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 III

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

г. Москва 2015

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, Д.Ю. Пономарев, А.Н. Рогова, М.С. Юхим.

И66 Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд : междунар. сб. науч. ст. Вып.III / ФГБУ НИИПХ Росрезерва ; под общ. ред. С. Е. Уланина. − М. : Галлея-Принт, 2015. − 368 с. − Прил. к информ. сб. «Теория и практика длительного хранения».

Тематика международного сборника посвящена рассмотрению широкого спектра актуальных вопросов: обеспечения качества и безопасности продукции, хранения и увеличения сроков ее годности, обеспечения пожарной безопасности, перспективным методам оценки качества и повышению потребительских свойств продукции, реализации государственной политики Российской Федерации в области здорового питания, рационализации управления продовольственной и промышленной отраслями.

В опубликованных материалах отражены проблемы усовершенствования и развития существующих технологий, а также разработки инновационных технологий производства продукции высокого качества с длительными сроками хранения. Приведены результаты новых научных исследований, методические разработки и изобретения.

В наполнении сборника участвовали представители Украины, Казахстана и Белоруссии.

Российской стороной представлены материалы таких ведущих организаций, как ФГБУ НИИПХ Росрезерва, ЗАО «Концерн Наноиндустрия», ГНУ Агрофизический институт Россельхозакадемии, ООО «Югтерминалпроект», ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств», ЗАО «Волгохлебстроймонтаж», ВНИИ зерна РАН, ФГБНУ «ВНИИЗ», ГНУ ВНИИПП Россельхозакадемии, ООО «ТЕКЛЕОР», ГНУ НИИ кондитерской промышленности, ГНУ ГОСНИИ хлебопекарной промышленности и др.

ISBN XXX−X−XXXXXX−XXX−X

© ФГБУ НИИПХ Росрезерва, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

М.А. Ананян, Д.В. Соколов, И.А. Чмутин
НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ШИРОКОГО ПРОФИЛЯ.....7

М.В. Архипов, Л.П. Гусакова, А.К. Виличко, Н.С. Прияткин, С.Л.Белецкий
КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРИГОДНОСТИ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА.....25

С.Н. Астафьев
УСТРОЙСТВО ПО ОГРАНИЧЕНИЮ ПОТЕРЬ НЕФТЕПРОДУКТОВ ОТ ИСПАРЕНИЯ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ.....38

Д.Н. Бастриков
ЭКСПОРТ ЗЕРНА, ЕГО ЗНАЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....49

И. Г. Белявская, Т.Г. Богатырева, Е.В. Иунихина, А.В. Степанова
ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЕМКОСТИ РЖАНОЛЬНЯНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....56

И.А. Вайнер
ЗЕРНОХРАНИЛИЩА СЕГОДНЯ И ЗАВТРА.....65

К.Б. Гурьева, Е.В. Иванова, Е.Ф. Когтева
ИЗМЕНЕНИЯ В ЛИПИДНОМ КОМПЛЕКСЕ ПШЕНИЦЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ.....75

К.Б. Гурьева, Е.Ф. Когтева, А.А. Черенков, Д.С. Кузнецова, А.Н. Голованова
ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЛКОВОГО КОМПЛЕКСА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ ПРИ ХРАНЕНИИ.....84

Ю.В. Данильчук
МИРОВОЙ РЫНОК МЕДА.....97

С.В. Зверев
ИК НАГРЕВ ЛЮПИНА.....108

Р.Х. Кандроков, А.П. Горшунов, В.Г. Дулаев
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА НОВОГО ВИДА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ «НАСЫЩЕННАЯ» С МАКСИМАЛЬНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИТОХИМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЗЕРНА.....115

А.И. Ковалева, В.И. Магаюмова
ФОРСАЙТ КАК МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ.....121

В.Е. Ковлякова
ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВВЕДЕНИЯ В ДЕЙСТВИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА.....134

С.С. Козак, Н.Л. Догадова, В.И. Трофимов
ПРОДЛЕНИЕ СРОКОВ ГОДНОСТИ МЯСА ПТИЦЫ ПУТЕМ ЭЛЕКТРОННОЙ ОБРАБОТКИ.....148

Н.Б. Кондратьев
НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ СОХРАННОСТИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ АНТИОКСИДАНТОВ.....158

И.А. Корольченко, А.В. Гаврилов, Т.А. Оськина, В.Н. Юхторов
ПРОФИЛАКТИКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО САМОВОЗГОРАНИЯ ПРОДУКЦИИ НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ.....168

С.В. Лопаткина
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОТРАСЛИ СВЯЗИ.....189

С.В. Лопаткина
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МАТЕРИАЛОВ В КАБЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....195

С.В. Лопаткина
ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ В КАБЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.....202

С.М. Малашенко, О.О. Смиловенко, В.К. Емельянов
УСТРОЙСТВО ВРЕЗКИ В ПРОДУКТОПРОВОД ДЛЯ ПОДАЧИ ВОЗДУШНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ ОГНЕТУШАЩЕЙ ПЕНЫ В ГОРЯЩИЙ РЕЗЕРВУАР.....207

О.Д. Навроцкий
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ ПРИ ВВЕДЕНИИ ПЕНЫ ПОД СЛОЙ ГОРЮЧЕГО.....220

Е.В. Невская, Л.А. Шлеленко, С.О. Смирнов, О.Е. Тюрина, С.А. Урубков
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР В ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЯХ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....230

В.О. Новицкий
ОБЪЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ И ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ КОРПОРАТИВНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕРНОВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ КОМПАНИЯМИ.....239

А.Ю. Сидоренко
ОЦЕНКА ДЛИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ ПИВА ПО ДАННЫМ ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕГО КОЛЛОИДОВ.....270

С.О. Смирнов
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОДУКТОВ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА АМАРАНТА ПРИ ВЫРАБОТКЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....285

Ю.О. Сумелиди, С.Л. Белецкий, Б.Ц. Зайчик, В.П. Хотченков
БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В КРУПЕ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ.....296

Е.А.Тарасова, К.Б. Гурьева, В.И. Привалов, Ю.И. Сидоренко
ПРИМЕНЕНИЕ ЯМР СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ВОДЫ В КРИСТАЛЛАХ САХАРА-ПЕСКА ПРИ ХРАНЕНИИ.....303

М.Д. Уринбаев, Н.К. Кокумбекова
ОБРАБОТКА ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ.....316

Л.В. Фадеев, В.Ф. Русских, С.Л. Белецкий
ОСОБЕННОСТИ ТРАВМИРОВАНИЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И РЖИ.....322

А.А. Черенков
О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЗОПАСНЫХ И ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ КОМПОЗИТНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СЕМЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ.....332

Т.С. Штейнберг, О.Г. Шведова, А.Л. Аматуни, И.Б. Павлов
РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНОГО МЕТОДА «АНАЛИЗ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗЕРНА» ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕГО КАЧЕСТВА.....339

М.С. Юхим
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ И СПОСОБОВ РЕМОНТА ЕМКОСТЕЙ ДЛЯ СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ.....354

УДК 621.38−022(048.83)

М.А. Ананян, *генеральный директор ЗАО «Концерн «Наноиндустрия»,* ***Д.В. Соколов,*** *исполнительный директор НКО «Национальная ассоциация наноиндустрии,* ***И.А. Чмутин,*** *руководитель Технологического центра коллективного пользования ОАО «Технопарк Слава»*

НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ШИРОКОГО ПРОФИЛЯ

В ближайшее время нанотехнологии затронут все отрасли экономики. Не станут исключением и предприятия Росрезерва. В долгосрочной перспективе, в течение 40-50 лет предполагается изменение самой концепции хранения продуктов и материалов. Наноматериалы используются уже сейчас или будут использоваться в ближайшем будущем. Одним из приоритетных вопросов становится подготовка научных и инженерно-технических кадров для нужд наноиндустрии и организация современных нанотехнологических лабораторий широкого профиля. Данная статья сообщает о попытке создания такой нанолаборатории, пригодной и для обучения специалистов, и для проведения исследований.

Ключевые слова: нанотехнологии, наноматериалы, подготовка специалистов, нанотехнологическая лаборатория.

M. A. Ananyan, D. V. Sokolov, I. A. Chmutin

NANOTECHNOLOGY LABORATORY GENERALIST

In the near future nanotechnology will affect all sectors of the economy. Is no exception and companies of state reserve. In the long term, for 40-50 years is expected to change the concept of

storage of products and materials. Nanomaterials are already used or will be used in the near future. One of the priority issues is the training of scientific and engineering and technical personnel for the needs of the nanotechnology industry and the organization of the modern nanotechnology laboratories. This article reports on the attempt to create such nanolaboratory, suitable for training, and for research.

Keywords: nanotechnology, nanomaterials, preparation of experts, nanotechnology laboratory.

По мнению многих экспертов, XXI век будет веком нанотехнологий, которые и определят его лицо. Воздействие нанотехнологий на жизнь обещает иметь глобальный характер: изменить экономику, повысить уровень и качество жизни, затронуть все стороны жизни людей, а также социальные отношения. В развитых странах понимание ключевой роли, которую будут играть нанотехнологии в ближайшие десятилетия, вызвало создание широкомасштабных программ по их развитию и государственной поддержке. Президент и Правительство Российской Федерации также демонстрируют понимание острой необходимости перехода от сырьевой экономики к экономике инновационной, предусматривающей широкое и повсеместное использование нанотехнологий и наноматериалов.

Нанотехнологии станут ключевым фактором нового технологического уклада в экономике, затронут все ее отрасли. Предприятия Госрезерва не станут исключением. В долгосрочной перспективе, в течение 40-50 лет предполагается изменение самой концепции хранения продуктов и материалов. Развитие методов молекулярной сборки приведет к тому, что большинство продуктов и материалов будут храниться в виде составляющих их атомов и молекул, из которых с помощью ассемблеров будут собираться по мере необходимости. Некоторые дости-

жения нанотехнологий используются уже сейчас или будут использоваться в ближайшем будущем. Анализ проведенных в последние годы отечественных и зарубежных исследований свидетельствует о высокой перспективности следующих направлений:

- нанокомпозиты на основе углеродных нанотрубок, графенов, наноцеллюлозы и других наночастиц, обладающие высокой прочностью, низкой влаго- и газопроницаемостью, горючестью, высокой биоцидной активностью по отношению к широкому спектру вирусов, бактерий, грибов;
- защитные термо- и коррозионностойкие покрытия;
- нанотехнологические приборы, позволяющие исследовать материалы на атомарном уровне и обеспечивать контроль качества промышленных материалов и продовольственных товаров;
- сенсоры, изготовленные с применением наночастиц металлов и углеродных нанотрубок.

Одним из приоритетных вопросов становится подготовка научных и инженерно-технических кадров для нужд наноиндустрии. Слова об острой нехватке этих кадров прозвучали непосредственно из уст Президента РФ. Озвучена и потребность в них, составляющая 150 тысяч человек в 2015 году.

Разработанный в России на государственном уровне обширный комплекс широкомасштабных мероприятий по нанообразованию, включая ряд программ подготовки специалистов в области наноиндустрии, создание различных Научно-образовательных центров, Центров коллективного пользования, привлечение к задаче подготовки и переподготовки инженерных и педагогических кадров ведущих специалистов, проведение, многочисленных конференций, семинаров, конкурсов, олимпиад, издание учебно-методической литературы уже начал реализовываться. Ряд ведущих вузов страны получил финансовую поддержку в рамках приоритетного национального проекта

«Образование», 32 из них создали учебно-научные центры в области нанотехнологий и наноматериалов. Благодаря финансовой поддержке государства в ведущих научных и образовательных учреждениях страны создано около 100 крупных центров коллективного пользования. 18 вузов получили лицензию на ведение образовательной деятельности по специальности «Нанотехнологии в электронике», 26 - по специальности «Наноматериалы». Прошли первые выпуски студентов по этим специальностям. Поэтому сейчас можно подвести первые итоги и проанализировать, в каком направлении двигаться дальше.

Поскольку ЗАО «Концерн «Наноиндустрия» регулярно принимает на работу выпускников ряда ВУЗов, получивших диплом по специальности «Наноматериалы», мы можем составить объективное представление об уровне их подготовки и сравнить его с подготовкой выпускников зарубежных Университетов. Необходимо отметить, что теоретические знания российских студентов в среднем не хуже, а, как правило, даже глубже, чем знания их зарубежных коллег. Это обусловлено высоким профессионализмом преподавательского состава и традициями советской высшей школы давать студентам глубокие теоретические знания. Что же касается практических навыков российских выпускников, они значительно уступают навыкам выпускников западных университетов и связано это с отсутствием достаточной экспериментальной практики на современном научном оборудовании. Научно-образовательные центры и Центры коллективного пользования, упомянутые выше, не спасают ситуацию, поскольку к самостоятельной работе на установках и приборах, закупленных этими структурами, студенты не допускаются. Некоторые преподаватели видят решение указанной проблемы в повсеместном максимальном использовании мультимедийных средств. Компьютерные технологии, в том числе различные симуляторы, действительно чрезвычайно полезны при освоении приборной базы, они позволяют существенно экономить время

на обучение. Однако лабораторную и приборную практику они ни в коем случае не заменят.

Поэтому, Национальная ассоциация наноиндустрии (www.nanotech.ru), среди членов которой - около полутора десятков вузов, в начале прошлого года начала работу по подбору приборов и оборудования, для доступной нанотехнологической лаборатории. Были рассмотрены как приборы, имеющиеся на российском рынке, так и приборы, которые могут быть запущены в серийное производство в ближайшее время. Критериями отбора были: соотношение цена/качество; точность измерений, достаточная для проведения научных работ; простота эксплуатации; устойчивость к поломкам; ремонтопригодность; надежное сервисное обслуживание. Предпочтение отдавалось приборам отечественных производителей.

С самого начала работы предполагалось следующее:

- нанотехнологическая лаборатория не может быть универсальной. Ее комплектация зависит от профиля предприятия, организации или компании и направления научно-исследовательских работ, которые они проводит;
- нанотехнологическая лаборатория должна иметь модульную структуру: должна быть базовая комплектация, позволяющая выполнять некоторое количество исследований в данном направлении, а также дополнительные блоки (приборы и оборудование), каждый из которых дополнит базовую комплектацию и увеличит ее возможности. Стоимость отдельных дополнительных блоков должна составлять десятки или сотни тысяч рублей.

К настоящему времени первый этап работы по проекту “Доступная нанотехнологическая лаборатория” успешно завершен. Показано, что такая лаборатория может быть скомплектована, хотя, к сожалению, обойтись только продукцией отечественных производителей не удалось. Около 10% блоков составляет продукция зарубежных компаний.

Таким образом, Национальная ассоциация наноиндустрии предлагает:

- изготовление, комплектование и поставку научно-образовательной нанотехнологической лаборатории широкого профиля;
- разработку учебно-методических материалов для лабораторных работ в области нанотехнологий;
- поставку расходных материалов для лабораторных работ в области нанотехнологий.

Комплектация нанотехнологической лаборатории варьируется в соответствии с потребностями и профилем ВУЗа. Лаборатория имеет модульную структуру и может быть легко расширена в случае возникновения новых задач. Нанотехнологическая лаборатория включает в себя комплекс оборудования для изготовления наноматериалов и наноструктур, а также комплекс оборудования для исследования их свойств. Она позволяет:

- синтезировать наночастицы металлов, углеродные нанотрубки, нанокомпозитные материалы, сверхтонкие слои и многослойные наноструктуры;
- изготовить образцы для обучения студентов методам исследования наноматериалов и наноструктур;
- исследовать топологию поверхности, электрические, оптические, трибологические, прочностные свойства наноматериалов и наноструктур;
- определить размер, структуру и распределение по размеру наночастиц, их концентрацию в водных и органических растворах;
- измерить дзетапотенциал, мобильность наночастиц, ESA, электропроводимость суспензий наночастиц.

Нанотехнологическая лаборатория позволяет дать практические навыки при подготовке высококвалифицированных специалистов по специализациям:

- “Нанотехнологии” 658300;
- “Наноматериалы” 073800;
- «Нанотехнология в электронике» 202000;
- «Метрология и метрологическое обеспечение» 200501 и др.

Нанотехнологическая лаборатория будет полезна также при подготовке по специализациям «Физика твердого тела» 010409, «Микроэлектроника и твердотельная электроника» 210104, «Материаловедение и технология новых материалов» 150600, «Оптика» 010405, «Приборы и методы экспериментальной физики» 010401.

Нанотехнологическая лаборатория может эффективно использоваться для проведения научных исследований при подготовке дипломных и диссертационных работ.

В качестве примера приведем возможный вариант нанотехнологической лаборатории (или ее части) для синтеза наночастиц металлов и изготовления материалов на их основе. Базовый комплект представляет собой стандартные химическую посуду и оборудование, имеющиеся в любой химической лаборатории, а также спектрофотометр для определения наличия и концентрации наночастиц металлов в растворе. Стоимость базового комплекта не превышает 175 тыс. руб. В качестве дополнительных блоков к нему предлагаются:

- ультразвуковой диспергатор для равномерного распределения наночастиц в термореактивной или растворимой полимерной матрице;
- туннельный микроскоп «Умка» для визуализации углеродных нанотрубок, графенов, наночастиц Ag и Au и определения их размеров;
- установка для получения нанослоев полимеров и нанокомпозитов методом центрифугирования;
- спектроэллипсометр “Эльф”, позволяющий измерять толщины, спектры оптических постоянных и диэлектрических свойств нанопленок и слоев многослойных наноструктур.

При наличии спектроэллипсометра нет необходимости комплектовать нанолабораторию спектрофотометром;

- машина трения универсальная МТУ-1, которая позволяет исследовать износостойкость нанопокрытий, содержащих наночастицы металлов;
- установка для измерения электрических свойств, которая позволяет измерять электропроводность и диэлектрическую проницаемость нанокомпозитных материалов, нанослоев и нанопокрытий на постоянном токе и в переменных полях.

Еще один пример нанотехнологической лаборатории широкого профиля приведен в Приложении 1. Список лабораторных работ, которые можно проводить с ее использованием приведен в Приложении 2.

В дальнейшем работы по проекту “Доступная нанотехнологическая лаборатория” будут продолжены. В ближайшие несколько лет мы попытаемся заменить импортные приборы и оборудование на аналоги отечественного производства. Кроме того будет расширен ассортимент дополнительных блоков.

Приложение 1.

ПРИМЕР НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Модуль синтеза нанокомпонентов

	Установка для синтеза наночастиц металлов Позволяет синтезировать наночастицы серебра, меди, железа методами восстановления в прямых и обратных мицеллах или сонахимии, а также определять наличие наночастиц металлов с помощью спектрофотометра
	Установка для синтеза углеродных нанотрубок Позволяет синтезировать однослойные и многослойные углеродные нанотрубки, получать их изображение с помощью туннельного микроскопа, а также измерять их электропроводность

Модуль синтеза нанокомпозитных материалов

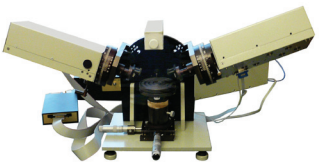
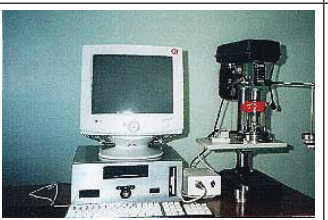
	Экструдер с ультразвуковой насадкой Позволяет равномерно распределять наночастицы в матрице на основе термопластичных полимеров

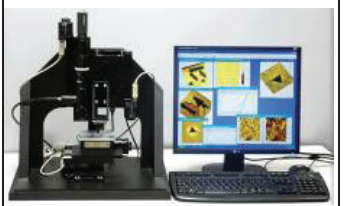
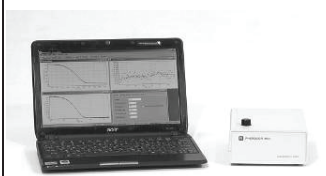
	Лабораторный двухшнековый экструдер (микросмеситель) с объемом образца 2-15 мл Xplore MC-5 Позволяет равномерно перемешивать компоненты полимерного материала или распределять наночастицы в матрице на основе термопластичных полимеров при температуре до 400^0
	Ультразвуковой диспергатор Позволяет равномерно распределять наночастицы в матрице на основе растворимых и термореактивных полимеров
	Лабораторный гидравлический пресс Позволяет получать образцы нанокомпозитных материалов требуемой формы

Модуль для получения нанослоев и многослойных наноструктур

	Установка для получения нанослоев полимеров и нанокомпозитов Позволяет получать слои полимера или нанокомпозитного материала толщиной 20-100 нм методом центрифугирования (spin coating)
	Установка вакуумного нанесения диэлектрических и электропроводящих покрытий Позволяет получать диэлектрические, электропроводящие и композитные покрытия толщиной 1 – 100 нм на различных подложках методом магнетронного напыления
	Установка Лэнгмюра-Блоджетт Позволяет получать однослойные и многослойные пленки методом Лэнгмюра-Блоджетт

Аналитический модуль

	Туннельный микроскоп «УМКА» Позволяет исследовать рельеф проводящих и полупроводящих поверхностей с высоким пространственным разрешением используя метод туннельной микроскопии
	**Спектроэллипсометр «ЭЛЬФ»** Позволяет измерять толщины, спектры оптических постоянных и диэлектрических свойств нанопленок и слоев многослойных наноструктур
	**Машина трения универсальная МТУ-1** Позволяет исследовать износостойкость наноматериалов и нанопокрытий
	Анализатор размеров частиц PA Fast Sizer 100 Предназначен для определения размера частиц от 5 нм до 5 мкм в растворах с концентрацией частиц от 1 до 60% методом ультразвуковой спектроскопии

	Сканирующий зондовый микроскоп Certus Optic U Совмещен с прямым оптическим микроскопом исследовательского класса. Предназначен для исследований проводящих, полупроводящих и диэлектрических поверхностей методами оптической и атомно-силовой микроскопии
	**Сканирующий нанотвердомер (наноиндентер) «НаноСкан-Компакт»** Применяется для исследований механических свойств и контроля качества поверхностей и тонких пленок. Имеют широкую сферу применения как в научных исследованиях, так и на производствах различных отраслей реальной экономики
	**Анализатор размеров частиц «Photocor Mini»** Предназначен для измерения размеров наночастиц от 0,6 нм до 10 мкм в растворах и дисперсиях с концентрацией частиц от 0,0001 до 1% методом динамического рассеяния света

	Дзета- анализатор Feld ESA Предназначен для определения дзетапотенциала, мобильности и устойчивости наночастиц в суспензиях, ESA, электропроводимости, pH, температуры, а также для проведения исследований, контроля качества и оптимизации производства суспензий наночастиц
	Малогабаритный настольный рентгеновский дифрактометр «РИКОР 2» Предназначен для фазового и спектрального экспресс- анализа порошковых проб
	Установка для испытания механических свойств конструкционных материалов Позволяет измерять прочность и упругие модули конструкционных наноматериалов на сжатие и разрыв, а также определять твердость материалов по Бринеллю
	Установка для измерения электрических свойств Позволяет измерять электропроводность и диэлектрическую проницаемость нанокомпозитных материалов, нанослоев и нанопокрытий на постоянном токе и в переменных полях

Приложение 2.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ:

1. **Синтез наночастиц серебра методом восстановления в обратных мицеллах.**

   Методы синтеза наночастиц металлов. Методы контроля наличия наночастиц металлов в растворе.

2. **Получение сверхтонких пленок поликарбоната на подложке методом центрифугирования (spin-coating).**

   Методы нанесения сверхтонких полимерных пленок на подложку. Технологические параметры, влияющие на качество пленки, полученной методом центрифугирования.

3. **Получение сверхтонких пленок нанокомпозитного материала на подложке методом центрифугирования (spin-coating).**

   Методы получения полимерных нанокомпозитов. Однородность распределения наночастиц в полимерной матрице. Методы нанесения сверхтонких нанокомпозитных пленок на подложку. Контрол толщины сверхтонких пленок с помощью спектроэллипсометра.

4. **Контроль толщины сверхтонких пленок с помощью спектроэллипсометра.**

   Проведение измерения толщины пленок полученных в работе 2 и 3. Методы контроля толщины сверхтонких пленок. Элипсометрия.

5. **Исследование топографии поверхности методом сканирующей туннельной микроскопии.**

   Принципы сканирующей туннельной микроскопии. Оборудование для исследования поверхности неразрушающим методом.

6. **Заточка зондов для сканирующих туннельных микроскопов методом электрохимического травления.**

   Виды зондов, применяемых для сканирующих туннельных микроскопов. Влияние формы и качества зонда на получение сканов поверхностей. Изготовление вольфрамовых зондов для СТМ методом электрохимического травления.

7. **Исследование коррозии поверхности методом сканирующей туннельной микроскопии.**

   Виды и причины коррозии металлов. Современные методы защиты от коррозии. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости. Изучение ГОСТов, определение показателей коррозии.

8. **Определение вольт-амперных характеристик металлов и полупроводников с помощью сканирующего туннельного микроскопа.**

   Приобретение практических навыков по снятию вольт-амперных характеристик с помощью сканирующего туннельного микроскопа. Ознакомление с особенностями вольт-амперных характеристик для контактов металл-металл, металл-полупроводник. Понятия: уровень Ферми, прямое и обратное смещение, p-n переход, диод Шоттки.

9. **Изучение формирования тонких пленок золота до и после отжига методом сканирующей туннельной спектроскопии**.

   Свойства тонких пленок. Явления и процессы, протекающие на поверхности пленки и на границе раздела пленка–подложка. Теория Я.И. Френкеля об образовании металлического покрытия в вакууме.

10. **Методы изучения оптически-тонких пленок (наноматериалов) с помощью спектроэлипсометра.**

Электромагнитные волны. Уравнения Максвелла. Напряженность электрического поля, Поляризационная структура световых волн. Коэффициенты Френеля. Элипсометрия.

11. **Измерение толщин тонких слоев материалов с известными оптическими характеристиками на примере образцов, представляющих собой слои оксида кремния на кремнии.**

    Оптические характеристики материалов. Оптическая плотность. Коэффициенты отражения, преломления для разных сред.

12. **Измерение толщины сверхтонких слоев материалов (менее 10 нм) на примере естественного оксида кремния на кремниевой подложке.**

    Особенности сверхтонких слоев, поверхностные эффекты, оптические свойства тонких пленок. Использование компенсатора при измерении толщин сверхтонких пленок.

13. **Построение пространственной карты тонкой пленки на примере естественного оксида кремния на кремниевой подложке.**

    Методы определения толщин тонких пленок, контроль разнотолщинности полимерных пленок. Изучение ГОСТов по данной тематике.

14. **Определение спектра оптических констант материалов на примере образцов, представляющих собой тонкие слои металла на подложке, полученные методом напыления в вакууме.**

    Зависимость оптической плотности материала от длины волны. Анизотропия поглощения, анизотропия показателя преломления.

15. **Определение зависимости оптических свойств нанокомпозитов на основе полимера и наночастиц**

серебра от концентрации металла.

Оптические характеристики материалов, оптическая плотность. Оптические свойства прозрач-ных сред, содержащих наночастицы металла.

16. **Определение равномерности распределения наночастиц в полимерной матрице спектроэллипсометрическим методом.**

Оптические свойства прозрачных сред, содержащих наночастицы. Локальная концентрация наночастиц. Однородность распределения наночастиц в полимерной матрице. Методы контроля однородности распределения наночастиц в полимерной матрице.

УДК 621.362:537.322

М.В. Архипов, *д.б.н.,* ***Л.П. Гусакова****, к.б.н.,* ***А.К. Виличко****, к.б.н.,****Н.С. Прияткин,*** *к.б.н. ГНУ Агрофизический институт Россельхозакадемии,* ***С.Л. Белецкий****, к.т.н. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРИГОДНОСТИ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА

В статье приводятся возможные инструментальные биофизические методы оценки качества семенного материала и продовольственного зерна. Особое место отводится наиболее перспективному методу рентгеноанализа зерна и семян, при помощи которого возможно с большой степенью достоверности выявлять основные скрытые дефекты, влияющие на качество анализируемого материала.

Ключевые слова: контроль, семена, продовольственное зерно, качество, улучшение, методы диагностики, рентгенография, суть метода, изображения, компьютерная обработка, передача изображений, скрытые дефекты, снижение качества, протокол.

M.V. Arhipov, L.P. Gusakova, A.K. Vilichko, N.S. Prijatkin, S.L. Beletsky

A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC SUITABILITY OF THE GRAIN MATERIAL

The article describes the possible instrumental biophysical methods to assess the quality of seed and food grains. Special emphasis on the most promising method of rontgenanalytik

of grains and seeds, by which is possible with a high degree of accuracy to identify the main latent defects affecting the quality of the analysed material.

Keywords: control, seeds, food grains, quality, improvement, methods of diagnosis, x-rays, the method, images, computer processing, image transfer, latent defects, reducing the quality, protocol.

В настоящее время контроль пригодности семенного материала, сохранение и улучшение его качества являются важнейшей задачей растениеводства и земледелия.

Семена являются одним из основных продуктов сельскохозяйственного производства, объектом сохранения жизнеспособности и размножения растительного материала, залогом обеспечения продовольственной безопасности страны. Успешное претворение высоких и точных технологий в сельском хозяйстве в значительной степени определяется качеством семян. Этот показатель является актуальным при разработке направлений управляемого (точного), эколого-мелиоративного и органического земледелия. Несомненно, что решение задачи по определению оптимальных режимов технологий получения биологически полноценных семян позволит получать зерно в необходимых объемах и заданного качества.

Впервые единая методика исследования семян была утверждена в 1934 году по представлению отдела семеноведения Всесоюзного института растениеводства им. Н.И.Вавилова (ВИРа) и Центральной контрольно-семенной лаборатории, что повлекло за собой стандартизацию основных методов оценки качества семян, которые периодически обновлялись. Несмотря на то, что с 1935 года в нашей стране разрешается высевать только кондиционные семена, т.е. отвечающие нормам стандарта, с развитием рыночных отношений в России ситуация резко ухудшилась. Так, по данным Россельхозцентра доля неконди-

ционных семян на Северо-Западе в партиях яровых зерновых культур урожая 2012 г. варьирует от 22 до 48 %. Поэтому назрела необходимость более полного и комплексного изучения качества семян, их оценки как посевного материала, разработки новых инструментальных методов. Кроме того, семеноводов, земледельцев и сельхозпроизводителей уже не удовлетворяет знание только лабораторной всхожести, их интересует именно то количество семян, которое, обладая повышенной жизнеспособностью, способно дать всходы и высокий урожай (т.е. встает вопрос о потенциальной продуктивности семян). Проблемным участком является оценка качества свежеубранных семян, а также установление причин падения качества семян. В связи с этим в данной методике предлагается проведение комплексной оценки качества семян с использованием как стандартизированных традиционных методов прямого проращивания семян, так и с привлечением новых морфометрических и биофизических экспресс-методов (в частности, рентгенографического) с автоматизированным анализом. К настоящему времени нами накоплена достаточно обширная подборка рентгенобразов семян с повреждениями и аномалиями различного рода их внутренней структуры. Установлено, что в условиях Ленинградской области наиболее характерным хозяйственно значимым скрытым дефектом зерновых культур является энзимо-микозное истощение семян (ЭМИС), которое варьирует в широких пределах: у овса – от 7 до 22%, пшеницы – от 10 до 43%, ржи – от 9 до 40%, ячменя – от 12 до 50%. Показано также, что для семян ячменя наиболее часто встречаемым внутренним дефектом является трещиноватость (от 32 до 91%). Для семян овса - темный зародыш, варьирующий от 1 до 19%. Для семян ржи - скрытое прорастание (от 0 до 60 %). Для пшеницы - ЭМИС. Наименьшую всхожесть показывают образцы, в которых обнаружен максимальный суммарный процент всех рентгенографически определяемых дефектов.

Инструментальные биофизические методы оценивания качества семенного материала

Современный уровень научных исследований требует применения инструментальных автоматизированных методов, позволяющих получить больше информации и в более короткие сроки.

В настоящее время в литературе представлены следующие биофизические методы исследования качества семян и зерна:

1. Оптические по исследованию спектральных характеристик.
2. В проходящем инфракрасном излучении (ИК).
3. Метод замедленной хемилюминесценции.
4. Метод газоразрядной визуализации.
5. Магнитно-резонансная микротомография.
6. Рентгенографический.

Из всех перечисленных выше биофизических методов стандартизован только рентгенографический метод (ОСТ 56-94-88; ИСО 1162-75; ИСО 6639/4 -87; ГОСТ 28666.4-90; Методика анализа семян. – М., 1995, с.76). Более того, для семян сельскохозяйственных культур он был разработан непосредственно сотрудниками Агрофизического института. Метод позволяет проводить прижизненные исследования растительных объектов, в том числе семян, не нарушая их структуры и не снижая качества. Приборы и оборудование выпускаются серийно.

Неповреждаемость биологических объектов при исследовании их методом рентгенографии позволяет дополнительно применять ряд морфометрических методик для более цельного и комплексного исследования семенного материала.

Предлагаемая нами комплексная методика позволяет проводить не только оценку качества, но в перспективе разделять семенной материал на фракции по их качеству, устанавливать причину снижения качества.

Суть рентгенографического метода (**the method of X-ray)** состоит в том, что внутренняя структура объектов исследуется

посредством регистрации степени ослабления прошедших через них рентгеновских лучей, которая проецируется на специальную плёнку или матрицу.

Рентгеновские лучи представляют собой электромагнитные волны с различной длины (от 1/10 000 до 1/100 000 длины волны видимого света) и занимают спектральную область между ультрафиолетовым и гамма-излучением. Рентгеновские лучи с большей энергией (меньшей длины волны; жесткое излучение) больше подходят для больших и/или плотных объектов. Для маленьких объектов, таких, как например, семена, подходит меньшая энергия (большая длина волны; мягкое излучение) (Методика анализа семян. М., 1995).

Появление новых цифровых рентгеновских аппаратов позволило увеличить пространственное разрешение получаемых изображений. С другой стороны – снизить дозовую нагрузку в сотни раз.

В современных цифровых аппаратах регистрация выходного излучения производится на специальную кассету с плёнкой или на электронную матрицу. Затем рентгенографическое изображение выводится на монитор и сохраняется в базе данных вместе с остальными данными об объекте.

При этом преобразование традиционной рентгенограммы в цифровой массив дает возможность последующей ее обработки методами вычислительной техники.

Цифровое изображение можно записать на магнитном носителе, оптическом диске или же на специальном записывающем устройстве, способном постоянно вести регистрацию изображения на пленку в аналоговой форме. Главное преимущество цифровых рентгенографических систем по сравнению с обычными системами заключается в том, что цифровая система может обеспечивать более высокую вероятность обнаружения деталей низкого контраста в широком динамическом диапазоне.

Применение в дальнейшем автоматического анализа рент-

генограмм с помощью ЭВМ во много раз сокращает трудовые затраты исследователя и повышает точность измерений, дает возможность получать количественные характеристики выявленных внутренних дефектов. Задача автоматического анализа рентгеновских изображений является особенно актуальной в условиях проведения массовых анализов. Ее решение должно радикальным образом трансформировать весь процесс исследования и оценки качества семян, в частности.

Наиболее актуальными задачами автоматического анализа изображений в растениеводстве следует считать разработку системы выявления различного рода скрытых дефектов и на этой основе создание автоматизированного комплекса для экспресс-оценки качества семян, как массовых промышленных репродукций, так и селекционных образцов, а также оценки технологических характеристик зерна. Это позволит более корректно и в короткие сроки принимать решения о целевом назначении семян и зерна и снизить риски потерь растительного материала и материальные затраты.

Цифровое отображение при его компьютерной обработке позволяет извлечь количественную и качественную информацию и таким образом перейти от интуитивно-эмпирического анализа изображения к объективно измеренному. Существенными преимуществами цифровой рентгенографии перед экранно-пленочным процессом являются простота и скорость получения изображения. Изображение становится доступным анализу рентгенологом в момент окончания экспозиции. Особенная ценность применения цифровой рентгенографии заключается в возможности полного отказа от рентгеновской пленки и связанного с ней фотохимического процесса. Это делает рентгенографическое исследование экономически эффективнее и экологически чище, а хранение информации в цифровом виде позволяет создать легкодоступные рентгеновские архивы. Новые количественные формы обработки информации открывают

широкие возможности стандартизации получения изображений, приведения их к единому стандарту качества независимо от времени получения или исследования. Немаловажна открывающаяся возможность передачи изображения на любые расстояния при помощи средств компьютерных коммуникаций, а также получение и обсуждение результатов в режиме on line. Внедрение в практику цифровой рентгенографии может перевести диагностику семенного материала на новый более высокий технологический уровень.

Рассмотрим имеющиеся стандарты по рентгенографии семян. По ОСТу 56-94-88, который был разработан для свежеубранных семян древесных пород, оценивают жизнеспособность семян, подразделяя их на классы и подклассы по степени развития зародыша и эндосперма, предварительно выделив семена, зараженные энтомовредителями.

Согласно «Методике анализа семян» (М., 1995), семена классифицируют в соответствии с внутренней анатомией, выявленной на рентгенограмме, следующим образом:

- полные плоды/семена – содержат все необходимые для роста ткани;
- щуплые плоды /семена – содержат менее 50% тканей;
- поврежденные насекомыми плоды/семена – содержатся насекомые, личинки, их ходы или имеются другие следы повреждений, влияющих на способность семян к росту;
- механически поврежденные плоды/семена – полные плоды/семена с поврежденной или сломанной оболочкой.

Результаты выражают в процентах от числа проанализированных семян и заносят в Сертификат ИСТА в графу «Другие определения» в виде: «Результаты рентгеновского анализа». Выполнение этой методики является обязательной при проведении анализов семян при экспертно-импортных поставках и оформлении сертификатов Международной ассоциации по контролю за качеством семян (ISTA).

Остальные стандарты касаются определения зараженности и поврежденности зерна и зернобобовых вредителями.

В нашей лаборатории рентгенографический метод впервые был адаптирован для семян сельскохозяйственных растений и в настоящее время используется для исследования широкого спектра семян зерновых, зернобобовых, масличных, овощных и лесных культур, кормовых трав, лекарственных растений и семян винограда. Работы ведутся по выявлению скрытых повреждений и аномалий развития, которые визуально обнаружить невозможно, но, которые в зависимости от степени повреждения, приводят к снижению посевных качеств семян вплоть до полного их падения. Так, были выявлены следующие группы внутренних дефектов:

- трещиноватость зародыша и эндосперма;
- энзимомикозное истощение семян (ЭМИС);
- скрытое прорастание;
- щуплость (недовыполненность);
- повреждения зародыша (недовыполненность, выбитость, некрозы, грибные поражения и др.);
- повреждения трипсами (сосущими насекомыми);
- поврежденность клопом вредная черепашка;
- зараженность и заселенность насекомыми.

Нами было установлено, что фатальными признаками, т.е. указывающими на то, что семя на 100 % не взойдет, являются пустые семена (для пленчатых культур) и без зародыша (недоразвитый или выбитый). Остальные внутренние дефекты в зависимости от степени их выраженности, а также наличия совокупных повреждений могут снизить всхожесть и силу роста в разной степени вплоть до полного падения.

В литературе считается твердо установленным, что травмирование семян является одной из причин расхождения между потенциальной и фактической (хозяйственной) всхожестью, приводящей к снижению последней). Из общего числа факто-

ров, снижающих всхожесть, на долю травмированных семян приходится около 60-70 %. По существующей в настоящее время классификации механические и термические повреждения семян делят на макро- и микротравмы. Оба вида повреждений приводят как к внешним, так и внутренним нарушениям целостности различных участков семени. Для определения внешних макро- и микроповреждений разработаны различные методы их регистрации. Для визуализации внутренних повреждений наиболее приемлемым в настоящее время является именно метод рентгенографии. Проведенные опыты по индивидуальному выращиванию растений из семян ячменя с различной степенью внутренней микротравмированности показали, что интенсивность роста ростков из семян с числом внутренних микротрещин больше четырех в 2-2,5 раза ниже, чем у проростков, выращенных из нетравмированных семян. Прецизионный опыт в камерах искусственного климата показал, что с увеличением глубины заделки семян до 9 см продуктивность травмированных семян по сравнению с неповрежденными снижалась на 84 %. Эти данные свидетельствуют о том, что одной из причин снижения полевой всхожести растений может быть наличие в партии фракции семян с сильным внутренним травмированием. Важно отметить, что если семена с макротравмами по своим физико-химическим свойствам и аэродинамическим показателям значительно отличаются от целых и легко отделяются на зерноочистительных и сортировальных машинах, то семена со скрытыми внутренними повреждениями выделить таким образом практически невозможно.

Методом рентгенографического исследования семян было также установлено, что наиболее отрицательное влияние на полевую всхожесть семян оказывают повреждения зародышей. Значительное уменьшение (на 23 %) всхожести наблюдалось и у недовыполненных семян.

В лаборатории ГНУ АФИ на семенах овощных культур (в

частности, капусты, лука батуна и турнепса) была предпринята попытка расчета всхожести с учетом суммарного количества недоразвитых семян и с внутренними повреждениями, выявленных по рентгенограммам исследуемых образцов. Была обнаружена отрицательная корреляция (r = - 0,96) между количеством поврежденных семян в партии и показателем всхожести, на основании которой для расчета всхожести были предложены соответствующие эмпирические коэффициенты. В данном случае определяющим фактором, обуславливающим выбор коэффициентов, служила внутренняя поврежденность семян.

Неоспоримым достоинством рентгенографического исследования семян является и то, что выявленные таким образом внутренние дефекты дают возможность:

- судить о качестве семян и возможных рисках при посеве партиями семян с той или иной долей внутренних дефектов;
- выявлять партии, представляющие группу риска, с точки зрения посевных качеств и принимать решения об их использовании (применение соответствующих обработок, коррекция норм высева либо категорический отказ от посева такими семенами и замена другой партией);
- выявлять причины снижения качества семян и на этом основании корректировать применяемые технологии и культуру производства.

Так, например, для Северо-Запада характерными дефектами семян являются:

- трещиноватость, которая является следствием жестких режимов сушки;
- ЭМИС – обусловлено скорее всего несоблюдением сроков уборки и технологии обработки;
- внутреннее прорастание – связано с нарушением сроков уборки, быстротой сушки и условиями хранения;
- щуплость - обусловлена технологией получения семян, а также некачественной послеуборочной подработкой – сепара-

цией и сортировкой.

Установление причин снижения качества семенного материала позволит в дальнейшем выявить слабые места в системе производства семян и минимизировать их негативное влияние.

В целом, как следует из вышеизложенного, рентгеновский метод позволяет:

- проводить контроль качества семян, в том числе и свежеубранных;
- судить о потенциально возможных показателях всхожести и продуктивности по полученным рентгенобразам семян;
- выявлять причины, приведшие к снижению качества семенного материала;
- на этом основании принимать решения по оптимизации технологий и культуры производства качественного семенного материала.

Таким образом, анализ литературы показывал следующее:

- судить о качестве семенного материала необходимо, используя комплекс методов, которые дополняя друг друга, позволяют получить всестороннюю информацию по нескольким показателям;
- из инструментальных современных методов наиболее приемлемым является рентгеновский метод – он стандартизирован, позволяет проводить прижизненные исследования и в короткие сроки, является собственной разработкой;
- использование современного рентгеновского оборудования позволяет проводить оцифровку рентгеновского изображения, что дает возможность автоматизировать их анализ;
- автоматизация анализа рентгенограмм семян позволяет проводить ускоренный анализ и давать количественные характеристики выявленных внутренних дефектов;
- земледельцам и семеноводам недостаточно знания только всхожести, настоятельной необходимостью является выявление семян, обладающих повышенной потенциальной продук-

тивностью.

Проведение комплексного контроля качества семенного материала таким образом обеспечит оптимизацию производства кондиционных семян, направленное на улучшение качества семенного материала и повышение урожайности.

Заключение

Предложена система измерений и комплексного анализа интроскопических и морфометрических показателей качества семян. На этой основе разработана методика оценки качества семенного материала, сводящая воедино тестирование семян с помощью морфометрических и рентгенографических методов, которые, дополняя друг друга, позволяют проводить анализ в комплексе, что дает возможность получить более полную картину о биологической и хозяйственной пригодности.

Более того, рентгенография позволяет проводить анализ свежеубранных семян, когда семена находятся в состоянии покоя и показатели всхожести могут быть сильно заниженными. По выполненности, степени созревания и наличию внутренних дефектов возможно судить о пригодности этой партии для посева на основании полученных ранее рентгеновских данных о влиянии дефектов на прорастание.

На основании полученных таким образом данных можно судить не только о всхожести, но и потенциальной продуктивности:

- по морфометрическим показателям – по длине ростков и корешков и их распределению на классы, которые характеризуют интенсивность начального роста;
- по рентгенографическим признакам – по наличию, характеру и степени выраженности внутренних дефектов (по 3-х балльной шкале).

Выявление внутренних дефектов рентгенографическим методом дает возможность судить также о причинах их вызывающих и на этом основании принимать решения об оптимизации приме-

няемых агротехнологий и повышении культуры производства. В целом такое комплексное тестирование и мониторинг семенного материала позволит поддерживать фонд высококачественных семян, во-вторых, способствовать корректировке применяемых технологий для скорейшего разрешения проблем, связанных с формированием и сохранением кондиционного семенного материала.

Полученные результаты анализа качества семян зерновых культур и продовольственного зерна злаковых реализованы в компьютерных программах SEAN и Агротест соответственно. Использование автоматизированного анализа рентгенограмм дает возможность уменьшить временной интервал исследования по сравнению с традиционными методиками и тем самым ускорить процедуру комплексной оценки качества семян и товарного зерна.

В перспективе контроль качества вышеизложенным образом преследует выполнение следующих задач и целей:

- тестирование и слежение за качеством семян в процессе их формирования при использовании разных технологий, в процессе послеуборочной обработки и хранения;
- открытый доступ в режиме on line к результатам рентгеновского анализа семенного материала и разработка новых услуг в аграрном секторе, призванных поддерживать осведомленность производителей и покупателей о качестве имеющихся семян и причинах снижения их качеств;
- коррекция применяемых агротехнологий и культуры производства на основе рентгенографического анализа с целью сведения до минимального уровня внутренней дефектности семян;
- обеспечение гарантий формирования и приобретения высококачественных здоровых семян.

Таким образом, решение задачи по обеспечению зернового хозяйства страны качественным семенным материалом позволит сделать наш зерновой сектор конкурентоспособным на мировом рынке.

УДК 61.51. 622.692:622.691.665.6:531.787:006.354

***С.Н. Астафьев**, к.ф.-м.н. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

УСТРОЙСТВО ПО ОГРАНИЧЕНИЮ ПОТЕРЬ НЕФТЕПРОДУКТОВ ОТ ИСПАРЕНИЯ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ

Рассмотрены условия работы устройства, запатентованного [1], [2] ФГБУ НИИПХ Росрезерва, для ограничения потерь нефтепродуктов от испарения при длительном хранении. Показано, что устройство способно функционировать в 25-80% от объема газового пространства резервуара, установленных патентом [1], [2], при широком диапазоне климатических температур.

Ключевые слова: нефтепродукты, резервуар, испарение, температура, насыщенные пары, давление.

***S.N. Astafyev**, cand. of phys.-mat. Sciences Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva*

DEVICE FOR LIMITATION OF PETROLEUM PRODUCTS LOSSES OF EVAPORATION DURING LONG - TERM STORAGE

The operating conditions of the device under the patent [1], [2] the FGBU NIIPH of the Rosreserv for minimizing the evaporation losses of petroleum products during long-term storage were reviewed. It is shown that the device can function in wide range of temperatures, while occupying between 25% and 80% of gas space of the tank. Volume occupied by the device is under patent [1], [2].

Keywords: petroleum products, tank, evaporation, tempera-

ture, saturated vapors, pressure.

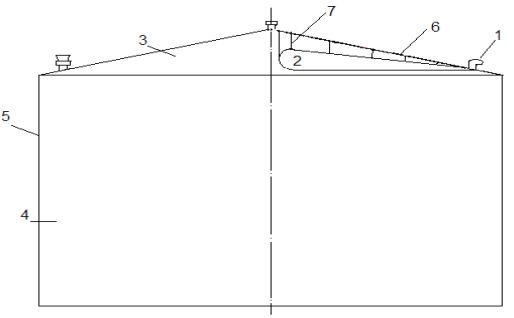
В настоящей статье рассматривается запатентованное [1], [2] устройство, предназначенное для сокращения потерь нефтепродуктов от испарения за счет «малых дыханий». В патенте [1], [2] дано описание и принцип действия устройства, сводящийся к выравниванию давления в газовом пространстве резервуара с атмосферным при изменении специального объема 2 (рис. 1) за счет стенок из мягкого непроницаемого материала, находящегося в газовом пространстве 3.

Устройство по ограничению потерь нефтепродуктов от испарения с максимально возможным расправленным объемом 2 должно размещаться в газовом пространстве 3 объема $V_{ГП}$ резервуара. Принцип работы устройства основывается на восстановлении давления паровоздушной смеси, стремящегося к атмосферному, в газовом пространстве, отделенном от воздуха атмосферы мягкой стенкой, при перемещении которой объем изменяется. Главным условием действия устройства является поддержание неизменным давления в газовом пространстве без оттока или притока паровоздушных и воздушных масс.

Технический результат предлагаемого изобретения, а также решаемая им задача заключаются в повышении герметичности атмосферного резервуара, снижении потерь нефтепродуктов от «малых дыханий» при длительном хранении (до 0,001 – 0,01 %) и уменьшении расхода материала на изготовление устройства по сравнению с прототипами.

Указанный технический результат в предлагаемом изобретении достигается тем, что устройство для ограничения испарения нефтепродуктов при длительном хранении изготовляется в виде замкнутого мешка, наполненного воздухом. Устройство из бензоустойчивого мягкого прочного материала, не пропускающего пары нефтепродуктов, сложенное, например, в виде веера, способно увеличиваться или уменьшаться в объеме при

сообщении выходного патрубка с атмосферным воздухом. Конструкция прикреплена, в том числе тросами, к крыше резервуара с нефтепродуктами внутри его газового пространства, имеет выход в атмосферу через выходной патрубок, установленный на крыше резервуара. Мешок может занимать от 5 до 80 % всего объема газового пространства резервуара.



1 - выходной патрубок; 2 - устройство для ограничения испарения нефтепродуктов; 3 - газовое пространство; 4 – нефтепродукт; 5 – резервуар; 6 - крыша резервуара, 7 - стальные или полимерные троса

Рис.1. Устройство для ограничения испарения нефтепродуктов при длительном хранении

На рисунке 1 приведена конструктивная схема резервуара для хранения нефтепродуктов с устройством, ограничивающим их испарение.

На рисунках 2, 3 и 4 показаны конструктивные схемы устройства для ограничения испарения нефтепродуктов: вид сбоку, сверху и спереди соответственно.

В обычном резервуаре суточные колебания температуры и атмосферного давления согласно газовым законам приведут к изменениям массы паров в газовом пространстве с безвозвратными потерями через дыхательный клапан. В случае ограничения газового пространства воздушным мешком из бензоустой-

чивого мягкого прочного материала, не пропускающего пары нефтепродуктов (например, полипропилена, резинотканевого материала), потери можно свести к минимуму.

В резервуар 5, представленный на рисунке 1, с нефтепродуктом 4 внутри его газового пространства 3 прикрепляется стальными или полимерными тросами 7 устройство для ограничения испарения нефтепродуктов 2 к крыше 6 и выходному патрубку 1 для выхода излишков воздуха из мешка в атмосферу.

Доля объема, занимаемого мешком в полностью раскрытом состоянии в зависимости от климатических условий, составляет 25-80 % всего газового пространства резервуара. Объем воздушного мешка рассчитывается из законов газовой термодинамики [5]. Площадь поверхности материала, необходимого для раскройки мешка в несколько раз меньше, чем для создания плавающей крыши на поверхности нефтепродукта в резервуаре.

Устройство для ограничения испарения нефтепродуктов 1, изображенное на рисунках 2, 3 и 4, должно быть изготовлено из бензоустойчивого мягкого прочного материала, не пропускающего пары нефтепродуктов (например, полипропилена, резинотканевого материала). Оно сложено в виде веера или «гармошки», состоит из фланца 2, механизмов прикрепления 3, подвесных тросов 4, закрепляющихся на крыше резервуара.

Работа предлагаемой конструкции заключается в следующем. При изменении условий окружающей среды (температуры и атмосферного давления) в газовом пространстве резервуара изменяется давление паров нефтепродукта. При этом мешок, сложенный в виде веера увеличивается или уменьшается в объеме в горизонтальной плоскости, выравнивая давление газового пространства. Таким образом, давление газового пространства не выходит за пределы допустимого, что повышает герметичность резервуара и существенно снижает потери нефтепродуктов. Повышению герметичности в предлагаемой конструкции также

способствует отсутствие движущихся уплотняющих деталей.

В статье [5] математическим путём рассчитаны функциональные состояния устройства в широком диапазоне климатических температур. Показано, что в устройстве соблюдается выполнение следующих условий:

$$P_{1в} + P_{1нп} = P_{а,} \quad (1)$$
$$P_{2в} + P_{2нп} = P_{а}, \quad (2)$$

где $P_{1в}$ и $P_{1нп}$ - парциальные давления, соответственно, воздуха и паров нефтепродукта в газовом пространстве объема V_1 при температуре T_1; $P_{2в}$ и $P_{2нп}$ - парциальные давления, соответственно, воздуха и паров нефтепродукта в газовом пространстве объема V_2 при температуре T_2. Атмосферное давление $P_а$ в меньшей степени изменяется за сутки по сравнению с изменениями парциальных давлений воздуха и паров нефтепродукта в отдельности, обусловленными суточными колебаниями температуры.

Для расчета V_2 накладывается условие ограничения объема устройства, требующееся для экономии при изготовлении с минимальной площадью материала. Минимизация объема устройства приводит к максимуму изменяющегося объема газового пространства в течение суток от V_1 до V_2, ограниченного и не сообщающегося с атмосферой.

Применяя уравнение состояния газов Менделеева-Клапейрона для воздуха в газовом пространстве, получим выражение для давления $P_{1в}$ и $P_{2в}$:

$$P_{1в} = \frac{\nu_в R T_1}{V_1} \quad (3)$$

$$P_{2в} = \frac{\nu_в R T_2}{V_2} \quad (4)$$

где ν_B – количество молей воздуха в газовом пространстве, ограниченном стенками устройства от атмосферного воздуха, R – универсальная газовая постоянная.

С помощью уравнений насыщенных паров нефтепродуктов согласно [3] получим:

$$p_{1нп} = p_0 \exp\left(\frac{r}{2T_0} - \frac{r}{2T_1}\right) \quad (5)$$

$$p_{2нп} = p_0 \exp\left(\frac{r}{2T_0} - \frac{r}{2T_2}\right) \quad (6)$$

где r – мольная скрытая теплота испарения находится по формулам:

$r \approx 22T_{760,}$ ккал/моль (правило Трутона)

или $r = (8{,}75 + 4{,}575 \cdot \lg T_{760})\, T_{760,}$ ккал/моль (формула Кистяковского);

T_{760} - абсолютная температура кипения при давлении 101325 Па, град К;

P_0 – давление насыщенных паров нефтепродуктов при фиксированной температуре T_0, например, если взято $T_0 = T_{760}$, то P_0=101325 Па.

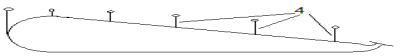


Рис.2. Вид сбоку

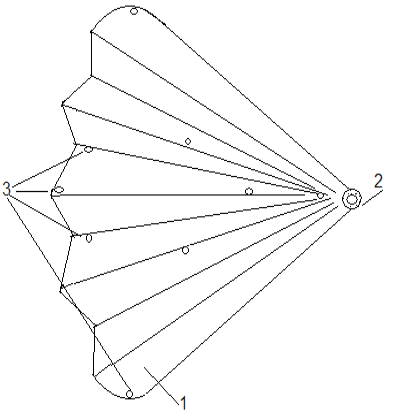


Рис.3 Вид сверху

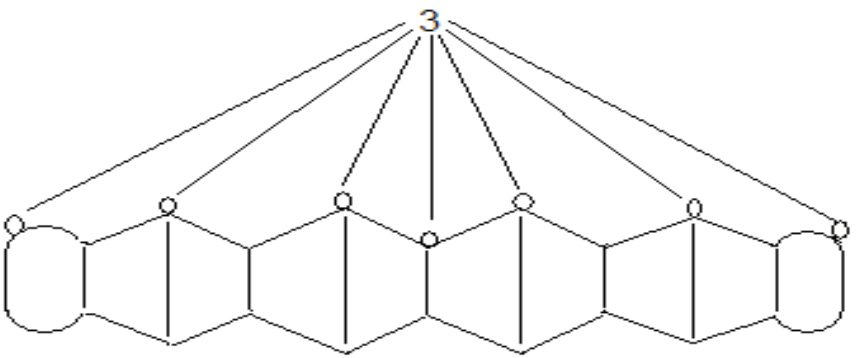


Рис. 4. Вид спереди

Конструктивные схемы устройства для ограничения испарения нефтепродуктов

Следовательно, используя условия (1-2), уравнения состояний воздуха и паров (3-6), можно выразить значение объема V_2 газового пространства в зависимости от начального объема V_1 газового пространства (рабочего объема устройства $V_у = V_{ГП} - V_1$) и значений температуры T_1 и T_2:

$$V_2 = \frac{V_1 T_2 (p_н - p_0 \exp(\frac{r}{2T_0} - \frac{r}{2T_1}))}{T_1 (p_н - p_0 \exp(\frac{r}{2T_0} - \frac{r}{2T_2}))} \qquad (7)$$

Изменение температуры воздуха от T_1 до T_2 должно быть учтено в конструкции устройства, когда его объем будет меняться в соответствии с изменением объема действующего газового пространства от V_1 до V_2. С помощью (7) удается оценить объем устройства $V_у$, необходимый в работе при разных сезонных температурах для исключения потерь от испарения нефтепродуктов. Заявленный как минимально возможный для работы объем устройства 25% (($V_у$/ $V_{ГП}$)·100% = (1 – V_1/$V_{ГП}$)·100%) от газового пространства резервуара обеспечивает сохранение потерь бензина с ДНП = 70 кПа в пределах сезонного изменения температуры паровоздушной смеси от T_1=266К (-7^{0}С) до T_2=293К (20^{0}С). Предлагаемый наибольший для работы объем устройства 80% от газового пространства обеспечивает сохранение потерь бензина с ДНП = 70 кПа в пределах изменения температуры паровоздушного пространства от T_1=233К (-40^{0}С) до T_2=323К (50^{0}С). В обоих случаях расширяемый объем газового пространства ограничен геометрическим объемом $V_{ГП}$ исходного резервуара. Но при меньшем варианте устройства (25%) максимальное расширение паровоздушной смеси должно происходить в большем объеме (до 99,8%) от $V_{ГП}$ исходного резервуара, тогда как при полноразмерном варианте устройства (80%) максимальное расширение паровоздушной смеси потребует 91,5% $V_{ГП}$.

Выполненные в [5] оценки работы устройства [1, 2] предусматривают заполнение объёма резервуара до 95-98 % хранимым

нефтепродуктом, что соответствует условиям именно длительного хранения. В условиях неполной загрузки резервуара действие устройства будет ограниченным, так как при необходимости дальнейшего расширении газового пространства большего объёма потребуется открытие дыхательных клапанов, установленных на резервуарах. Открытия дыхательного клапана будут тем длительней, чем меньше коэффициент заполнения резервуара.

Выбор объема устройства зависит от условий хранения нефтепродукта и материальных затрат для изготовления устройства. В этой связи надо отметить, что удельные потери в наземных резервуарах от испарения бензинов с ДНП = 70 кПа при суточных колебаниях температуры воздуха в зимнее время от -18 до -8^{0}С достигают 0,014 кг/(т·месяц) и 0,018 кг/(т·месяц) при суточных колебаниях температуры воздуха от -7 до 0^{0}С. В летнее время при колебаниях температуры от 12 до 23^{0}С удельные потери в наземных резервуарах от испарения бензинов с ДНП = 70 кПа составляют 0,56 кг/(т·месяц) [4], то есть в 40 раз больше чем в зимний период. Таким образом, устройства с малыми объемами также могут оказаться приемлемыми для использования в климатических группах (подгруппах) с умеренными температурами в осенне-зимний период.

Для практического изготовления устройства следует обратить внимание на полученные технические достижения в похожем производстве воздушных летательных аппаратов, где предъявляются особые требования к прочности, герметичности, эластичности, устойчивости на воздействие очень широкого диапазона температур (холодных высоких слоёв воздуха и нагретых продуктов сгорания горелки аппарата). При этом могут оказаться практически ценными результаты производства прочных, мягких объёмов больших размеров, допускающих их сворачивание и транспортировку через небольшие узкие проходы. Установка устройства в резервуаре возможна через нижний ремонтный люк после произведённой по требованиям нормативной документации зачистки. После размещения устройства на дне зачищенного резервуара производится его подго-

товка для подъёма в объём предполагаемого газового пространства. С помощью подъёмных тросов, проходящих через отверстия крепления, с крыши осуществляется подъём и закрепление устройства. Соединяется выходной фланец с выходным патрубком на крыше, закрепляются механизмы присоединения устройства с крышей, и устанавливается рабочее состояние устройства. При этом действующие дыхательный и предохранительный клапана соединены с газовым пространством резервуара и остаются в собственном рабочем состоянии. Они находятся в техническом обслуживании согласно правилам эксплуатации резервуаров. В случае применения устройства для ограничения потерь нефтепродуктов в резервуаре дыхательный клапан закрыт собственными тарелками из-за выровненных устройством давлений газового пространства и атмосферы. Выхлопов паровоздушных смесей из резервуара не происходит.

В заглубленных резервуарах температура нефтепродуктов более стабильна в течение хранения, что отражается на значительном уменьшении удельных потерь от «малых дыханий», поэтому для резервуаров этого типа применение устройства [1], [2] потребует экономического обоснования при конкретных условиях хранения.

Выводы

Рассмотрено запатентованное ФГБУ НИИПХ Росрезерва устройство [1], [2] для ограничения испарения нефтепродуктов при длительном хранении. Показано, что устройство способно сокращать потери от «малых дыханий» в широком диапазоне климатических температур. Для конкретно реализуемого интервала температуры среды хранения нефтепродуктов в резервуарах работа устройства может быть организована с оптимальными затратами на его применение.

Список литературы

1. Патент № 2520043. Заявка: 2012132669/12, 31.07.2012. Устройство для ограничения испарения нефтепродуктов при

длительном хранении. Заявитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение научно-исследовательский институт проблем хранения Федерального агентства по государственным резервам Гогин Дмитрий Юрьевич (RU), Уланов Владимир Леонидович (RU), Уланин Сергей Евгеньевич (RU), Астафьев Сергей Николаевич (RU), Бакланов Кирилл Владимирович (RU) Официальный бюллетень федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент) № 4-2014, 10.02.2014.

2. Описание изобретения, патент № 2520043. Устройство для ограничения испарения нефтепродуктов при длительном хранении. Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение Научно-исследовательский институт проблем хранения Федерального агентства по государственным резервам, Гогин Дмитрий Юрьевич (RU), Уланов Владимир Леонидович (RU), Уланин Сергей Евгеньевич (RU), Астафьев Сергей Николаевич (RU), Бакланов Кирилл Владимирович (RU) Официальный бюллетень федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент) № 17-2014, 20.06.2014.

3. Черникин, В. И. Сооружение и эксплуатация нефтебаз [Текст] / В. И. Черникин. – М.: ГНТИ нефтяной и горно-топливной литературы, 1955. – 522 с.

4. Астафьев, С. Н. Расчёт удельных потерь нефтепродуктов в резервуарах, используемых в Росрезерве, в зависимости от климатических условий [Текст] : прикладные исследования по проблемам хранения/ С. Н. Астафьев, М. С. Юхим // Теория и практика длительного хранения. ФГБУ НИИПХ Росрезерва. – 2013. - № 2(22). – С. 23-29.

5. Астафьев, С.Н. Математическое моделирование действия устройства по ограничению потерь нефтепродуктов от испарения [Текст] : прикладные исследования по проблемам хранения/ С. Н. Астафьев // Теория и практика длительного хранения. ФГБУ НИИПХ Росрезерва. – 2014. - № 3(27). – С. 42-45.

УДК: 338.121

Д.Н. Бастриков, *к.т.н. ООО «Югтерминалпроект»*

ЭКСПОРТ ЗЕРНА, ЕГО ЗНАЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В настоящей статье рассмотрена взаимосвязь продовольственной безопасности России и состояния её зернового хозяйства. Показано влияние экспорта зерна на уровень развития отрасли, а так же смежных направлений народного хозяйства.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, развитие отрасли, экспорт зерна.

D.N. Bastrikov

GRAIN EXPORTS, ITS VALUE AND PROSPECTS

The interconnection of food-producing security of Russia and condition of its grain farming is given in this article. Effect of grain export on level of development of this industrial sector and related sectors of national economy is shown.

Keywords: food-producing security, growth of industry, expotr of grain.

Национальная безопасность, несомненно, зависит от конкурентоспособности экономики государства. Одной из важней-

ших её составляющих является продовольственная безопасность, гарантией достижения которой является стабильность внутреннего производства, а также наличие необходимых резервов. Для этого, в свою очередь, необходимо устойчивое развитие отечественного производства продовольствия и сырья.

В то же время функционирование Российского агропромышленного комплекса подвержено целому ряду рисков, два из которых следует выделить особо.

Первый риск – это существенное техническое и технологическое отставание от развитых стран. Здесь можно привести следующий пример: отечественные предприятия подъёмно-транспортного оборудования (нории, цепные и ленточные конвейера закрытого типа с высокой производительностью от 2000 до 3000 тонн/час) не выпускают.

С технической точки зрения создание такого оборудования вполне возможно. Для этого есть и материалы, и производственные мощности, и грамотные специалисты. Отсутствует только соответствующий запрос. Потенциальные заказчики не готовы оплачивать длительные проектно-конструкторские изыскания без гарантий по срокам, надёжности механизмов и обеспечению конкурентно способной цены. Однако спрос существует. И покрывается он за счёт импортных поставок такой продукции. Целый ряд зарубежных производителей подъёмно-транспортного оборудования может предложить готовые проектные решения, услуги по поставке запасных частей, сервисное обслуживание, обучение персонала и, что важно, может подтвердить надёжность своего оборудования реальным опытом его эксплуатации.

Второй риск – неразвитость транспортной инфраструктуры. В этом случае весьма показателен пример Крыма. Зерновые терминалы полуострова имеют потенциальную возможность переваливать около 4-х миллионов тонн зерна в год. Но в настоящее время украинское зерно, по информации Российского зернового союза, на них не приходит. А доставка из России

чрезвычайно затруднена именно из-за проблем с транспортным сообщением.

В этих условиях, одним из направлений внешнеэкономической политики государства в сфере обеспечения продовольственной безопасности, является принятие мер регулирования соотношения импорта и экспорта сельскохозяйственной продукции и, в частности, зерна. Для России это важнейший сырьевой ресурс, основа всего агропромышленного комплекса [1]. Именно поэтому, в соответствии с доктриной (Указ Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской федерации»), удельный вес отечественного зерна в общем объёме зерновых ресурсов определяется в количестве не менее 95 %. Кроме того, следует принимать во внимание исторический опыт и тот факт, что в XIX веке торговля зерном была для России главной статьёй дохода. Масштаб же выше указанных технических и инфраструктурных проблем и рисков был не сопоставимо более высоким. Однако рост производства зерна в стране способствовал быстрому увеличению внутренней торговли и особенно его экспорта.

Помня об этом можно полагать, что, при должном подходе со стороны государства, экспорт зерна вполне может стать если не альтернативой, то точно существенным дополнением к торговле топливно-энергетическими ресурсами.

Выстраиваясь в общегосударственную политику, экспорт выполняет функции регулятора цен на внутреннем рынке, аспекта международной политики, источника дополнительных налоговых сборов, мощного стимула развития сельского хозяйства и, как следствие, - всей экономики страны [2]. В первую очередь, его влияние распространяется на те отрасли сельского хозяйства, которые связаны с формированием его сырьевой базы.

Так, в условиях растущего спроса на зерно, усиливается

стремление производителей наращивать объёмы сбора урожая. Это достигается, в основном, за счёт экстенсивного использования посевных площадей, что подтверждается данными статистики, а также борьбой за повышение урожайности. Последнее не возможно без развития, на должном уровне, семеноводства, как основы всего растениеводства в целом и требует совершенствования соответствующего законодательства. Положительным примером таких перемен может служить утверждение отраслевой программы развития семеноводства (см. Приказ Минсельхоза РФ от 9 июня 2011 г. N 165).

Вторым направлением, в котором сказывается влияние экспорта, является развитие смежных с зерновой отраслей агропромышленного комплекса. Элеваторная, мукомольно-крупяная и комбикормовая промышленности, производство крахмала и продуктов его переработки, спиртовая и масложировая промышленности, животноводств. Все они в совокупности прямо или косвенно формируют внутренний спрос на зерно, который остаётся относительно неизменным, не зависимо от объёмов экспорта. Наращивание же объёмов экспорта приводит к изъятию из оборота миллионов тонн зерна, что не может не оказать заметного влияния на спрос в соответствующих отраслях. Удовлетворить же его возможно двумя путями. Первый – это, опять же, увеличение производства зерна. Второй – повышение эффективности его использования. И в этом случае встаёт вопрос о необходимости выведения на новый уровень существующих производств, самостоятельном развитии отраслей и совершенствовании межотраслевого взаимодействия. Возникает потребность в модернизации производственно-технической базы существующих промышленных объектов и строительстве новых. Как следствие, - новые требования к сферам промышленного производства, машиностроения, проектирования, транспорта и др., что создает основу для их дальнейшего развития.

Таким образом, увеличение объёмов экспорта имеет су-

щественное значение для всего агропромышленного комплекса, начиная с выращивания зерна и заканчивая производством готовой товарной продукции на всех этапах. Именно поэтому, принятие мер для стимулирования экспорта зерна является крайне актуальной задачей для государства. Но для её решения необходимо иметь соответствующие технические возможности по транспорту, хранению и перевалке. И здесь возникает две основные задачи: строительство мощных зерновых терминалов и создание соответствующей транспортной инфраструктуры, способной эффективно обеспечивать их функционирование.

Наиболее масштабно и комплексно эти задачи решаются при строительстве морских терминалов. Этот вид объектов, как правило, рассчитывается на долгосрочную перспективу работы с возможностью наращивания мощностей и может сочетать в себе не только типичную для зерновых хозяйств производственную структуру, но и элементы автомобильной, железнодорожной и морской транспортных систем. Это делает появление таких объектов важным для развития экономики и социальной сферы соответствующего региона, а значит, требует участия государства.

И этому есть положительный пример. ФГУП «Росморпорт» разработал проект «Стратегия развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года». В числе прочего этот проект предусматривает строительство сухогрузного района порта Тамань (см. рис. 1), в структуру которого будет входить комплекс по перевалке зерна с заявленной мощностью 7 млн т/год. Этот же порт включён в федеральную целевую программу «Развитие транспортной системы России (2010-2020 годы)». Соответствующая проектная документация, получившая положительное заключение государственной экспертизы, разработана ОАО «Ленморниипроект».

Кроме того, проект «Стратегии…» предполагает развитие морского порта Тамань (см. рис. 1) находящегося между мысами

Панагия и Железный рог. В средствах массовой информации, в частности, на портале zol.ru и др., сообщается, что здесь также планируется строительство зернового терминала. Причём на много более мощного, способного переваливать до 14,5 млн т грузов в год, из которых 12,5 млн т экспортного зерна.

Предполагается участие в этом проекте, как российских правительственных организаций, так и иностранных партнёров, в частности, одного из лидеров зернового рынка России Компании Louis Dreyfus. Его реализация потребует вложений в развитие железнодорожного и автомобильного транспортного сообщения в порту и припортовой зоне и создание целого комплекса причальных и гидротехнических сооружений для перевалки зерна.

По данным министерства сельского хозяйства в текущем году в России сбор зерна превысил 100 млн т. В ряде регионов сильно снизились цены, что требует участия государства в их регулировании. И экспорт, в данном случае, это один из самых мощных инструментов воздействия на рыночную конъюнктуру. Его объём в России, по прогнозам министерства, может составлять до 30 млн т. Этот показатель приближается к верхнему значению соответствующих технических возможностей.

Таким образом, если считать, что тенденция к повышению объёмов сбора урожая сохранится, очевиден дефицит производственных мощностей для экспорта зерна. Введение же в эксплуатацию новых, высокопроизводительных зерновых перевалочных комплексов создаст благоприятные условия для более гибкого регулирования экономических процессов и роста экономики в целом.

Рисунок 1. Порты Таманского полуострова (по данным Минтранс России)

Список литературы

1. Роль экспорта в развитии российского рынка зерна. / Демьянов Н.С. // Дис. к-та экон. наук – Москва, 2004.

2. Гордеев А.В., Бутковский В.А. Россия – зерновая держава. – М.: Пищепромиздат, 2003. – 508 с.

УДК 664.66.016

И. Г. Белявская, *к.т.н.,* ***Т.Г. Богатырева,*** *д.т.н.,* ***Е.В. Иунихина,*** *аспирант,* ***А.В. Степанова,*** *магистрант ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств»*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЕМКОСТИ РЖАНО-ЛЬНЯНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Направление проведенных исследований представлено в соответствии с программой государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения, обосновано применение льняной муки в качестве рецептурного компонента хлебобулочных изделий для здорового питания, дан химический состав льняной муки с указанием преимуществ выбранного нетрадиционного дополнительного сырья хлебопекарного производства, описана технология получения исследуемых проб ржано-льняных хлебобулочных изделий, представлены материалы по определению показателей антиоксидантной емкости гидрофильной и липофильной фракций ржано-льняных хлебобулочных изделий, их сравнительный анализ с аналогичными показателями изделий, приготовленных в атмосфере нагретого пара, а также с ржаным хлебом. Выбран спектрофотометрический метод определения антиоксидантных свойств с использованием тролокс-эквивалента (ТЭ). Представлены значения показателя антиоксидантной емкости гидрофильной и липофильной фракции ржаных и ржано-льняных хлебобулочных изделий. Установлены повышенные значения показателя антиоксидантной ёмкости как гидрофильной, так и липофильной фракции по отношению к катион-ра-

дикалу ABTS•+ при внесении льняной обезжиренной муки в рецептуру хлебобулочных изделий. Установлено влияние способа приготовления ржано-льняных хлебобулочных изделий на показатели антиоксидантной емкости. Выпеченные радиационно-конвективным способом ржано-льняные хлебобулочные изделия, обладали меньшими значениями антиоксидантной емкости, чем приготовленные в атмосфере нагретого пара. Изученные закономерности в совокупности с ранее полученными результатами положены в основу разработки классификации хлебобулочных изделий по показателю антиоксидантной емкости.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия с льняной мукой, антиоксидантная емкость, липофильная и гидрофильная фракция

I.G. Beljavskaja, T.G. Bogatyryova, E.V. Iunihina, A.V. Stepanova

DETERMINATION OF ANTIOXIDANT CAPACITY RYE-LINSEED BAKERY GOODS PRODUCTS

Summary. The direction of the research was presented in accordance with the state policy of the Russian Federation in the field of healthy nutrition, justified the use of flax meal as a prescription component of bakery goods for a healthy diet. The chemical composition of flax meal was given with an indication of the selected non-traditional benefits of additional raw material bakery. The technology of obtaining test samples of rye-linseed bakery goods was described as the materials on the identification of indicators of the antioxidant capacity of the hydrophilic and lipophilic fractions of rye-linseed bakery goods. Comparative analysis of the products was prepared in an atmosphere of heated vapor, as well as with rye bread. The spectrophotometric method for the determination of antioxidant properties using Trolox - equivalent (TEAC)

was selected. The values of the index of the antioxidant capacity of the hydrophilic and lipophilic fraction of rye and rye-linseed bakery goods were determinated. Values of the index of the antioxidant capacity of both hydrophilic and lipophilic fraction relative to the cation - radical ABTS • + in making defatted flax flour in bakery recipes increased. The influence of the method of preparation of rye-linseed bakery goods on indices of antioxidant capacity. Baked radiation-convective method rye-linseed bakery comparing to bread cooked in an atmosphere of heated vapor had lower values of antioxidant capacity. Study of regularities in conjunction with previous results as a basis for developing a classification of bakery goods in terms of antioxidant capacity.

Keywords: bakery goods with flax flour, antioxidant capacity, lipophilic and hydrophilic fractions.

Расширение производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, продуктов функционального назначения, диетических (лечебных и профилактических) пищевых продуктов предусмотрено программой государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 г. Одним из этапов реализации программы является необходимость совершенствовании структуры ассортимента хлебобулочных изделий на основе использования нетрадиционных рецептурных компонентов хлебопекарного производства.

Продукты переработки льна представляют особый интерес. Разработка технологических решений переработки семян проводилась учеными ГНУ ВНИПТИ механизации льноводства Россельхозакадемии и ГОУ ВПО Московского государственного университета технологий и управления. [1,2]

Льняная мука получается измельчением семян льна и в зависимости от технологии вырабатывается необезжиренной, полуобезжиренной и обезжиренной. Льняная обезжиренная мука

обладает уникальным химическим составом (таблица 1), что позволяет считать её полезной для здоровья человека, содержит витамины А, Е, группы B_1, B_2, B_6, фолиевую кислоту, цинк, магний, натрий и калий, антиоксиданты и φ -3 – и φ-6 жирные кислоты.

Обоснованием использования льняной муки для диетического питания является значительное содержание в ней растительных белков, обладающих высокой усвояемостью организмом человека. Содержание белка в льняной муке значительно выше, чем в муке, полученной из зерновых культур, при этом усвояемых углеводов в льняной муке в 2 раза меньше. Пищевые волокна льняной муки состоят из двух фракций: растворимой – снижающей холестерин и нерастворимой, усиливающей перистальтику и способствующей очистки желудочно-кишечного тракта. Клетчатка льняной муки обладает пребиотической активностью, улучшает микрофлору кишечника, способна сорбировать и выводить из организма токсические вещества и шлаки.

Льняная мука является источником основного предшественника лигнанов - диглюкозида секоизоларициресинола. Это вещество растительного происхождения, относящиеся к классу фитоэстрогенов, и проявляющие эстрогеноподобную активность в организме человека [3]. Установлено, что фитоэстрогены обладают антиаллергическим и антиоксидантным действием. На этом свойстве основано использование семян льна в коррекции атеросклероза и коронарной сердечной недостаточности. Льняные лигнаны в толстом кишечнике в результате микробного метаболизма превращаются в активные фитоэстрогены - энтеролактон и энтеродиол, которые нормализуют гормональный баланс и защищают органы от развития гормонально зависимого рака.

Целью данной работы явилось определение показателей антиоксидантной емкости (АОЕ) ржано-льняных хлебобулочных изделий. Объектами исследования являлись пробы ржано-

льняных хлебобулочных изделий, приготовленных с использованием радиационно-конвективной выпечки и в атмосфере нагретого пара.

Пробные лабораторные выпечки хлебобулочных изделий проводили в условиях кафедры технологии переработки растительного сырья ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств».

Тесто для хлебобулочных изделий замешивали тестомесильной машине марки «Diosna» в течение 7 минут. Температура брожения теста – 27-30 °С, продолжительность брожения – 90 мин. Тесто разделывали на куски массой 600 г и укладывали в формы. Окончательную расстойку тестовых заготовок проводили в шкафу для окончательной расстойки The Bailey 505–SS Fermentation Cabinet (фирма “National MFG Company” – США) при Т =37 ºС, влажности 74-75% в течение 40 мин. После расстойки тестовые заготовки выпекали в печи MIWE при Т=220ºС 45 мин. (вариант 2). При приготовлении хлебобулочных изделий в атмосфере насыщенного пара, разделку тестовых заготовок осуществляли на куски массой 50 г и расстаивали в течение 25 мин. в расстойном шкафу. Термическую обработку проводили в бытовых электрических пароварках IR – 5096 (вариант 3). В качестве контрольного образца (вариант 1) использовали хлебобулочные изделия без внесения льняной обезжиренной муки, приготовленные радиационно-конвективным способом. В готовых изделиях устанавливали значения антиоксидантной емкости (АОЕ) гидрофильной и липофильной фракции хлебобулочных изделий спектрофотометрическим методом с использованием тролокс-эквивалента (ТЭ) по отношению к катион-радикалу $ABTS^{\bullet+}$. Определения проводили в условиях лаборатории группы «Аналитическая биохимия» на базе ЦКП ИНБИ РАН - Уникальный идентификатор RFMEFI62114X0002 .

Результаты исследований приведены на рисунках 1 и 2.

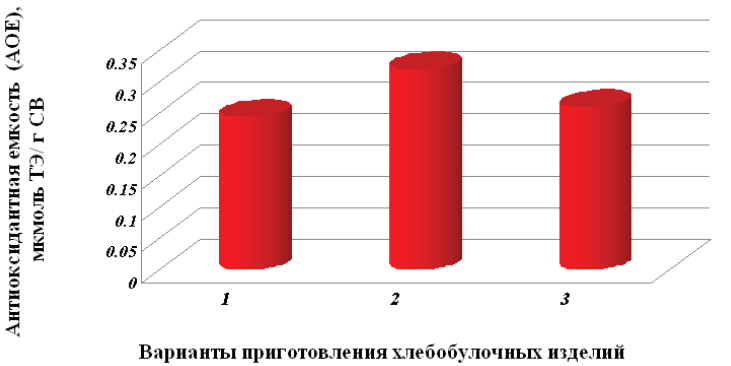


Рисунок 1. Антиоксидантная емкость липофильной фракции хлебобулочных изделий

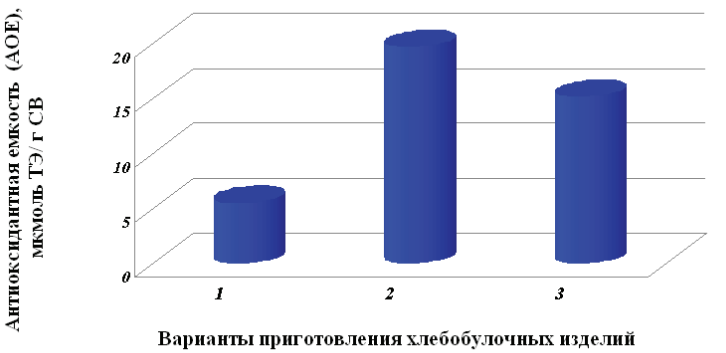


Рисунок 2. Антиоксидантная емкость гидрофильной фракции хлебобулочных изделий

Экспериментально установлено, что применение в рецептуре хлебобулочных изделий льняной обезжиренной мукой повышает значения АОЕ гидрофильной и липофильной фракций. Так, значение АОЕ гидрофильной фракции хлебобулочных

изделий с льняной обезжиренной мукой составляет 15,2 - 19,7 мкмоль ТЭ/г СВ, что 3 раза выше по сравнению с контролем (5,5 мкмоль ТЭ/г СВ). Значение показателя АОЕ липофильной фракции ржано-льняных хлебобулочных изделий составляет 0,26 - 0,32 мкмоль ТЭ/г СВ, что на 10- 30 % выше, чем у контрольного образца.

В результате сравнительной оценки исследуемых показателей установлено наличие влияние параметров термообработки тестовых заготовок на их значение. Применение конвективно-радиационного способа прогрева тестовой заготовки увеличивало значение показателя антиоксидантной ёмкости липофильной фракции изделий на 0,06 мкмоль ТЭ/г СВ, а гидрофильной – на 4,53 мкмоль ТЭ/г СВ. Максимальные значения показателя АОЕ гидро- и липофильных фракций наблюдались у проб, выпекаемых в печи MIWE при Т=220ºС в течение 45 мин.

Таблица 1. Показатели пищевой ценности хлебобулочных изделий

Наименование показателей	Значение показателей хлебобулочных изделий	
	ржаных	ржано-льняных
Содержание белка, %	6,6	11,6
Содержание жира, %	1,2	2,7
Содержание углеводов, %	33,4	27,5
Содержание пищевых волокон, %	8,3	9,6
Содержание аминокислот, мг %:		
Валин	332	667
Изолейцин	248	534

Наименование показателей	Значение показателей хлебобулочных изделий	
	ржаных	ржано-льняных
Лейцин	427	800
Лизин	228	504
Метионин+цистеин	223	444
Треонин	198	447
Триптофан	80	175
Фенилаланин+тирозин	551	976
Содержание минеральных веществ, мг		
Калий	245	348
Кальций	35	75
Магний	47	115
Фосфор	158	250
Железо	3,9	3,05
Содержание витаминов, мг		
Витамин B_1	0,18	0,53
Витамин B_2	0,08	0,104
Ниацин (витамин РР)	2	1,23

Употребление 100 г ржано-льняного хлебобулочного изделия удовлетворяет 9,7% суточной потребности человека в белках, 2,5% - в жирах, 6,1% - в углеводах и 32% - в пищевых волокнах.

Проведенные исследования позволили сделать вывод, что ржано-льняные хлебобулочные изделия помимо значительного содержания белка, пищевых волокон, витаминов и минералов, обладают высокими показателями антиоксидантной емкости (АОЕ), что необходимо учитывать при использовании их в рационах здорового питания.

Список литературы

1. Миневич И.Э., Зубцов В., Цыганова Т.Б. Использование семян льна в хлебопечении //Хлебопродукты.- 2008.- № 3- С. 38-40.
2. Зубцов В.А., Миневич И. Э. Биологические и физико-химические основы использования льняной муки для разработки хлебобулочных // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2011. - № 3. - С. 10-13.
3. Ivon E. J. Milder, Ilja C. W. Arts, Betty van de Putte, Dini P. Venema and Peter C. H. Hollman / Lignan contents of Dutch plant foods: a database including lariciresinol, pinoresinol, secoisolariciresinol and matairesinol». British Journal of Nutrition.-2005.- 93 (3): p. 393–402.
4. Белявская И.Г., Черных В.Я., Гришина Л.Н. Хотченков В.П., Ружицкий А.О., Зайчик Б.Ц. Определение антиоксидантной емкости хлебобулочных изделий со спирулиной // Хлебопродукты, №5.- 2012.- С. 46-47.

УДК 631.243.24

***И.А. Вайнер**, генеральный директор ЗАО «Волгохлебстроймонтаж», **С.Л. Белецкий**, к.т.н., доц. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

ЗЕРНОХРАНИЛИЩА СЕГОДНЯ И ЗАВТРА

В статье затронуты проблемы развития зернохранилищ и их историческое развитие в нашей стране, приводится динамика строительства различных зернохранилищ, описываются перспективные пути развития зернохранилищ на ближайшие годы.

Ключевые слова: зерновое хозяйство, история, экономика, зернохранилища, пути развития, элеваторная промышленность, производство зерна, развитие сельского хозяйства, зернохранилища, элеваторы, автоматизация, строительство, материал, температура.

I.A. Vayner

GRANARIES TODAY AND TOMORROW

The article touches upon the problems of development of granaries and their historical development in our country, shows the trend of construction of various granaries, describes the perspective ways of development of silos for the coming years.

Keywords: grain farming, history, Economics, granaries, ways of development, Elevator industry, production of grain, agriculture, granaries, grain elevators, automation, construction, material, temperature.

Исторически сложилось так, что для России состояние

зернового хозяйства и всей зерновой индустрии, было, есть и будет стержневым и решающим фактором её экономического и социального благосостояния и в значительной мере международного авторитета [1].

Каким требованиям должны отвечать современные зернохранилища, чтобы удовлетворить запросы заготовителей и переработчиков зерна?

1. Оперативный анализ количества и качества перемещаемого зерна.

2. Возможность одновременного приема и размещения различного по виду и качеству зерна.

3. Способность оборудования зернохранилища качественно и с минимальными затратами подработать и просушить принятое зерно с оптимальной производительностью.

4. Размещение различных по объему партий зерна в отдельные емкости, обеспечивающие его сохранность по качеству.

5. Способность отгрузки зерна на железнодорожный-, авто транспорт или в производство с необходимой производительностью и минимальными затратами.

6. Выполнение всех операций, исключающих ручной труд.

7. При строительстве новых зернохранилищ, минимизировать стоимость капитальных и эксплуатационных затрат на тонну хранения зерна.

Всем этим требованиям отвечают зернохранилища силосного типа из монолитного железобетона [4]. По эксплуатационно-экономическим показателям силосные корпуса из монолитного железобетона имеют наилучшие показатели [1]. Их сметная стоимость строительства оптимальная, а условия хранения зерна наиболее благоприятные. Объёмно-планировочная компоновка и привязка силосного корпуса более гибкая, что позволяет использовать под их строительство площадки различного размера. Монолитные конструкции более устойчивы к деформациям при осадках и крене. Они обеспечивают большую

эксплуатационную надёжность. Операции с зерном исключают ручной труд. Возможность полной автоматизации процессов. Площадь под строительство требуется меньшая. Сохранность зерна выше. Наиболее благоприятные условия для приемки, подработки, хранения и отгрузки зерна. Возможность хранения в одном силосном корпусе различных по видам и качеству культур [3].

Считаем, что в настоящее время должно осуществляться строительство отдельных силосных корпусов или корпусов, совмещенных с рабочей башней. Причем, возведение таких объектов должно проводиться на территории действующих предприятий, где имеются подъездные автомобильные и железнодорожные пути, инженерные коммуникации, приёмно-отпускные устройства, очистительное и сушильное оборудование, весовое хозяйство. Это значительно удешевляет стоимость, сокращает сроки строительства, позволяет рациональнее использовать территорию предприятия, так как больших площадей под данное строительство не требуется. Объемно-планировочная компоновка и привязка силосного корпуса более гибкая, что позволяет использовать под их строительство площадки различного размера, в том числе для увеличения емкости существующих элеваторов.

С чего же начинается строительство элеваторов силосного типа? Приведём основные этапы истории элеваторостроения.

Первые зернохранилища вертикального типа (элеваторы) были известны, начиная с 19 века. Материал зерновых ёмкостей − дерево и кирпич. В 1887 году был построен первый отечественный элеватор в Н. Новгороде. Начало строительства железобетонных элеваторов в нашей стране приходится на 1926 год, когда был применён метод возведения стен силосов в скользящей опалубке в Эльхово на Северном Кавказе. Дальнейшее развитие монолитного и сборного элеваторостроения получило в 40-е годы. Было признано целесообразным строить круглые

силосы диаметром 6 м и квадратные размером не более чем 4х4 м, как наиболее экономичные. Другие формы силосов не получили распространения из-за сложной конфигурации.

Высота железобетонных силосных корпусов определяется допустимой нагрузкой на грунт под подошвой фундаментной плиты. Для типовых силосных корпусов принята высота силосов 30 м.

В 60-х годах началось массовое строительство сборных силосных корпусов, а позже – полносборных элеваторов. Самыми распространенными стали силосные корпуса [1]:

а) типа «Купино» (СКР 3х3, СКС 3х3) с квадратными силосами;

б) типа «Болшево» с круглыми силосами диаметром 6 м;

в) полносборные элеваторы типа «Спицевка»;

г) элеваторы унифицированной конструкции с сеткой колонн 3х3 м.

История строительства сборных элеваторов со временем выявила их существенные недостатки.

Большая разбросанность объектов строительства по стране не позволяет создавать производственные базы по изготовлению сборных железобетонных элеваторных конструкций на месте строительства. Изготовление новой оснастки на действующих близлежащих заводах ЖБИ требует значительных дополнительных затрат, которые отразятся на увеличение цены изделий. Отпускная стоимость 1 $м^3$ сборных элеваторных конструкций в 5-8 раз выше товарного бетона. Стоимость доставки изделий до объекта строительства составляет до половины отпускной стоимости самих конструкций. Поэтому, несмотря на то, что строительство сборных силосных корпусов, хотя и сокращает ресурсоёмкость, продолжительность, трудоёмкость строительства, стоимость 1 тонны вместимости сборного корпуса выше в 1.5-2.5 раза монолитного. Кроме того, сборные корпуса требуют больше строительной площади. Это связано

со складированием конструкций. В сборных силосных корпусах не решен вопрос водонепроницаемости швов, что сказывается на качественной сохранности зерна.

Какова же «Дорожная карта» строительства зернохранилищ завтрашнего дня? Кто должен взять инициативу?

Заготовкой, хранением и переработкой зерна резервного и интервенционного фондов для нужд и интересов государства должны заниматься Минсельхоз РФ в лице Объединенной зерновой компании и Минэкономразвитие в лице Росрезерва на государственных элеваторах, строительство которых и должно положить начало строительства монолитных элеваторов, отвечающих всем требованиям завтрашнего дня.

Это строительство должно выполняться в скользящей опалубке, обеспечивающей качество монолитных работ и темпы строительства.

Сроки строительства такого элеватора емкостью 150 тыс. тонн не будут превышать 1.5 года. Считаем, что опыт строительства элеваторов для нужд государства и специальная оснастка, изготовленная для этих целей, будут способствовать развитию современного элеваторостроения и на коммерческих предприятиях по заготовке, хранению и переработке зерна.

Острая необходимость в строительстве элеваторов различной вместимости для рассредоточения запасов зерна, приобрела актуальность. Такие элеваторы возможно строить как на новых площадках, и как правило это связано со значительными капиталовложениями, так и при расширении действующих зернохранилищ.

Сегодня целесообразно строить подобные элеваторы в скользящей опалубке емкостью от 20 тыс. тонн и более.

Рассмотрим строительство зернохранилищ напольного хранения из монолитного железобетона с современными конструктивными изменениями, благодаря которым практически отсутствует ручной труд при проведении работ по приемке, хра-

нению и отгрузке зерна.

Существующие зерновые склады, построенные в середине прошлого столетия и расположенные на заготовительных элеваторах и КХП, доживают последние дни. Основная их масса морально и физически устарели. Как правило, их списывают и сносят или кое-как латают. Их преимущество только в одном − они уже есть. Имеется хоть какая-то крыша от дождя и снега, стены от ветра и расхитительства. Коэффициент загрузки на единицу площади у них минимальный; качество хранения − низкое; уровень механизации (не говоря уже об автоматизации) очень низкий; выгрузка зерна − многоэтапная; себестоимость хранения и отгрузки − огромная.

Необходимо отметить, что нынешние инвесторы хотят видеть на своих предприятиях не только современное оборудование и возможность гарантированного хранения зерна, но и, при минимальных затратах на капитальные вложения, иметь современные здания и сооружения из надежных и относительно недорогих материалов, отвечающих с одной стороны требованиям надзорных органов, а с другой − не требующих в будущем многочисленных эксплуатационных затрат. Таким материалом является железобетон, из которого выполняются не только фундаменты современного зернохранилища, но и нижняя галерея, внутренние и наружные стены, которые могут достигать высоты до 20 м и более.

Большая практика по возведению монолитных конструкций убеждает в том, что монолитный железобетон – это лучший материал, который является основным для строительства современных элеваторов, мукомольных и комбикормовых заводов, особенно в районах с высокой сейсмичностью и при слабых грунтах основания [2].

Предлагаемое зернохранилище может иметь длину от 30 до 200 м с деформационно-осадочными швами и поперечными перегородками; ширина может варьироваться, в зависимости от

внешних нагрузок, - от 18 до 36 м; высота наружных железобетонных стен от 12 до 22 метров; выше, на высоту от 3 до 5 метров, здание обшито профлистом по металлическим прогонам. Здание разделено на отсеки железобетонными стенами, выполненными с уступами. Стены и фундамент рассчитаны и выполнены монолитными как подпорные стены, предназначенные для удержания насыпи сырья. Наличие верхней и нижней галерей обеспечивает процесс загрузки и выгрузки зернохранилища.

Равномерное распределение зерна по ширине зернохранилища обеспечивает поперечный разравнивающий транспортный элемент, который крепится к фермам покрытия и имеет возможность перемещаться вдоль длинной стороны склада. Этим элементом может быть реверсивный редлер или разравнивающий шнек. При выгрузке зерносклада разравнивающий механизм перемещает зерно к выпускным воронкам нижней галереи. Зачистку отсека осуществляет мини трактор с соответствующим навесным оборудованием, который попадает в зернохранилище через ворота, обустроенные в наружных стенах.

Зернохранилище оснащено системой контроля температуры и системой охлаждения зерна. Управление процессом происходит как с диспетчерской, так и с помощью переносного пульта непосредственно с обслуживающих площадок.

К подобному типу зернохранилищ могут быть привязаны авто- и ж/д прием, зерноочистительное и сушильное отделение, отгрузка в производство, на авто- и ж/д транспорт.

Проектным решением возможны различные варианты компоновки зерноскладов, как последовательно, так и параллельно с помощью соединения продольных или поперечных галерей. В этом случае, можно разделить строительство на пусковые комплексы.

Стоимость затрат на обустройство подобного склада составляет от 5000 руб./т хранения; срок строительства з/х в зависимости от емкости составляет от 5 мес.

Подобные з/х могут быть привязаны под склад маслосемян на маслодобывающих предприятиях и склад зерна и сырья на ККЗ, зерносклад заготовительного элеватора и крупозавода.

Наряду со строительством, расширением и реконструкцией элеваторов, немалую роль играет капитально-восстановительный ремонт существующих монолитных элеваторов, важнейшей задачей которого является восстановление стен силосов.

Наиболее распространенным ранее способом восстановления стен силосов являлся метод «скользящей опалубки». К недостаткам этого метода относится большая трудоемкость, довольно продолжительный период производства работ и относительно большая стоимость.

Нами накоплен богатый опыт, позволяющий в кратчайшие сроки, без остановки производства на самом элеваторе, восстанавливать несущую способность стен силосов любого сечения и высоты с гарантийными сроками их дальнейшей эксплуатации более 20 лет.

В непосредственной близости от ремонтируемого силосного корпуса монтируется компактная установка «Пневмобетон». После закрепления в местах ремонта новой арматурной сетки, с использованием этой установки восстанавливается бетонная поверхность силоса.

Методом «пневмобетон» возможно восстановление воронок силосов и разрушенных железобетонных конструкций сборных и монолитных элеваторов, причальных стенок портовых сооружений, стен резервуарных сооружений.

При длительной эксплуатации существующих силосов из сборного железобетона происходит полная или частичная разгерметизация швов между отдельными элементами, что приводит к нежелательным последствиям, таких как протечка зерна из силоса в силос и образованию зерносмеси. Разгерметизация наружных швов приводит к попаданию атмосферных осадков,

что приводит в свою очередь к увлажнению и самосогреванию зерна. Поэтому одним из пунктов восстановительного ремонта является герметизация наружных и внутренних швов

Также, немаловажной задачей при восстановительном ремонте является гидроизоляция и защита от коррозии.

Применение новых отечественных разработок в области гидроизоляции позволяет эффективно справляться с герметизацией подземных галерей и других сооружений, подверженных проникновению влаги.

Покрытия имеют красивый внешний вид и не требуют дополнительной отделки. Для предотвращения проникновения влаги в помещение, указанное покрытие может быть нанесено как на наружную, так и на внутреннюю поверхность, причем допускается нанесение гидроизолирующего слоя даже на стены и полы, имеющие большую влажность.

Покрытие очень эффективно при гидроизоляции уже существующих сооружений, особенно расположенных ниже уровня земли (насосные станции, приемные устройства авто- и железнодорожного приема зерна, приемные бункера с башмаками норий), так как позволяет проводить работы изнутри, не вскрывая фундаменты снаружи.

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 [6].

Список литературы

1. А.Е. Юкиш, О.А. Ильина, Г.Н. Ильичев Технология и организация хранения зерна М.: ДеЛи плюс 2015 г. 476 с.

2. Нормы технологического проектирования хлебоприемных предприятий и элеваторов/ ВНТП-05-88 Минхлебопродуктов СССР пр. №133 от 03.07.89 г. - 138 с. /В. Б. Фейденгольд,

Алексеева Л.В., А. В. Додин и др.

3. Правила организации и ведения технологического процесса на элеваторах и хлебоприёмных предприятиях. М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1988.-83 с.

4. Технологические и транспортирующие линии хлебоприемного элеватора. Производительность, методика определения РТМ 8.41.00.1-89 / В. Б. Фейденгольд, А. В. Додин и др. – М.: ЦНИИТЭИ Минхлебопродукта СССР, 1989. – 56 с.

5. Шумский Д.В. Элеваторно-складское хозяйство / Под ред. Бучинского Д.Н. . – М.: Заготиздат, 1941. – 335 с.

6. В. Б. Фейденгольд, И. В. Гучас, И. Б. Урлапова, С. Л. Белецкий Проблемы строительства и эксплуатации элеваторов Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд: международный сборник научных статей/ ФГБУ НИИПХ Росрезерва; под общей редакцией С. Е. Уланина. – М.: Галлея-Принт, 2014. – 322 с. – Приложение к информационному сборнику «Теория и практика длительного хранения».

УДК 664.8.047

***К.Б. Гурьева**, к.т.н., **Е.В. Иванова**, **Е.Ф. Когтева** ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

ИЗМЕНЕНИЯ В ЛИПИДНОМ КОМПЛЕКСЕ ПШЕНИЦЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ

Представлены результаты исследований липидного комплекса зерна пшеницы. На основе динамики изменения кислотного числа жира при хранении пшеницы в силосах элеваторов разной конструкции (монолитных и из сборных железобетонных конструкций) предложено контролировать этот показатель при приемке и выпуске после хранения.

Ключевые слова: пшеница, хранение, кислотное число жира, район хранения.

K.B. Guryeva, E.V. Ivanova, E.F. Kogteva

CHANGES IN LIPID COMPLEX OF WHEAT AT LONG - TERM STORAGE

The article presents the results of studies of the lipid complex of wheat grain. On the basis of the dynamics of change in acid number of fat during storage of wheat in the silos of different design (monolithic and precast concrete structures) it is proposed to monitor this indicator during acceptance and release after storage.

Keywords: wheat, storage, the acid number of fat, storage area.

Потеря свежести зерна связана, в первую очередь, с изменениями в его липидном комплексе. Липиды находятся в

пшенице в небольшом количестве - 1,8-2,5%, причем основная их часть сосредоточена в зародыше, однако их можно отнести к наиболее неустойчивой при хранении фракции. Учеными установлено, что при длительном хранении зерна накопление продуктов распада жиров происходит за счёт окислительных и, в бóльшей степени, гидролитических процессов, особенно, если в зерновой массе имеется дефектное зерно [1]. Повышенное содержание свободных жирных кислот влияет на белковый комплекс, в частности из-за образования белково-липидных соединений клейковина становится более крепкой и крошащейся. Порчу зерновки при длительном хранении могут вызывать гидролитические, окислительные и ферментативные процессы в липидах, приводящие к накоплению свободных жирных кислот, что сказывается на органолептических показателях продукции, получаемой из такого зерна. Одним из показателей, характеризующим эти изменения, является величина кислотного числа жира. Поэтому для оценки качественного состояния зерна в период длительного хранения целесообразно контролировать показатель «кислотное число жира», который характеризует накопление свободных жирных кислот и доброкачественность зерна.

Кислотное число жира указывает на количество свободных жирных кислот, оставшихся неиспользованными при биосинтезе масла во время созревания зерна, или на начавшуюся порчу масла, сопровождающуюся увеличением содержания свободных жирных кислот. Кислотное число жира определяется количеством свободных жирных кислот, выраженных в мг едкого калия, необходимого для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира. Величина кислотного числа жира подвержена колебаниям, и во многом зависит от **условий созревания и хранения зерна**. При полной технической спелости оно находится на самом низком уровне. В период хранения зерна величина кислотного числа жира может увеличиваться.

В течение 2010-2013 гг. нами проведен мониторинг кислотного числа жира при длительном хранении партий пшеницы 3 класса с влажностью до 13%, выращенной в разных районах РФ. Хранение пшеницы с периодическим отбором проб осуществляли в силосах из сборного и монолитного железобетона в разных климатических зонах РФ: зона резко-континентального климата – Сибирь; зона резко-континентального климата с муссонными чертами, для которого характерна повышенная относительная влажность воздуха – Дальний Восток; зона умеренно-континентального климата – Поволжье. Метод определения кислотного числа жира применен по ГОСТ Р 52466-2005.

Исходные значения кислотного числа жира в образцах зерна опытных партий пшеницы на начальном этапе хранения варьировали от 9,6 до 17,0 мг КОН/г жира. После четырех лет хранения значения этого показателя в отдельных партиях увеличились в 1,1-1,5 раза и составили от 13,6 до 18,4 мг КОН/г жира. Наиболее высокие значения кислотного числа жира, как исходные, так и после 4-х лет хранения отмечены в партиях зерна, хранившегося на элеваторе в Дальневосточном федеральном округе. Средние показатели кислотного числа жира зерна составили, соответственно, 15,5 и 17,1 мг КОН/г жира, что на 15-20% выше, чем на трёх других элеваторах, расположенных в районах Сибири и Поволжья. Возможно, это объясняется не столько климатическими особенностями месторасположения элеватора, сколько биохимическими особенностями самой опытной партии пшеницы.

Динамика кислотного числа жира при хранении в разных районах по средним данным дана на рисунке 1.

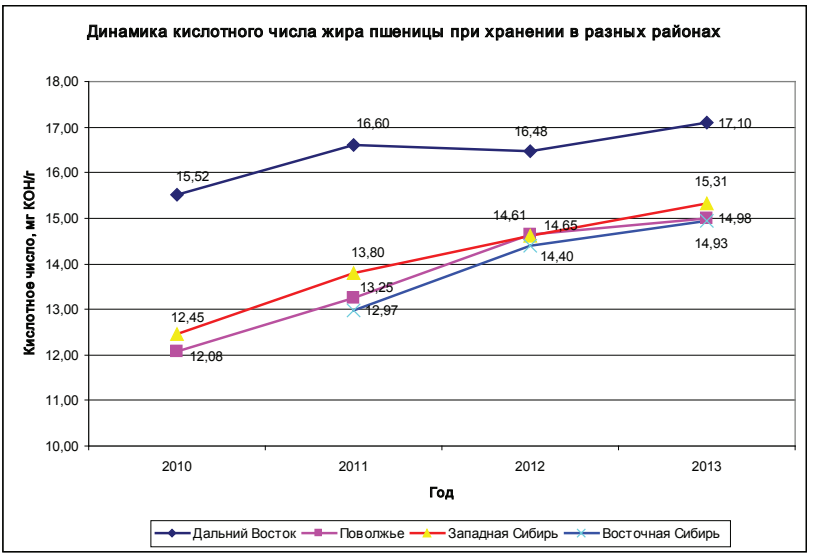


Рисунок 1. Динамика кислотного числа жира зерна пшеницы (средние данные) при хранении в разных районах

Как следует из графика, при хранении зерна намечена общая тенденция к увеличению показателя «кислотное число жира», но интенсивность нарастания очень незначительна – примерно 0,5÷1,0 мг КОН/г жира в год. Надо отметить, что особенности технологических приемов подготовки и хранения зерна государственного резерва позволяют в течение длительного срока сохранять в зерне низкие температуры, что положительно сказывается на протекающих в нем биохимических процессах.

В процессе хранения зерна пшеницы ***в монолитных силосах*** на двух элеваторах Сибири показатель «кислотного числа жира» увеличился с 13,6 и 14,9 мг КОН/г жира в 2010 году до 15,3 и 15,7 мг КОН/г жира в 2013 году.

Изменения показателя «кислотное число жира» в зерне пшеницы при хранении в наружных и внутренних ***силосах из сборного железобетона*** приведены на рисунках 2 - 5.

Рисунок 2. Изменение показателя «кислотное число жира» пшеницы в районе Западной Сибири

Рисунок 3. Изменение показателя «кислотное число жира» пшеницы в районе Восточной Сибири

Рисунок 4. Изменение показателя «кислотное число жира» пшеницы в районе Поволжья

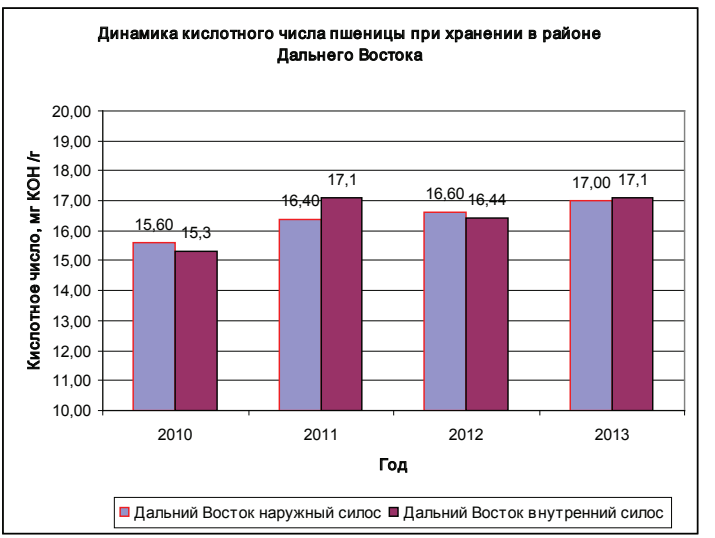


Рисунок 5. Изменение показателя «кислотное число жира» пшеницы в районе Дальнего Востока

Динамика показателя кислотного числа жира в зерновых массах ***во внутренних силосах сборных элеваторов*** показала следующее:

- в районе Западной Сибири - увеличение на 2,4 мг КОН/г значений показателя кислотного числа жира в зерне с 12,5 мг КОН/г жира (2010 г.) до 14,9 мг КОН/г жира (2013 г.);

- в районе Восточной Сибири - увеличение на 1,9 мг КОН/г жира значений показателя кислотного числа жира в зерне с 12,9 мг КОН/г жира (2011 г.) до 14,8 мг КОН/г жира (2013 г.);

- в районе Поволжья - увеличение кислотного числа жира на 2,6 мг КОН/г жира (с 11,6 мг КОН/г жира в 2010 г. до 14,2 мг КОН/г жира в 2013 г.);

- в районе Дальнего Востока - увеличение кислотного числа жира на 1,8 мг КОН/г жира с 15,3 мг КОН/г жира (2010 г.) до 17,2 мг КОН/г жира (2013 г.).

За годы хранения зерна ***в наружных силосах сборных элеваторов*** были получены следующие результаты по показателю кислотного числа жира. А именно:

- в районе Западной Сибири - увеличение на 3,9 мг КОН/г значений показателя кислотного числа жира в зерне с 11,4 мг КОН/г жира (2010 г.) до 15,3 мг КОН/г жира (2013 г.). Результаты по своей динамике ничем не отличаются от динамики показателей хранения зерна во внутренних силосах;

- в районе Восточной Сибири - увеличение на 2,4 мг КОН/г жира значений показателя кислотного числа жира в зерне с 12,4 мг КОН/г жира (2011 г.) до 14,8 мг КОН/г жира (2013 г.). Результаты также по своей динамике сходны с динамикой показателей при хранении зерна во внутренних силосах;

- в районе Поволжья - увеличение показателя кислотного числа жира на 3,2 мг КОН/г жира (с 12,5 мг КОН/г жира в 2010 г. до 15,7 мг КОН/г жира в 2013 г.). Результаты по своей динамике практически ничем не отличаются от динамики показателей хранения зерна во внутренних силосах;

- в районе Дальнего Востока - увеличение на 1,5 мг КОН/г жира показателя кислотного числа жира с 15,6 мг КОН/г жира (2010 г.) до 17,1 мг КОН/г жира (2013 г.). Результаты по своей динамике ничем не отличаются от динамики показателей хранения зерна во внутренних силосах.

Результаты исследований показали, что процессы, характеризующие изменение липидов зерна протекают, примерно, с одинаковой интенсивностью при хранении в силосах разной конструкции. Показатель кислотного числа жира не имел существенных различий в зерне хранящемся во внутренних силосах от показателя зерна, которое хранили в наружных силосах в течение 3-4 лет.

По литературным данным [1] кислотное число жира в свежеубранном зерне пшеницы колеблется в пределах 5,1-23,4 мг КОН/г жира. В материалах [4] предполагается, что для нормальной здоровой пшеницы максимальная величина кислотного числа жира равна 20 мг КОН/г жира. В результате трехлетнего обследования свежеубранного здорового зерна установлено, что средняя величина кислотного числа жира равна 10,9.

В проведенных нами исследованиях, представленных выше, величины кислотного числа жира не превысили 18 мг КОН/г жира, что позволяет сделать вывод о том, что на протяжении всего периода хранения этот показатель для партий пшеницы урожая 2009 - 10 гг. оставался в пределах, характерных для хорошо сохранившегося здорового зерна. На основании полученных данных можно сделать заключение, что на протяжении хранения и после цикла хранения зерно контролируемых партий пшеницы является свежим. Невысокую активность гидролитических ферментов липидов пшеницы в период длительного хранения можно объяснить низкой влажностью зерна и хорошими температурными условиями хранения, что отражено в нашей работе [5].

На основании проведенных исследований нами рекомендовано показатель «кислотное число жира», являющийся показателем степени свежести зерна, предусмотреть в требованиях к качеству

зерна, закладываемого на длительное хранение.

Пшеница является сырьем для производства муки, и от качества зерна зависит и доброкачественность свежевыработанной муки. Наличие в липидах пшеницы большого количества ненасыщенных жирных кислот (до 86% от общего количества, в том числе 60-65% линолевой) обусловливает высокую окислительную способность липидов продуктов из пшеницы (пшеничной муки и крупы), в которых разрушена нативная структура зерна и они становятся менее стойкими при хранении. Тем более, что для пшеничной муки рекомендованы нормы свежести и годности, устанавливаемые по кислотному числу жира [2,3].

Чтобы получить пшеничную муку нормального качества предложено кислотное число жира в пшенице ограничить при приемке - не более 15 мг КОН/г, при выпуске после хранения - не более 23 мг КОН/г. Полученные экспериментальные данные показывают, что закладываемая на хранение пшеница и выпускаемая после хранения соответствует рекомендуемым нормам по кислотному числу жира.

Список литературы

1. Е.Д.Казаков, В.Л. Кретович «Биохимия зерна и продуктов его переработки», Москва, ВО «Агропромиздат, 1989 г.

2. Приезжева Л.Г. Шухнов А.Ф. «Кислотное число жира как показатель свежести муки» Монография к 80-летию ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии, М., 2008г. С.268--274.

3. Приезжева Л.Г. Установление норм свежести и годности пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта по кислотному числу жира – Хлебопродукты – 2013- 4 – 56-59.

4. Интернет ресурс http://www.activestudy.info/izmeneniya-pri-xranenii-zeren-pshenicy/ Изменения при хранении зерен пшеницы

5. 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.

УДК 664.76.03

К.Б. Гурьева, *к.т.н.,* ***Е.Ф. Когтева,*** *к.т.н.,* ***А.А. Черенков, Д.С. Кузнецова, А.Н. Голованова*** *ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЛКОВОГО КОМПЛЕКСА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ ПРИ ХРАНЕНИИ

В статье представлены результаты определений содержания и состава белкового комплекса образцов муки пшеничной хлебопекарной высшего и первого сортов, хранившиеся в течение 3 и 6 месяцев в производственных и лабораторных условиях в различных видах упаковок. Выявлены закономерности их изменений по регионам, по температурным режимам, по видам упаковок. Определён показатель пищевой ценности образцов – аминокислотные скоры. Установлены образцы с их высокими характеристиками.

Ключевые слова: мука пшеничная хлебопекарная, режимы хранения, полипропиленовый мешок, перфорированный вкладыш, белковые компоненты муки, пищевая ценность.

K.B. Guryeva, E.F. Kogteva, A.A. Cherenkov, D.S. Kuznetsova, A.N. Golovanova

RESEARCH OF THE PROTEIN COMPLEX OF WHEAT FLOUR DURING STORAGE

The article presents the results of determining the content and composition of protein complex samples of wheat flour bakery premium grade and grade that were stored for 3 and 6 months in production and laboratory conditions in various types of packages. The regularities of their changes by region, temperatures, types of

packages. Determined the rate of the nutritional value of samples – amino acid quick. There are samples of their high performance.

Keywords: wheat flour, storage modes, polypropylene bags,perforated liner; protein components of flour, nutritional value.

Белки муки пшеничной хлебопекарной состоят из аминокислот, соединенных между собой пептидными связями. В состав пшеничной муки входят белки простые (протеины), состоящие только из аминокислотных остатков, и сложные (протеиды), состоящие из белков с включениями ионов металлов, пигментов, комплексов с липидами, нуклеиновыми кислотами, а также ковалентно-связанными остатками фосфорной или нуклеиновой кислот, углеводов [1].

Белки, содержащиеся в муке разных сортов, неравноценны. В муке низших сортов содержится большее количество белков, входящих в состав оболочек и алейронового слоя. Они плохо усваиваются организмом человека и слабо набухают при замесе теста. Мука высших сортов имеет меньше белков. Это объясняется тем, что в ней представлены «бедные» белки центральных частей эндоспермы, а в муку низших сортов входят богатые белками части зерна: периферийные части эндосперма, алейроновый слой и зародыш. В этом проявляется сортовая специфичность муки.

Технологическая роль белков пшеничной муки вызывает особый интерес в связи с тем, что они формируют клейковину, т.е. своеобразный комплекс, который играет первостепенную роль в хлебопекарном производстве. Клейковина, отмытая из пшеничного теста, представляет собой сильно гидратированный гель, состоящий в основном из белковых веществ, но содержащий, кроме того, углеводы, липиды и минеральные вещества. Белки клейковины состоят из пролонина (35,6 %), глютенина (28,2%), глобулина (12,6%) и альбумина (5,2%). Ими определяются реологические свойства клейковины (упругость,

эластичность, растяжимость), что характеризует хлебопекарное достоинство пшеничной муки.

Распространена теория о значении дисульфидных связей в молекуле белка: чем больше дисульфидных связей возникает в молекуле белка, тем выше упругость и ниже растяжимость клейковины. В слабой клейковине дисульфидных и водородных связей меньше, чем в крепкой. В пшеничной муке нормируют массовую долю клейковины.

Массовая доля белка – это отношение содержания белков к массе исследуемого образца, выраженное в процентах. Содержание белков в пшеничной муке может колебаться в широких пределах (от 10 до 26 %) в зависимости от сорта пшеницы и агроклиматических условий ее культивации, интенсивности химизации посадок. Содержание массовой доли белка не регламентируется государственными стандартами для муки пшеничной хлебопекарной или её смеси с другим видом и типом муки.

Пищевая ценность белков муки характеризуется также их аминокислотным составом. Аминокислотный состав включает заменимые и незаменимые аминокислоты. Незаменимые аминокислоты (валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треони́н, триптофан и фенилалани́н) - необходимые аминокислоты, которые не могут быть синтезированы в том или ином организме, в частности, в организме человека. Поэтому их поступление в организм с пищей необходимо. Заменимые аминокислоты могут синтезироваться в организме. Однако за счет этого эндогенного синтеза обеспечиваются только минимальные потребности организма, в связи с чем, удовлетворение потребности организма в заменимых аминокислотах должно в основном осуществляться за счет поступления их в составе белков пищи.

С позиции технологической ценности, также весьма важной для качества муки является способность аминокислот вступать в реакции с альдегидами и восстанавливающими сахарами. В результате такого взаимодействия образуются вещества,

обладающие характерным запахом, обуславливающим тот или иной степени запах печённого хлебопекарного изделия. Редуцирующие сахара, вступая в соединение с аминокислотами, образуют тёмноокрашенные вещества – меланоидины.

В ФГБУ НИИПХ Росрезерва проведены исследования белковых компонентов образцов муки пшеничной хлебопекарной опытных партий в полипропиленовых мешках, заложенных на хранение на четырех складах в разных климатических зонах РФ.

В период хранения муки в полипропиленовых мешках наблюдается довольно сильный газообмен между её частицами и воздухом. Наличие газообмена подтверждается уменьшением содержания кислорода в воздухе, находящемся в хранящейся длительное время муке, и накоплением в ней диоксида углерода. Газообмен является следствием: дыхания части муки; дыхания микроорганизмов; химических окислительных процессов (окисления каротиноидных пигментов, жира и т.п.) [2].

Для снижения газообмена и предотвращения развития нежелательных процессов в муке (самосогревание, слеживания и т.п.), повышения её воздухообмена и устойчивости к воздействию воды и влаги, нами была использована перспективная упаковка – в полипропиленовый мешок был вложен перфорированный вкладыш (изготовитель ЗАО «Аура Пак»). Наблюдения проводили по двум полипропиленовым мешкам: без вкладыша (АК) и с перфорированным вкладышем (ПВ).

Компания ЗАО «АураПак» (г. Санкт-Петербург) занимается производством перфорированных пленок марки ECO-WAVE PERFORATED FILM на основе полиолефинов, которую производят методом соэкструзии из полипропилена и линейного полиэтилена толщиной 15 мкм. Перфорация — это нарушение целостности пленки. Принципом горячей перфорации является прожигание отверстий. Оплавление краев отверстий релаксирует напряжения в материале, сохраняя прочностные свойства на

уровне исходного. Её основными характеристиками являются: экологичность, экономическая эффективность, превосходный внешний вид, оптимальная герметичность, быстрая и мягкая усадка, возможность работы на высоких скоростях упаковки. Основные характеристики полиолефиновой пищевой пленки с перфорацией:

- температура эксплуатации полиолефинов от +40 до -40, что обеспечивает хранение продукции в различных климатических зонах;
- полиолефиновая пленка Eco-Wave не содержит хлора и др. вредных веществ, которые могут уменьшить сроки годности продукции, а также нанести вред потребителю;
- сохранение вкусовых качеств и свежести продуктов в течение более длительного времени;
- высокая прочность упаковки, что достигается за счет уникальных характеристик полиолефиновой пленки с перфорацией.

Перфорированные пленки стали производить сравнительно недавно, но тем не менее завоевывают рынок упаковочных материалов, так как они обеспечивают возможность создавать пленку с требуемыми параметрами воздухообмена без потери прочностных свойств, что делает ее более универсальной для использования упаковки на вертикальных и горизонтальных автоматических упаковочных машинах или в виде пакетов следующих видов продукции:

- муки;
- хлеба и хлебобулочных изделий (в том числе и в горячем виде);
- овощей, фруктов, салатов, зелени и многих других мясных, куриных, рыбных продуктов.

Таким образом, перфорированная пленка на основе полиолефинов имеет ряд преимуществ перед обычными полиэтиленовыми или полипропиленовыми пакетами, используемыми

для упаковки различных видов продукции.

Массовую долю белка и аминного азота определяли методом, основанном на минерализации органических соединений биологических объектов с последующим определением общего азота по количеству образовавшегося аммиака в ИЦ «БИОТЕСТ» ФГБОУ ВПО МГУПП.

Определение содержания аминокислот проводили в ФГБУ «Федеральный центр оценки безопасности и качества зерна и продуктов его переработки». Применяли метод по ISO 13903:2005 «Корма для животных. Определение содержания аминокислот». Метод включает в себя кислотный гидролиз белка соляной кислотой, разделение полученных аминокислот ионообменной хроматографией с послеколоночной дериватизацией нингидрином и детектировании при 570 нм.

Результаты исследования содержания массовой доли белка, аминного азота и клейковины в образцах муки пшеничной хлебопекарной представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты определения массовой доли белка, аминного азота и клейковины в образцах пшеничной муки с комбинатов Росрезерва на этапах хранения

№ образца	Характеристика образца		Вид упаковки	Массовая доля белка, %	Массовая доля аминного азота, %	Массовая доля клейковины, %
1	Мука высшего сорта	Хранение в средней зоне (3 месяца хранения)	АК*	13,35	2,30	28,8
2			ПВ**	12,27	2,10	28,1
3	Мука первого сорта	Хранение в северной зоне (6 месяцев хранения)	АК	12,81	2,20	25,4
4			ПВ	13,07	2,24	26,8

№ образца	Характеристика образца		Вид упаковки	Массовая доля белка, %	Массовая доля аминного азота, %	Массовая доля клейковины, %
5	Мука первого сорта	Хранение в южной зоне (6 месяцев хранения)	ПВ	13,39	2,30	32
6			АК	13,53	2,32	31
7	Мука первого сорта	Хранение в районе Сибири (3 месяца хранения)	АК	13,08	2,22	28,8
8			ПВ	13,13	2,23	27,5

*АК – абсолютный контроль (полипропиленовый мешок)

**ПВ – полипропиленовый мешок с перфорированным вкладышем

Уровень белка в наблюдаемых партиях пшеничной муки составляет 12,3-13,4%. Это удовлетворяет требованиям для хлебопекарной промышленности, так как при составлении технологических карт, специалистами указывается необходимое содержание массовой доли белка на уровне 13%. На практике принят процентный диапазон оптимальный для получения хлебопекарного изделия хорошего качества. Он колеблется от 9 до 14%. Оптимальное содержание белков в муке может быть достигнуто при помоле зерна на мукомольных предприятиях путем подбора и смешивания разных партий. С точки зрения изменения массовой доли белка при хранении можно отметить, что у муки высшего сорта в мешке с перфорированным вкладышем после 3 месяцев хранения был зафиксирован наиболее низкий уровень белка (12,3%), а в мешке без вкладыша массовая доля белка была в пределах 13,3%.

Аминный азот - это азот свободных аминогрупп ($-NH_2$) аминокислот и других продуктов гидролиза белков. В технологии приготовления хлебопекарных изделий наличие аминного

азота в сырье необходимо для добавляемых по рецептуре дрожжей. Взаимодействуя с азотистыми компонентами питательной среды, они обеспечивают хорошую подъемную силу. С увеличением количества органических азотистых веществ значительно интенсифицируется размножение дрожжей.

Так как пшеничная мука содержит протеолитические ферменты и при замешивании теста создаются благоприятные условия для их действия, то клейковинный белок будет подвергаться гидролитическому расщеплению. Пептидные связи в белке почти не расщепляются, аминный азот не накапливается, но разрыв, например, гидрофобных и водородных связей ведет к заметному, а в ряде случаев очень сильному, дезагрегированию клейковины, ее ослаблению, размягчению и даже разжижению.

Результаты исследования содержания массовой доли аминного азота в образцах муки пшеничной хлебопекарной показали, что его содержание довольно стабильно во всех испытанных партиях муки на этапах хранения и составляет 2,1 – 2,3%, доля аминного азота в белковой фракции составляет 17,0 – 17,2%.

При хранении муки накопление аминного азота свидетельствует о протекании процесса самосогревания. Высокие температуры приводят к изменениям белковых, углеводных и липидных комплексов муки. Наличие свободных форм в белковом комплексе служит компонентами питательной среды для развития патогенной микрофлоры. В наших исследованиях в муке при хранении не зафиксировано увеличения аминного азота.

По результатам оценки массовой доли клейковины можно констатировать, что через 3 – 6 месяцев на всех четырех складах отмечено изменения характеристики клейковины на 1,5 – 3,5%. При этом в мешках с перфорированным вкладышем интенсивность снижения массовой доли клейковины была выше. Качество клейковины и в начале и после 3 – 6 месяцев было: II группа удовлетворительная крепкая, хотя отмечено снижение показаний по прибору ИДК на 5 – 20 ед. прибора ИДК, т.е.

произошло некоторое укрепление клейковины в пределах той же группы качества. При этом наибольшее изменение качества клейковины произошло на складе в южной зоне в обоих видах упаковки, хотя по количеству клейковины данная партия муки первого сорта характеризуется высоким уровнем – более 30%.

Результаты определения аминокислотного состава муки пшеничной хлебопекарной приведены в таблице 2.

Анализ данных таблицы 2 показал, что наибольшее содержание общих аминокислот установлено в образцах муки первого сорта со складов Южной зоны и Сибири, а самая низкая сумма общих аминокислот у образцов со склада Северной зоны. Мука высшего сорта со склада Средней зоны имеет также невысокое содержание аминокислот. Преобладающими аминокислотами отмечены глутаминовая кислота (около 37%), пролин (11%) и лейцин (8 %). Полученные нами экспериментальные данные совпадают с литературными [3,4].

Значительные различия в суммах общих аминокислот по образцам между первым и высшим сортом, как уже отмечено, объясняется тем, что он находится в зависимости от сорта муки, поскольку распределение белка и его аминокислот по различным частям зерна (эндосперм, оболочки, зародыш, алейроновый слой) является неравномерным.

Таблица 2. Аминокислотный состав муки пшеничной хлебопекарной после 3 месяцев хранения

Аминокислоты	Содержание мг/100 г в образцах при хранении в складах разных зон							
	Средняя зона		Южная зона		Сибирь		Северная зона	
	АК	ПВ	АК	ПВ	АК	ПВ	АК	ПВ
Незаменимые аминокислоты								
треонин	340	360	400	390	400	400	390	390
валин	490	550	580	590	590	590	570	550
изолейцин	450	500	500	540	530	530	480	460
лейцин	880	920	1000	1000	980	990	930	930
лизин	300	310	350	360	370	350	380	380
сумма незаменимых аминокислот	2460	2640	2830	2880	2870	2860	2750	2710
Заменимые аминокислоты								
аспарагиновая кислота	510	540	610	600	610	600	600	600
серин	620	610	690	650	670	690	640	660
глутаминовая кислота	4510	4580	5010	4920	4700	4830	4460	4440
глицин	450	460	520	520	490	490	520	520
аланин	370	380	430	430	430	420	440	440
тирозин	440	440	460	460	430	400	440	440
фенилаланин	620	640	710	700	690	700	640	640
гистидин	280	290	300	330	320	310	320	310
аргинин	490	510	580	570	610	570	610	620
пролин	1390	1420	1560	1520	1460	1480	1400	1360
сумма заменимых аминокислот	9680	9870	10870	10700	10410	10490	10070	10030
сумма общих аминокислот	12140	12510	13700	13580	13280	13350	12820	12740

На данном этапе хранения не выявлено различий в содержании аминокислот в зависимости от вида упаковки. Вариант с упаковочным решением полипропиленовый мешок с перфорированным вкладышем показал примерно такие же показатели по сохранности общих аминокислот, как и вариант без вкладыша.

При анализе полученных данных выявлено, что незаменимые аминокислоты составляют в среднем 20,3-21,6 % от общих аминокислот. По всем образцам муки преобладающими незаменимыми аминокислотами являются: лейцин, валин и изолейцин.

Для оценки биологической ценности продуктов исследуется их аминокислотный состав и сравнивается со шкалой аминокислот идеального белка, что определяется, как аминокислотный скор. По шкале ФАО/ВОЗ принято, что в 1 г «идеального» белка содержится, в мг: изолейцина – 40; лейцина – 70; лизина – 55; валина – 50; треонина – 40. Значение аминокислотного скора более 100% показывает полноценное обеспечение данной аминокислотой суточной потребности человека, а значение менее 100% - недостаточное обеспечение.

На рисунках 1-3 приведены рассчитанные аминокислотные скоры незаменимых аминокислот исследуемых образцов муки при хранении в разных зонах.

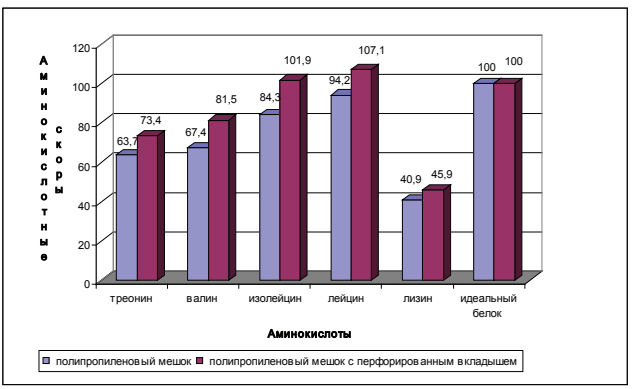


Рисунок 1. Аминокислотные скоры муки пшеничной высшего сорта при хранении на складе Средней зоны в разной упаковке

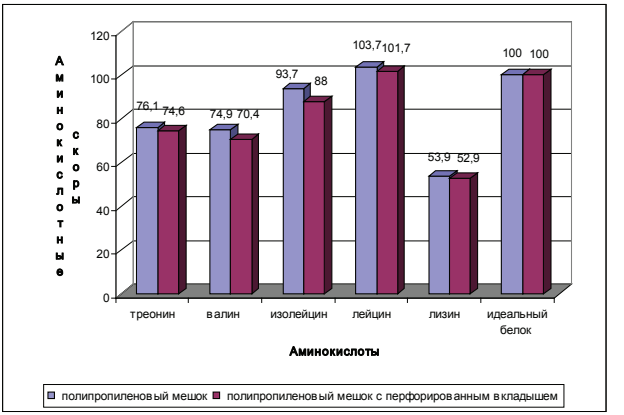


Рисунок 2. Аминокислотные скоры муки пшеничной высшего сорта при хранении на складе Северной зоны в разной упаковке

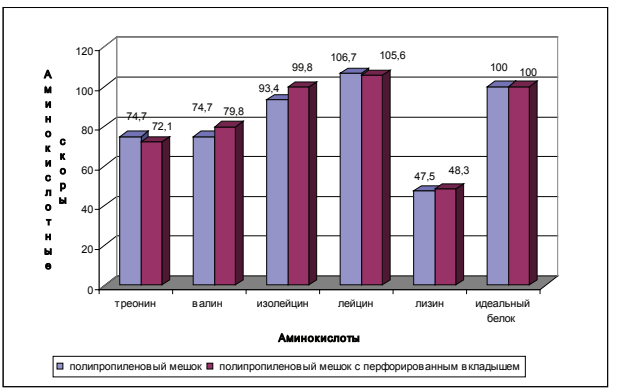


Рисунок 3. Аминокислотные скоры муки пшеничной высшего сорта при хранении на складе Южной зоны в разной упаковке

Анализ данных показывает, что аминокислотные скоры незаменимых аминокислот: лейцина, изолейцина удовлетворяют требуемую биологическую ценность продукта. Лимитирующими аминокислотами в исследуемых партиях муки являются лизин, треонин и валин. Полная характеристика изменений об-

разцов в зависимости от вида упаковочного решения, сортности, температурных режимов хранения - полностью равнозначна анализу аминокислотного состава.

Список литературы

1. Н.П. Козьмина - «Биохимия зерна и продуктов его переработки» – 1976 г. – С. 375.
2. Л.А. Трисвятский – «Хранение зерна» – 1986 г.
3. Химический состав пищевых продуктов – под ред. М.Ф. Нестерина, И.М. Скурихина – 1979 г.
4. Р. Карл Хосни «Зерно и зернопродукты» – 2006 г.- с. 330.

УДК: 638.16:664:339.13(045)

***Ю.В. Данильчук**, д.т.н. Московский государственный университет пищевых производств*

МИРОВОЙ РЫНОК МЕДА

В статье описываются основные потребительские характеристики мёда, его полезные свойства, приводятся основные данные по мировому производству мёда и развитию этого сектора мирового рынка.

Ключевые слова: сахароза, мёд, производство мёда, рынок мёда, использование мёда, фруктоза, глюкоза, свойства мёда, развитие рынка.

J. V. Danilchuk

WORLD HONEY MARKET

Describes the main characteristics of honey, its useful properties, provides the basic data on global production of honey and the development of this sector of the world market.

Keywords: sucrose, honey, honey, honey, honey, fructose, glucose, honey properties, the development of the market.

В России до начала промышленного производства сахарозы в XVIII в. мед был единственным доступным сладким лакомством. С древнейших времен человечеству известны уникальные свойства меда. Его употребляли в чистом виде, использовали для приготовления различных блюд, применяли в качестве консервирующего и лечебного средства. Мед имеет сложный химический состав, в нем

содержится более 300 различных компонентов. Количество сухих веществ в меде находится в пределах 79 – 86 мас. %, из которых около 95 % составляют углеводы, в основном моно- и дисахариды – фруктоза, глюкоза и мальтоза. Фруктоза и глюкоза занимают большую долю в созревшем меде до 80 – 90 % от суммы всех сахаров, а их соотношение зависит от ботанического происхождения меда. Остальная часть углеводов представлена олигосахаридами [1, 2].

Современные исследования подтверждают профилактические, противомикробные, антиоксидантные, имунномодулирующие, пребиотические и др. полезные свойства меда, причем указанные свойства зависят от его вида. В частности установлено, что прием меда здоровыми людьми и больными сахарным диабетом приводит к незначительному повышению уровня инсулина и глюкозы в крови, в отличие от того, что происходит при потреблении такого же количества (50 г) смеси глюкозы и фруктозы. Акациевый, каштановый, липовый, вересковый мед имеет низкий уровень гликемического индекса (49 – 55), рапсовый мед – 64, падевый мед – самый большой (89) из-за высокого содержания мелицитозы [1].

Антимикробное и антибактериальное действие меда, отмечено многими авторами. Антимикробные свойства меда чаще связывают с наличием в нем фермента глюкозооксидазы (перекиси водорода), бензольных и ароматических кислот, фенольных соединений и флавоноидов. Высокая антибактериальная активность характерна для меда, собранного с гречихи, каштана, хлопка, мануки; средняя – с эвкалипта, вереска, лаванды, липы, рапса, рододендрона, розмарина, тимьяна. Низкая антибактериальная активность присуща меду, собранному с цветков акации, огуречной травы, клевера, люцерны, апельсинового дерева.

Антиоксидантная активность меда обусловлена действием глюкозооксидазы, каталазы, аскорбиновой кислоты, флавоноидов, фенольных кислот, каратиноидных соединений, органических кислот, продуктов реакции Майяра, аминокислот и протеинов.

Пребиотические свойства меда связаны с содержанием оли-

госахаридов (в основном панозы) и различаются в зависимости от его ботанического происхождения [1]. Показано, что каштановый мед имеет большую пребиотическую активность, чем акациевый. Олигосахариды падевого меда также оказывают на бифидобактерии кишечника пребиотическое действие.

Вышеперечисленные свойства меда делают его ценным пищевым продуктом животно-растительного происхождения, спрос на который ежегодно возрастает в связи со стремлением людей к здоровому образу жизни. Тем не менее, в настоящее время производство меда в мире составляет менее 1 % от общего производства сахара. С учетом вклада других источников сахаров рекомендуемая ежедневная норма потребления меда, которая берется при нутриологическом расчете, составляет 20 – 25 г (7 – 9 кг в год) [1]. В России в последнее время потребление меда на душу населения составляет всего около 0,35 кг в год [3], в странах ЕС – 0,7 кг. В Германии каждый житель потребляет от 4,5 до 6 кг меда, в Скандинавии – 3 кг. При этом Германия самостоятельно может обеспечить себя медом лишь на 20 % [4].

Производство меда в мире постоянно увеличивается. Так, если в 2000 г. было выработано около 1,26 млн. т меда, в 2006 – 2010 гг. – в среднем по 1,4 млн. т, то в 2011 – 2013 гг. – по 1,63 млн. т. [4, 5, 6]. Более интенсивное наращивание производства меда сдерживается вследствие массовой гибели пчел от различных болезней и интенсивного применения пестицидов для обработки сельскохозяйственных культур, неурожая медоносов в основных медовых державах за последние 3 – 4 года, снижением доходности продукции пчеловодства, а также финансового кризиса. Сократились площади медоносных угодий, осбенно в США и Аргентине, вследствие переориентации фермеров с производства клевера и люцерны (используемые на корм скоту и являющихся прекрасными медоносами) на производство кукурузы и сои, пользующиеся повышенным спросом на мировом рынке. Наметилась нехватка меда многих сортов. Указанные факторы на фоне повышения спроса привели к существен-

ному росту цен на мед с 1,2 тыс. долл. США в 2005 г. до более 4 тыс. долл. США за 1 тонну в 2013 – 2014 гг. [7, 8, 9, 10] и к масштабным фальсификациям этого продукта.

Мировой рынок меда имеет свои особенности. Это один из наиболее глобализированных рынков продовольствия – в международную торговлю поступает около 25 % производимого в мире товарного меда (400 тыс. т) [4, 5, 7]. Практически все развитые страны не в состоянии обеспечивать потребности своего населения в меде за счет собственного производства и вынуждены делать это за счет импорта. Многие ведущие медовые державы являются как производителями, так и покупателями меда. Они экспортируют мед, который производят в избытке, и импортируют те его виды, которые сами не производят или в которых испытывают дефицит.

Крупнейшим производителем и экспортёром меда является Китай (табл. 1), его доля в мировом производстве составляет по разным оценкам 20 – 25 %, причем четверть продукции поступает на экспорт. Однако многочисленные скандалы, связанные с мошенническими операциями на медовом рынке США, нанесли существенный ущерб репутации Китая как поставщика меда. К ведущим экспортерам относятся такие страны, как Аргентина, Турция, Украина, Индия, Мексика, вырабатывающие в среднем по 4 – 5 % от мирового объема меда. Россия по официальным данным входит в пятерку по численности пчелиных семей и в десятку крупнейших стран-производителей меда [11], которая получает от 4 до 10 % меда в мире [4, 5].

Главные импортеры меда – страны ЕС, США, Япония, на долю которых приходится в целом 85 % от торгового оборота меда в мире. ЕС в совокупности импортирует 140 – 150 тыс. т меда [11, 12]. Основным покупателем меда в Европе является Германия (24 %), производителем – Испания. За счет собственного производства ЕС покрывает 61,6 % потребления меда.

Однако мировой рынок меда отличается своей подвижностью [13] и расстановка сил между основными участниками постоянно

изменяется (см. табл.). Следует отметить, что данные о состоянии медового рынка, приводимые различными экспертными организациями несколько отличаются друг от друга, что связано с непрозрачностью рынка меда в некоторых странах.

Таблица. Динамика производства меда с 2000 по 2013 гг., тыс. тонн

Страна	Годы										
	2000	2000, %	2004	2004, %[1]	2009	2009, %[2]	2011	2011, %[3]	2013		2013, %
Китай	252	**20**	276	**21,12**	407	**26,5**	446	**27,3**	450		**27,5**
США	100	**8**	82	**6,28**	65	**4,3**	67	**4,1**	50		**3**
Арген-тина	93	**7,4**	80	**6,12**	83	**5,4**	59	**3,6**	70		**4,3**
Турция	61	**4,8**	75	**5,74**	82	**5,3**	94	**5,7**	95		**5,8**
Мексика	59	**4,7**	56	**4,27**	54	**3,5**	58	**3,5**	59		**3,6**
Украина	52,5	**4,2**	54	**4,13**	74	**4,8**	70	**4,3**	70		**4,3**
Индия	52	**4,2**	52	**3,98**	44	**3,9**	60	**3,7**	70		**4,3**
Россия	54	**4,3**	52	**3,98**	54	**3,5**	60	**3,7**	65 [4]		**4**
Испания	29	**2,3**	36	**2,76**	30	**1,9**	34	**2,1**	Всего в мире	1634	100
Канада	32	**2,5**	35	**2,68**	29	**1,8**	36	**2,2**			
Эфио-пия	29	**2,3**	29	**2,22**	41	**2,7**	54	**3,3**			
Иран	25	**2**	29	**2,22**	32	**2,1**	47	**2,8**			
Танза-ния	26	**2,1**	26,5	**2,02**	33	**2,2**	34	**2,1**			
Страны ЕС	115	**9,1**	204	**15,6**	203	**13,2**	217	**13,3**			
Другие страны	281	**22,2**	220,1	**16,8**	304	**19,8**	300	**18,3**			
Итого	1260,5	**100**	1306,6	**100**	1535	**100**	1636	**100**			

[1] По данным FAOSTAT.

[2] По сведениям Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН - ФАО и Европейской комиссии.

[3] Отчет ЕвроСоюза за 2013 год.

[4] По данным консалтинговой компании Intesco Research Group.

Так, если в 2004 г. США занимали второе место в мире по производству меда, то в 2009 г. и 2013 г. в связи с засухой, значительной гибелью пчел и другими неблагоприятными факторами опустились на пятую и восьмую позицию соответственно. Аргентина прочно удерживает третье место, кроме 2011 г., скатившись на седьмую позицию. Существенно наращивают производство Турция и Украина, которые в 2011-2013 гг. выбились в мировые лидеры, укрепившись на 2-3 ступеньке, в отличие от предыдущего десятилетия, когда занимали четвертое и шестое место соответственно. Россия в последние 3-4 года также увеличивает производство меда и с восьмой позиции в 2009 г. поднялась на пятую.

В 2013 г. Китай выработал около 450 тыс. т меда, т. е. более четверти от суммарного производства во всем мире, при этом экспортировано 125 тыс. т, внутреннее потребление составило 338 тыс. т. Планируется, что в 2015 г. в Китае будет получено 500 тыс. т меда.

США в 2012 году произвели 70,6 тыс. т меда, а в 2013 г. – всего 50 тыс. т. За счет импорта США удовлетворяют 70% своих потребностей в меде. Импорт меда в 2013 году достиг рекордных 150,7 тыс. т [6]. Основными поставщиками меда в США являются Аргентина (42,5 %), Индия (21 %), Вьетнам (21 %), Канада, Бразилия, Уругвай, Мексика.

В Западном полушарии крупнейшим производителем меда является Аргентина, при этом на внешние рынки направляется около 80 % всей полученной продукции. Из-за проблем,

связанных с решением ЕС об обязательной маркировке меда, содержащего пыльцу ГМ-культур, в 2012 г. Аргентина была вынуждена переориентировать географию поставок меда, значительно увеличив экспорт в США. Этому способствовало и заметное ослабление евро по отношению к доллару, сделавшие рынок США более привлекательным для аргентинских продуцентов меда [14].

Украина в последние годы превратилась в одного из ведущих мировых экспортеров меда. В 2011 году объем этого экспорта составил 9,9 тыс. т, в 2012-2013 гг. – рекордные 20 тыс. т. Главным покупателем украинского меда являются страны ЕС. В США в первом квартале 2014 года было поставлено 2474 тонны украинского меда. С учетом нынешней напряженной ситуации на Украине, европейские медовые компании уделяют повышенное внимание закупкам меда в странах Южной Америки [10]. Столь стремительный рост экспорта украинского меда можно объяснить, прежде всего, тем, что его качество стало полностью соответствовать международным и европейским стандартам. Прорыву украинского меда на мировой рынок также способствовала и его относительно низкая цена, позволяющая успешно конкурировать с продукцией стран Азии и Южной Америки. По итогам 2013 года Украина стала седьмым по важности мировым экспортером меда после Китая, Аргентины, Мексики, Вьетнама, Индии и Канады, а ее доля в мировом экспорте этого продукта составила 7-8% [15].

Официальные органы некоторых стран, например Китая и Индии приводят заниженные данные о параметрах своего пчеловодства. Например, Индия, если судить по представленным данным, производит меда в 5 раз меньше, чем фиксируется. Это объясняется тем, что медовые компании развитых стран широко практикуют сбыт не подвергшегося обработке дешевого импортного меда из развивающихся стран или смесей с ним под маркой «отечественного», естественно, более дорогого

продукта. Китайские компании занижают экспортные цены на свой мед, маскируют его под более дешевые «подсластители» или под продукцию третьих стран (Турции, Индонезии, Малайзии) в целях обхода зарубежных антидемпинговых, санитарных и других барьеров. Страны Азиатско-тихоокеанского региона охотно участвуют в аферах по «отмыванию» китайского меда [7].

Например, из-за разоблачения незаконных операций с китайским медом в 2013 году были вынуждены свернуть свою деятельность две ведущие медовые компании США. Во Флориде был закрыт принадлежавший компании Groeb Farms завод по переработке и фасовке 12 тыс. тонн меда в год. Американские контролирующие органы ужесточают контроль качества импортируемого меда. По данным министерства сельского хозяйства США, в 2013 году были обнаружены недопустимо высокие уровни остатков антибиотиков в партиях меда, поставленных из России, Индии и Турции, в том числе хрорамфеникол, который является характерным для китайского меда. Правительство США намерено продлить антидемпинговые санкции в отношении меда, ввозимого из Китая. Объявлено о введении антидемпинговой пошлины на следующие продукты из Китая: натуральный мед; ароматизированный (flavoured) мед; искусственный мед, содержащий более 50% натурального меда по весу, и медовые смеси, содержащие более 50% натурального меда по весу **[8]**.

Германия из ежегодно импортируемых ею 90 тыс. т меда 20 тыс. т перепродает затем другим странам (в том числе и России) под видом германской продукции [12].

На состояние мировой торговли медом оказывает существенное влияние также проводимый многими медовыми державами с конца 90-х годов курс на ужесточение контроля качества меда. Лидерами в этой области остаются страны ЕС.

По данным Службы быстрого реагирования на поставки

некачественных продовольствия и кормов (RASFF) в ЕС количество импортных пчелопродуктов, загрязненных антибиотиками за 2002-2010 гг. снизилось в 3 раза. Из 303 задержанных партий меда и других пчелопродуктов 78 поступили из Китая, по 21 – из Болгарии и Аргентины; 20 – из Турции; 18 – из Украины; 17 – из Вьетнама; и по 10 – из Кипра, Словакии, Испании и Индии. Среди выявленных в импортном мёде остатков 40 антибиотиков лидировали хлорамфеникол, стрептомицин и сульфатиазол.

Тем не менее, ЕС в последнее время закупает все большее количество дешевого китайского меда, в том числе фальсифицированного различными подсластителями и замаскированного под продукцию третьих стран. Кризис существенно изменил структуру потребления и импорта меда в Европе. Рост цен на мед, ослабление евро и нежелание супермаркетов поднимать цены на выставляемый на их полках продукт, способствовали импорту дешевого меда сомнительного качества, прежде всего китайского [6]. В 2012 году доля Китая в импорте меда странами ЕС составила 39 %. Некоторые европейские импортеры в начале 2013 года закупили 5 – 7 тыс. тонн китайского меда по ценам, близким к ценам рисового сиропа [8].

Однако упомянутые проблемы не мешают развитию мирового пчеловодства и росту торговли его продуктами. Экспорт меда за последнюю четверть века вырос вдвое – с 202 до 400 тыс. т. По оценкам американской компании Global Industry Analyst (GIA), к 2015 г. производство мёда в мире может возрасти до 1,9 млн. т благодаря повышению спроса, возросшей уверенности потребителей в его качестве, а также расширению ассортимента пищевых продуктов, в которых он присутствует. Однако эксперты GIA подчёркивают, что этот прогноз реализуется, только если удастся остановить массовую гибель пчёл. Так, в США в зимовку 2009/10 г. погибло 34 % пчелиных семей, в Германии – 30 %, в Швейцарии – 22 % [7], количество пчелиных семей продолжает сокращаться примерно на 10 – 15 % в год.

Список литературы

1. Богданов, С. Пищевые и функциональные свойства меда / С. Богданов // Вопросы питания. – 2010. - № 6. – С. 4 – 13.

2. Заикина, В.И. Экспертиза меда и способы обнаружения его фальсификации/ В.И. Заикина. – М.: «Дашков и К°», 2010. – 168 с.

3. Наумкин, В.П. Мед и сахар в нашем питании / В. П. Наумкин // Пчеловодство – 2013. - № 9. – с. 6-7.

4. Большакова, О.В. Рынок меда: проблемы сбыта и их решение / О.В. Большакова //Пчеловодство. – 2012. - № 10. – С. 44 - 46.

5. Головня К.Л. Мед на мировом рынке / К.Л. Головня // Пчеловодство. – 2012. - № 3. – с. 9.

6. Новости мирового рынка меда. Январь 2014 года //Мировое пчеловодство. [Электронный ресурс]. – 04.02.2014 / Режим доступа: http://www.apiwold.ru (дата последнего обращения 03.08.2014).

7. Пономарев, А.С. Мировой рынок меда на пике глобального финансового кризиса / А. С. Пономарев // Пчеловодство. – 2010. – № 7. – С. 61-63.

8. Мировой рынок меда в первой половине 2013 года // Мировое пчеловодство. [Электронный ресурс]. – 16.07.2013 / Режим доступа: http://www.apiwold.ru (дата последнего обращения 16.02.2014).

9. Мировой рынок меда в конце 2013 года. Взгляд из США //Мировое пчеловодство. [Электронный ресурс]. – 02.12.2013 / Режим доступа: http://www.apiwold.ru (дата последнего обращения 02.08.2014).

10. Мировой рынок меда в мае 2014 года. Прогнозы //Мировое пчеловодство. [Электронный ресурс]. – 16.06.2014 / Режим доступа: http://www.apiwold.ru (дата последнего обращения 03.08.2014).

11. Лебедев, В.И. Пчеловодство России: состояние, пробле-

мы и место в мире/ В.И. Лебедев, Л.В. Прокофьева, Ю.В. Докукин // Пчеловодство. – 2013. - № 4. – С. 3-5.

12. Фарамазян, А. Мировой рынок меда, или как помочь отечественному производителю / А. Фарамазян, Б. Угринович, А. Пономарев // Главный зоотехник. – 2009. – № 2. – С. 44-48.

13. Пономарев, А. Россия на мировом рынке меда / А. Пономарев // Главный зоотехник. – 2009. – № 2. – С. 48-52.

14. Мировой рынок меда, 2012. [Электронный ресурс]. – 20.06.2013 / Режим доступа: http://ukrprod.dp.ua/2013/06/20/mirovoj-rynok-meda-2012-god-2.html (дата последнего обращения 05.08.2014).

15. Украина на мировом рынке меда в 2013 году //Мировое пчеловодство. [Электронный ресурс]. – 16.06.2014 / Режим доступа: http://www.apiwold.ru (дата последнего обращения 17.08.2014).

УДК 636.087.07:006.354

***С.В. Зверев**, д.т.н. ВНИИ зерна РАН, г. Москва*

ИК НАГРЕВ ЛЮПИНА

В статье описывается технология высокотемпературной микронизации люпина, которая позволяет повысить потребительские свойства и способствует повышению эффективности процесса шелушения зёрен люпина, приводятся оптимальные параметры инфракрасной обработки и процессы, происходящие приэтом в зерне исследуемой культуры.

Ключевые слова: обработка, нагрев, микронизация, зернопереработка, люпин, антипитательные вещества, вкус, технологические эффекты, температура, влажность, дегидратация, корреляция.

S.V. Zverev

IR HEATING LUPINE

Describes the technology of high-temperature mikronizatsii lupine, which can improve consumer properties and enhances the efficiency of the peeling process lupine grains are the optimal parameters of the infrared processing and processes the design in the grain of the studied culture.

Keywords: machining, heat, micronization, grain processing, lupine, antinutrients, taste, technological effects, temperature, humidity, dehydration, correlation.

Вопрос о целесообразности термообработки зерна люпина каждый специалист решает самостоятельно, исходя из конкретной ситуации и своих убеждений [1]. И хотя полностью инактивировать основные антипитательные вещества люпина – алкалоиды и ликвидировать, связанный с ними, горький вкус не удается, тем не менее, отметим один из положительных технологических эффектов – охрупчивание оболочки, что облегчает процесс шелушения зерна.

Из широкого набора методов и средств тепловой обработки зерна остановимся на высокотемпературной микронизации – нагреве в потоке инфракрасного (ИК) излучения [2]. Метод удобен для предприятий малой и средней производительности и нашел применение в зернопереработке [3]. Передача энергии зерну в этом случае осуществляется как радиационным, так и конвективным путем, так как на процесс ИК нагрева, кроме вида продукта, оказывают влияние режимы термообработки – облученность и температура среды в зоне обработки. Очевидно, что с их ростом скорость нагрева возрастает. Меняется и скорость сопутствующего процесса – дегидратации (потеря влаги).

На рис.1 приведены зависимости приращения относительной температуры ($\Delta T(t)/100$) и влажности ($\Delta U(t)/U_0$) зерна белого люпина исходной влажности 9% сорта «Дега» от времени нагрева для двух режимов.

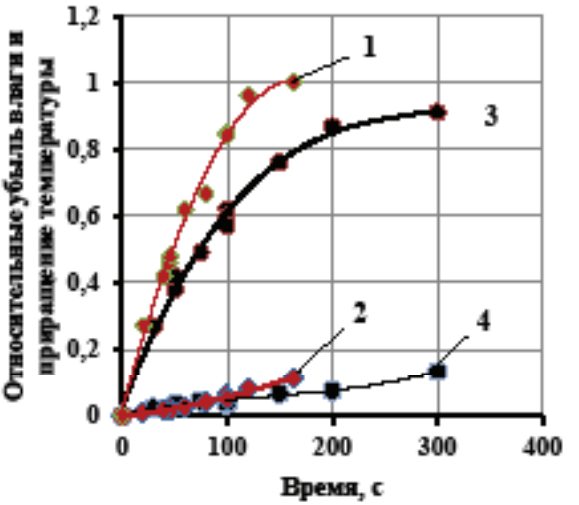


Рис.1. Графики зависимости приращения относительной температуры (1 и 3) и убыли относительного влагосодержания (2, 4) при облученности 11 кВт/м^2, температуре среды в зоне обработки 155 ºС (1 и 2) и облученности 0 кВт/м^2, температуре среды в зоне обработки 144 ºС (3 и 4)

В зависимости от сочетания облученности, температуры среды и влажности зерна процесс ИК нагрева может сопровождаться рядом внешних эффектов:

- вспучиванием зерна;
- растрескиванием оболочки, сопровождаемым характерным звуковым потрескиванием;
- потемнением поверхности зерна, что и является естественным пределом процесса нагрева.

Кроме того, отметим аномальное поведение при высоких температурах зависимости для температуры (рис.2 зависимость 1) – прекращается ее рост температуры зерна, более того, температура даже снижается.

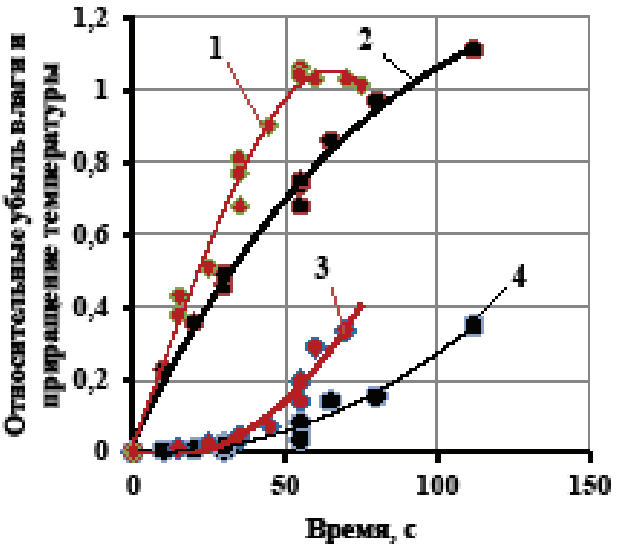


Рис.2. Графики зависимости приращения относительной температуры и убыли относительного влагосодержания (1 и 3 – облученность 17 кВт/м^2, температура среды в зоне обработки 275 ºС; 2 и 4 – облученность 11 кВт/м^2, температура среды в зоне обработки 238 ºС)

В этот момент и слышно характерное потрескивание. Эти явления можно связать с деструкцией зерна под действием внутреннего избыточного давления, образованием открытых трещин и адиабатическим расширением парогазовой смеси, что приводит к временному снижению скорости роста или даже понижению температуры.

Изменение температуры зерна до момента стагнации с учетом ряда допущений можно представить в виде зависимости [3]

$$\Delta T(t) = (K_e E + K_T D T_c)[1 - exp(-K_t t)], \quad (1)$$

где E *- облученность, Вт/ м^2;*

t *- время обработки, с.;*

$DT_c = T_c - T_0$;

T_c *– температура среды;*

T_0 – начальная температура продукта и среды, К;
K_e, K_T, K_t – эмпирические коэффициенты.

Соответственно скорость нагрева в начальный период времени (t = 0)

$$d(\Delta T)/dt = K_t(K_e E + K_T D T_c). \quad (2)$$

На рис.3 даны эмпирическая и регрессионная зависимости приращения температуры зерна белого люпина влажностью 9% от времени при облученности 11 кВт/м^2 и температуре среды в зоне обработки 213 ºС.

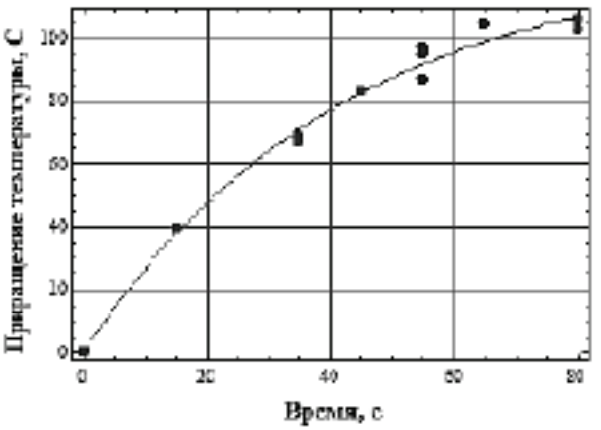


Рис.3. Эмпирическая и регрессионная зависимости приращения температуры зерна белого люпина влажностью 9% от времени при облученности 11 кВт/м^2 и температуре среды в зоне обработки 213 ºС

В результате лабораторного эксперимента для зерна белого люпина сорта «Дега» были получены эмпирические зависимости ΔT(t) при варьировании облученностью и температурой в зоне обработки и идентифицированы параметры K_e, K_T, K_t выражения (1). Облученность (0 – 17 кВт/м^2) оценивалась расчетным путем по специально разработанной программе [3]. Температу-

ра среды (142 - 275 ºС) и зерна контролировались термопарным термометром.

На рис.4 приведены расчетные и экспериментальные значения приращения температуры зерна белого люпина исходной влажностью 7-9%.

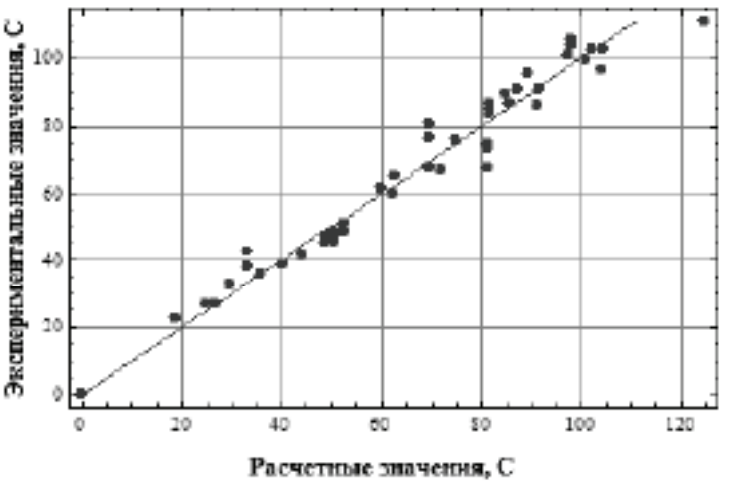


Рис.4. Расчетные и экспериментальные значения температуры зерна люпина при ИК нагреве (K_e = 1.82, K_T = 0.759, K_t = 0.0106, коэффициент множественной корреляции 0.994). Облученность - 0–17 кВт/м^2, температура среды - 142-275 *°С*, исходная влажность - 7-9%

Полученные значения K_e и K_T позволяют количественно оценивать раздельное влияние облученности и температуры среды в зоне обработки на параметры процесса нагрева белого люпина.

При интенсивном облучении, что и имеет место при ИК термообработке, длительность процесса нагрева ограничивается началом потемнения и обугливания зерна. Отмечена инвариантность зависимостей температуры от времени к влажности, что было отмечено и для сои.

Список литературы

1. Зверев С.В., Цыгуткин А.С.. Подготовка зерна белого люпина к глубокой переработке. 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»

2. Зверев С.В., Сесикашвили О.Ш., Булах Ю.Г. Соя. Свойства. Термообработка. Использование. – Кутаиси: Из-во Гос. университета Акакия Церетели, 2013.

3. Зверев С.В. Высокотемпературная микронизация в производстве зернопродуктов. М.: «ДеЛи принт», 2009.

УДК 664.762

***Р.Х. Кандроков**, к.т.н., **А.П. Горшунов**, к.т.н., **В.Г. Дулаев**, д.т.н.*
ФГБНУ «ВНИИЗ»

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА НОВОГО ВИДА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ «НАСЫЩЕННАЯ» С МАКСИМАЛЬНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИТОХИМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЗЕРНА

Разработана технология переработки мягкой пшеницы с максимальным использованием фитохимического потенциала зерна.

Ключевые слова: мягкая пшеница, мука «Насыщенная», шелушение, плющение, измельчение, сортирование.

R.H. Kandrokov, A.P. Gorshunov, V.G. Dulaev

PRODUCTION TECHNOLOGY OF A NEW TYPE OF WHEAT FLOUR “SATURATED” WITH MAXIMUM USE OF PHYTOCHEMICAL POTENTIAL OF GRAIN

The technology for processing of soft wheat with the maximum use of phytochemical potential of the grain.

Keywords: soft wheat flour “Rich”, peeling, flattening, grinding, screening.

Зерновка основной злаковой культуры России – пшеницы, является источником питательных веществ – белков, углеводов, липидов; биологически активных веществ – витаминов, ферментов, минеральных веществ, микро- и макронутриентов.

В России основным продуктом питания, вырабатываемом из зернового сырья, являются хлебобулочные изделия. Для производства белого пшеничного хлеба в основном используется мука высшего и первого сорта. В мукомольном производстве мука высшего и первого сорта вырабатывается преимущественно из эндосперма зерна, при этом теряется от 60 до 90% витаминов группы В, витамина Е, фолиевой кислоты, ниацина, а также микроэлементов, сосредоточенных в оболочках зерна и зародыше.

В современном мукомольном производстве не существует эффективного процесса извлечения в муку измельченного алейронового слоя. Хотя высокая ценность белка этого слоя известна, он остается недоступным для питания человека в связи с его плотной упаковкой в слое клетчатки. Таким образом, фитохимический потенциал зерна пшеницы остается не востребованным для питания человека [1].

Для восполнения потерь указанных веществ в хлебе существуют технологии обогащения (фортификации) различными пищевыми добавками натурального и искусственного происхождения на стадиях производства муки и производства хлеба: обогащение пищевыми волокнами (пищевые диетические отруби), пшеничным зародышем, сухой пшеничной клейковиной, витаминно-минеральными смесями, зерновыми добавками других культур. Исследования в этом направлении проводятся нашим институтом [2].

Преимуществами данных технологий является возможность производства хлеба с повышенной пищевой ценностью, расширение ассортимента хлеба для функционального, лечебного и профилактического питания. Недостатком их является необходимость существенных капитальных и текущих производственных затрат на приобретение и обслуживание дополнительного оборудования и приобретение пищевых добавок.

Для снижения потерь питательных веществ в хлебе, отно-

сительно их исходного содержания в зерне, существует также технология производства хлеба из цельносмолотого зерна и технология «зернового хлеба» без стадии производства муки.

Существенными недостатками этой технологии является ограниченный потребительский спрос на хлеб, обусловленный его специфическим вкусом. К тому же, такой хлеб имеет повышенное содержание балластных веществ, малые сроки хранения из-за высокой начальной микробиологической обсемененности сырья. При потреблении такого хлеба существенно возрастает вероятность попадания в организм токсичных элементов, микотоксинов и микроорганизмов сосредоточенных, главным образом, в поверхностных слоях зерновки.

В настоящее время актуальным является разработка экономически эффективных и безопасных технологий производства муки и хлебобулочных изделий с повышенной пищевой ценностью для общего, функционального, профилактического и лечебного питания, а также производство хлебобулочных изделий для социально незащищенных категорий населения [3].

В основе создания таких технологий должны быть положены следующие принципы:

- принцип максимального сохранения в муке и хлебобулочных изделиях фитохимического потенциала зерна, и возможность усвоения организмом человека всех питательных веществ зерна;

- принцип оптимального соотношения анатомических частей зерна в муке и хлебобулочных изделиях по условиям их органолептических показателей и требований технологии;

- принцип повышения безопасности готовых продуктов [4].

Процесс производства пшеничной муки «Насыщенная» включает в себя ряд последовательных операций по очистке и подготовке зерна пшеницы от примесей при неинтенсивном режиме гидротермической обработки перед шелушением и раз-

моле зерна (см.рис).

Перед шелушением зерна пшеницы проводят увлажнение зерна на 2% и отволаживание в течение 5-10 минут. Шелушение проводят в 6-7 проходов, снимая при этом до 15% оболочек и алейронового слоя. После шелушения зерна целесообразно зерно доувлажнить до влажности 15% и обеспечить отволаживание в течение 20-30 минут. После этого шелушенное зерно направляют на плющение, а затем на измельчение и сортирование полученных продуктов размола.

Полученную сходом фракцию, содержащую алейроновый слой и зародыш, подвергают измельчению и сортированию с получением первого компонента муки «Насыщенная». Полученная фракция, состоящая преимущественно из семенных оболочек и измельченных частиц эндосперма, направляется для смешивания с первой фракцией. Таким образом, из двух потоков формируется мука «Насыщенная», которая действительно содержит все биохимические ингредиенты, имеющиеся в зерне.

Оставшиеся отрубянистые частицы фракции, содержащие плодовые оболочки, часть семенных оболочек, части алейронового слоя и измельченного зародыша образуют кормовой продукт. Его можно направить на экструдирование или прессование, получая готовый к употреблению питательный кормовой продукт.

По результатам технологического моделирования установлено:

- расчетный фитохимический потенциал муки пшеничной «Насыщенная» в 2 раза превышает фитохимический потенциал муки пшеничной высшего сорта, полученной из того же зерна;

- мука «Насыщенная» имеет преимущество перед мукой высшего сорта в большем объемном выходе хлеба в 1,13 раза из 100 грамм зерна; в большем содержании витаминов в муке в 1,73 раза; в большей пищевой ценности в 1,03 раза;

- хлеб, выпеченный из муки «Насыщенная», имеет при-

ятные вкус и аромат;

- выявлено, что комплекс физико-механических воздействий на зерно пшеницы и его промежуточные продукты деформациями сдвига и сжатия, возникающими в операциях шелушения, шлифования, плющения, ударного измельчения, ситового сепарирования и смешивания позволяют получить муку «Насыщенная» с наиболее полным использованием всех полезных веществ зерна: белков, жиров, углеводов, микро- и макронутриентов, находящихся в форме, открытой для усвоения организмом человека, и сохраняющих свой полезный фитохимический потенциал.

- установлен принцип максимального сохранения фитохимического потенциала зерна в пшеничной муке на основе извлечения из нее зерен алейронового слоя, частиц эндосперма и зародыша, а также частичного извлечения семенных оболочек и клеток алейронового слоя.

Список литературы

1. Разработать новый вид пшеничной муки и технологию ее производства с максимальным использованием фитохимического потенциала зерна: отчет о НИР: 10.03.01.02 / В.Г. Дулаев – М., 2008.

2. Игорянова, Н.А. Пищевые волокна из побочных продуктов переработки овса и их влияние на качество хлеба / Н.А. Игорянова, Е.П. Мелешкина, Е.Н. Сокол // Сб. мат. всерос. науч.-практ. конф. «Принципы пищевой комбинаторики – основа моделирования поликомпонентных пищевых продуктов» - Углич, ГНУ ВНИИМС Россельхозакадемии, 2010 г. – с. 108.

3. Мачихина, Л.И. Создание технологии производства новых продуктов питания из семян льна / Л.И. Мачихина, Е.П. Мелешкина, Л.Г. Приезжева, С.О. Смиронов, А.А. Жученко, Т.А. Рожмина // Хлебопродукты. – 2012. - №6 – с. 54.

4. Мелешкина, Е.П. Всероссийский институт зерна и про-

дуктов его переработки: итоги двадцатилетия / Е.П. Мелешкина // Хранение и переработка с/х сырья. – 2013 - №9 – с. 9.

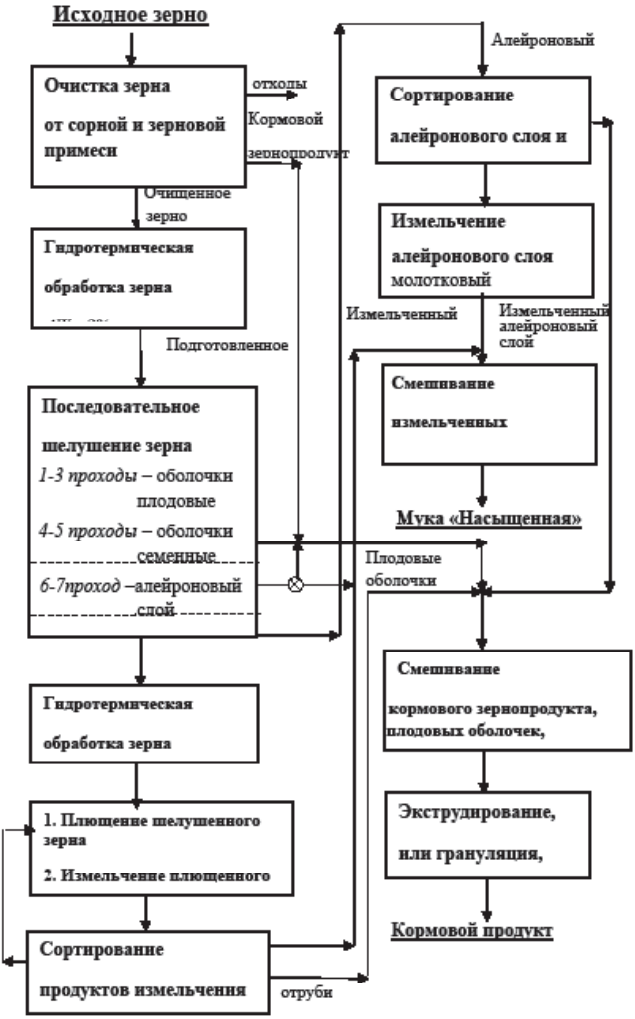


Рис. Структурная схема способа производства муки «Насыщенная»

УДК 332.14:001

***А.И. Ковалева**, д.э.н., **В.И. Магаюмова** ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

ФОРСАЙТ КАК МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

В данной статье на основании анализа отечественной и зарубежной научно-технической литературы по вопросам научно-технологического прогнозирования предпринята попытка систематизировать основные положения методологии форсайт.

В статье представлены: история научно-технологического прогнозирования, основные определения форсайт, основные отличия методологии форсайт от традиционного прогнозирования, методы проведения форсайт, типы форсайт и типы дорожных карт, технологии разработки дорожных карт, перспективы развития форсайта в России.

Ключевые слова: форсайт, научно-технологическое прогнозирование, форсайт-проект, дорожная карта.

A.I. Kovalyova, V.I. Magayumova

FORESIGHT AS A METHODOLOGY OF SCIENTIFIC-TECHNOLOGICAL FORECASTING

In this article there is undertaken an attempt to systemize fundamentals of the Foresight methodology based on analysis of

domestic and foreign scientific and technical literature concerning scientific and technological forecasting.

The article presents the history of scientific-technological forecasting, general definitions of Foresight, basic differences between Foresight methodology and traditional forecasting, methods of Foresight conducting, types of Foresight and types of road map, technologies of road map designing, perspectives of Foresight development in Russia.

Keywords: Foresight, scientific-technological forecasting, Foresight project, road map.

Понятие «Форсайт» становится все более распространенным в научных, деловых и политических кругах. Большинство экономически развитых стран мира признали необходимость не только прогнозирования будущего, но и активного его формирования с помощью такого инструмента как форсайт, сначала в технологической области, а затем и в социальной, экономической, экологической, политической областях. Этот процесс находит свое отражение и в России. Авторы по результатам анализа отечественной и зарубежной научно-технической литературы по вопросам научно-технологического прогнозирования предприняли попытку систематизировать основные положения методологии форсайт.

Научно-технологическое прогнозирование - выявление и предварительная оценка тенденций развития науки и техники, предвидение крупных научных и технических решений, способных произвести количественные изменения в общем научно-техническом и производственном потенциале страны, в социальных отношениях и мировой политике.

История научно-технологического прогнозирования

Попытки научно-технологического прогнозирования и в отечественной и в зарубежной практике начали предприниматься в середине прошлого века. За рубежом методология долго-

срочного научно-технологического прогнозирования получила название форсайт.

Форсайт, от английского Foresight – «взгляд в будущее» - инструмент формирования приоритетов в сфере науки и технологий, экономики, государства и общества. Впервые термин «foresight» употребил писатель-фантаст Герберт Уэллс в 1930 г. Выступая на BBC, он предложил ввести особую специальность - «профессор предвидения», который подобно историку, будет анализировать и находить применение будущим технологическим открытиям.

Первые масштабные инициативы по определению приоритетных областей развития науки предприняла в 1950-е годы американская корпорация RAND, позже эту идею подхватили в Японии, где, начиная с 1970 г., каждые пять лет проводится масштабное исследование долгосрочных перспектив развития сферы науки и технологий. В начале 1980-х в США стартовал национальный проект по разработке «критических технологий», а к середине 1990-х к поиску приоритетов инновационного развития подключились многие страны Европы, Азии, Латинской Америки, в том числе государства с переходной экономикой [1].

В настоящее время в большинстве развитых и многих развивающихся странах деятельность по долгосрочному прогнозированию социально-экономического развития проводится на регулярной основе и превратилась в неотъемлемый компонент формирования государственной политики. Современные подходы форсайта направлены на систематическую оценку долгосрочных (до 25 – 30 лет) перспектив развития науки, технологий, экономики и общества с целью определения стратегических областей научных исследований и технологий, которые могут принести наибольший социальный и экономический эффект.

Проводятся форсайт-проекты национального уровня (Япония, Южная Корея, Великобритания, Австрия, Финляндия, Франция, ЮАР, Россия, Бразилия, Китай и др.), регионального и на

уровне городов (Дублин, Барселона, Штутгарт и др.).

Попытки научно-технологического прогнозирования в нашей стране начались в 60-х годах прошлого столетия. Во второй половине 60-х годов важным стимулом активизации исследований научно-технического прогресса явились планы реформирования хозяйственного механизма СССР.

В октябре 1968 г. в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по повышению качества работы научных организаций и ускорению использования в народном хозяйстве достижений науки и техники» официально была признана необходимость средне- и долгосрочных научно-технических прогнозов в народном хозяйстве. С этого момента научно-технологическое прогнозирование получает достаточно широкое распространение в СССР и других странах-членах СЭВ.

В 1972 г. началась разработка «Комплексной программы научно-технического прогресса», координацию которой осуществлял Институт народнохозяйственного прогнозирования. Для проведения работ по этой программе в АН СССР и ГКНТ к 1976 г. было создано более 30 экспертных групп по различным направлениям прогнозирования научно-технического прогресса.

За годы разработки научно-технических прогнозов был накоплен и проанализирован большой объем информации о зарубежном опыте прогнозирования и оценке последствий научно-технического развития, были проведены оригинальные исследования в таких областях как теория принятия решений, многокритериальная оценка альтернатив, методы планирования научно-технической деятельности.

Основные определения форсайт

В настоящее время существует множество определений форсайта. Из наиболее характерных определений форсайта можно выделить определение UNIDO[1]: «Форсайт – сценарное

[1] *ЮНИДО - Организация Объединенных Наций по промышленному развитию, (англ. UNIDO - United Nations Industrial Development Organization)*

прогнозирование социально-экономического развития, возможные варианты развития экономики, промышленности, общества в 10-20 летней перспективе».

В России центром компетенций по форсайту является созданный в структуре Высшей школы экономики Международный научно-образовательный Форсайт-центр. Одновременно этот центр является региональным представителем UNIDO. Высшая школа экономики также издает ежеквартальный научный журнал «Форсайт» (главный редактор – Л.М. Гохберг) [2].

Л.М. Гохберг дает наиболее развернутую характеристику форсайта:

«Форсайт – это система методов экспертной оценки долгосрочных перспектив инновационного развития, выявления технологических прорывов, способных наиболее позитивно воздействовать на экономику и общество.

Форсайт – это анализ явлений, предполагающих контроль и управление.

Форсайт – это выявление тактических и стратегических конкурентных преимуществ, построение планов и организация систематических действий, позволяющих достичь на их основе ощутимых эффектов для экономики и общества.

Форсайт – это комбинация «продукта» (прогнозы, сценарии, приоритеты) и «процесса» (установление связей между всеми заинтересованными сторонами), что способствует даже не столько предсказанию будущего, сколько достижению консенсуса в обществе на базе планомерного диалога между политиками, специалистами, бизнесменами.

Форсайт – это сложное поэтапное и многоаспектное взаимодействие экспертных групп, представляющих различные сферы деятельности.

Итог его – выбор стратегических приоритетов развития государства, региона, отрасли или компании, основанных на инновациях и направленных на повышение конкурентоспособ-

ности. Приоритетов, достижение которых становится целью государства, экономических агентов и общества в целом. Именно такой, комплексный характер, является важным преимуществом Форсайта по сравнению с традиционными методами социально-экономического прогнозирования» [3].

Директор центра ЮНИДО в Российской Федерации Рычев Михаил Викторович в одном из интервью рассказал о направлении деятельности, в котором ЮНИДО активно работает на протяжении последних 10 – 12 лет, оно называется Технологический Форсайт (Technology Foresight). Это попытка построить сценарные планы развития экономики и общества в целом на продолжительных временных участках от 15 до 30 лет в зависимости от того, на какие технологические заделы государство сделает акцент и как будет их использовать» [4].

По результатам форсайт-проектов создаются дорожные карты, которые позволяют решить вопрос формирования будущего.

Методы проведения форсайта

Методология форсайт вобрала в себя десятки традиционных и достаточно новых экспертных методов. При этом происходит их постоянное совершенствование, отработка приемов и процедур, что обеспечивает повышение обоснованности предвидения перспектив научно-технического и социально-экономического развития. Основной вектор развития методологии направлен на более активное и целенаправленное использование знаний экспертов, участвующих в проектах. Обычно в каждом из форсайт-проектов применяется комбинация различных методов, в числе которых экспертные панели, метод Дельфи (опросы экспертов в два этапа), SWOT-анализ (strengths, weaknesses, opportunities, threats — анализ сильных и слабых сторон, возможностей и угроз), мозговой штурм, построение сценариев, технологические дорожные карты, деревья релевантности, анализ взаимного влияния и др. Чтобы учесть все возможные ва-

рианты и получить полную картину привлекается, как правило, значительное число экспертов.

Японский вариант форсайта целиком основан на методе Дельфи. В японских долгосрочных прогнозах научно-технологического развития, проводимых каждые пять лет, участвует более 2-х тысяч экспертов, которые представляют все важнейшие направления развития науки, технологий и техники, а в последнем корейском проекте участвовали более 10 тысяч экспертов.

Европейский вариант форсайта основан на инерционном развитии. Современные форсайтные разработки тесно связаны с техникой сценирования.

Последовательность применения методов может быть совершенно разной и зависит от поставленных задач.

Основные отличия методологии форсайт

Ряд авторов отмечают, что форсайт представляет собой значительно более комплексный подход, чем традиционное прогнозирование.

«Во-первых, прогнозы, как правило, формируются узким кругом экспертов и в большинстве случаев ассоциируются с предсказаниями малоуправляемых событий (прогноз курсов акций, погоды, спортивных результатов и др.). В рамках форсайта идет речь об оценке возможных перспектив инновационного развития, связанных с прогрессом науки и технологий, очерчиваются возможные технологические горизонты, которые могут быть достигнуты при вложении определенных средств и организации систематической работы, а также вероятные эффекты для экономики и общества.

Во-вторых, форсайт всегда подразумевает участие (часто путем проведения интенсивных взаимных обсуждений) многих экспертов из всех сфер деятельности, в той или иной степени связанных с тематикой конкретного форсайт-проекта, а иногда и проведение опросов определенных групп населения (жителей региона, молодежи и др.), прямо заинтересованных в решении

проблем, обсуждаемых в рамках проекта.

Третье главное отличие форсайта от традиционных прогнозов – нацеленность на разработку практических мер по приближению выбранных стратегических ориентиров»[2].

На наш взгляд, приведенные высказывания не позволяют в полной мере выделить принципиальные отличия научно-технического прогнозирования, существовавшего в отечественной практике, от современной методологии форсайт. Опыт разработки «Комплексной программы научно-технического прогресса», в частности в нефтяной промышленности, показывает, что в тот период с целью научно-технического прогнозирования широко использовались применяемые и ныне в отечественной и зарубежной практике методы прогнозирования: разработка сценариев (как минимум двух – инерционного и инновационного), установление целей по эффективности трудовых, материальных и финансовых ресурсов для различных производств (геолого-разведочные работы, строительство скважин, добыча нефти, транспорт продукции), разработка мероприятий по достижению заданных целей за счет научно-технического прогресса и организационно-технических мероприятий.

С переходом народного хозяйства к рыночной экономике, возможность использования директивных методов управления остается только на корпоративном уровне, в связи с чем возникает проблема реализации намеченных планов. Именно решению данной проблемы способствует разработка дорожных карт по результатам форсайта.

Типы форсайта и типы дорожных карт

Исследователи выделяют, как минимум, четыре критерия разнообразия форсайтов: по типу формирования (сверху и снизу), по субъекту рассмотрения (тематические, корпоративные и территориальные), и по направленности (технологические и социальные). По времени проведения – быстрые и фундаментальные форсайт-проекты.

В соответствии с типом форсайта и объектом форсайт-проекта рождается и тип дорожной карты. Если форсайт технологический, то тип дорожной карты носит технологическую направленность. Следовательно, в дорожной карте отражается диагностика уровня технологического уклада, выявляются тенденции изменения в потоке патентов, выбирается варианты их технологичного применения. Это ближе к продуктовой модели или технологической дорожной карте. Если имеем дело с социально-экономическим процессом, то здесь тип дорожной карты носит социальную направленность.

Соответственно делению форсайта по типу сверху вниз (top-down) и снизу вверх (bottom-up), тип дорожной карты будет отражать направленность построений сверху или снизу по учету тенденций развития объекта.

Также в зависимости от проводимого форсайта по субъекту рассмотрения (тематические, корпоративные и территориальные), дорожные карты будут, соответственно, тематические, корпоративные и территориальные. Последние – подразделяются на национальные, межгосударственные, территориальные, муниципальные дорожные карты. Например, форсайт национального здравоохранения или форсайт образования. К тематическим также можно отнести «The Foresight for Transport» - проект, поддержанный Европейской комиссией в рамках программы «Competitive and Sustainable Growth Programme (1998 – 2002)» [5].

Особенности корпоративного форсайта и его отличия от общего понимания технологического форсайта достаточно подробно изложены в работе Becker Patrick «Corporate Foresight in Europe: A First Overview»[6].

Теперь о типах дорожных карт. Ведущим разработчиком и пользователем этого метода применительно к технологиям были Национальные лаборатории Сандия, входящие в состав Департамента энергетики США. Они описывают три различ-

ных типа «технологических дорожных карт»:

1. Дорожные карты развития продукта (продуктовые дорожные карты), которые показывают необходимые шаги для доведения продукта до намеченного состояния.

2. Дорожные карты развития новой технологии (технологические дорожные карты), которые показывают, как отдельная технология эволюционирует и какие ресурсы могут быть или должны быть задействованы для ускорения или изменения хода ее развития.

3. Проблемно-ориентированные дорожные карты, в которых технология описывается как один из многих этапов, связанных с решением или возникновением проблемы.

4. В отечественной литературе встречаются следующие типы. В зависимости от объекта дорожного картирования выделяются:

5. Продуктовые дорожные карты – сценарии развития продукта или продуктовой линейки во времени.

6. Технологические дорожные карты – сценарии развития высоких технологий, технологического сектора.

7. Отраслевые (рыночные, промышленные) дорожные карты – сценарии развития отрасли, индустрии (отдельного рынка, сектора промышленности).

8. Корпоративные дорожные карты – сценарии развития отдельной компании и т.д.

Отметим, что деление дорожных карт на продуктовые, технологические и отраслевые весьма условно, поскольку эти объекты настолько взаимосвязаны и «вложены» друг в друга, что не совсем корректно выстраивать сценарий развития одного из них, не учитывая развития остальных. Однако пока это деление присутствует в зарубежной практике дорожного картирования.

Технологии разработки дорожных карт

Технология разработки дорожных карт базируется на ме-

тоде оценки и анализа программ PERT[2], который описывает различные альтернативные пути, из которых можно выделить критический (оптимальный) путь. Данный способ использовался в 1950-х годах и в последующие годы ВМС США при разработке проекта по созданию ракетного комплекса «Полярис».

Применение технологии Roadmapping было обнародовано компанией Моторола примерно в середине 70-х годов двадцатого века. На рубеже XX столетия она получила быстрое развитие не только в компаниях, но и при решении некоторых международных проблем.

Чаще всего в качестве существенной черты технологии составления дорожных карт отмечают, что «дорожная карта – это наглядное представление пошагового сценария развития определенного объекта – отдельного продукта, класса продуктов, некоторой технологии, группы смежных технологий, бизнеса, компании, объединяющей несколько бизнес-единиц, целой отрасли, индустрии и даже плана достижения политических, социальных и т.п. целей» [7].

Только после проведения основательного форсайта появляется фокус предвидения, определяется горизонт форсайта, фиксируются «слабые сигналы» грядущих изменений [8]. Завершением может быть дорожная карта.

Важнейшей чертой технологии картирования является выявление критического пути достижения определенной цели. Определение критического пути – важнейшая черта картирования, но не главная, и тем более не определяющая. Критический путь способен сфокусировать деятельность по реализации шагов, определенных форсайт-проектом. Длина критического пути в значительной мере зависит от возможности выделения критических точек «развилок» развития исследуемого объекта,

2 *PERT- метод подразумевает изображение шагов, которые необходимо сделать на пути к достижению цели, в виде схемы (графа), то есть в виде дорожной карты*

т.е. точки альтернатив.

При этом важно активизировать поле участников форсайт-проекта. Если не будет консенсуса у активных участников форсайта, входящих в это поле, если заинтересованные участники процесса не будут реагировать на выстроенную карту, то дорожная карта повиснет, и не будет реализована, и будут жалобы на отсутствие «обратной связи» [9].

Перспективы развития форсайта в России

По мнению Александра Соколова, директора Международного научно-образовательного форсайт-центра, заместителя директора ИСИЭЗ, актуальность форсайта будет возрастать, и тому есть ряд важных причин:

- научные исследования становятся все более дорогостоящими и мультидисциплинарными, и даже наиболее богатые страны вынуждены ограничивать исследовательские бюджеты;
- сетевые взаимодействия, возникающие в процессе проведения форсайтов между многочисленными экспертами, являются двигателем развития в новой экономике;
- активную роль играет стимулирование проведения форсайтов Европейским Союзом и другими международными организациями.

При этом в любом успешном проекте должны сочетаться различные методы, которые в совокупности наряду с содержательным анализом обеспечивают привлечение экспертов самой высокой квалификации, их высокую активность и взаимодействие [3].

В заключение хотелось бы отметить, что методология форсайт находит широкое применение в современной России. Так, в настоящее время известны такие форсайты, как:

- Промышленно-энергетический форсайт Минпромэнерго;
- Форсайт атомной отрасли;
- Форсайт Министерства информатизации и связи;

- Форсайт Министерства образования и науки;
  - Региональные форсайты в Перми, Иркутской области, Республики Башкортостан [10].

Полагаем, что методология форсайт найдет более широкое применение в экономической, социальной и политической областях развития нашей страны.

Список литературы

9. Соколов А. В. Форсайт: взгляд в будущее // Форсайт. 2007. № 1. (С. 8-15).

10. Энциклопедия.ру [Электронный ресурс]. – режим доступа: http://ensiklopedia.ru/.

11. Высшая школа экономики [Электронный ресурс]. – режим доступа: http://www.hse.ru/.

12. Инновации и предпринимательство [Электронный ресурс]. – режим доступа: http://www.innovbusiness.ru/.

13. «The Foresight for Transport project was supported by the European Community under the ‘Competitive and Sustainable Growth’ Programme (1998-2002).» - European Transport context, p.3.

14. Becker Patrick «Corporate Foresight in Europe: A First Overview» Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003 p.25.

15. Наука и технологии РФ, Кузык Юлия «Что такое дорожная карта» [Электронный ресурс]. – режим доступа: http://www.strf.ru/.

16. Козлов В.А, Третьяк В.П. «Место теории слабых сигналов в технологии Форсайта //Отраслевые рынки» №4-5, 2012.

17. Третьяк В.П. «Дорожная карта как инструмент технологии Форсайт», 25.03.2013. Инновации.

18. МИНПРОМТОРГ России [Электронный ресурс]. – режим доступа: http://minpromtorg.gov.ru/.

УДК 664:637.54:338.439

В.Е. Ковлякова, *к.п.н. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВВЕДЕНИЯ В ДЕЙСТВИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА

В статье рассмотрены вопросы обеспечения качества и безопасности продовольственных товаров, предназначенных для длительного хранения, подчеркнута актуальность и важность данного вопроса в условиях введения в действие технических регламентов Таможенного союза. Проанализированы основные процессы системы менеджмента безопасности пищевой продукции как инструмента по обеспечению качества и безопасности, а также повышения конкурентоспособности производителей пищевой продукции. Показано, что системы менеджмента безопасности пищевой продукции, основанные на принципах HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points), призваны гарантировать выпуск продукции высокого качества в соответствии с требованиями международных стандартов, предъявляемым к безопасности пищевой продукции на всех этапах ее жизненного цикла, а именно: от закупки сырья и до поставки, хранения и потребления готовой продукции. Требования стандартов являются основой обеспечения качества и безопасности продукции, а принципы HACCP являются одним из важных инструментов обеспечения качества и безопасности пищевой продукции как в России, так и за рубежом.

Ключевые слова: качество и безопасность продукции, система менеджмента безопасности пищевой продукции, стандарт, длительное, принципы ХАССП, технические регламенты.

V.E. Kovljakova

ENSURING THE QUALITY AND SAFETY OF FOOD PRODUCTS IN THE LONG-TERM STORAGE CONDITIONS, THE INTRODUCTION OF TECHNICAL REGULATIONS OF THE CUSTOMS UNION

The questions of safety and quality of food products intended for long-term storage, underscored the urgency and importance of this issue in view of the introduction of technical regulations of the Customs Union.

Analyzed the basic processes of the food safety management as a tool to ensure quality and safety, and improve the competitiveness of food producers.

It is shown that the management system of food safety based on HACCP principles are intended guarantee output of high quality in accordance with international standards on food safety at all stages of its life cycle, namely, from the procurement of raw materials to the delivery, storage and consumption of the finished product.

The standards are the basis for ensuring the quality and safety of products, and the principles of HACCP are one of the most important tools for ensuring the quality and safety of food products, both in Russia and abroad.

Keywords: product quality and safety, system of food safety management, standard, long-term storage, the HACCP principles, technical regulations

На современном этапе вопросы обеспечения качества и безопасности продовольственных товаров, предназначенных для длительного хранения, становятся чрезвычайно актуальными. На сегодняшний день одним из признанных инструментов обеспечения качества и безопасности, а также повышения конкурентоспособности организаций-производителей является система менеджмента безопасности пищевой продукции.

В условиях введения в действие технических регламентов Таможенного союза одним из решений приоритетной задачи по обеспечению качества и безопасности продовольственных товаров, в том числе для длительного хранения, является разработка, внедрение и подтверждение соответствия процедур системы менеджмента безопасности пищевой продукции.

В настоящее время эта задача становится особенно актуальной, что обусловлено рядом объективных причин, основными из которых являются проблемы качества на рынке продовольственной продукции и значительные изменения законодательной базы в сфере технического регулирования и стандартизации.

К значимым факторам, влияющим на преобразования в области технического регулирования и стандартизации, можно отнести:

формирование Единого экономического пространства 3-х стран: Российской Федерации, республики Беларусь и республики Казахстан;

вступление России в ВТО;

необходимость экономического развития страны в соответствии с ситуацией, сложившейся на данном этапе, с учетом прогнозных показателей по видам экономической деятельности.

Причинами резко возросших в последнее десятилетие проблем обеспечения качества продовольственной продукции, как в России, так и за рубежом, являются существенные преобразования в производственной сфере, такие как, применение

нетрадиционных видов сырья, добавок, в том числе генно-модифицированных, тары и упаковки из инновационных материалов, внедрение новейших технологий, жесткая конкурентная борьба производителей за рынки сбыта и их стремление к снижению стоимости производства продукции, что, как правило, сопровождается снижением качества выпускаемой продукции. Возникло и получило широкое распространение такое негативное явление как фальсификация и контрафакт. По различным оценкам специалистов доля фальсифицированной и контрафактной продукции как отечественного, так и импортного производства по разным товарным группам составляет от 35-40 до 90%, ежегодно увеличиваясь на 10-15%, особенно это касается продовольственных товаров. Также вызывает обеспокоенность рост оборота на рынке контрафакта и фальсифицированной продукции с незаконными, поддельными сертификатами, либо сертификатами, оформленными с нарушением действующих правил и процедур. На самом деле, такая безнаказанность создает большие проблемы добросовестным производителям, делает их неконкурентоспособными.

Стоит отметить, что вопросы качества продукции и ее безопасности для жизни и здоровья граждан являются одними из главных при планировании социально-экономического развития России на среднесрочную и долгосрочную перспективу. Так, в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года техническое регулирование рассматривается как важнейший инструмент стимулирования инновационного развития, способствующий повышению конкурентоспособности российской промышленности, на основе которого формируются требования не столько к самой продукции, сколько к процессам ее проектирования, производства, эксплуатации, тем самым оказывая огромное влияние на деятельность производителей, в том числе продовольственных товаров длительного хранения. Инновационная

деятельность в рамках технического регулирования призвана создавать единичные прорывные решения, которые способствуют развитию конкурентного преимущества, а стандартизация в данном контексте закрепляет достигнутые решения для многократного их воспроизводства участниками рынка и обеспечивает соблюдение установленных норм и правил. Соответственно, создает условия для добросовестной конкуренции и является платформой для инноваций.

В настоящее время принято 34 технических регламента Таможенного союза, 24 из них вступили в силу, осуществляется разработка и обновление доказательной базы технических регламентов Таможенного союза. Росстандарт при участии РСПП взял курс на значительное обновление фонда межгосударственных стандартов. Данные процессы проходят при активном участии представителей промышленности и экспертного сообщества.

Решениями Евразийской экономической комиссии утверждены перечни стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается выполнение обязательных требований технических регламентов Таможенного союза в количестве примерно 3 тысяч, а также перечни, содержащие правила и методы испытаний, в том числе правила отбора образцов, необходимых для применения и исполнения требований технического регламента Таможенного союза и осуществления оценки соответствия продукции – около 4000.

Модель технического регулирования включает два направления разработки стандартов, а именно: на продукцию и методы испытаний. Деятельность по стандартизации направлена на обеспечение организационно-методического единства и научно-технического руководства работами по стандартизации на основе нового и глобального подходов в Европейском союзе. Особую актуальность сегодня приобретает работа по мониторингу применения технических регламентов, формированию

перечней стандартов, обеспечивающих обязательные требования технических регламентов, и необходимость усиления государственного контроля за выполнением их требований.

В этой связи задача актуализации нормативной документации в соответствие с современными законодательными нормами на данном этапе является чрезвычайно важной.

Как показывает практика, внедрение стандартов и технических регламентов является базисной основой технического регулирования единого экономического пространства и занимает 50% от общего объема деятельности в области технического регулирования и стандартизации. 35% составляет подготовка стандартов и необходимой нормативной документации в данной сфере, а разработке технических регламентов отводится всего 15%. В ходе разработки технических регламентов выявлены существующие проблемы, которые необходимо решить в целях оптимизации процесса внедрения нормативных документов на данном этапе. Так, например, мнение промышленности учитывается далеко не всегда, в ряде случаев это приводит к необходимости внесения изменений в уже принятые документы. После принятия технических регламентов Таможенного союза наступает важнейший этап их внедрения, связанный с решением вопросов переходного периода, разработкой программ стандартизации и перечней стандартов, обеспечивающих доказательную базу технических регламентов и т.д. Кроме того, также необходимо активнее привлекать к работе представителей промышленности и экспертного сообщества.

Актуальность данного вопроса обусловлена тем, что с 1 июля 2013 года вступили в действие семь технических регламентов ТС, в том числе и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

С 1 мая 2014 года вступили в силу технические регламенты Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013) и «О безопасности мяса и мясной

продукции» (ТР ТС 034/2013) на основании решений Комиссии Таможенного союза от 9.10.2013 № 67 и № 68 соответственно. Техническим регламентом на молоко и молочную продукцию устанавливаются обязательные для применения и исполнения в Таможенном Союзе требования к безопасности молока и молочной продукции, к процессам их производства, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а также маркировке и упаковке. Требования ТР ТС 033/2013 распространяются на молоко и молочную продукцию, выпускаемые в обращение на таможенной территории ТС и используемые в пищевых целях. ТР ТС 034/2013 на мясо и мясную продукцию устанавливает требования безопасности к продуктам убоя и мясной продукции и связанные с ними правила производства, хранения, перевозки, реализации и утилизации, маркировки и упаковки. К объектам технического регулирования относятся мясо, субпродукты, колбасные изделия, продукты из шпика, детское питание, сырье кишечное, желатин.

Со дня вступления в силу указанных регламентов национальные технические регламенты или обязательные требования к молоку и молочной продукции, мясу и мясной продукции, изложенные в других нормативных актах Российской Федерации, прекращают свое действие.

Решениями Коллегии ЕЭК от 06.03.2014 №№ 36, 38 утверждены планы мероприятий, необходимых для реализации ТР ТС 033/2013 и ТР ТС 034/2013, дата вступления указанных решений в силу 13.04.2014.

На основании планов организационно-подготовительные мероприятия должны быть исполнены в срок до 1 сентября 2014 года, а предложения по актуализации перечня стандартов, в результате применения которых обеспечивается соблюдение требований техрегламентов, должны вноситься не реже 1 раза в год после 1 мая 2014 года.

Кроме того, в рамках Федерального Закона «О техниче-

ском регулировании», согласно Положения об опубликовании национальных стандартов и общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации Росстандарт информирует об утвержденных стандартах на его официальном сайте, а также устанавливает правила их распространения.

В соответствии с Административным регламентом исполнения Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии государственной функции по учету национальных стандартов, правил стандартизации, норм и рекомендаций в этой области и обеспечению их доступности заинтересованным лицам, утвержденным приказом Минпромторга России от 6 ноября 2008 г. № 266 (п. 62) осуществляется размещение нормативных документов в срок не более 30 дней после утверждения национальных стандартов. К официально опубликованным стандартам в электронно-цифровой форме обеспечивается свободный бесплатный доступ сроком на 1 год.

Тексты национальных стандартов, опубликованные на данном сайте, предназначены для ознакомления и не подлежат копированию, тиражированию и дальнейшему распространению. Так, например, согласно информации, представленной на официальном сайте Росстандарта, общее количество технических регламентов и стандартов, поступивших в федеральный фонд Росстандарта за период с декабря 2012 года по ноябрь 2013 года, составил 1661 документ.

С каждым годом требования к качеству и безопасности пищевой продукции становятся все более жесткими, как со стороны органов государственного контроля, так и со стороны заказчиков и клиентов, в том числе и непосредственных потребителей.

В рамках технического регулирования ТС установлены единые трехсторонние принципы и правила технического регулирования и стандартизации, которые представлены на рисунке 1.

Появившийся на международном уровне в 90-х гг. термин «безопасность пищевых продуктов» становится всё более важным и значимым на всем постсоветском пространстве.

Рисунок 1.

Как известно, технические регламенты регулируют вопросы безопасности продукции, а ответственность за качество выпускаемой продукции возлагается на производителя.

Поэтому, чтобы максимально оптимизировать технологические процессы на пищевом предприятии и гарантировать потребителям безопасность готовой продукции, международная организация по сертификации ISO ратифицировала стандарт ИСО 22000 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требо-

вания к организации, участвующей в пищевой цепочке». Данный стандарт объединил общие требования системы менеджмента качества на базе стандартов ISO 9001 и более узкопрофильные жесткие требования модели HACCP. Своеобразным продуктом слияния обоих этих стандартов стал отраслевой стандарт ИСО 22000.

В связи с вступлением в силу ТР ТС 021/2011 представители крупного Ритейла все чаще используют практику требования от поставщиков сертификата ИСО 22000, тем самым получая дополнительные гарантии качества. Система менеджмента качества по стандарту ИСО 22000 – это не только способ доказать, что вопросам безопасности уделяется пристальное внимание, но и документальное подтверждение качества выпускаемой продукции.

Согласно ст. 10 гл. 3 ТР ТС 021/2011, при осуществлении процессов производства пищевой продукции, связанных с требованиями безопасности, изготовитель должен разработать, внедрить и поддерживать процедуры системы менеджмента безопасности пищевой продукции, основанные на принципах ХАССП (в английской транскрипции HACCP Hazard Analysis and Critical Control Points), гарантирующие выпуск продукции высокого качества, при этом она должна соответствовать требованиям международных стандартов, предъявляемым к безопасности пищевой продукции длительного хранения на всех этапах ее жизненного цикла, а именно: от закупки сырья и до поставки, хранения и потребления готовой продукции. Данная система была создана в 1969 году в результате разработки в области производства продуктов питания для астронавтов в США. В России положения о системе качества и управлении качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП установлены в ГОСТ Р 51705.1 «Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП».

Стоит отметить, что HACCP (ХАССП) – это не стандарт, а принципы изложенные в стандартах, в том числе ISO 22000, полностью включающий в себя принципы HACCP.

В настоящее время система ХАССП является основной моделью управления и регулирования качества пищевой продукции, главным инструментом ее безопасности, которая обеспечивает контроль на всех этапах производства пищевой продукции, в любой точке процесса ее производства, хранения и реализации, где могут возникнуть опасные факторы и риски. При этом особое внимание обращается на критические контрольные точки, в которых все виды рисков, связанных с производством пищевой продукции, могут быть предотвращены, устранены или снижены до приемле-

мого уровня в результате целенаправленных мер контроля (рис. 2).

Рисунок 2.

Отвечая на вопрос, что такое система менеджмента безопасности пищевых продуктов, можно сказать, что СМБПП – вид системы менеджмента, которая направлена на обеспечение ненанесения вреда здоровью рядовому потребителю потребляемой им продукцией.

СМБПП может быть внедрена в любой организации, участвующей в продуктовой цепи, ключевыми элементами данной системы, к которым установлены требования в МС ИСО 22000, являются:

- *Диалоговый обмен информацией* – передача информации для создания требуемых взаимодействий между заинтересованными сторонами как внутри организации, так и в продуктовой цепи.

- *Системный менеджмент* – управление деятельностью с помощью системно-процессного подхода, направленное на удовлетворение требований потребителя и улучшение уровня деятельности.

- *Предварительно необходимые программы* – способы осуществления производственной деятельности и поддержания условий производственной среды, учитывающие лучшие практики отрасли и обеспечивающие гигиеничные условия производства и обращения продукции.

- *HACCP* – система идентификации, оценки и управления опасностями, значимыми для здоровья конечного потребителя.

Этапы разработки и внедрения системы менеджмента безопасности пищевых продуктов:

- оценка исходного состояния системы менеджмента безопасности пищевых продуктов с подготовкой соответствующих рекомендаций по ее оптимизации;
- обучение руководителей и специалистов по системе менеджмента безопасности пищевых продуктов;
- разработка и введение в действие документированных процедур системы менеджмента безопасности пищевых продуктов, предусмотренных международным стандартом ИСО 22000-2007;
- внедрение и обеспечение функционирования системы менеджмента безопасности пищевых продуктов;

- вертификация системы менеджмента безопасности пищевых продуктов в соответствии с требованиями ИСО 22000-2007 на добровольной основе.

Преимущества внедрения СМБПП на основе стандарта ИСО 22000:

- эффективное управление процессом производства и поставок пищевых продуктов и минимизация существенных пищевых рисков;
- обеспечение прозрачности и инициативы при обеспечении пищевой безопасности;
- обеспечение результативности производства для удовлетворения потребителей;
- повышение надежности и конкурентоспособности производимой продукции.

В заключении хотелось бы отметить, что с целью гарантии качества продукции производители разрабатывают и внедряют Системы менеджмента качества и безопасности продукции и подтверждают соответствие качества продукции требованиям потребителей путем процедуры добровольной сертификации, поскольку органами по контролю и надзору в сфере технического регулирования контроль осуществляется только за соблюдением обязательных требований к безопасности продукции, установленных законодательством Российской Федерации.

Учитывая тенденции к сокращению области применения обязательной сертификации, роль Систем добровольной сертификации становится одним из важных направлений обеспечения необходимого уровня качества продовольственных товаров, в том числе предназначенных для длительного хранения.

Список литературы

1. Федеральный Закон РФ от 27.12.02 № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
2. Постановление Правительства РФ от 01.03.2013 №173

«Об утверждении Положения об особенностях стандартизации продукции (работ, услуг), для которой устанавливаются требования, связанные с обеспечением безопасности в области использования атомной энергии, а также процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации, утилизации и захоронения указанной продукции».

3. Постановление Правительства РФ от 25.09.2003 № 594 (ред. от 29.12.2007) «Об опубликовании национальных стандартов и общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации».

4. Постановление Правительства РФ от 15.08.2003 № 500 «О федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов и единой информационной системе по техническому регулированию».

5. Распоряжение Правительства РФ от 24.09.2012 № 1762-р «О Концепции развития национальной системы стандартизации Российской Федерации на период до 2020 года.

6. http://www.eurasiancommission.org/ Евразийская экономическая комиссия.

7. http://www.gost.ru/ Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

УДК 664.9:665.666.242(06)

***С.С. Козак**, д.б.н., **Н.Л. Догадова,** м.н.с. ГНУ ВНИИПП Россельхозакадемии, **В.И. Трофимов,** д.х.н., ООО «ТЕКЛЕОР»*

ПРОДЛЕНИЕ СРОКОВ ГОДНОСТИ МЯСА ПТИЦЫ ПУТЕМ ЭЛЕКТРОННОЙ ОБРАБОТКИ

Изучение влияния действия ускоренных электронов на выживаемость Listeria monocytogenes и S.typhimurium, органолептические и физико-химические показатели мяса цыплят-бройлеров.

Ключевые слова: облучение мяса птицы, ускоритель электронов, ионизирующее излучение, сроки годности, патогенная микрофлора, органолептика.

S.S. Kozak, N.L. Dogadova, V.I. Trofimov

EXTENDING SHELF LIFE OF POULTRY MEAT BY ELECTRONIC PROCESSING

Study of the effect of the action of accelerated electrons on the survival of Listeria monocytogenes and S. typhimurium, organoleptic and physico-chemical characteristics of meat of broiler chickens.

Keywords: irradiation of poultry meat, electron accelerator, ionizing radiation, expiry, pathogenic microflora, organoleptic.

Предохранение от порчи пищевых продуктов достигается разнообразными физическими, химическими и биологическими методами. При этом задача обработки состоит в устранении как возможных патогенных микроорганизмов, так и микробиоты, приводящей к порче продукта при хранении, при минимальном изменении химических и тканево-физиологических показателей продукта. Давно известны методы тепловой обработки, пастеризации, стерилизации, охлаждения и замораживания. Кроме того, для сохранения продуктов применяются химические вещества и биологические методы консервирования. Поиски новых, более совершенных физических методов позволили использовать для целей хранения продуктов методы ионизирующей радиации (электронного, рентгеновского и гамма-излучения) [1, 4].

Применение ионизирующих излучений в технологии хранения пищевых продуктов ведется уже более 50 лет. Развитие фундаментальных исследований в области радиобиологии открыло во многих странах новые широкие перспективы использования радиобиологических явлений и закономерностей в самых разнообразных сферах практической деятельности человека: медицине, сельском хозяйстве, пищевой и микробиологической промышленности [2].

Радиационная биотехнология хранения продуктов, благодаря многочисленным экспертизам и заключениям ВОЗ о нетоксичности продукции, имеет большие перспективы развития. Однако практическое использование воздействия ионизирующих излучений на объекты биогенного происхождения требует разработки специальных технологических процессов для каждого вида продукта, а также создания для некоторых продуктов специфического оборудования для оптимального проведения процесса [3].

В этом аспекте представляет интерес определение влияния облучения тушек птицы ускоренными электронами на вы-

живаемость сальмонелл и листерий, что и явилось предметом исследований. Это связано с тем, что организация современных технологических процессов в птицеперерабатывающей промышленности не может исключить загрязнение тушек птицы патогенными микроорганизмами. В частности, на предприятиях по переработке птицы происходит перекрестное обсеменение продукции патогенной микрофлорой.

Поэтому для улучшения санитарного благополучия продуктов птицепереработки следует искать технологии повышения санитарно-гигиенического состояния тушек птицы с применением современных безопасных и технологичных методов [4].

Материалы и методы исследования

Для проведения исследования в лабораторных условиях проведено заражение бедер цыплят-бройлеров (далее по тексту – образцов) Listeria monocytogenes и S. typhimurium штамм 55 (далее по тексту – Listeria и Salmonella) методом заложения в толщу мышц полосок батистовой ткани, зараженных тест-культурами. Затем образцы упаковали в два полиэтиленовых пакета, заклеивая каждый бумажными клипсами, и отправили на обработку ускоренными электронами.

Обработка проводилась на ускорителе электронов «Электроника 10-10» с энергией электронов до 10 МэВ двумя сериями в зависимости от дозы излучения:

1 серия – 4,0 кГр (на поверхности) и до 4,8 кГр в глубоких слоях;

2 серия – 7,5 кГр (на поверхности) и до 9,0 кГр в глубоких слоях.

В качестве контроля использовали образцы, зараженные тест-культурами, но не подвергавшиеся облучению ускоренными электронами.

Опытные образцы на второй день после облучения и в процессе хранения при температуре 1,5±0,5ºС исследовали по

микробиологическим, органолептическим и физико-химическим показателям. Одновременно по этим показателям исследовали контрольные образцы.

Результаты исследований

Результаты микробиологических исследований смывов с поверхности образцов, зараженных тест-культурами и обработанных ускоренными электронами, представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Микробиологические исследования смывов с образцов, зараженных Salmonella и Listeria и обработанных ускоренными электронами

Срок хранения, сут.	Контроль		Образцы, обработанные ускоренными электронами			
			1 серия		2 серия	
	КМАФанМ, КОЕ/см^3	Salmonella/ Listeria	КМАФанМ, КОЕ/см3	Salmonella/ Listeria	КМАФанМ, КОЕ/см3	Salmonella/ Listeria
1	$(1,9\pm1,5)\cdot10^6$	+/+	$(1,5\pm0,2)\cdot10^4$	+/+	$(2,2\pm0,4)\cdot10^4$	—/—
7	$(4,0\pm0,9)\cdot10^6$	+/+	$(1,9\pm1,8)\cdot10^4$	+/+	$(2,2\pm0,9)\cdot10^3$	—/—
10			$(1,1\pm0,4)\cdot10^5$	+/+	$(1,1\pm0,5)\cdot10^3$	—/—
13			$(1,4\pm0,2)\cdot10^5$	+/+	$(2,4\pm1,7)\cdot10^2$	—/—
16			$1,3\cdot10^6$	+/+	$(6,5\pm1,9)\cdot10^3$	—/—
23					$(2,1\pm2,3)\cdot10^3$	—/—

Примечание: + – обнаружены;
— – не обнаружены.

Из таблицы 1 видно, что КМАФАнМ в опытных группах по сравнению с контрольной после облучения ускоренными электронами снижается тем больше, чем выше доза облучения: с $(1,9\pm1,5)\cdot10^6$КОЕ/см^3 в контрольной группе до $(2,2\pm0,4)\cdot10^4$ КОЕ/см^3 во 2 серии, патогенные микроорганизмы после обработки в 1-ой

серии не инактивировались полностью, а после обработки во 2-ой серии S. typhimurium и L. monocytogenes не были выделены.

После хранения образцов количество КМАФАнМ КОЕ/см^3 в смывах с образцов контрольной группы увеличивается и при хранении до 7 суток достигает (4,0±0,9)·10^6 КОЕ/см^3. По органолептическим показателям контрольные образцы после 7 суток хранения не соответствовали свежему мясу (запах неспецифический, затхлый, поверхность кожи липкая).

В смывах образцов опытной группы 1 серии до 7 суток хранения происходило снижение КМАФАнМ с (1,5±0,2)·10^5 КОЕ/см^3 до (1,9±1,8)·10^4 КОЕ/см^3 , а затем постепенное увеличение микробной обсемененности. После 16 суток хранения этой группы образцов КМАФАнМ КОЕ/см^3 увеличилось до (1,3±1,1)·10^6, появляется посторонний запах, не свойственный свежему мясу птицы. Salmonella и Listeria на поверхности опытной группы 1 серии в образцах 1 опытной серии облучения не инактивировались.

В смывах с поверхности образцов 2 опытной серии происходит снижение микробной обсемененности с (2,2±0,4)·10^4 КОЕ/см^3 до (2,4±1,7)·10^2 КОЕ/см^3 после 13 суток хранения. Salmonella и Listeria во 2 опытной серии инактивировались. После 16 суток хранения КМАФАнМ КОЕ/см^3 смывов с образцов этой группы постепенно увеличивалось.

В таблице 2 представлены результаты микробиологических исследований глубоких слоев мышц образцов, зараженных Salmonella и Listeria и обработанных ускоренными электронами в двух сериях.

Из таблицы 2 видно, что в глубоких мышечных слоях КМАФАнМ (КОЕ/г) в опытных группах по сравнению с контрольной снижается с (5,9±1,6)•10^3 КОЕ/г до (1,1±0,1)•10^2 КОЕ/г во 2-ой серии), но обеззараживания от Salmonella и Listeria в 1 опытной серии не происходит. В процессе хранения КМАФАнМ (КОЕ/г) контрольной группы увеличивается и уже после 7 суток хранения достигает исходного значения – (1,9±0,2)•10^5 КОЕ/г при норме 2,0•10^5 КОЕ/г и по органолептическим показателям не соответствует свежему мясу

(запах неспецифический, затхлый, поверхность кожи липкая).

Таблица 2. Результаты микробиологических исследований глубоких слоев мышц образцов, зараженных Salmonella и Listeria и обработанных ускоренными электронами

Срок хранения, сут.	Контроль		Образцы, обработанные ускоренными электронами			
		1 серия		2 серия		
	КМАФаНМ, КОЕ/г	Salmonella/ Listeria	КМАФаНМ, КОЕ/г	Salmonella/ Listeria s	КМАФаНМ, КОЕ/г	Salmonella/ Listeria s
1	$(5,9\pm1,6)\cdot10^3$	+/+	$(3,5\pm0,6)\cdot10^2$	+/+	$(1,1\pm0,1)\cdot10^2$	—/—
7	$(1,9\pm0,2)\cdot10^5$	+/+	$(9\pm1,0)\cdot10^1$	+/+	$(4,5\pm1,5)\cdot10$	—/—
10			$(1,2\pm0,1)\cdot10^2$	+/+	$(3,5\pm0,5)\cdot10^1$	—/—
13			$(7,9\pm0,1)\cdot10^2$	+/+	$(4,0\pm1,0)\cdot10$	—/—
16			$(4,5\pm0,2)\cdot10^3$	+/+	$(4,0\pm0,8)\cdot10$	—/—
23					$(6,2\pm1,9)\cdot10^2$	—/—

Примечание: + − обнаружены;
— − не обнаружены.

КМАФАнМ образцов 1 опытной серии при хранении до 7 суток снижается до $(9\pm1,0)\cdot10$ КОЕ/г, но при дальнейшем хранении начинает увеличиваться до $(4,5\pm0,2)\cdot10^3$ КОЕ/г, и патогенные микроорганизмы не инактивируются. По органолептическим

показателям (присутствие постороннего запаха, ослизнение поверхности) дальнейшие исследования не проводились.

Во 2 опытной серии общее микробное число в процессе хранения до 16 суток снижается до $4 \cdot 10^1$ КОЕ/г, Salmonella и Listeria после облучения не обнаружили.

После обработки ускоренными электронами и в процессе хранения проводили органолептические исследования образцов. Результаты исследования представлены в таблице 3.

При хранении до 7 суток образцов контрольной группы по органолептическим признакам имеет признаки порчи: запах – не свойственный свежему мясу, незначительную липкость кожи, цвет бледный. Образцы опытной партии органолептических признаков порчи не имеют, но во 2 серии присутствует посторонний, неспецифический (отличный от контроля) запах.

Таблица 3. Результаты органолептических исследований образцов, зараженных Salmonella и Listeria, после обработки ускоренными электронами

Показатели свежести мяса	Группы образцов		
	Контроль	1 серия	2 серия
Органолептические			
1. Внешний вид и цвет поверхности тушки	сухая, бело-вато-желтого цвета с розовым оттенком	сухая, бело-вато-желтого цвета с розовым оттенком	сухая, бело-вато-желтого цвета с розовым оттенком
подкожной и внутренней жировой ткани	желтого цвета	желтого цвета	желтого цвета

Показатели свежести мяса	Группы образцов		
	Контроль	1 серия	2 серия
Органолептические			
серозной оболочки грудобрюшной полости	влажная, блестящая	влажная, блестящая	влажная, блестящая
мышц на разрезе	слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге, бледно-розового цвета	слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге, бледно-розового цвета	слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге, бледно-розового цвета
2. Микроскопия	следов распада мышечной ткани нет, микрофлора не обнаружена	следов распада мышечной ткани нет, микрофлора не обнаружена	следов распада мышечной ткани нет, микрофлора не обнаружена
3. Запах	специфический, свойственный свежему мясу птицы	специфический, свойственный свежему мясу птицы	присутствие постороннего, не свойственного мясу птицы запаха
4. Прозрачность и аромат бульона	прозрачный, ароматный	прозрачный, аромат свежего мяса слабее	прозрачный, аромат свежего мяса слабее

Были проведены физико-химические исследования образцов после обработки ускоренными электронами. Результаты исследования представлены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты физико-химических исследований образцов после обработки ускоренными электронами

Показатели	Контроль	1 серия	2 серия
Перекисное число	2,3 (0,029)	1,9 (0,024)	2,1 (0,027)
Летучие жирные кислоты, мг/100г	1,72	2,14	2,14
Кислотное число	2,39	2,31	1,14
Тест на свежесть	Отрицательный	Отрицательный	Отрицательный

Из таблицы видно, что в опытных группах по сравнению с контрольной происходит незначительное увеличение количества летучих жирных кислот, но не превышающее нормативные значения для свежего мяса (до 4 мг/100 г). Кислотное число во 2 опытной серии наоборот уменьшается, но не выходит за рамки нормы.

Выводы

В результате проведенных исследований образцов из мяса цыплят-бройлеров, обработанных ускоренными электронами, можно сделать вывод, что действие ускоренных электронов в 1 серии (доза– 4,0 кГр (на поверхности) и до 4,8 кГр в глубоких слоях) на Salmonella и Listeria неэффективно, во 2 серии (доза облучения − 7,5 кГр (на поверхности) и до 9,0 кГр в глубоких слоях) Salmonella и Listeria инактивируются, и пролонгируется срок хранения, но при этом появляется посторонний (отличный от контроля) запах.

Для определения оптимальных режимов обработки необходимо проводить дальнейшие исследования в данном направлении. Найденные в эксперименте эффективные с точки зрения инактивации патогенных микроорганизмов дозы излучения показывают, что метод в принципе может рассматриваться в качестве технологичного способа санитарной очистки мяса птицы, но для точного определения оптимальных режимов обработки необходимы более прецезионные измерения при изменении поглощенных доз с шагом не более 0,5 кГр ориентировочно в диапазоне от 4 до 7 кГр для мяса птицы из разных участков тушки и с определением радиационной устойчивости микроорганизмов тех видов, которые в первую очередь ответственны за порчу мяса при хранении.

Список литературы

1. Salvage, Bryan. Gaining favor ... slowly. “Meat & Poultry”, 2010, Vol. 56 No. 11 p. 70, 72, 74, 76. MeatPoultry.com, 2010, November 23.
2. Harrington, Rory. ‘Chicken and Egg’ dilemma stunts food irradiation takes up. MeatProcess.com, 2012, 03 February.
3. New ISO standard for food irradiation created. MeatPoultry.com, 2012, February 7.
4. Arvanitoyannis I.S. (2010). Irradiation of Food Commodities. Techniques, Applications, Detection, Legislation, Safety and Consumer Opinion. Academic Press is an imprint of Elsevier, 710.

УДК 664.68:336.71

***Н.Б. Кондратьев**, д.т.н., проф., зав отделом ГНУ НИИ кондитерской промышленности*

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ СОХРАННОСТИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ АНТИОКСИДАНТОВ

Для повышения сохранности кондитерских изделий используют различные антиоксиданты или их смеси, которые различаются по характеру воздействия на пищевые системы. При обосновании выбора антиоксидантов необходимо руководствоваться не только данными жирнокислотного состава жиров, но и учитывать состав собственных антиоксидантов в изделиях.

Исследовано влияние различных антиоксидантов (в том числе дигидрокверцетина) на окислительную стабильность жиров при прогнозировании процессов окислительной порчи кондитерских изделий.

Исследована возможность повышения сохранности мучных кондитерских изделий группы печенья путем повышения индукционного периода используемых жиров. Разработана усовершенствованная технология сахарного печенья.

Ключевые слова: кондитерские изделия, жиры, антиоксиданты, дигидрокверцетин, индукционный период, сохранность, печенье.

N.B. Kondratiev

SOME OF THE PROBLEMS OF ENHANCING THE SECURITY OF CONFECTIONERY PRODUCTS WITH ANTIOXIDANTS

To improve the safety of confectionery products using various antioxidants, or their mixtures, which vary according to the nature of the impact on the food system. In the justification of choice of antioxidants should be guided not only data of fatty acid composition of fats, but also take into account the composition of antioxidants in the products.

The effect of various antioxidants (including dihydroquercetin) on oxidative stability of fats in the prediction process of oxidative deterioration of confectionery.

We investigated the possibility of enhancing the security of flour confectionery products of the group of biscuits by increasing the induction period used fats. Developed by the advanced technology of sugar cookies.

Keywords: confectionery, fats, antioxidants, dihydroquercetin, induction period, the safety of biscuits.

На кондитерские предприятия поступают жиры с нестабильными показателями окислительной стабильности (с различным жирнокислотным составом), что обуславливает необходимость увеличения антиоксидантной активности различных групп жиров.

Для повышения сохранности кондитерских изделий при хранении в жиры вводят различные антиоксиданты или их смеси, качественный и количественный состав которых зависит от рецептурного состава изделий, обуславливающего жирнокислотный состав жировой фракции изделий, фактической массовой доли антиоксидантов, направлений окислительных процессов, вида упаковки, условий хранения изделий и др.

Причем, для каждой группы жиров требуется своя антиоксидантная защита с учетом свойств различных кондитерских систем [1-3].

Антиоксиданты различаются по характеру воздействия на пищевые системы:

- фенольного типа. Наиболее распространенные в кондитерских изделиях α, β, δ, γ-токоферолы различаются по своим антиоксидантным и витаминной активностям. Среди токоферолов β+γ- и δ-изомеры обладают наибольшей антиоксидантной активностью. К этой группе антиоксидантов относятся также ВНА, РС и др.;

- синергисты не обладают антиоксидантной активностью, но могут увеличивать или восстанавливать активность фенольных антиоксидантов. Наиболее часто используют аскорбиновую, фосфорную или другие органические кислоты (аскорбилпальмитат и фосфолипиды);

- дезактиваторы гидроперекисей могут преобразовывать гидроперекиси и перекиси в менее активные производные (селеноцистеин или селенометионин);

- гасители синглетного кислорода. Синглетный кислород образуется из обычного триплетного действием света в присутствии некоторых веществ. Синглетный кислород очень быстро вступает в окислительные реакции и поэтому чрезвычайно важно очень быстро вернуть его назад в менее активную триплетную форму (β-каротин и другие каротиноиды);

- комплексообразователи связывают ионы металлов с переходной валентностью, в том числе ионы меди, железа, кобальта, хрома или марганца, являющиеся активными прооксидантами, в неактивные комплексы (ЭДТА, лецитин и др.).

При выборе антиоксидантов необходимо руководствоваться данными жирнокислотного состава жиров, а также и качественного, и количественного состава собственных антиоксидантов в изделиях [4].

При определенных условиях антиоксиданты могут ускорять окислительные процессы, проходящие в кондитерских изделиях, действуя как прооксиданты. Поэтому для каждого конкретного кондитерского изделия необходимо проводить исследования, которые позволяют обосновать использование тех или иных антиоксидантов или их смесей.

Для производства кондитерских изделий используются раз-

личные группы жиров, характеризующиеся различными составом и окислительной стабильностью.

Проведены исследования влияния состава антиоксидантов на индукционный период пальмового жира, которые показали возможность значительного увеличения окислительной стабильности данной группы жиров, а значит и жировой фракции кондитерских изделий с массовой долей влаги менее 10 % и, при определенных условиях, с массовой долей влаги от 10 % до 20 %, в состав которых входит этот жир.

Полученные результаты свидетельствуют о протекании процессов свободно-радикального окисления жиров. Антиоксиданты фенольного типа не оказывают существенного воздействия на антиоксидантную активность пальмового масла (таблица 1).

Таблица 1. Индукционный период жира при введении антиоксидантов

№	Антиоксидант	Введенная массовая доля, мг/100 г жира	Индукционный период, час.
1	без антиоксиданта	0	8,0
2	смесь токоферолов	50	9,4
3	смесь токоферолов	50	17,2
	дигидрокверцетин	20	
4	смесь токоферолов	50	23,4
	аскорбилпальмитат	100	
5	смесь токоферолов	50	25,0
	дигидрокверцетин	10	
6	смесь токоферолов	50	34,8
	аскорбилпальмитат	200	
7	смесь токоферолов	50	37,4
	аскорбилпальмитат	250	
	ЭДТА	25	

Синергисты антиоксидантов, например аскорбилпальмитат, позволяют значительно увеличить индукционный период пальмового жира – до 34,8 часов, а добавление 25 мг ЭДТА на 100 г жира увеличивает индукционный период до 37,4 часов.

Для снижения скорости окислительных процессов используются природные и синтетические антиоксиданты, действие которых на различные жиры характеризуется показателем антиоксидантной активности.

Исследовано влияние массовой доли добавленных флавоноидных антиоксидантов на примере дигидрокверцетина на индукционный период различных жиров, которые служат моделями кондитерских изделий при прогнозировании изменений показателей окислительной порчи [5].

Индукционный период исследованных жиров находится в диапазоне от 2,2 до 19,2 часов. При этом индукционный период повышается в различной степени для жиров различных групп (таблица 2).

Таблица 2. Влияние дигидрокверцетина на антиоксидантную активность жиров

№	Вид жира	$T_и$, час.	Массовая доля дигидрокверцетина, %						
			0	0,001	0,005	0,010	0,020	0,050	0,100
1	Масло сливочное	15,6	1,0	1,7	-	1,7	1,8	2,0	2,2
2	Молочный жир	3,4	1,0	1,6	2,6	3,5	3,9	4,9	7,9
3	Пальмовое масло	13,2	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8
4	Кондитерский жир	6,9	1,0	1,4	1,7	2,1	-	-	2,3
5	Соевое масло	2,2	1,0	-	1,0	-	-	1,0	1,1
6	Масло какао	19,2	1,0	1,0	-	1,1	1,2	1,6	2,3

Антиоксидантная активность зависит от жирнокислотного состава жиров и от наличия собственных природных антиоксидантов.

При увеличении массовой доли ненасыщенных жирных кислот антиоксидантная активность при введении различных антиоксидантов уменьшается.

Антиоксидантная активность дигидрокверцетина проявляется в наибольшей степени для молочного жира животного происхождения или для растительных масел с массовой долей насыщенных жирных кислот более 50 % и массовой долей токоферолов менее 10 мг/100 г.

Добавление 0,01 % дигидрокверцетина увеличивает срок годности изделий, содержащих натуральный молочный жир, в 1,5 - 2,0 раза. 0,02 % дигидрокверцетина увеличивает срок годности шоколадных изделий в 1,1 - 1,2 раза, а 0,01 - 0,1 % дигидрокверцетина увеличивает срок годности мучных кондитерских изделий в 1,1 - 2,0 раза.

С целью повышения сохранности изделий группы печенья проведены исследования индукционного периода кондитерского жира с индукционным периодом 10 час. с массовой долей пальмитиновой кислоты 30 % и не содержащий линолевой кислоты, при введении различных антиоксидантов (таблица 3). Наибольшая антиоксидантная активность выявлена при введении в такой жир 0,25 % смеси токоферолов и 0,75 % аскорбилпальмитата.

Таблица 3. Индукционный период жира при введении антиоксидантов

№	Антиоксидант	Введенная массовая доля, мг/100 г жира	Индукционный период, час.
1	10% аскорбиновой к-ты 0,5 % DL-токоферолов	30	15,6
2		40	15,9
3	10% аскорбиновой к-ты 6,5 % смесь токоферолов	30	15,2
4		40	16,8

№	Антиоксидант	Введенная массовая доля, мг/100 г жира	Индукционный период, час.
5	75% аскорбилпальмитат 25% смесь токоферолов	125	20,1
6		250	23,1
7	дигидрокверцетин	25	17,0
8		50	20,8
9	25% аскорбилпальмитат 5 % DL-токоферолов 70% лецитин	30	19,4
10		40	20,1

Результаты позволяют прогнозировать существенное увеличение срока годности кондитерских изделий с массовой долей влаги менее 10 % с использованием жиров с введенными антиоксидантами и их синергистами Увеличение индукционного периода жира в 3,0 – 4,5 раза не позволяет прогнозировать увеличение срока годности изделий в 3,0 – 4,5 раза. Фактическое увеличение срока годности сахарного печенья происходит значительно меньше, в 1,5 – 2,5 раза.

Проведены исследования различных групп антиоксидантов для повышения срока годности мучных кондитерских изделий группы печенья с массовой долей влаги менее 10 %, для которых характерны, преимущественно, окислительные процессы.

Исследована возможность повышения сохранности мучных кондитерских изделий группы печенья при увеличении индукционного периода используемых жиров.

Введенный в гидрированное соевое масло α-токоферол оказывает очень слабое влияние на окислительную стабильность исследуемого (рисунок 1).

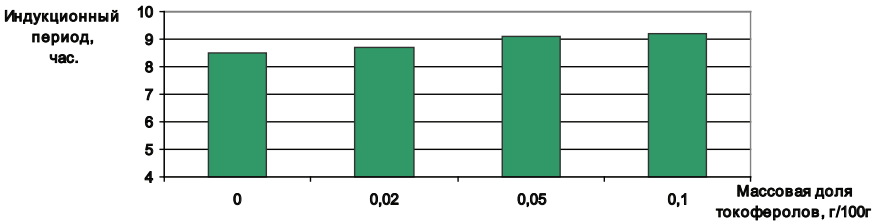
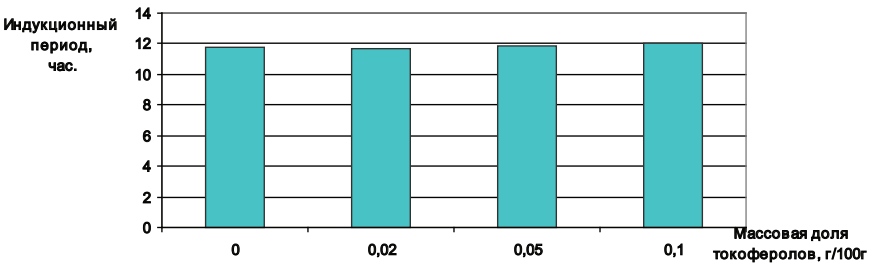


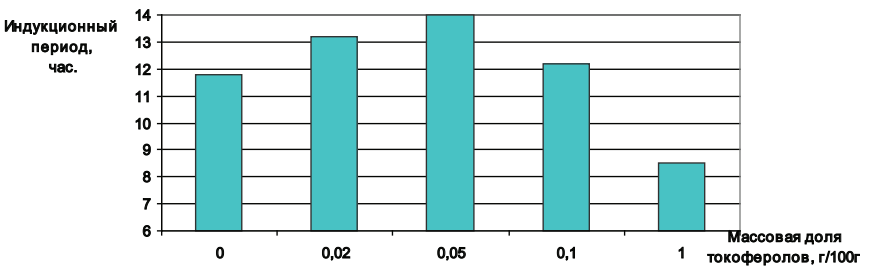
Рисунок 1. Влияние α-токоферола на индукционный период соевого гидрированного масла

Данные результаты объясняются наличием большой массовой доли собственных токоферолов, которые обеспечивают антиоксидантную защиту этого жира.

α-токоферол не оказывает существенного влияния на окислительную стабильность исследуемого образца пальмового масла (рисунок 2).



α - токоферол



Смесь токоферолов

Рисунок 2. Влияние токоферолов на индукционный период пальмового масла

Проведены исследования повышения индукционного периода пальмового жира для производства сахарного печенья с массовой долей жира 20 % на срок годности [6].

Печенье, изготовленное с использованием пальмового масла по существующей технологии, имеет срок годности 3,0 месяца. При оптимизации состава вводимой смеси токоферолов (Е 306) выявлено, что наибольшая величина индукционного периода пальмового масла с 0,05 % токоферолов составляет 14,0 часов (120 ºС). Коэффициент антиоксидантной активности составил 1,2, что недостаточно для существенного увеличения срока годности печенья.

Поэтому использован синергист токоферолов аскорбилпальмитат, введение которого увеличило индукционный период жира до 35 - 40 час., а срок годности печенья до 6 месяцев.

Сопоставлены величины индукционного периода жира сырья и сроки годности сахарного печенья с массовой долей жира 19 % (таблица 5).

Таблица 5. Показатели качества жира и срок годности печенья

Индукционный период жира, час.	Перекисное число, Моль акт. кисл./кг	Ориентировочный срок годности, мес.
12	1,0	3
30	1,0	5
35	1,0	6

На основе полученных данных разработана усовершенствованная технология сахарного печенья с целью повышения его сохранности.

Новая технология позволила повысить срок годности сахарного печенья с 3-х до 6-ти месяцев. Органолептические исследования сахарного печенья, полученного по усовершенствованной технологии в процессе хранения подтвердили увеличение

срока годности. Показатели вкуса и запаха печенья после 6 месяцев хранения практически не изменились. Другие органолептические показатели изменились незначительно.

Производственная апробация усовершенствованной технологии подтвердила значительное увеличение срока годности сахарного печенья.

Таким образом, показаны некоторые проблемы использования антиоксидантов в кондитерских изделиях и пути их решения.

Список литературы

1. Голант Б.Я., Петров Н. А. Повышение стойкости жиров и жиросодержащих продуктов. – М.: Пищепромиздат, 1958 . – 192 с.
2. Pokorny J. Antioxidants in Food Preservation / Food Science and Technology. 1999. – P. 309.
3. Нечаев А.П., Зайцев А.Н. Пищевые добавки. Справочник. - М.: Колос, 2001. – 256 с.
4. Кондратьев Н.Б., Скокан Л.Е., Фунтикова Н.С., Дегтярева Н.А. Использование антиоксидантов в кондитерских изделиях // Пищевая промышленность. – 2003. – № 1. – С. 50 – 51.
5. Кондратьев Н.Б., Савенкова Т.В., Радецкий Д.Р., Гаврилов А.Б. Дигидрокверцетин в производстве кондитерских изделий // Кондитерское производство. – 2007. – № 5. – С. 8 – 9.
6. Кондратьев Н.Б. Влияние окислительной стабильности жира на сроки годности печенья // Кондитерское производство. – 2012. – № 2. – С. 26 – 28.

УДК 614.84:006.354

И.А. Корольченко, *д.т.н., профессор,* ***А.В. Гаврилов, Т.А.Оськина, В.Н. Юхторов*** *ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

ПРОФИЛАКТИКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО САМОВОЗГОРАНИЯ ПРОДУКЦИИ НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ

В статье представлены зависимости, легшие в основу расчетных методов определения условий теплового самовозгорания насыпей и отложений материалов, прогретых выше температуры контактирующей с ними среды. На основании подобных расчетов можно формулировать профилактические мероприятия для предотвращения самовозгорания при транспортировании, хранении и переработке твердых материалов на хозяйственных объектах.

Ключевые слова: твёрдые дисперсные материалы, насыпи, отложения, самовозгорание, очаги самонагревания, микробиологические факторы, хранение, расчётные методы.

I.A. Korolchenko, A.V. Gavrilov, T.A. Osjkina, V.N. Yuhtorov

THE SAFETY OF PRODUCTS MICROBIOLOGICAL SELF-IGNITING AT STORAGES

The dependences offered are used by methods defining of material dumps and sediments thermal self-ignition conditions for dumps heating more than environment. The dependences using

leads to fire safety requirements for keeping, transporting or reprocessing solid materials at various objects.

Keywords:Solid dispersed materials, dumps, sediments, self-ignition, hot spot of self-heating, microbiological factors, keeping, calculating methods

На объектах складского назначения России находится огромный перечень материалов растительного и животного происхождения, некоторые из них хранятся длительное время. Различные зернопродукты размещают на элеваторах, а в крытых складских помещениях - овёс, натуральный каучук, хлопок, шерстяные изделия, крупы, муку и т. п. Вся эта продукция характеризуется невысокой теплопроводностью, что способствует аккумуляции тепла, выделяющегося в результате процессов термоокисления. Если характеристический размер ёмкости с сыпучим материалом или зоны компактной укладки (штабеля) продукции превышает критическую для заданных температурных условий величину, то в результате непрерывного разогрева массы материала произойдёт самовозгорание. Ограничивая размер бункера или штабеля, можно самовозгорание хранимой продукции предотвращать. В этом случае будет обеспечиваться эффективный теплоотвод.

В последнее время популяризуются такие мероприятия по снижению возможности самосогревания материалов (прежде всего – зерна), как предварительная сушка и обеспечение охлаждения продукции при хранении. Это, прежде всего, способствует замедлению процессов жизнедеятельности микроорганизмов, сопровождаемых выделением тепла. Но самовозгорание многих органических веществ может происходить без участия микрофлоры и при относительно невысоких температурах (близких к условиям хранения). Любая термообработка продукции приводит к дополнительным осложнениям – необходимо контролировать время пребывания частиц материала в зоне повышенных температур (возможно застревание зёрен и т. п.) и требуемую степень

охлаждения перед засыпкой в бункер (формированием штабеля). Если тлеющая частица попадёт в ёмкость хранения, она может стать источником зажигания всей массы продукции. Если материал нагрет выше температуры окружающей среды, возможна реализация механизма «очагового» самовозгорания. В этом случае охлаждения засыпанной в силос или сложенной в штабель массы не произойдёт из-за плохого отвода тепла, температура продукции начнёт расти. Гарантированно избегать самовозгорания продукции можно только в результате расчётного обоснования (с помощью современных методов) и практической реализации безопасных условий хранения материалов. В настоящее время появилась возможность научного обоснования мероприятий по профилактике как теплового (без участия микроорганизмов), так и микробиологического самовозгорания хранимых материалов.

Профилактика самовозгорания продукции очень важна, так как пренебрежение соответствующими мероприятиями может приводить к внезапному возгоранию зоны хранения на большой площади (в большом объёме). Бороться с масштабным возгоранием всегда трудно, избежать серьёзного материального ущерба скорее всего не удастся. Самовозгорание может приводить к наиболее масштабным и быстрым потерям хранимой продукции.

В данной статье рассматриваются вопросы профилактики микробиологического самовозгорания, неконтролируемого роста температуры материала в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Такие процессы характерны, прежде всего, для продукции растительного и животного происхождения (зерно, натуральный каучук, шерсть и т. д.). Пожарная опасность объектов хранения растительного сырья исследовалась давно, особенно ценные с практической точки зрения результаты получены в 80-х – 90-х гг. [1]. При этом изучались хранилища, в которых развивались процессы, связанные с жизнедеятельностью микрофлоры. Причины взрывов внутри корпусов оборудования хранилищ растительного сырья впервые объяснены выделением горючих газов

в результате протекания микробиологических процессов. А.Г. Дегтяревым приближенно и численно решена задача о распространении тепла в самонагревающейся насыпи при пластовом и сферическом очагах внутри нее. Экспериментально показано, что температура в центре влажной массы растительного сырья достигает величины 55 – 65 °С за 3 – 5 суток. Предложенные профилактические мероприятия связаны, прежде всего, с ранним обнаружением развития микробиологических процессов (контроль самонагревания растительной массы, начала выделения газообразных продуктов и т. п.).

В работах, выполненных под руководством Г.Б. Манелиса и А.В. Крестинина [2], представлена математическая модель процесса жизнедеятельности микроорганизмов с учетом окисления питательного субстрата кислородом воздуха в неизотермических условиях. Характер изменения некоторых параметров, учитываемых моделью, подтвержден надежными экспериментальными данными. Этот метод позволяет с достаточной точностью описать процессы самонагревания различной увлажненной органической массы растительного происхождения. Процессы самонагревания, связанные с жизнедеятельностью микрофлоры, с учетом испарения содержащейся в питательной среде влаги и оценкой влияния повышения температуры на снижение численности популяции микроорганизмов смоделированы в работах Ю.И. Рубцова с сотрудниками [3]. Представленные этими исследователями экспериментальные результаты позволяют выделить диапазоны изменения температуры среды, при которых последовательно превалируют процессы питания микрофлоры, гидролиза и деструкции зерновой массы. С 70 – 80 ºС тепловыделение в увлажненной массе связано в основном с гидролизом. После достижения температур 160 ºС влиянием гидролизации можно пренебрегать. Существенную роль при 143 ºС играет термическая деструкция зерна, эти процессы при возможности дальнейшего разогрева массы и приводят к возгоранию. Отмечено также,

что начинающееся с 50 – 60 ºС влияние интенсификации поглощения тепла (за счет испарения влаги) во многих случаях будет препятствовать достижению режима теплового взрыва. Главным результатом этих работ является теоретическое описание процессов микробиологического самонагревания.

Расчетные методы могут применяться также при оценке возможности перехода микробиологического самонагревания к режиму неконтролируемого роста температуры с последующим возгоранием хранимого продукта. Критические условия такого перехода целесообразно оценивать по алгоритмам методов расчета для «очагового» самовозгорания (для продукции, нагретой выше температуры окружающей среды). Подобная методика была принята на вооружение специалистами МЧС России [4] для обоснования профилактических мероприятий по пожарной безопасности объектов складского назначения.

Для подготовки положений упомянутой методики в диссертации одного из авторов [5] решена задача для условий теплообмена очага с нереакционноспособной средой по закону Ньютона и граничных условиях третьего рода. Тепловое состояние реагирующей системы в безразмерном виде описывается уравнением:

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = \delta \cdot e^{\theta} + \nabla^2 \theta . \qquad (1)$$

Задача решалась при следующих условиях однозначности:

$$\tau = 0; \theta = \begin{cases} 0, \xi \le R_0 \\ -\theta_0, \xi > R_0 \end{cases}, \qquad (2)$$

$$\tau > 0; \xi = 0, \partial\theta / \partial\xi = 0; \xi = R_0, \theta = -\theta_0 \quad , \qquad (3)$$

где $\xi = \frac{x}{r}$ - безразмерная координата;

R_0 - радиус реакционной зоны;

$\delta = \frac{Q\rho}{\lambda} \frac{E}{RT_0^2} r^2 k_0 e^{\frac{E}{RT_0}}$ - значение параметра Франк-Каменецкого;

T_0 - температура окружающей среды; Q - теплота реакции; k_0 - предэкпоненциальный множитель; c - теплоёмкость вещества; ρ - плотность вещества; λ - коэффициент теплопроводности; r - характерный размер очага; x - координата; t - безразмерное время; E - энергия активации; R - универсальная газовая постоянная;

$\theta = \frac{E}{RT_0^1}(T - T_0)$ - безразмерная температура;

$$\theta_0 = \frac{E}{RT_r^2}(T_r - T_0);$$

$T_{\tilde{A}}$ - температура предварительного прогрева материала;

T - текущая температура.

Для решения использовались допущения работы Б.С. Сеплярского с сотрудниками [6]. В результате решения задачи получены соотношения, связывающие критический размер зоны реакции с начальным перепадом температур:

- для плоскопараллельного очага

$$1-\frac{1}{\theta_0}=erf\left(\frac{R_{0KP}-1}{2}\right) \quad , \qquad (4)$$

- для сферического очага

$$1-erf\left(\frac{R_{0KP}-1,732}{2}\right)=\frac{1,732}{\theta_0 \cdot R_{0KP}} \quad , \qquad (5)$$

- для цилиндрического очага

$$1-erf\left(\frac{R_{0KP}-1,414}{2}\right)=\frac{1}{\theta_0 \cdot \sqrt{R_{0KP}}} \quad , \qquad (6)$$

где $R_{0KP}=\sqrt{\delta_{KP}}$ - радиус зоны реакции; δ_{KP} - критическое значение параметра Франк-Каменецкого (при критической температуре T_{KP} окружающей среды).

На основании обработки данных расчётов по формулам (4) – (6) критические условия самовозгорания представлены более простыми выражениями:

для пластины ($j=0$) $\delta_{KP}=5,05(\ln\theta_0)^{0,95}$, (7)

цилиндра ($j=1$) $\delta_{KP}=9,87(\ln\theta_0)^{0,7}$ и (8)

сферы ($j=2$) $\delta_{KP}=12,75(\ln\theta_0)^{0,65}$, (9)

где j - фактор формы.

Расчет критических условий для куба и прямоугольных брусов проводился по предложенному Томасом соотношению:

для куба ($j = 3{,}28$) $$\delta_{KP} = 10,25\left(\ln\theta_0\right)^{0,61}. \qquad (10)$$

Приближенные выражения для прямоугольного бруса представлены в виде $\delta_{KP} = в \cdot \ln\left(м - \theta_0\right)$:

при $p > 2$ $$\delta_{KP} = 4{,}98 \cdot \ln\left(1{,}2 - \theta_0\right), \qquad (11)$$

$1 \le p \le 2$ $$\begin{aligned} в &= 50{,}1 - 118p + 111p^2 - 45p^3 - 6{,}76p^4 \\ м &= -26{,}7 + 87{,}6p - 93{,}7p^2 + 42{,}2p^3 - 6{,}86p^4 \end{aligned}, \qquad (12)$$

где p - отношение среднего и наименьшего размера бруса.

Экспериментальное изучение этого явления в лабораторных условиях [5,7] выполнялось в следующей последовательности. Предварительно в термошкафу прогревались тонкие слои материалов. Затем исследуемый продукт помещался в кубические контейнеры, выполненные из металлической сетки, различного размера с высотой от 0,1 до 0,5 м. В большинстве экспериментов прогретый материал остывал при комнатной температуре. Контейнеры с ребром 0,1 м подвешивались в объеме рабочей камеры термостата с температурой среды несколько ниже температуры предварительного прогрева. Показано, что расчет критической температуры очагового самовозгорания материала с помощью формулы (10) приводит к погрешности, не превышающей 8 ºС, по сравнению с экспериментом.

Пользуясь приведёнными выше выражениями, можно определить безопасный размер штабеля продукции или бункера (силоса) для сыпучих материалов, в которых нагретый до определённой температуры продукт не самовозгорится, а постепенно остынет. По этим же формулам определяется безопасная

температура прогрева материала, складываемого в штабель или ёмкость заданных размеров.

Профилактика микробиологического самовозгорания может обеспечиваться при использовании безопасных размеров штабелей и емкостей для температур прогрева материала до 100 ºС (согласно авторам [8 – 10]). Если же критическая для данного размера скопления продукции температура оказывается ниже, необходимо оценивать время индукции процесса очагового самовозгорания. Известно, что в процессе жизнедеятельности микроорганизмы разогревают среду своего обитания до температур 70 – 100 °С [8 – 10]. Эти температуры являются предельными для существования микрофлоры, при таком прогреве она погибает. Разогретый материал после гибели микроорганизмов начинает остывать. Процесс самонагревания зерновой массы [11] характеризуется обычно инкубационным периодом (с малой скоростью повышения температуры), продолжающимся обычно от 2 до 25 суток. За ним следует резкое повышение скорости разогрева массы растительного материала (в 2 – 22 раза), обычно приводящее к достижению максимальной температуры материала. Температура, близкая к максимальной, сохраняется в материале от 3 до 8 суток. Затем происходит постепенное охлаждение продукции.

Если расчётное значение периода индукции процесса очагового самовозгорания превышает 10 суток (или другое установленное экспериментом время сохранения материалом околопредельных для самонагревания температур) при заданной степени разогрева продукции, микробиологического самовозгорания в зоне хранения не произойдёт. Если же расчётная величина периода индукции оказывается меньше, необходимо предусматривать мероприятия по профилактике самовозгорания (уменьшать размер применяемых для хранения бункеров, штабелей и т. п.).

Приемлемое для практического использования решение

задачи в нестационарной постановке (для возможности расчёта периода индукции) получено авторами [12]. В первой части этой статьи выведена формула, расчет по которой с удовлетворительной погрешностью (не более 10 %) соответствует результатам лабораторных экспериментов [5,7]. Эти опыты выполнялись при начальном разогреве материала выше температуры окружающей среды (начальном температурном напоре θ_0), близком к критическим значениям для кубических образцов со стороной не более 0,5 м. Величина θ_0 при этом менялась от 6,9 до 9,2. При увеличении размера зоны компактной укладки или засыпки продукции (например – нагретый материал засыпается в бункер или формируется в штабель) значения критической температуры нагрева $T_Г = T_{КР}$ и величины θ_0 будут снижаться. Как показывают расчеты, критическое значение θ_0 для штабеля продукции шириной 1,8 м может приближаться к 3. Область применения полученного в первой части статьи [12] выражения оказывается существенно уже.

В первой части упомянутой статьи также было показано, что функция под знаком интеграла в полученном решении имеет разрыв. Этот разрыв связан с условиями баланса функций, характеризующих тепловыделение и теплоотвод из реакционной зоны, и смещается при изменении условий задачи. Для получения выражения, определяющего решение поставленной задачи в надкритической области, требуется ввести следующие обозначения:

$$\theta = \frac{E}{RT_{кр}^2}\left(T - T_{кр}\right)$$ - безразмерная температура; (13)

$$\theta_н = \frac{E}{RT_{кр}^2}\left(T_н - T_{кр}\right)$$ - начальный температурный напор; (14)

$$\theta_0 = \frac{E}{RT_{кр}^2}\left(T_{кр} - T_0\right),$$ (15)

где T_H - начальная температура очага; $T_{кр}$ - критическая температура прогрева очага (при превышении которой происходит самовозгорание).

Решаемая задача для ньютоновского охлаждения химически реагирующих тел в предположении Аррениусовской кинетики и реакции нулевого порядка может быть представлена в виде следующей системы уравнений:

$$\frac{\partial\theta}{\partial\tau}=\frac{1}{\delta_{кр}}\left(\frac{\partial^2\theta}{\partial\xi^2}+\frac{j}{\xi}\frac{\partial\theta}{\partial\xi}\right)+e^{\theta} \quad , \tag{16}$$

$$\tau=0; \qquad \theta=\theta_н , \tag{17}$$

$$\xi=0; \qquad \frac{\partial\theta}{\partial\xi}=0 \qquad \text{и} \qquad \theta=\theta_* , \tag{18}$$

$$\xi=1; \quad -\frac{\partial\theta}{\partial\xi}=Bi(\theta_н+\theta) \ , \tag{19}$$

где $\tau=\frac{QEk_0e^{-\frac{E}{RT_{кр}}}}{cRT_{кр}^2}t$ - безразмерное время; (20)

$\delta_{кр}=\frac{QEk_0pr^2e^{-\frac{E}{RT_{кр}}}}{\lambda RT_{кр}^2}$ - критическое значение параметра Франк-Каменецкого; (21)

$Bi=\frac{\alpha r}{\lambda}$ - параметр Био; (22)

θ_* - температура в центре образца; α - коэффициент теплоотдачи.

Задача в сформулированном виде не имеет аналитическо-

го решения, в связи с чем снова необходимо использовать приближенные методы. Считаем, что распределение температуры в очаге может быть описано полиномом второй степени:

$$\theta = A + B\xi + C\xi^2 \quad , \tag{23}$$

где коэффициенты полинома являются функциями только времени и должны быть определены из граничных условий.

Далее приведём основные этапы решения. Распределение температуры в тепловом очаге записывается следующим образом:

$$\theta = \theta_\infty - \frac{Bi}{2+Bi}(\theta_0 + \theta_\infty)\xi^2 = \theta_\infty - m(\theta_0 + \theta_\infty)\xi^2 \quad , \tag{24}$$

где $m = \dfrac{Bi}{2+Bi}$. (25)

Интегрирование уравнения (16) по координате

$$\int_0^1 \frac{\partial\theta}{\partial\tau} d\xi = \int_0^1 \frac{1}{\delta_{пр}}\left(\frac{\partial^2\theta}{\partial\xi^2} + \frac{j}{\xi}\frac{\partial\theta}{\partial\xi}\right) d\xi + \int_0^1 e^{\theta} d\xi \tag{26}$$

приводит с учетом (24) к следующим результатам:

$$\int_0^1 \frac{\partial\theta}{\partial\tau} d\xi = \left(1 - \frac{m}{3}\right)\frac{d\theta_\infty}{d\tau} \quad , \tag{27}$$

$$\int_0^1 \frac{1}{\delta_{пр}}\left(\frac{\partial^2\theta}{\partial\xi^2} + \frac{j}{\xi}\frac{\partial\theta}{\partial\xi}\right) d\xi = -\frac{2m}{\delta_{пр}}(j+1)(\theta_0 + \theta_\infty) \quad . \tag{28}$$

Для экспоненциального члена уравнения (26) получаем:

$$\int_0^1 e^{\theta} d\xi = e^{\theta_\infty}\int_0^1 e^{-m(\theta_0+\theta_\infty)\xi^2} d\xi = e^{\theta_\infty}\left.\frac{\sqrt{\pi}\,\mathrm{erf}\left(\sqrt{m(\theta_0+\theta_\infty)}\cdot\xi\right)}{2\sqrt{m(\theta_0+\theta_\infty)}}\right|_0^1 \quad , \tag{29}$$

где $\mathrm{erf}\sqrt{m(\theta_0+\theta_*)}=\frac{2}{\sqrt{2\pi}}\int_0^{\sqrt{m(\theta_0+\theta_*)}} e^{-x^2}dx$ - интеграл вероятности Гаусса [13].

Для величин $m(\theta_0+\theta_*)>>1$, характеризующих изучаемый процесс, интеграл вероятности практически равен единице и, с учетом $\mathrm{erf}(0)=0$, выражение (29) можно записать в виде:

$$\int_0^1 e^{-\theta}d\xi = e^{\theta_*}\sqrt{\frac{\pi}{4\cdot m(\theta_0+\theta_*)}} \quad . \qquad (30)$$

После интегрирования выражения (26) и умножения всех его членов на δ (параметр Франк-Каменецкого для текущей температуры процесса Т в надкритической области) получаем следующее дифференциальное уравнение для изменения температуры очага:

$$\chi\cdot\frac{d\theta_*}{d\tau}=\nu\frac{e^{\theta_*}}{\sqrt{(\theta_0+\theta_*)}}-\Delta\cdot\mu\cdot(\theta_0+\theta_*) \quad , \qquad (31)$$

где $\chi=\delta\left(1-\frac{m}{3}\right)$ (32); $\nu=\delta\sqrt{\frac{\pi}{4m}}$ (33);

$\mu=2m\left(j+1\right)$ (34); $\Delta=\frac{\delta}{\delta_{кр}}$ (35).

Уравнение (31) является дифференциальным уравнением с разделенными переменными и может быть преобразовано к интегралу

$$\tau=\int\frac{\chi\cdot\sqrt{(\theta_0+\theta_*)}\,d\theta_*}{\nu\,e^{\theta_*}-\Delta\cdot\mu(\theta_0+\theta_*)^{1,5}} \quad . \qquad (36)$$

Функция под интегралом (36) также имеет разрыв, так как уравнение (31) может характеризовать и докритические режи-

мы процесса (с превалированием теплоотвода над тепловыделением). Разрыв рассматриваемой функции соответствует обнулению знаменателя формулы (36). Так как разность в знаменателе выражения (36) характеризует баланс функций тепловыделения и теплоотвода, нулевой баланс определяет критическое условие задачи. Кроме того, прогрев материала до критической температуры ($T=T_{кр}$) соответствует $\theta = \theta_* = 0$. Исходя из вышеизложенного, остывание очага становится невозможным при условии

$$\nu \geq \Delta \cdot \mu \cdot \theta_0^{1,5}. \qquad (37)$$

В этом случае функция под интегралом (36) асимптотически приближается к оси ординат при $\theta_* \to 0$ и к оси абсцисс при $\theta_* \to \infty$, графически характеризуя весь диапазон сверхкритических для процесса условий (см. рис. 1). Максимальная величина периода индукции процесса самовозгорания может определяться по выражению:

$$\tau = \int \frac{\Psi \cdot \sqrt{(\theta_0 + \theta_*)}\, d\theta_*}{\theta_0^{1,5} \cdot e^{\theta_*} - (\theta_0 + \theta_*)^{1,5}}, \qquad (38)$$

где $\Psi = \dfrac{\chi}{\Delta \cdot \mu}$. (39)

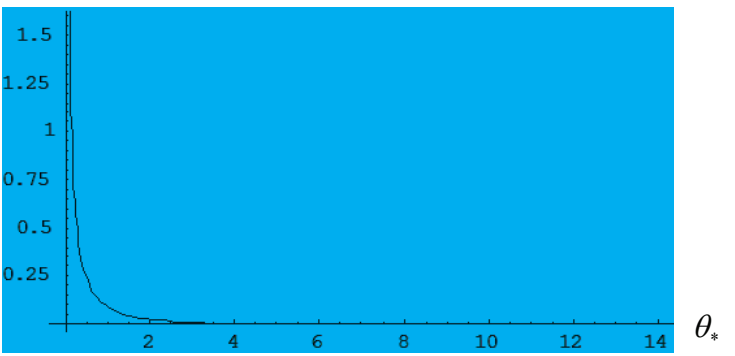


Рис. 1. Вид функции $f(\theta_*) = \dfrac{\Psi \cdot \sqrt{(\theta_0 + \theta_*)}}{\theta_0^{1,5} \cdot e^{\theta_*} - (\theta_0 + \theta_*)^{1,5}}$ (при $\theta_0 = 8{,}19$ и $\Psi = 1{,}06$)

Интеграл (38) не берется в конечном виде, но может быть определен численно в пределах изменения переменной θ_* от $\theta_н$ до ∞. Для более широкого практического использования полученного решения целесообразно найти приближенную зависимость, экстраполирующую имеющиеся экспериментальные результаты изучения процесса очагового самовозгорания [5]. Если при определении параметров θ_* и δ принять $T=T_н$, экспериментальные данные работы [5] характеризуются изменением величин θ_0 от 7 до 9,1; значений θ_* в диапазоне 0,076-0,85; параметра $\delta_{кр}$ от 5 до 18,1; величин δ от 5,3 до 24,9; значений Δ от 1,07 до 1,94. Результаты эксперимента описываются с погрешностью не более 30 % (см. табл. 1) следующей зависимостью:

$$\tau = \frac{A \cdot B \cdot \Psi \cdot \sqrt{\theta_0 + \theta_*}}{\theta_0^{1,5} \cdot e^{\theta_*} - (\theta_0 + \theta_*)^{1,5}}, \qquad (40)$$

где $A = \varphi^{-0,71} \cdot \theta_*^{1,4} \cdot \Delta^{2,9}$; (41)

$$\varphi = \frac{\theta_*}{\delta_{кр}}; \qquad (42)$$

при $\delta_{кр} \leq 6,5$

$$B = 1,03 \cdot 0,79^{\frac{1}{\theta_*}} \cdot \theta_*^{-1,62}; \qquad (43)$$

при $\delta_{кр} > 6,5$

$$B = 0,16 \cdot 5,69^{\theta_*} \cdot \theta_*^{-0,35}. \qquad (44)$$

Максимальная ошибка оценки периода индукции отмечена лишь в одном случае, прочие экспериментальные результаты описываются зависимостью (40) с погрешностью не более 15 %. Величина усредненной относительной погрешности составляет

8,3 %. Выражение (40) не должно иметь ограничений к применению в наиболее широком диапазоне изменения учитываемых им параметров. Вполне удовлетворительное описание результатов лабораторных экспериментов с его помощью позволяет рекомендовать формулы (40) – (44) для оценки периода индукции очагового самовозгорания скоплений материала практически важных масштабов (в штабелях, бункерах и т. п.), прогретого выше температуры окружающей среды.

С учетом значений теплофизических характеристик семян различных зерновых культур [6] выполнены расчеты условий очагового самовозгорания зернопродуктов в условиях хранения. В качестве примера можно привести результаты расчёта для зерна ржи, хранящегося в силосах цилиндрической формы (см. рис. 2 и 3). На рис. 2 представлена зависимость критического размера силоса (половина диаметра) от температуры прогрева загруженного в него материала. Очаговое самовозгорание ржаного зерна возможно в силосах с диаметром 4 м и более (соответствует критическим температурам менее 100 °С). В силосе диаметром 11 м зерно может самовозгореться при прогреве всего до 50 °С. Весь вопрос: за какое время ?

Таблица 1. Расчетные и экспериментальные значения периода индукции очагового самовозгорания

Материал	$T_{кр}$, К	$T_н$, К	T_0, К	r, м	θ_0	θ_*	$\delta_{кр}$	Δ	$\tau_р$	$\tau_э$	Относительная погрешность, %
Сосновые опилки	424	429	293	0,25	8,19	0,281	13,60	1,293	1,099	1,556	29,35
	424	432	294	0,25	8,13	0,500	13,60	1,574	1,733	1,523	9,57
	436	443	295	0,20	8,46	0,118	17,07	1,115	1,480	1,513	2,14
	448	451	294	0,15	8,62	0,168	18,15	1,166	1,538	1,506	2,14
	448	453	292	0,15	8,74	0,280	18,15	1,290	1,656	1,524	8,61
	477	484	293	0,07	9,09	0,846	16,02	1,366	1,408	1,489	5,45
Торф	390	391	298	0,25	7,02	0,076	4,99	1,074	1,747	1,720	1,56
	397	402	298	0,20	7,29	0,368	5,21	1,403	1,835	1,696	8,19
	397	403	298	0,20	7,29	0,472	5,21	1,500	1,496	1,660	9,88
	408	419	298	0,15	7,67	0,732	6,10	1,941	1,713	1,670	7,94
Технический углерод	515	517	295	0,20	8,81	0,080	17,07	1,075	1,567	1,513	3,58
	504	506	293	0,25	8,82	0,084	17,75	1,078	1,648	1,484	11,1
	504	510	293	0,25	8,82	0,251	17,75	1,191	1,500	1,455	3,08
	515	521	294	0,20	8,85	0,240	17,07	1,239	1,379	1,528	9,76
	529	532	293	0,15	8,88	0,114	15,70	1,107	1,211	1,422	14,86
	529	538	293	0,15	8,95	0,342	15,70	1,353	1,359	1,511	10,08
	580	583	294	0,07	9,03	0,095	16,62	1,088	1,369	1,417	3,32

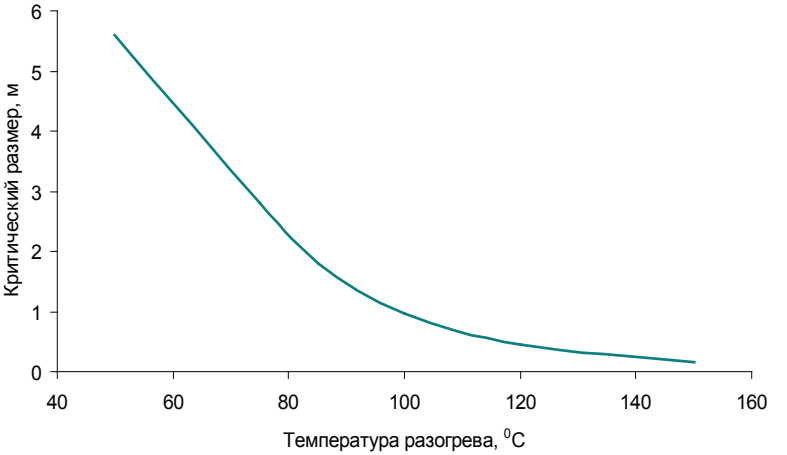


Рис. 2. Зависимость критического размера цилиндрической ёмкости от температуры разогрева ржаного зерна

На рис. 3 представлены результаты расчёта температурной зависимости периода индукции процесса очагового самовозгорания ржаного зерна в силосе «классического» размера (с диаметром горизонтального сечения 6 м). Как показывает перекрестье на рис. 2, в таком силосе рассматриваемый продукт самовозгорится уже при разогреве до 74 °С. Но период индукции очагового самовозгорания становится меньше 10 суток при самонагревании массы материала до температур около 90 °С и выше. При таких разогревах микробиологическое самовозгорание ржаного зерна в силосах диаметром 6 м возможно. Если содержание микрофлоры в зерне допускает разогрев до температур менее 90 °С, зерновая масса благополучно остынет и самовозгорание продукта не произойдёт.

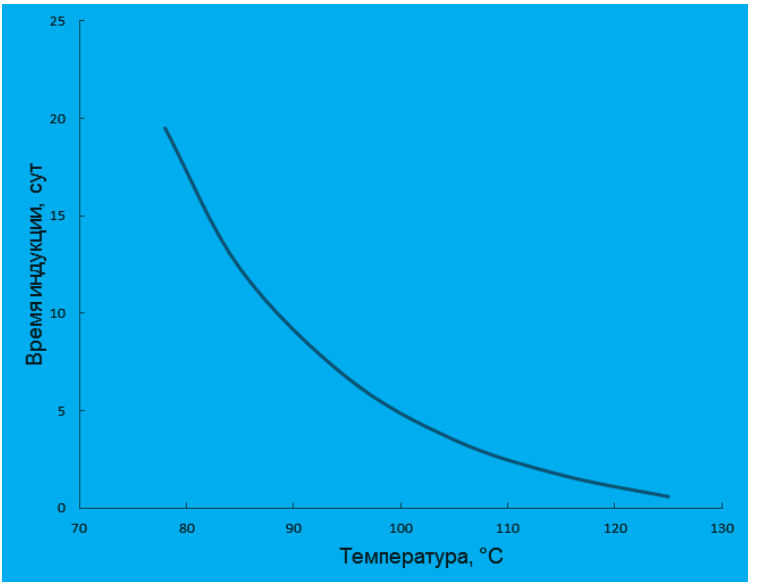


Рис. 3. Температурная зависимость периода индукции

В случае установления опасности самовозгорания продукции при хранении требуется выполнение комплекса профилактических мероприятий. Например, профилактика развития пожаров и взрывов в емкостях зернохранилищ должна предусматривать следующее:

- непрерывный мониторинг температурного режима хранения;
- мониторинг состава горючих компонентов газовой среды в случае аварийного режима самосогревания (при необходимости - с возможностью управления системами вентиляции и флегматизации);
- ограничение размеров, секционирование емкостей для конкретных видов продукции (на основании расчета безопасных характеристик процесса);
- расчётное обоснование режима выгрузки аварийного

резервуара и определение способов защиты смежных с ним емкостей;

- расчётное обоснование характеристик систем стабилизации температуры (флегматизация и охлаждение) выгружаемого из аварийных емкостей продукта.

Вывод

Представлена методология расчёта условий очагового самовозгорания хранимых материалов. Показана возможность микробиологического самовозгорания продукции в условиях хранения. Предложенные алгоритмы позволяют определить безопасные для самовозгорания условия хранения. Приведены основные направления деятельности по профилактике микробиологического самовозгорания на хозяйственных объектах.

Список литературы

1. Вогман Л.П., Горшков В.И., Дегтярев А.Г. Пожарная безопасность элеваторов. – М.: Стройиздат. – 1993. – 288 с.

2. Крестинин А.В., Перегудов Н.И., Самойленко Н.Г., Манелис Г.Б. Возникновение очага самосогревания при хранении зерна // Химическая физика. 2002, том 21, № 12, с. 54-65.

3. Рубцов Ю.И., Казаков А.И., Рубцова Е.Ю. Кинетические закономерности тепловыделения при развитии микроорганизмов на зерне пшеницы и оценка возможности теплового самовоспламенения, инициированного этим процессом // Химическая физика. 2003, том 22, № 6, с. 79-86.

4. Методика обеспечения пожарной безопасности складирования самовозгорающихся материалов. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС РФ, 2008. – 33 с.

5. Корольченко И.А. Тепловое самовозгорание насыпей и отложений твердых дисперсных материалов: Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – М.: ВНИИПО, 2007. – 472 с.

6. Сеплярский Б.С., Афанасьев С.Ю., Амосов А.П. Расчет критических условий воспламенения системы очагов разогрева // Физика горения и взрыва, 1990, т. 26, № 6. - с. 16-20.

7. Корольченко И.А., Горшков В.И., Казаков А.В. Экспериментальное изучение очагового самовозгорания // Материалы XIX Научно-практической конференции по вопросам борьбы с пожарами: «Пожарная безопасность многофункциональных и высотных зданий и сооружений», г. Балашиха, ВНИИПО 1-2 ноября 2005 г. Часть 1. – М.: ВНИИПО. - 2005. – с. 128-129.

8. Кривачев И.Т. Противопожарные мероприятия при сушке и очистке хлопка-сырца. - М.: Минкоммунхоз. - 1960. - 136 с.

9. Кельберт Д.Л. Предупреждение пожаров в хлопкоочистительной промышленности. - М.: Легкая индустрия. - 1973. - 158 с.

10. Таубкин С.И., Таубкин И.С. Пожаро- и взрывоопасность пылевидных материалов и технологических процессов их переработки. - М.: Химия. - 1976. - 264 с.

11. Трисвятский Л.А. Хранение зерна. - М.: Агропромиздат. - 1986. - 352 с.

12. Горшков В.И., Корольченко И.А. Способ расчета времени индукции при очаговом самовозгорании материалов. Части 1 и 2 // Пожарная безопасность, 2009, № 3-4.

13. Справочник по специальным функциям. Под ред. М. Абрамовица и И. Стиган. – М., Наука, 1979, 832 с.

14. Зверев С.В., Зверева Н.С. Физические свойства зерна и продуктов его переработки. – М.: ДеЛи принт. – 2007. – 176 с.

УДК 621.37/.39

С.В. Лопаткина *ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОТРАСЛИ СВЯЗИ

В статье рассказывается об инновационной телекоммуникационной системе «Волга» и новом волоконно-оптическом датчике - системе «Дунай».

Ключевые слова: инновационные проекты, спектральное уплотнение каналов, система, когерентные каналы, волоконно-оптические датчики, мониторинг.

S.V. Lopatkina

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE COMMUNICATIONS INDUSTRY

The article describes the innovative telecommunications system "Volga" and new fiber optic sensors – system "Danube".

Keywords: innovative designs, wavelength division multiplexing system, coherent channels, fiber optic sensors, monitoring.

Из общей номенклатуры радиоэлектронной продукции гражданского назначения, импортируемой из зарубежных стран, наиболее вероятным источником угроз для социально-экономического развития страны является телекоммуникационное оборудование. Эксплуатируемые в настоящее время сети связи характеризуются высоким уровнем импортозависимости на всех архитектурных и технологических уровнях.

Доля применяемых решений, построенных на базе оборудования и программного обеспечения зарубежного произ-

водства, составляет по различным оценкам от 80% до 90% от общего объема рынка. В настоящее время в коммерческой эксплуатации операторов связи до 90% оборудования транспортных сетей иностранного производства – компаний Huawei, Lucent-Alcatel, Cisco, Nokia Siemens Networks, Tellabs, Fujitsu, NEC, Juniper Networks. При этом силовые ведомства для передачи информации, составляющей государственную тайну, вынуждены арендовать каналы у операторов сетей связи общего пользования. Сложившиеся подходы к построению и обеспечению информационной безопасности сетей связи спецпотребителей, основанные на использовании ресурсов сетей связи общего пользования, не обеспечивают защиту сетей связи и систем управления от кибервоздействий и вредоносных программ при реализации информационных спецопераций.

Всё это означает фактическую монополизацию российского рынка зарубежными производителями и поставщиками, а также невозможность поддержания работоспособности систем в связи с ограничением поставок зарубежного оборудования и возможным нарушением конфиденциальности передаваемых данных.

При этом, как показывает анализ результатов работы предприятий в рамках Федеральной целевой программы «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроника» на 2008-2015 годы, отечественные разработчики и производители аппаратного и программного обеспечения при выполнении работ и в планах развития собственных решений учитывают общемировые тренды в области перспективных сетевых архитектур, технологий и систем и средств разработки.

В настоящее время данный сегмент радиоэлектроники обладает рядом перспективных направлений для роста за счет реализации прорывных высокотехнологичных инновационных проектов, к числу которых относится разработка импортозамещающих компонент и магистральных модулей, реализующих

интерфейсы 100GE+. Это позволит, помимо текущего производства, решить задачи развития магистральных и высокоскоростных систем передачи данных ближайшей перспективы, что будет являться подготовительной частью систем 400G и DWDM - технологии спектрального уплотнения (Dense Wavelength Division Multiplexing) с высокой плотностью [1].

Спектральное уплотнение каналов — мультиплексирование с разделением по длине волны — технология, позволяющая одновременно передавать несколько информационных каналов по одному оптическому волокну на разных несущих частотах. Технология WDM позволяет существенно увеличить пропускную способность канала, причем она позволяет использовать уже проложенные волоконно-оптические линии. Благодаря WDM удаётся организовать двустороннюю многоканальную передачу трафика по одному волокну. Преимуществом DWDM-систем является возможность передачи высокоскоростного сигнала на сверхдальние расстояния без использования промежуточных пунктов (без регенерации сигнала и промежуточных усилителей) [2]. Эти преимущества крайне востребованы для передачи данных через малонаселенные пункты.

Современные системы WDM на основе стандартного частотного плана (рекомендация G.692 ITU-T) можно подразделить на три группы:

- грубые WDM (англ. *coarse WDM*, сокр. *CWDM*) — системы с частотным разносом каналов более 2500ГГц, позволяющие мультиплексировать не более 18 каналов. Используемые в настоящее время CWDM работают в полосе от 1271нм до 1611нм, промежуток между каналами 20нм (2500 ГГц), можно мультиплексировать 16 спектральных каналов [3];
- плотные WDM (англ. *dense WDM*, сокр. *DWDM*) — системы с разносом каналов около 100 ГГц, позволяющие мультиплексировать до 40 каналов;
- высокоплотные WDM (англ. *high dense WDM*, сокр. *HDWDM*) –

системы с разносом каналов 50 ГГц и менее, позволяющие мультиплексировать более 64 каналов.

Частотный план для систем CWDM определяется стандартом ITU G.694.2. Область применения технологии – городские сети с расстоянием до 50 км. Достоинством этого вида WDM систем является [4] низкая (по сравнению с остальными типами) стоимость оборудования вследствие меньших требований к компонентам.

Частотный план для систем DWDM определяется стандартом ITU G.694.1. Область применения – магистральные сети. Этот вид систем WDM предъявляет более высокие требования к компонентам, чем CWDM (ширина спектра источника излучения, температурная стабилизация источника и т. д.). Толчок к бурному развитию сетей DWDM дало появление недорогих и эффективных волоконных эрбиевых усилителей (EDFA), работающих в промежутке от 1525 до 1565 нм (третье окно прозрачности кварцевого волокна).

ООО «Т8» – лидер по разработке и внедрению DWDM систем. ООО «Т8» выполнены крупные проекты строительства магистральных DWDM сетей для МРФ Сибирь, Северо-Запад и Волга ОАО «Ростелеком» общей длиной более 30 000 км. Создано DWDM кольцо в Москве. Ведется реализация DWDM проектов с канальной скоростью 40 Гбит/с для ОАО «Ростелеком». ООО «Т8» создана DWDM сеть для Олимпийского проекта Сочи 2014.

Технология спектрального уплотнения DWDM – одновременная передача многих спектральных каналов по одному волокну. Максимальная ёмкость оборудования DWDM ПУСК – 88 каналов с интервалом 50 ГГц в С диапазоне и 160 каналов с шагом 50 ГГц в C+L диапазоне.

Комиссия Министерства промышленности и торговли РФ подтвердила телекоммуникационной системе «Волга» статус оборудования российского происхождения, который может дать

преференции при работе с государственными заказчиками. Оборудование спектрального уплотнения для магистральных операторов связи «Волга» (DWDM) и система «Иртыш» (CWDM) компании «Т8» уже второй раз успешно прошли комиссию технического экспертного совета министерства. Научно-производственная база, уровень локализации производства и конструкторская документация полностью соответствуют требованиям статуса. Системы разработаны и производятся российскими специалистами и успешно используются в интересах спецпотребителей.

«Волга» – единственная российская DWDM-система с канальной скоростью 100 Гбит/с. Система обладает рекордной чувствительностью: для уверенного приёма сигнала 100G требуется отношение сигнал/шум всего 12,5 дБ. Общая пропускная способность – до 9,6 Тбит/с (96 каналов 100G) по паре волокон, дальность передачи без регенерации сигнала – более 4 тыс. км. Платформа «Волга» выполнена по модульному принципу, стандартные модули устанавливаются в 4 типа шасси. В 2014 году при поддержке Фонда «Сколково» создан прототип системы нового поколения с пропускной способностью до 27 Тбит/с.

Достижения компании в 2013 году были отмечены целым рядом независимых наград. Лазерная ассоциация наградила компанию дипломом первой степени за систему «Волга» как лучшую отечественную разработку в области лазерной аппаратуры и лазерно-оптических технологий. По итогам национального рейтинга российских компаний «ТехУспех-2013» в номинации «Российский потенциал в действии» компания «Т8» вошла в ТОП-30 рейтинга и ТОП-10 быстрорастущих компаний. А проект разработки DWDM-системы с пропускной способностью 25 Тбит/с («Волга-2») был отмечен как лучший IT-проект Skolkovo Startup Village и получил грант Фонда «Сколково».

DWDM-система «Волга» прошла государственную экспертизу и была внесена в реестр инновационной продукции, ре-

комендованной к закупкам в рамках 94-ФЗ и 223-ФЗ.

Внедрение DWDM-системы «Волга» обеспечивает экономию капитальных затрат до 30% по сравнению с достижением той же ёмкости некогерентными технологиями. Переход к когерентным каналам 100 Гбит/с позволяет в несколько раз повысить скорость сети, сохранив при этом существующую кабельную инфраструктуру и расположение пунктов установки оборудования.

Одним из иновационных направлений в области разработки волоконно-оптических датчиков стала система «Дунай» компании «Т8». Это распределённый датчик акустический воздействий. Чувствительный элемент – стандартное телекоммуникационное одномодовое волокно (волоконно-оптический кабель). Она предназначена для мониторинга и охраны протяжённых и периметральных объектов: нефте- и газопроводов (система получила патент №2503879 на устройство контроля движения объекта в трубопроводах), линий связи (волоконно-оптических линиях связи), государственной границы, периметров больших территорий – промышленных и специальных объектов [5].

Список литературы

1. http://www.sviaz-expocomm.ru/ru/news.
2. Листвин А. В., Листвин В. Н., Швырков Д. В. Оптические волокна для линий связи. — М.: ЛЕСАРарт, 2003. — С. 8. — 288 с.
3. Р. Фриман. Волоконно-оптические системы связи. [Перевод с английского Н. Н. Слепов]. — М.: Техносфера, 2003.
4. ITU-T. G.694.2 : Spectral grids for WDM applications: CWDM wavelength grid (23 сентября 2004).
5. www.t8.ru.

УДК 621.315.2:006.354

С.В. Лопаткина *ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МАТЕРИАЛОВ В КАБЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В статье рассмотрены новые инновационные материалы – трансэнергопластики и нанокомпозиты для применения в кабельной промышленности.

Ключевые слова: полимерные композиты, кабель, провод, коррозия, нанотехнологии, огнестойкость, кабельная оболочка.

S.V. Lopatkina

INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF MATERIALS IN THE CABLE INDUSTRY

The article deals with new and innovative materials – transenergoplastiki and nanocomposites for use in the cable industry.

Keywords: polymer composites, cable, wire, corrosion, nanotechnology, fire resistance, cable sheath.

Внедрение в существующие технологии новых материалов всегда было и будет одним из самых эффективных рычагов развития экономики. Примечательно, что и в наше время все значимые прорывы и достижения в современной технике, так или иначе, связаны с появлением и широким внедрением в промышленность новых материалов.

Трансэнергопластики – это новейшие полимерные композиты для управления тепловой, электрической энергией. В Рос-

сии уже имеется опыт их применения в инновационных разработках.

Пластмассы последовательно и агрессивно отвоёвывают позиции в современном технологическом мире у своих основных конкурентов – металлов. Одним из драйверов этой гонки является технологичность пластмасс. Это высокопроизводительный (*цикл 30 – 40 секунд*) и практически безотходный одностадийный процесс. Изготовление же изделий из металлов состоит из многих стадий. При этом каждая из них (токарная, фрезерная обработка, сверление и т. д.) – это удаление от первоначальной заготовки (обычно это либо отливка, либо прокат) ненужных, лишних объёмов металла до тех пор, пока не будут получены требуемые размеры и конфигурация детали. Естественно, такая многостадийность приводит к стремительному росту стоимости изделия и образованию большого количества отходов.

Замена металлических на пластмассовые детали позволяет кардинально снижать цены на сложные изделия массового производства, улучшать их потребительские характеристики, снижать вес. Благодаря пластмассам во многом стало возможным широкое внедрение в нашу жизнь сложной техники (мобильный телефон содержит 70 – 80% пластмассовых деталей, бытовая техника 80 – 90%, автомобили 30 – 40%, провода и кабели 30 – 70% и т. д.) [1].

Другими движущими факторами в замене металлов на пластики являются присущие пластикам:

- высокая химическая и коррозионная стойкость (пластики абсолютно не подвержены воздействию главного врага металлов — коррозии, влиянию внешних химически агрессивных газовых и жидких сред, они могут многие годы эксплуатироваться там, где металлы выдерживают лишь месяцы);
- эластичность (изделия из пластиков могут многократно изгибаться, выдерживать знакопеременные, ударные нагрузки и т. д.);
- низкий удельный вес (одинаковые по форме и размерам изде-

лия из пластмасс в пять раз легче аналогичных из железа).

Все без исключения пластмассы одинаково плохо проводят через себя потоки тепла и электричества. Причина в высокомолекулярной природе их структуры (молекулярная масса полимеров может достигать значений в несколько миллионов единиц!). Однако сегодня, благодаря появлению специального оборудования для компаундирования высоко и сверх высоконаполненных полимерных композитов, выходу на рынок мелкодисперсных теплопроводящих наполнителей и проведению большого объёма экспериментальных исследований, становится возможным создание промышленных полимерных композитов с принципиально улучшенной способностью проводить тепловую и электрическую энергию. Эти новые материалы получили название ТРАНСЭНЕРГОПЛАСТИКОВ [2].

В соответствие с видом передаваемой энергии трансэнергопластики разделяются на два основных класса – ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ и ТЕПЛОПРОВОДЯЩИХ/ТЕПЛОРАССЕИВАЮЩИХ/пластиков.

Способность электропроводящих пластиков проводить через себя электрическую энергию может превосходить традиционные пластики от 10 до 10 000 000 000 000 раз (соответственно их поверхностное электрическое сопротивление Rs изменяется в пределах от 10^1 – 10^{13} Ом).

В зависимости от величины электрического сопротивления эти пластики подразделяются на следующие группы:

- АНТИСТАТИЧЕСКИЕ (Rs от 10^9 до 10^7 Ом) – детали, обеспечивающие в отличие от обычных пластмасс возможность использования во взрывоопасных условиях (шахты, рудники, нефтегазопромыслы, химические производства, склады специального хранения). Неизбежно возникающее в атмосфере статическое электричество благополучно, без образования искр, уходит с поверхности изделий, сделанных из таких пластмасс;

- ЭЛЕКТРОРАССЕИВАЮЩИЕ (Rs от 10^7 до 10^5 Ом) – специальная тара, в т.ч. и тара-спутник для производства полупро-

водниковых микросхем, она предохраняет микросхемы и другие электронные компоненты от повреждения статическим электричеством;

- ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ (Rs от 10^5 до 10^2 Ом) – корпуса, тара, детали специальных устройств;

-ЭКРАНИРЮЩИЕ ЭМИ (электромагнитные излучения) (Rs от 10^2 до 1 Ом) – кабели специального назначения, устройства для электролиза (в т.ч. особо чистых веществ), кабели для анодной защиты любых металлических сооружений (в том числе и трубопроводов) от электрокоррозии, корпуса и оболочки экранирующие (ослабление до 30 децибелл) электромагнитное излучение в широком спектре (до 12 Ггц).

В ряде случаев внедрение пластиков становится невозможным вследствие того, что они постоянно накапливают из внешней среды электрические заряды (явления статического электричества). Далее, при достижении некоторого порогового уровня происходит их лавинообразная утечка – разряд в виде искры, микромолнии. При работе в типичных для энергодобывающей промышленности взрывоопасных средах это неизбежно приводит к взрыву и разрушениям. Электропроводящие (антистатические) пластики отводят статическое электричество с поверхности внутрь изделия, рассеивают его. Это позволяет избежать разряда и эксплуатировать такое пластмассовое изделие во взрывоопасных средах. Такие пластики применяются для изготовления специальной тары, канистр, шлангов, корпусов и т.д.

Свойство противостоять химически активным средам позволило с успехом использовать высокоэлектропроводящие пластики при изготовлении анодов в электролизных установках и получать при их помощи остродефицитные, особо чистые металлы.

Выдающаяся коррозионостойкость пластмасс позволила изготавливать из них кабели анодной защиты (прокладываемые параллельно с нефте- , газопроводами). Эти кабели эффективно отвлекают на себя действие врага металлов – коррозию и обеспечивают

тем самым долгие годы эксплуатации сооружений.

Наличие систем сигнализации о наступлении критических ситуаций, связанных с водой и огнём, является обязательным практически для всех технически сложных объектов. Центральными элементами таких систем являются чаще всего точечные датчики, имеющие дорогостоящие коррозионностойкие покрытия из благородных металлов.

Альтернативой таким датчикам являются гидросенсорные кабели, в которых в качестве ключевого сенсорного элемента используются провода с оболочкой из трансэнергопластиков. В этих кабелях, выполняющих роль сверхчувствительных датчиков влажности, буквально каждый сантиметр выполняет роль сенсора, что многократно сокращает затраты на прокладку этих линий. Благодаря полимерной основе сенсорных жил обеспечивается гибкость и высокая химстойкость кабеля.

Полностью российская оригинальная разработка на основе высоко-электропроводящего полимерного композита «ЭМИСТОП», позволяет детектировать появление практически любого количества воды. Экспериментально подтверждённая чувствительность кабеля – 0,05 г воды. Ведутся работы по созданию на этих принципах, не имеющих аналогов в мире паросенсорных кабелей, способных обнаруживать малейшие утечки технологического пара.

Теплопроводящие пластики проводят через себя тепло в 5-100 раз лучше, чем традиционные. Особое место могут занять в будущем теплопроводящие пластики, способные в десятки раз лучше алюминия проводить тепло. Эти материалы даже были названы «убийцами алюминия». «ТЕПЛОСТОК», теплорассеивающий пластик отечественной разработки, в 30 раз лучше проводит тепло и на 40% легче алюминия. Это позволяет эффективно использовать его в изготовлении корпусов светильников высокой мощности [3].

Следующим актуальным вопросом для кабельной промышленности является необходимость разрабатывать не распространяющие горение материалы для уменьшения опасностей, связанных

с пожарами. Полимеры используются всё шире в различных областях, требующих соответствующих механических, термических и электрических характеристик. Одно из наиболее важных требований, предъявляемых к полимерам – это нераспространение горения. В соответствии с установленными европейскими нормами в кабельно-проводниковой отрасли предусмотрено применение безгалогенных антипиренов, таких как, например, тригидрат окиси алюминия и гидроксид магния.

Не распространяющие горение системы обладают в некоторых случаях следующими недостатками: они требуют очень высоких доз наполнителей в полимерной матрице для достижения соответствующего уровня нераспространения горения (например, в случае полимеров для производства кабелей и проводов). Недостатки таких высоких уровней наполнителей проявляются в высокой плотности и недостаточной гибкости конечных продуктов, низких механических свойствах и проблемах при составлении рецептуры и экструдировании.

Новый класс материалов под названием «нанокомпозиты» лишён недостатков, характерных для традиционных систем антипиренов. В общем, термин «нанокомпозиты» описывает двухфазный материал с соответствующим нанонаполнителем (обычно это модифицированный монтмориллонит), диспергированным в полимерной матрице в нанометрическом (10-9-м) масштабе. По сравнению с исходными полимерами соответствующие нанокомпозитные материалы обладают огромными преимуществами. Низкое содержание наполнителя в нанокомпозитах, и в результате значительное повышение термостабильности, делает их исключительно привлекательными для потребителей, так как существенно удешевляется и упрощается процесс производства конечных продуктов. Применение нанокомпозитов позволяет легко классифицировать кабели с низким дымовыделением и нулевым содержанием галогенов в соответствии с евроклассами.

Несмотря на все преимущества нанокомпозитов, нельзя не

отметить некоторые нежелательные побочные эффекты, которые должны быть более детально исследованы в будущем. Дисперсия органоглины в полимерной матрице на нанометрическом уровне приводит к образованию очень значительной зоны контакта (интерфаза) между органоглиной и полимером. Вследствие высокой полярности поверхности органоглины наблюдается тенденция поглощения антиоксидантов (часто с полярными химическими структурами) органоглиной, что приводит к истощению антиоксидантов внутри полимерной матрицы. В результате происходит значительное снижение термостабильности нанокомпозитов, о чём свидетельствуют результаты испытаний на ускоренное старение. Ещё одна проблема, которая должна быть оптимизирована, заключается в повышенном водопоглощении нанокомпозитами. Этот показатель слишком высок (по требованиям МЭК), поэтому нанокомпозиты не могут применяться в качестве не распространяющих горение изоляционных компаундов. В настоящее время в кабельно-проводниковой промышленности рекомендуется использовать нанокомпозиты пока только для изготовления кабельных оболочек [4].

Список литературы

1. Кондратенко В.С., Сакуненко Ю.И. Необычные пластики – новые решения / РИТМ. – 2014. – №8 (96).– С.52-54.
2. Кондратенко В.С., Сакуненко Ю.И. «Энерготранспортирующие полимерные композиты и примеры применения в объектах новой техники», Сборник трудов III научно-практической конференции «Фундаментальные исследования и инновационные технологии в машиностроении», Институт машиноведения РАЕН РФ, Москва, 2014 год.
3. http://i-r.ru/?p=novyie-materialyi.
4. www.ruscable.ru.

УДК 621.315:006.354:621.311

С.В. Лопаткина *ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ В КАБЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

В статье излагаются основные преимущества самонесущих изолированных проводов, предпосылки для их создания и перспективы производства в России.

Ключевые слова: самонесущие изолированные провода, сшитый полиэтилен, высоковольтные линии электропередачи, импортозамещение.

S.V. Lopatkina

INNOVATIVE DEVELOPMENTS IN CABLE INDUSTRY

The article outlines the main advantages of self-supporting insulated wires, the prerequisites for their establishment and prospects of production in Russia.

Keywords: self-supporting insulated wire, XLPE, high voltage transmission lines, import substitution.

Самонесущие изолированные провода (СИП) предназначены для передачи электроэнергии в воздушных линиях электропередачи и ответвлений к вводам в жилые дома и хозяйственные постройки. Для повышения надежности работы линий распределения и передачи электроэнергии до 20 кВ за рубежом уже более 30 лет применяют самонесущие алюминиевые провода в полиэтиленовой изоляцией на напряжение 0,6/1кВ и 20 кВ. Система с использованием СИП была разработана фин-

скими сетевыми компаниями совместно с производителями оборудования в 60-х годах, как альтернатива традиционным неизолированным проводам и кабельным линиям, подвешенным на тросах.

Поводом для разработки этих проводов послужила возможность уменьшить ширину просеки при прохождении лесных массивов, а также исключить последствия от повреждения линии. Конструкция самонесущих изолированных проводов позволяет обеспечивать бесперебойную работу линии даже в случаях падения деревьев на провода или их схлестывания, что совершенно невозможно для аналогичных линий с голыми проводами марок А и АС.

В России первые линии с изолированными самонесущими проводами появились в 1988 году. С 1995 года данные линии начинают упоминаться в нормативно-технической документации ОАО РАО «ЕЭС России» как опытно-промышленные, а с 1997 года появляются первые правила устройств воздушных линий с самонесущими изолированными проводами. Рост спроса на СИП обусловлен не только инвестиционными программами «сетевиков», но и заменой изношенных высоковольтных линий. На рынке существует тенденция замещения неизолированных проводов на СИП в высоковольтных линиях среднего напряжения [1].

Период массового производства и применения в России СИП начался в 2005 году разработкой национального стандарта и утверждением новой редакции главы 2.4 «Правил устройства электроустановок». Технический уровень СИП отечественного производства, качество их изготовления позволили полностью обеспечить импортозамещение по этому инновационному виду кабельной продукции.

Провода СИП применяются в воздушных линиях электропередач классов напряжения 0,6/1 кВ и 20 кВ и 110 кВ. Устаревшие, на сегодняшний день, традиционные алюминиевые

провода марок А и АС, успешно заменяются изолированными проводами.

К основным преимуществам СИП относятся:

- Высокая надежность и бесперебойность энергообеспечения потребителей (исключается короткое замыкание из-за схлестывания фазных проводников, случайных перекрытий и т.п.).
- Значительное сокращение общих эксплуатационных расходов за счет уменьшения объемов аварийно-восстановительных работ (реальное сокращение эксплуатационных расходов доходит до 80%).
- Ширина просеки при строительстве может значительно уменьшаться, а в городе требуется меньшая полоса отчуждения земли.
- Отсутствие гололёдообразования на проводах. Общее снижение энергетических потерь в линиях электропередач.
- Затрудняется возможность незаконных подключений для кражи электроэнергии.
- Исключается гибель птиц на ЛЭП.

Самонесущие изолированные провода, в отличие от проводов неизолированных, имеют изолирующее полиэтиленовое покрытие на фазных проводах и, в зависимости от модификации, имеют или не имеют подобное покрытие на несущем нейтральном проводе. Кроме того, есть разновидность СИП без несущего провода, у которой все четыре провода изолированы [1]. Низковольтные самонесущие изолированные провода на напряжение 0,6/1 кВ имеют следующее конструктивное исполнение: вокруг нулевой несущей жилы скручены изолированные фазные жилы.

Существует ряд основных типов исполнения для низковольтных самонесущих изолированных проводов на напряжение 0,6/1 кВ: СИП-1 – с неизолированной несущей жилой, – используется для магистралей воздушных линий электропередачи

и линейных ответвлений от них в атмосфере воздуха типов I и II по ГОСТ 15150-69; СИП-2 – с изолированной несущей жилой, - используется для магистралей воздушных линий электропередачи и линейных ответвлений от них в атмосфере воздуха типов II и III по ГОСТ 15150-69, в том числе на побережьях морей, соленых озер, в промышленных районах и районах засоленных песков; СИП-4 – без нулевой несущей жилы, - используется для ответвлений от ВЛ к вводу и для прокладки по стенам зданий и инженерных сооружений в атмосфере воздуха типов II и III по ГОСТ 15150-69. Высоковольтные самонесущие изолированные провода на напряжение до 20 кВ имеют следующее конструктивное исполнение: СИП-3 – одножильный провод, в котором уплотненная сталеалюминевая жила имеет изоляционный покров из сшитого светостабилизированного полиэтилена, - используется для магистралей воздушных линий электропередачи и линейных ответвлений от них в атмосфере воздуха типов II и III по ГОСТ 15150-69, в том числе на побережьях морей, соленых озер, в промышленных районах и районах засоленных песков.

Следует отметить, что изоляция из термопластичного полиэтилена, которую могут использовать некоторые производители, не может обеспечить надежную работу кабелей и проводов из-за низкой термостойкости. При режимах токовой перегрузки и при коротких замыканиях в электрической сети наблюдалось оплавление изоляции, что приводило не только к нарушениям энергоснабжения, но и к необходимости полной замены кабелей или проводов. При этом значительная часть отказов таких кабелей и проводов связана с возникновением загораний или пожаров, т.е. снижением безопасности линий электропередачи и других сооружений. Вероятность возникновения аварийных ситуаций при эксплуатации электрических кабелей и проводов с изоляцией из термопластичного полиэтилена значительно выше, чем с изоляцией из сшитого полиэтилена [3].

В настоящее время производятся провода с защитной изоляцией для воздушных линий электропередачи на напряжение 110 кВ. Разработка провода с защитной изоляцией для воздушных линий электропередачи на напряжение 110 кВ была вызвана необходимостью поиска альтернативного решения в случаях, когда прокладка кабельной линии либо невозможна, либо экономически нецелесообразна, а прокладка воздушной линии, выполненной голыми проводами, экологически недопустима. Защищенные провода на 110 кВ могут быть востребованы при проектировании линий вблизи или через населенные местности, через парковые зоны и т.п.

К перспективным направлениям работ в области СИП и кабелей для воздушных линий электропередачи следует отнести исследования по созданию проводов, не распространяющих горение, а также создание серии подвесных кабелей среднего напряжения. ОАО «ВНИИКП» выполняются исследования по созданию специальных проводов с изоляцией из самозатухающей силанольносшиваемой композиции полиэтилена (СИПн). Этот провод может быть использован в распределительных и абонентских сетях воздушных линий электропередачи, а также для монтажа ответвлений к вводу в здания и для прокладки по стенам инженерных сооружений [4].

Список литературы

1. http://yobiz.ru/bplan.

2. Барг И.Г., Жулев А.Н. Самонесущий изолированный провод Торсада // «Энергетическое строительство». – 1995. – № 2. – С. 49-52.

3. http://www.vniikp.ru.

4. Самонесущие изолированные провода, не распространяющие горение, для воздушной линий электропередачи // «Кабели и провода». – 2015. – №2(351). – С. 38.

УДК 661.185:614.84:006.354

С.М. Малашенко**, к.т.н., доцент, **О.О. Смиловенко** *, **В.К. Емельянов

*Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск, *ГУО «Командно-инженерный институт» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск*

УСТРОЙСТВО ВРЕЗКИ В ПРОДУКТОПРОВОД ДЛЯ ПОДАЧИ ВОЗДУШНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ ОГНЕТУШАЩЕЙ ПЕНЫ В ГОРЯЩИЙ РЕЗЕРВУАР

Одним из приоритетных направлений по предупреждению масштабных утечек нефтепродуктов является противопожарная защита объектов хранения нефти и нефтепродуктов. Возникновение пожара в одном из резервуаров в резервуарном парке, несвоевременная его локализация и ликвидация могут привести к нарушению целостности резервуара, утечке нефтепродукта, быстрому распространению пожара по всему резервуарному парку, разрушению других резервуаров и еще более масштабному разливу нефтепродуктов. Подача пены низкой кратности подслойным способом возможна не только через пенопроводы системы пожаротушения, но и через технологические коммуникации, расположенные в нижней части резервуара [1].

Ключевые слова: пожар, воздушно-механическая огнетушащая пена, подслойный способ тушения нефти и нефтепродуктов, встроенный бандаж, задвижка.

S.M. Malashenko, O.O. Smilovenko, V.K. Emelianov

THE APPARATUS FOR CUTTING INTO OIL PRODUCT TUBE TO FIRE-EXTINGUISHING AIR-FORMED FOAM INPUTTING TO A TANK WITH FLAME

One of priority directions for prevention of large-scale oil and oil products leaks is the fire protection of petroleum and petroleum products storage. Fire emergence in one of the tanks in the reservoir park, its untimely localization and elimination can lead to violation of integrity of the tank, leakage of oil or oil product, fast distribution of a fire in all reservoirs' park, destruction of other tanks and even more large-scale oil leaks and oil products. Supply of foam of low frequency rate by subsurface way is possible not only through foam pipelines fire extinguishing systems, but also through technological communications, located in the lower part of the tank.

Keywords: a fire, air-mechanical foam fire extinguishing, subsurface method extinguishing oil and petroleum products, built-in bandage, pipeline valve.

Введение

Пожары на объектах переработки и хранения нефти и нефтепродуктов достаточно редки, но, как правило, носят затяжной характер и наносят большой урон [3]. Основным средством тушения пожаров на этих объектах является пена средней и низкой кратности [2, 3].

Огнетушащее действие воздушно-механической пены заключается в изоляции поверхности горючего от факела пламени, снижении вследствие этого скорости испарения жидкости и сокращении количества горючих паров, поступающих в зону

горения, а также в охлаждении горящей жидкости. Роль каждого из этих факторов в процессе тушения изменяется в зависимости от свойств горящей жидкости, качества пены и способа ее подачи [2, 3].

При подаче пены одновременно происходит разрушение пены от факела пламени и нагретой поверхности горючего. Накапливающийся слой пены экранирует часть поверхности горючего от лучистого теплового потока пламени, уменьшает количество паров, поступающих в зону горения, снижает интенсивность горения. Одновременно выделяющийся из пены раствор пенообразователя охлаждает горючее. Кроме того, в процессе тушения в объеме горючего происходит конвективный тепломассообмен, в результате которого температура жидкости выравнивается по всему объему, за исключением «карманов», в которых тепломассообмен происходит независимо от основной массы жидкости [3].

Одним из наиболее перспективных, надежных и безопасных является подслойный способ тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарах, который применяется в ряде развитых зарубежных стран и активно внедряется в России [4].

При тушении пожаров в резервуарах подслойным способом применяется пена низкой кратности из фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей целевого назначения.

Применение фторсодержащих пенообразователей является необходимым условием, поскольку пена на их основе инертна к воздействию углеводородов в процессе длительного подъема пены на поверхность нефтепродукта. Применение пены, получаемой на основе обычных пенообразователей для подачи в слой горючей жидкости, недопустимо, так как при прохождении через слой горючей жидкости она насыщается парами углеводородов и теряет огнетушащую способность [3].

Быстрой изоляции горящей поверхности пеной способствуют саморастекающаяся из пены водная пленка раствора

пенообразователя, имеющая поверхностное натяжение ниже натяжения горючей жидкости, а также конвективные потоки, которые направлены от места выхода пены к стенкам резервуара. В результате конвективного тепломассообмена снижается температура жидкости в прогретом слое до среднеобъемной. Вместе с тем интенсивные восходящие потоки жидкости приводят к образованию на поверхности локальных участков горения, в которых скорость движения жидкости достигает максимальных значений. Эти участки, приподнятые над остальной поверхностью и называемые «бурунами», играют важную роль в процессе тушения. Чем выше «бурун», тем больше пены необходимо накопить для покрытия всей поверхности горящей жидкости. Для снижения высоты «буруна» пена подается через пенные насадки с минимальной скоростью [3].

Пена, всплывающая на поверхность через слой горючего, способна обтекать затонувшие конструкции и растекаться по всей поверхности горючего. Значительное снижение интенсивности горения достигается через 90-120 С с момента появления пены на поверхности. В это время наблюдаются отдельные очаги горения у разогретых металлических конструкций резервуара и в местах образования «бурунов». В дальнейшем, в течение 120-180 С происходит полное прекращение горения [3].

После загорания резервуара подача пены низкой кратности осуществляется непосредственно в слой нефтепродукта с использованием специальной системы подслойного тушения пожаров, находящейся в нижней части резервуара. Раствор пенообразователя подается с помощью передвижной пожарной техники или от системы автоматического пожаротушения [3].

При использовании передвижной пожарной техники для подслойного способа тушения резервуаров технологические трубопроводы резервуаров должны быть оснащены специальными патрубками для подключения высоконапорных пеногенераторов. Между пеногенератором и продуктопроводом дополни-

тельно должна устанавливаться задвижка для предотвращения утечки нефтепродукта после прекращения подачи пены через высоконапорный пеногенератор, что делает способ трудоемким при отсутствии такого оборудования.

Оснащение резервуаров системой автоматического пожаротушения может быть осуществлена только в период проектирования или капитального ремонта.

Устройство оперативной врезки

Учреждением «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь в рамках задания ГНТП «Разработать и внедрить современные технику, средства и технологии для государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны» [5] разработано УОВИ (патент на полезную модель № 8559 «Устройство оперативной врезки») [6] (рисунок 1).

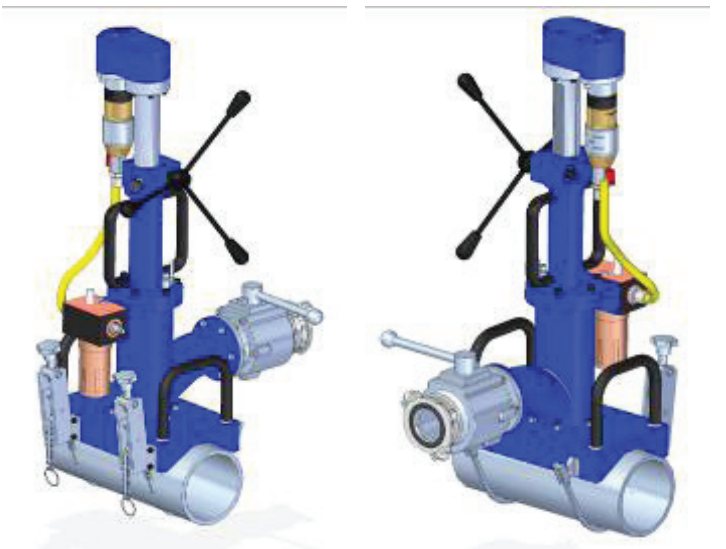


Рисунок 1. Устройство оперативной врезки интегрированное

УОВИ предназначено для выполнения отверстий в технологических коммуникациях вертикальных стальных наземных резервуаров с нефтью и нефтепродуктами и последующей подачи огнетушащей воздушно-механической пены низкой кратности в слой горючего.

Допускается использование УОВИ для выполнения работ, не связанных с пожаротушением (например, проведение оперативного ремонта трубопроводов).

УОВИ устанавливают на трубопроводы внешним диаметром 159, 168 или 219 мм с лакокрасочным покрытием. Конструкция УОВИ исключает утечку содержимого трубопровода. Привод УОВИ – пневматический двигатель с номинальным расходом сжатого воздуха 0,6 – 1,0 м3/мин. при давлении в пневматическом рукаве 0,6 – 0,8 МПа. Питание привода осуществляется от компрессоров или баллонов со сжатым воздухом, обеспечивающих запас воздуха на время не менее 5 мин. работы. Диаметр выполняемого отверстия – 80 мм. Режущий инструмент – корончатая фреза с твердосплавными пластинами и высотой рабочей части 67 мм. Частота вращения фрезы – (80 ± 10) об/мин. Подача/отвод фрезы – производится вручную. Возможность использования УОВИ на трубах разных диаметров обеспечивается сменными насадками.

Натурные испытания УОВИ

Натурные испытания УОВИ проведены на резервуаре вертикальном стальном РВС-1000, который находится на площадке ликвидации чрезвычайных ситуаций на складах нефти и нефтепродуктов полигона оперативно-тактической подготовки учреждения образования «Институт переподготовки и повышения квалификации МЧС Республики Беларусь». Схема установки приведена на рисунке 2.

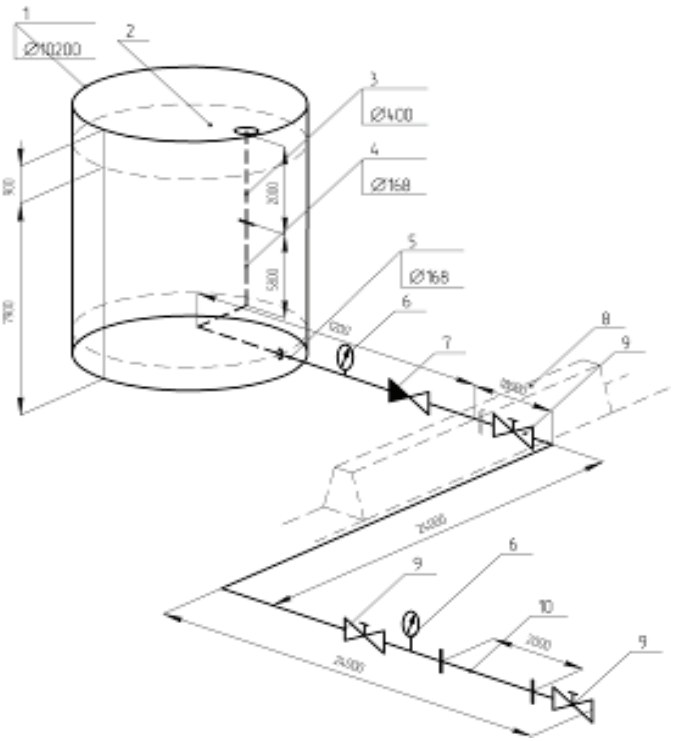


Рисунок 2. Принципиальная схема установки:
1 – РВС-1000; 2 – противень для горючей жидкости; 3, 4 – вертикальный трубопровод Ø400 и Ø168; 5 – экспериментальный трубопровод; 6 – манометр (0–1,0) МПа; 7 – обратный клапан; 8 – обвалование резервуара; 9 – вентиль запорный проходной; 10 – тренировочный участок.

Резервуар представляет собой полый цилиндр, установленный на земляном основании с гравийной засыпкой толщиной 0,1 – 0,15 м. Диаметр резервуара составляет 10,2 м, высота – 8,8 м. На высоте 7,9 м установлен противень для горючей жидкости с высотой борта 0,9 м. Днище противня усилено армирующими металлоконструкциями. В стенке резервуара выполнен вырез для входа во внутреннюю полость. Вокруг резервуара имеется обвалование. Минимальное расстояние до обвалования

составляет 9,5 м. В стенке резервуара на уровне днища противня имеется сливной патрубок с двумя задвижками ЗКЛ-2 и трубопроводом диаметром 80 мм.

Для создания гидростатического давления резервуар оборудован вертикальным трубопроводом в виде стальной трубы Ø 400×10 мм высотой 2 м и трубы Ø 168×5 мм высотой 5,8 м. Участок экспериментального технологического трубопровода за обвалованием резервуара служит для отработки тактических приемов оперативной врезки. Длина тренировочного участка составляет 2 м.

На рисунке 3 приведена принципиальная схема реализации способа подачи воздушно-механической огнетушащей пены в резервуар через действующий продуктопровод с помощью УОВИ.

Последовательность подготовки УОВИ к работе приведена в таблице 1, последовательность крепления УОВИ на трубе и сверление – в таблице 2.

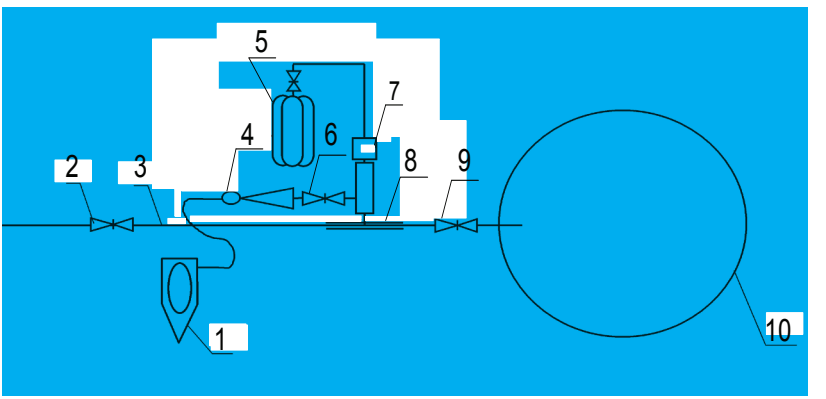


Рисунок 3. Принципиальная схема реализации способа подачи воздушно-механической огнетушащей пены в резервуар через действующий продуктопровод:

1 – пожарный аварийно-спасательный автомобиль; 2, 6, 9 – шаровый кран (задвижка); 3 – действующий продуктопровод; 4 – высоконапорный генератор пены; 5 – источник сжатого воздуха; 7 – устройство врезки; 8 – бандаж; 10 – резервуар.

Таблица 1 – Подготовка УОВИ к работе

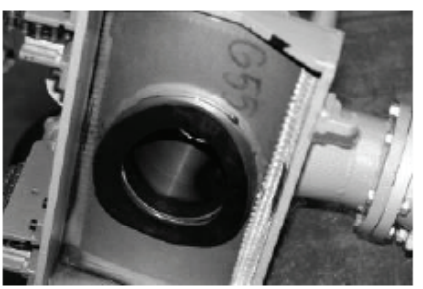
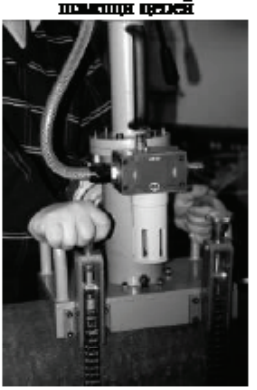
Установить сверло-метчик в отверстие фрезы в корпусе фрезы	Закрепить на сверло переходной фланец, обращая внимание на положение крепящих винтов (напротив плоскости на конце сверла), и закрепить оба винта
Установить фрезу в патрон УОВИ	При помощи рукояток подачи фрезы поднять пиноль в верхнее положение до полной фиксации
Подобрать кольцо крепления, соответствующее диаметру трубы	Установить кольцо на УОВИ 

Таблица 2. Крепление УОВИ на трубе и сверление

Установить и закрепить УОВИ на трубе при помощи цепей 	Завершить крепление УОВИ при помощи фиксирующих болтов
Заполнить камеру УОВИ смазывающей охлаждающей жидкостью через отверстие в корпусе	Включить привод и произвести сверление

Реализация подслойного способа пожаротушения

Подача воздушно-механической огнетушащей пены в горящий резервуар и ликвидация чрезвычайной ситуации осуществляются следующим образом (рисунок 4).

С помощью рукояток транспортировочно-монтажных 14 УОВИ устанавливают на трубопровод и фиксируют в вертикальном положении фиксаторами 12, затягивая цепи вручную путем поочередного вращения маховиков. Закрывают задвижку 10. Открывают заглушку клапана 8, через клапан во внутреннюю полость устройства подают смазывающую охлаждающую жидкость. Закручивают заглушку. К блоку подготовки воздуха 13 подают сжатый воздух от внешнего источника. Вращение шпинделя с режущим инструментом осуществляется при получении пневматическим приводным механизмом 6 сжатого воздуха от внешнего источника через блок 13. При этом через редуктор 5 происходит передача вращающего момента от пневматического приводного механизма 6 к шпинделю с режущим инструментом, размещенным в корпусе 1. Нажатием на кнопку-фиксатор 7 разблокируют шестерни редуктора 4. Вращением рукоятки 3 по часовой стрелке осуществляют подачу режущего инструмента. На соединительную головку 11 устанавливают генератор пены. По завершении операции врезки отводят режущий инструмент вращением рукоятки 3 против часовой стрелки и фиксируют шестерни редуктора 4 кнопкой 7. На генераторе пены устанавливают рабочее давление и открывают задвижку 10. По окончании подачи огнетушащей пены задвижку 10 закрывают, генератор пены отключают, подачу сжатого воздуха прекращают [6].

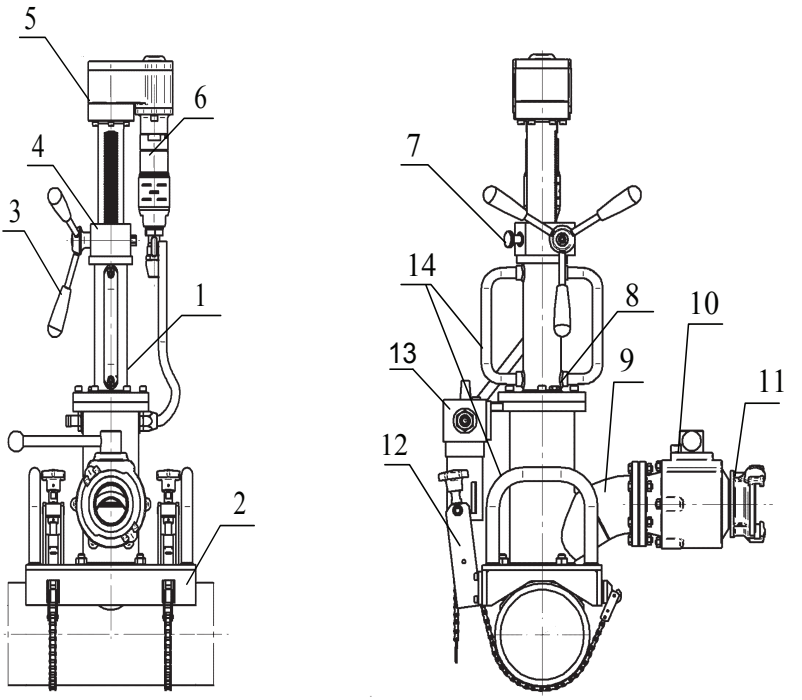


Рисунок 4. Подача огнетушащей пены с помощью УОВИ:

1 – корпус; 2 – встроенный бандаж; 3 – рукоятка подачи фрезы; 4 – редуктор подачи фрезы; 5 – редуктор вращения фрезы; 6 – пневматический приводной механизм; 7 – кнопка-фиксатор; 8 – клапан для подачи смазывающей охлаждающей жидкости; 9 – отвод; 10 – задвижка; 11 – головка соединительная; 12 – фиксатор; 13 – блок подготовки воздуха; 14 – рукоятки транспортировочно-монтажные.

Заключение

Разработанное УОВИ позволяет усовершенствовать тактику подслойного тушения пожаров в резервуарах с нефтью и нефтепродуктами.

Проведена экспериментальная отработка тактико-технологических приемов оперативной врезки в технологические коммуникации

резервуаров для реализации подслойного способа пожаротушения.

С помощью УОВИ подают пену под слой горящего нефтепродукта в резервуаре, не оборудованном стационарно смонтированным пенопроводом для тушения. Применение УОВИ повысит эффективность пожаротушения, а также обеспечит более высокий уровень безопасности личного состава.

Список литературы

1. «Инструкция по тушению пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах методом подачи пены в слой горючего», утвержденная постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 26.06.2007 № 61.

2. Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 11 января 2005 г. № 2 «Об утверждении Инструкции о порядке применения пенообразователей для тушения пожаров».

3. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. – М.: ГУПО-ВНИИПО, 1999.

4. Шароварников А.Ф. Тушение пожаров нефтепродуктов в резервуарах подачей пены в слой горючего / А.Ф. Шароварников, В.П. Молчанов // Транспорт и хранение нефтепродуктов: Сб. статей. – Вып. 8–9. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1996. – С. 5 10.

5. Черневич О.В. Разработать тактику тушения подслойным способом нефти и нефтепродуктов в резервуарах, не оборудованных стационарной системой пожаротушения (Отчет о НИР № ГР 20090141) [Текст] / О.В. Черневич, А.В. Маковчик, П.С. Махахей, С.М. Малашенко и др.; НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси. – Мн., 2010. – 53 с. : 33 рис., 9 табл. – Рус. – Деп. в ГУ «БелИСА» 26.05.2010 г., № Д201022.

6. Емельянов В.К., Карач В.М., Черневич О.В., Навроцкий О.Д., Малашенко С.М., Патент на полезную модель № 8559 «Устройство оперативной врезки интегрированное», дата начала действия 23.11.2011.

УДК 614.842.615

О.Д. Навроцкий, к.т.н. *Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ ПРИ ВВЕДЕНИИ ПЕНЫ ПОД СЛОЙ ГОРЮЧЕГО

Одним из наиболее перспективных, надежных и безопасных является подслойный способ тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарах, который применяется в ряде развитых зарубежных стран и активно внедряется в России.

При тушении пожаров в резервуарах подслойным способом применяется пена низкой кратности из фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей целевого назначения.

Применение фторсодержащих пенообразователей является необходимым условием, поскольку пена на их основе инертна к воздействию углеводородов в процессе длительного подъема пены на поверхность нефтепродукта.

Ключевые слова: пожар, воздушно-механическая огнетушащая пена, подслойный способ тушения нефти и нефтепродуктов.

O.D. Nawrocki

THE EXTINGUISHING EFFECT ON FIRES BY FOAM INPUTTING UNDER FLAMMABLE LIQUID LAYER

One of the most promising, reliable and safe way to extinguish a subsurface oil and petroleum products in tanks, which is used in a number of developed foreign countries and actively introducing in Russia.

When extinguishing fires in subsurface reservoirs method used foam low multiplicity of fluorine-containing film-forming foam purpose.

Use of fluorinated blowing agent is a prerequisite because the foam on the basis of their inert to hydrocarbons during prolonged rise of the foam on the surface oil.

Keywords: a fire, air-mechanical foam fire extinguishing, subsurface method extinguishing oil and petroleum products.

Введение

Несмотря на принимаемые меры, количество пожаров и аварий при добыче, переработке, хранении и транспортировке нефти и нефтепродуктов остается высоким. В немалой степени этому способствует постоянно стареющий и почти не обновляемый из-за сложного экономического положения многих предприятий парк действующего оборудования. В связи с этим, МЧС уделяет большое внимание разработке новых экономически эффективных, быстрых, надежных и безопасных способов тушения резервуаров с нефтью и нефтепродуктами, а также ликвидации аварийных розливов нефти и нефтепродуктов.

В настоящее время наземные резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов объемом более 5000 м^3 и более оборудуются системами автоматического тушения пожаров [1]. В автоматических системах тушения пожаров применяются пены средней кратности с верхним способом подачи. Практический опыт показывает, что подобная технология тушения резервуаров при подаче пены средней кратности на поверхность горючего не является эффективной и надежной. В случае взрыва, обычно предшествующего загоранию, происходит разрушение стационарной системы тушения, расположенной в верхнем поясе резервуара [2]. Поэтому большинство пожаров в резервуарах приходится тушить с помощью передвижной пожарной техники. При этом пена средней кратности подается с помощью пеноподъемников, техники, приспособленной для ее подачи или стационарных пенокамер при их наличии.

Анализ ситуации, складывающейся при тушении пожаров в резервуарах штатными средствами и способами, показывает необходимость использования новых систем тушения пожаров, обладающих высокой огнетушащей эффективностью и меньшим риском для персонала, занятого в тушении пожара. Альтернативным решением является применение подслойного способа тушения пожара, при котором низкократная пена подается по трубопроводу в нижнюю часть резервуара непосредственно в слой горючего [2].

Главная сложность в реализации подслойного способа тушения состояла в разработке пенообразователя, принципиально отличающегося от традиционных пенообразователей по характеру взаимодействия с горючим. Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций МЧС Республики Беларусь разработал фторсинтетический пенообразователь «Барьер-пленкообразующий» [3].

Он относится к пенообразователям целевого назначения, позволяющим тушить крупномасштабные пожары нефти и не-

фтепродуктов, образуя на их поверхности при разрушении пены тонкую водную пленку, предотвращающую дальнейшее испарение горючего, в результате чего прекращается горение. Он обладает более высокой огнетушащей эффективностью, чем пенообразователи общего назначения. Пенообразователь предназначен, в первую очередь, для подслойного тушения резервуаров.

Физико-химические свойства пенообразователя приведены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-химические свойства пенообразователя «Барьер-пленкообразующий»

Наименование показателя	Значение параметра	
	Барьер-пленкообразующий 1Н, 3Н, 6Н	Барьер-пленкообразующий 1НС, 3НС, 6НС, 3НС-П, 6НС-П
Внешний вид	Однородная жидкость без осадка и расслоения	
Плотность при 20°С, г/см^3	1,010-1,090	1,015-1,100
Кинематическая вязкость при 20°С, мм^2/с, не более	60	200
Температура кристаллизации, °С, не выше	минус 5	
Водородный показатель (pH)	6,5 - 9,0	
Кратность пены: низкая, средняя, не менее	6-20 ---	6-20 40
Устойчивость пены, с, не менее	230	

Наименование показателя	Значение параметра	
	Барьер-пленкообразующий 1Н, 3Н, 6Н	Барьер-пленкообразующий 1НС, 3НС, 6НС, 3НС-П, 6НС-П
Поверхностное натяжение рабочего раствора пенообразователя, мН/м, не более	18,0	
Межфазное натяжение на границе раздела с гептаном, мН/м, не менее	1,5	1,5
Время тушения при интенсивности подачи рабочего раствора (0,030 ± 0,003) $дм^3/м^2 \cdot с$, с, не более	50	
Температура вспышки в открытом тигле	отсутствует	
Температура воспламенения	отсутствует	
Концентрация рабочего раствора ПО, %	От 1 до 6	

Для получения воздушно-механической пены применяются рабочие водные растворы пенообразователя концентрацией 6 % объемных. Эффект тушения достигается за счет изоляции поверхности горючего от факела пламени, снижения скорости испарения горючей жидкости, охлаждения горючего и экранирования части поверхности горючего от лучистого теплового потока пламени.

Подача пены низкой кратности осуществляется непосредственно в слой нефтепродукта с использованием специальной системы подслойного тушения пожаров, находящейся в нижней части резервуара (рисунок 1) [4]. Раствор пенообразователя подается с помощью подвижной пожарной техники.

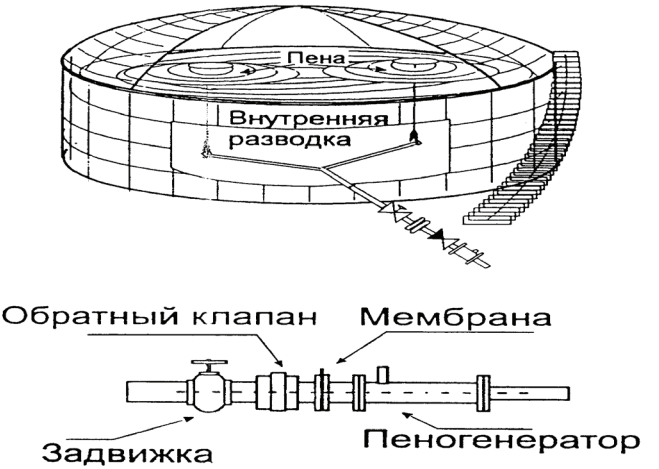


Рисунок 1. Система подслойного тушения пожаров

В рецептуре пенообразователя «Барьер-пленкообразующий» использована смесь фторированных поверхностно-активных веществ (ПАВ) и углеводородных ПАВ. Первое более активно на поверхности раздела вода - воздух, второе – на поверхности раздела вода - углеводород. Такое применение смеси веществ необходимо для соблюдения условий полного смачивания и растекания воды тонкой пленкой по поверхности тел с низкой поверхностной энергией.

Важнейшее условие эффективности образования пленки состоит в положительном значении коэффициента растекания $S_{w/o}$ из их водных растворов по поверхности горючих жидкостей:

$$S_{w/o} = \gamma_o - \gamma_w - \gamma_{wo} > 0$$

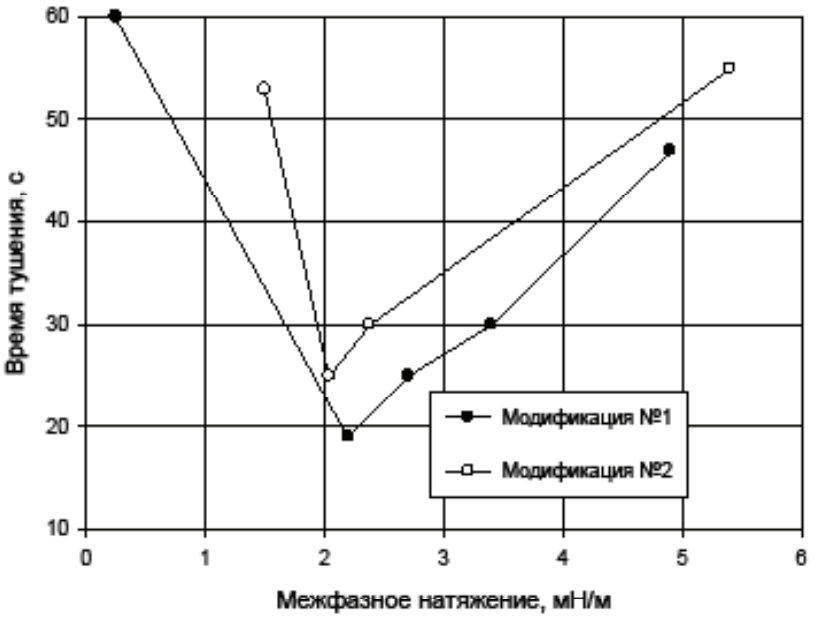


Рисунок 2. Зависимость времени тушения от межфазного натяжения при введении пены под слой горючего

Как видно из рисунка 2, минимальное время тушения наблюдается в интервале 2,0 –3,0 мН/м, что хорошо согласуется с теоретическими данными. В качестве модифицирующей добавки целесообразно использовать Glucopon 215 (модификация 1) в концентрациях, обеспечивающих значение межфазного натяжения около 2,5 мН/м.

Для исследования влияния межфазного натяжения на эффективность тушения готовились экспериментальные образцы пленкообразующего пенообразователя по типовой рецептуре. Для проведения исследований использовалась лабораторная методика определения времени тушения при подаче пены под слой горючего. Результаты исследования представлены на рисунке 3.

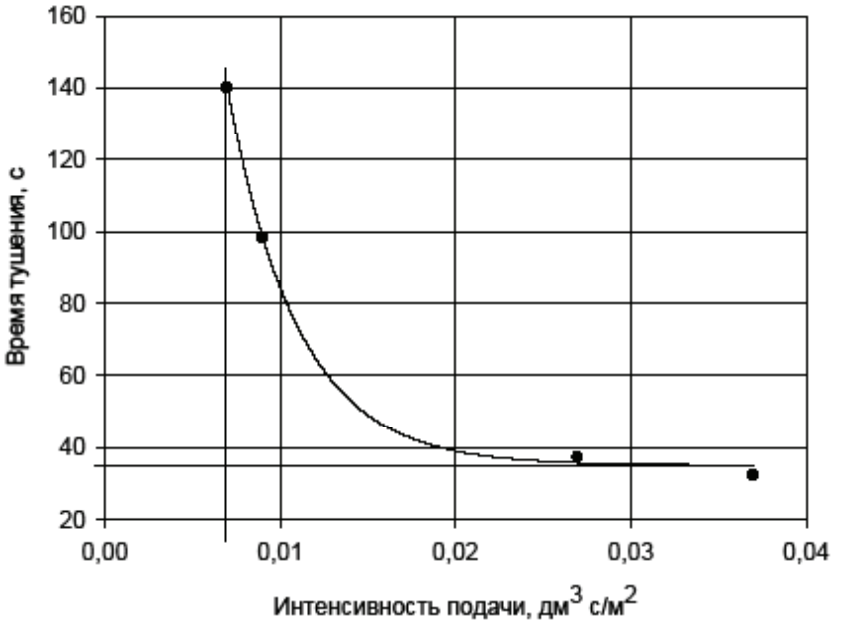


Рисунок 3. Зависимость времени тушения от интенсивности подачи при введении пены под слой горючего

Как видно из рисунка 3, критическая интенсивность подачи раствора пенообразователя при тушении подачей пены под слой горючего составляет около 0,007 дм^3 /м^2. Данное значение является очень низким и свидетельствует о высокой огнетушащей эффективности разработанного пенообразователя. Максимальная скорость тушения достигается при интенсивности подачи пенообразователя около 0,028 дм^3 с/м^2.

Оптимальную интенсивность подачи можно определить из графика зависимости количества пенообразователя, израсходованного на тушение, от интенсивности его подачи (рисунок 4).

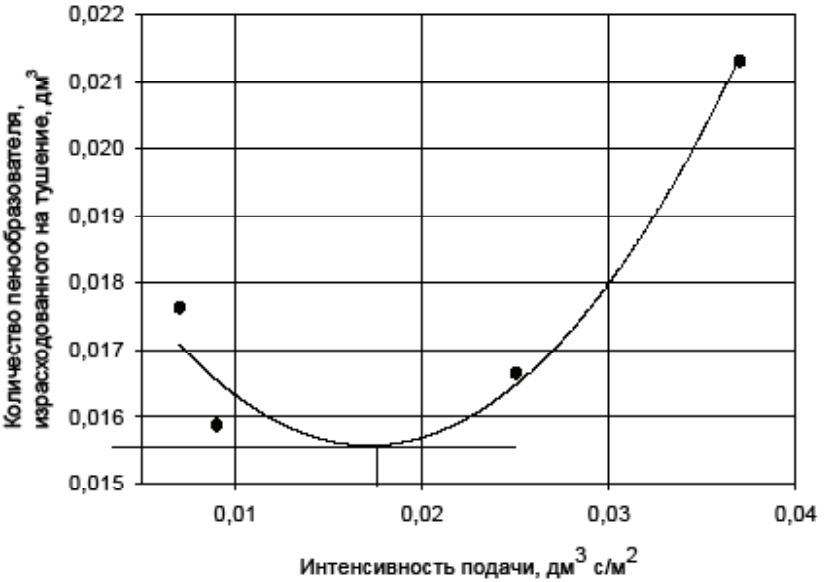


Рисунок 4. Зависимость количества пенообразователя, израсходованного на тушение от интенсивности его подачи

Как видно из рисунка 4, оптимальной интенсивностью подачи пенообразователя при условии его минимального расхода является $I_v = 0{,}018$ дм^3 с/м^2. При условии максимальной скорости тушения оптимальной интенсивностью подачи пенообразователя будет $I_t = 0{,}028$ дм^3 с/м^2. Поскольку и расход пенообразователя, и скорость тушения являются одинаково важными характеристиками, то оптимальную интенсивность подачи пенообразователя получим из формулы:

$$I = \frac{I_v + I_t}{2} = \frac{0.018 + 0.028}{2} = 0.023 \frac{дм^3 \cdot с}{м^2} \quad .$$

Таким образом, оптимальной интенсивностью подачи пенообразователя при тушении подачей пены под слой горючего является I = 0,023 $дм^3$ с/$м^2$.

Заключение:

В результате проведенных исследований установлено, что оптимальным значением межфазного натяжения между раствором ПАВ и горючей жидкостью является 2,5 мН/м.

Оптимальной интенсивностью подачи пенообразователя при тушении подачей пены под слой горючего является I = 0,023 $дм^3$ с/$м^2$.

Список литературы

1. СНБ 3.02.01-98 «Склады нефти и нефтепродуктов».

2. Шароварников А.Ф. Тушение пожаров нефтепродуктов в резервуарах подачей пены в слой горючего / А.Ф. Шароварников, В.П. Молчанов // Транспорт и хранение нефтепродуктов: Сб. статей. – Вып. 8–9. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1996. – С. 510.

3. Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 11 января 2005 г. № 2 «Об утверждении Инструкции о порядке применения пенообразователей для тушения пожаров».

4. «Инструкция по тушению пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах методом подачи пены в слой горючего», утвержденная постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 26.06.2007 № 61.

УДК 664.64.016.8:664.143

***Е.В. Невская**, к.т.н., **Л.А. Шлеленко**, к.т.н., **С.О. Смирнов**, к.т.н., **О.Е. Тюрина**, к.т.н., **С.А. Урубков** ГНУ ГОСНИИ хлебопекарной промышленности, г. Москва*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР В ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЯХ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В статье приведены существующие на сегодняшний день продукты переработки крупяных культур и концепция создания технологии производства белковых, углеводных и липидных мучных концентратов, извлекаемых из различных анатомических частей зерна. Проведены исследования по разработке научно-обоснованных рецептур и технологий хлебобулочных изделий с использованием этих продуктов для детского, спортивного питания и для больных сахарным диабетом 2-го типа.

Ключевые слова: крупяные культуры, продукты переработки, концепция, технология, концентраты, извлечение, зерно, анатомические части, исследования, разработка рецептуры, детское питание, спортивное питание.

E.V. Nevskaya, L.A. Shlelenko, S.O. Smirnov, O.E. Tyurina, S.A. Urubkov

THE USE OF PROCESSED PRODUCTS CEREALS IN BAKED GOODS FUNCTIONAL AND SPECIALIZED PURPOSES

The article describes the existing products of processing

cereals and the concept of the technology of production of protein, starchy carbohydrate and lipid concentrates, extracted from various anatomical parts of the grain. Conducted research to develop science-based formulas and technologies of bakery products using these products for kids, sports nutrition for patients with diabetes mellitus of the 2nd type.

Keywords: cereals, processed products, concepts, technologies, concentrates, extraction, grain, anatomical parts, research, formulation development, child nutrition, sports nutrition.

Приоритетное значение продуктов переработки зерна определяется тем, что в питании человека они составляют основу пищевого рациона. Именно ими удовлетворяется потребность в энергии и большинстве необходимых биологически активных нутриентов: незаменимые аминокислоты, витамины В1, В2 , РР, минеральные вещества – калий, фосфор, магний, кальций, железо и др.

Особенностью зернового производства России является большое разнообразие зерновых культур, используемых в питании населения и кормопроизводстве. Каждая зерновка любой злаковой культуры является естественной кладовой питательных веществ – белков, жиров, углеводов; витаминов, ферментов и др., а также балластных веществ в виде клетчатки.

Особое внимание уделяется таким зерновым культурам, как ячмень, овес, гречиха. Объем производства ячменя и овса в России составляет примерно половину объема производства пшеницы и ржи. Между тем, в питании нашего населения ячмень и овес используются в весьма ограниченном количестве

Гречневая мука характеризуется высоким содержанием белка и лучшим балансом незаменимых аминокислот. По содержанию треонина гречиха превосходит пшеницу и рожь, по содержанию валина, лейцина и фенилаланина может быть приравнена к молоку и говядине, по содержанию триптофана

не уступает продуктам животного происхождения. Во Всероссийском Научно-Исследовательском Институте Зерна и продуктов его переработки (ВНИИЗ) получены новые виды муки профилактического назначения для диабета – высшего и первого сорта.

Ячменная мука богата полноценными белками, содержащими много лизина и триптофана. По сравнению с пшеничной мукой высшего сорта в ней содержится больше калия на 30%, кальция – на 61%, магния – на 31%. В состав ячменя, что особенно ценно, входит бета-глюкан – растворимое пищевое вещество (растворимая клетчатка). Клиническими испытаниями доказано, что бета-глюкан способствует понижению холестерина, а также замедляет повышение уровня сахара в крови.

Овсяная мука отличается пониженным содержанием крахмала. В белке муки есть все незаменимые аминокислоты (несбалансированные только по лизину и треонину). В овсяной муке находится повышенное содержание микро- и макроэлементов, особенно калия, магния, железа. В состав овса также входит бета-глюкан.

Данные виды муки характеризуются низким гликемическим индексом.

Одной из задач мукомольного производства является получение продуктов глубокой переработки крупяных культур путем разделения зерновки на анатомические части: эндосперм, зародыш, алейроновый слой, оболочки, позволяющего получить новые функциональные продукты с концентрированным содержанием эссенциальных пищевых веществ (белка, жира, крахмала, пищевых волокон и др.) [1].

Во ВНИИЗ разработаны технологии, техническая документация и техника для производства пшеничных зародышевых хлопьев в ассортименте: зародыш молотый крупный «Богатырь» и мелкий. Ценность пшеничных зародышевых хлопьев заключается в большом содержании белка и жира, витаминов Е,

В1, В2, РР.

В настоящее время актуальным становится цикл работ, связанный с разделением «сухим» способом эндосперма зерновых культур на макронутриенты – белок и крахмал (рис. 2). Из пшеницы, ячменя, гречихи, риса и амаранта получены концентраты с содержанием белка в 1,5-2 раза превышающей его количество в исходной муке [1].

Мука белковая может быть использована при конструировании новых видов продуктов, например: в хлебопекарном, кондитерском, макаронном, мясном и молочном производствах.

Вторым основным продуктом в разработанной технологии является углеводная мука. Она может быть использована для производства крахмала, сахарных сиропов, кондитерских и других изделий.

Побочным продуктом в разработанной технологии является кормовой зернопродукт, используемый для производства кормов, и отруби, которые могут применяться для этой же цели, или выработки диетических, а также лечебных экструдированных отрубей.

Отруби содержат в среднем 16 % белка, до 4 % липидов, до 30 % крахмала. Оболочки зерновок пшеницы и ржи представляют большой интерес в качестве источника пищевых волокон. Отруби зерновых содержат в среднем до 45 – 50 % пищевых волокон [1].

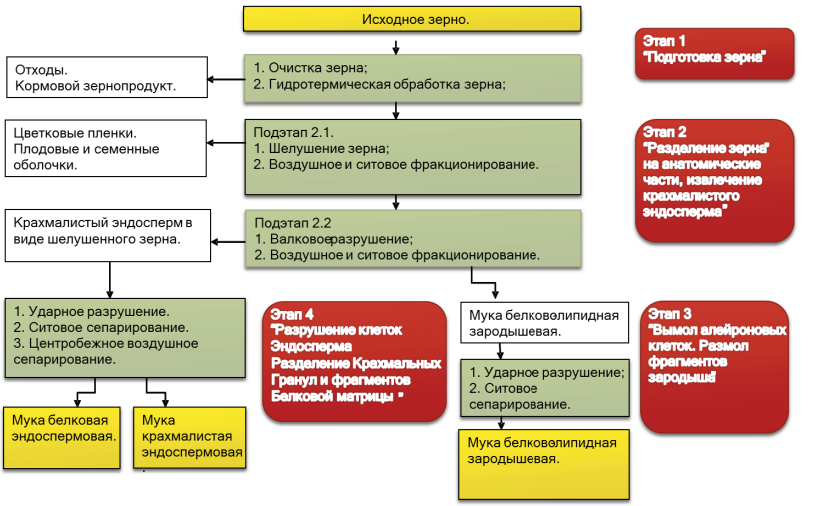


Рисунок 2. Структурная схема производства белковых и углеводных компонентов зерна

Перспективным направлением повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий (кроме обогащения синтетическими витаминно-минеральными премиксами) является включение в их рецептуру натуральных обогатителей, в том числе продуктов переработки зерна нетрадиционных для хлебопечения культур.

Примером использования продуктов переработки крупяных культур являются работы ГОСНИИ хлебопекарной промышленности по созданию научно-обоснованных рецептур и технологий функциональных и специализированных изделий.

В институте разработаны хлебобулочные изделия диабетического назначения с гречневой, овсяной и ячменной мукой с учетом медико-биологических требований к диетотерапии больных сахарным диабетом второго типа.

Разработанный ассортимент успешно прошел клинические испытания в отделении болезней обмена веществ Клиники лечебного питания НИИ питания РАМН.

В состав группы наблюдения были включены 20 больных сахарным диабетом 2-го типа в возрасте от 35 до 69 лет, страдающих ожирением I- II степени.

Определяли изменение послепищевой гликемической реакции (уровень сахара в крови) через 30, 60, 120, 180 мин. после потребления хлебобулочных изделий. В качестве стандартной углеводной нагрузки использовали пшеничный хлеб, содержащий 50 г углеводов (рис 3).

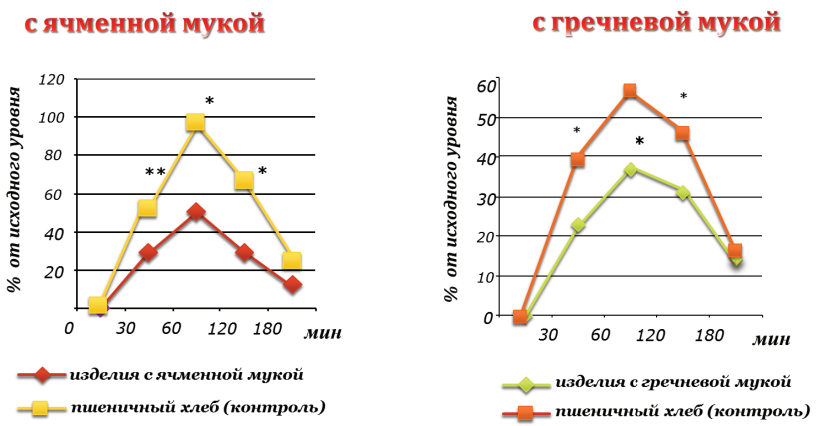


Рисунок 3. Изменение послипищевой гликемии при потреблении диабетических хлебобулочных изделий с ячменной и гречневой мукой

Установлено, что уровень глюкозы в крови после потребления хлебобулочных изделий с ячменной и гречневой мукой повысился в меньшей степени от исходного уровня, чем после потребления пшеничной.

Гликемический индекс хлебобулочных изделий с ячменной мукой составил 55,5 %, с гречневой мукой – 64,3 % по сравнению с контролем – 90 % [2].

Проведены комплексные исследования по совершенствованию ассортимента хлебобулочных изделий для детского пи-

тания.

Формирование рецептур осуществляли совместно с институтом питания РАМН в соответствии с СанПиН 2.3.2. 1078-01, СанПиН 2.3.2.1940-05 и «Едиными санитарно-эпидемиологическими требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» №299 от 28 мая 2010 года.

В результате был создан уникальный ассортимент хлебобулочных изделий для питания детей дошкольного и школьного возраста: булочные изделия «Школярик» и «Здравушка», пшенично-ржаные «Добрыня», сдобные изделия «Вкусняшка», в которых в качестве источника белка, витаминов, минеральных веществ и других дефицитных макро- и микронутриентов используется только натуральное отечественное сырье: пшеничные зародышевые хлопья, гречневая и овсяная мука, кефир, молочная сыворотка, курага и др. [3,4].

При потреблении разработанных изделий в количестве 100 г суточная потребность в пищевых веществах для детей и подростков покрывается: В1 на 35,0-50,0 %, В2 – 15,0-26,0 %, РР – 17,0-27,0 %, Fe – 18,0-27,0 %, кальция – 5,0-8,0 %, пищевых волокон – 30,0-62,0 %, белка – 20,0-27,0 % [5].

Проведена научно-исследовательская работа по формированию ингредиентного состава хлебобулочных изделий для спортсменов силовых видов спорта, и в качестве источника растительного белка и пищевых волокон использовали овсяные отруби. Разработаны 3 варианта рецептур на основе овсяных отрубей: с семенами льна и кунжута, с нутовой мукой и семенами подсолнечника и с нутовой мукой и сухим яичным белком [6].

Один из критериев эффективности хлебобулочных изделий для питания спортсменов – их антиоксидантная активность. В исследуемых образцах хлебобулочных изделий измерено суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов. Установлено, что внесение подобранных рецептурных компо-

нентов способствует увеличению антиоксидантной активности изделий на 23-77% по сравнению с контрольным образцом.

Таким образом, проводимые в ГОСНИИХП исследования, показали целесообразность и эффективность применения продуктов глубокой переработки крупяных культур при создании рецептур и технологий хлебобулочных изделий функционального и специализированного назначения.

Список литературы

1. Смирнов С.О., Урубков С.А. «Сухой» способ концентрации белковых и углеводных фракций из зерна с сохранением их нативных свойств. Глубокая переработка зерна для производства крахмала, его модификаций и сахаристых продуктов. Тенденции развития производства и потребления: Труды Международной научно-практической конференции, 25-26 сентября 2013 г. – М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2013. – С.259-266.

2. Шарафетдинов Х.Х., Гаппаров М.М., Каганов Б.С., Плотникова О.А., Зыкина В.В., Шлеленко Л.А., Тюрина О.Е., Работкин Ю.В. Влияние хлебобулочных изделий с использованием ячменной, гречневой, овсяной муки и ячменных хлопьев на послепищевую гликемию у больных с сахарным диабетом типа 2// Вопр.питания. – Москва: 2009 - Т.78; №4. - С. 40-46.

3. Невская Е.В. Моделирование нутриентного состава хлебобулочных изделий для детского питания// Хлебопродукты. – Москва: 2011.- №6. - С. 40-42.

4. Невская Е.В. Влияние композиции из сухой молочной сыворотки и пшеничных зародышевых хлопьев на качество хлебобулочных изделий для детского питании// Хлебопечение России. – М: 2010 – № 5. - С. 28-30.

5. Косован А.П., Дремучева Г.Ф., Поландова Р.Д. Методическое руководство по определению химического состава и энергетической ценности хлебобулочных изделий – М.: Московская типография №2, 2008.- С. 208.

6. Шлеленко Л.А., Тюрина О.Е., Невская Е.В. Совершенствование ассортимента специализированных хлебобулочных изделий как фактор повышения конкурентоспособности //Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы повышения конкурентоспособности продовольственного сырья и пищевых продуктов в условиях ВТО» /г. Углич: 2013, ГНУ ВНИИМС Россельхозакадемии – С. 329-332.

УДК 691:664.7.0025

***В.О. Новицкий**, д.т.н., проф. ФГБОУ ВПО «МГУПП»*

ОБЪЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ БИЗНЕС ПРОЦЕССЫ И ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ КОРПОРАТИВНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕРНОВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ КОМПАНИЯМИ

В статье дана характеристика зерновых и зернопе-рерабатывающих компаний как объектов управления. Приведена структурно-функциональная модель и рассмотрены производственные бизнес процессы предприятий и холдингов данного типа. Рассмотрена структура их системы управления производством. Производственно-хозяйственные и управленческие элементы системы управления рассмотрены в виде трёхмерного пространства бизнес процессов. Выделены основные подсистемы управления производством в составе интегрированной автоматизированной системы управления в зерновой и зернопе-рерабатывающей компании. Сформулированы проблемы управления, цели и бизнес-стратегия, определены требования к корпоративной автоматизировано-информационной системе управления зерновой и зернопе-рерабатывающей компаниями. На основе теоретико-множественного представления сделана общая математическая постановка задачи управления производством для предприятий хранения и переработки зерна.

Ключевые слова: Зерновые и зернопе-рерабатывающие компании, элеваторно-складской комплекс, мукомольное, крупяное, комбикормовое производства, торговля зерном и продуктами его переработки, зерновые ресурсы, система управления производством, бизнес процесс, структурно-функциональная

модель, основная производственная логистическая цепочка, банк математических моделей, корпоративная автоматизированная информационная система управления, функции управления, учёт, контроль, планирование, множества, операторы-отображения.

V. A. Novitskiy

FACILITIES MANAGEMENT, BUSINESS WORKFLOWS AND APPROACHES TO THE CREATION OF THE CORPORATE AUTOMATED INFORMATION CONTROL SYSTEM OF GRAIN AND PROCESSING COMPANIES

In article the characteristic of the grain and grain processing companies as management objects. Given the structural-functional model and considered manufacturing business processes of enterprises and holdings of this type. The structure of their production management system. Production, business and management elements of the control system considered in the form of three-dimensional space. The basic subsystems of production management as part of an integrated automated control system in grain and grain processing company. Formulated management issues, objectives and business strategy, defines requirements for automated corporate information system management of grain and grain processing companies. On the basis of the set-theoretic representation made by the General mathematical formulation of the problem of production management for enterprise storage and processing of grain.

Keywords: Grain and grain company Elevator and warehouse complex, flour, cereals, feed production, grain trade and processing products, grain resources, production management system, business process, structural-functional model, the main production supply chain, Bank of mathematical models, automated corporate information

system management, management functions, accounting, control, planning, sets, operators display.

Зерновыми и зерноперерабатывающими предприятиями и компаниями (ЗПК) мы будем называть предприятия и их объединения, осуществляющие какие-либо из следующих операций: закупка зернового сырья, его приём, размещение, обработка, хранение и отгрузка потребителям, переработка в муку, крупу, комбикорма и др. виды продукции из зерна (отруби, растительное масло, солод и т.п.) и зерновые отходы, реализацию зерна и продуктов его переработки на внутреннем и внешнем рынках.

ЗПК могут включать в себя элеваторы или хлебоприёмные предприятия со складской ёмкостью, мукомольные заводы различного вида помолов, комбикормовые заводы, различного типа крупозаводы по переработке разных зерновых культур, предприятия торговли (магазины, торговые дома), маслозаводы, зерновые элеваторы или терминалы, осуществляющие приём, обработку, хранение и перевалку зерна.

Для зернового бизнеса характерна высокая степень интеграции производства и управления как по вертикали, так и по горизонтали, которая охватывает: производство и сбор зерна, его приёмку в хранилища, обработку (сушку, очистку, активное вентилирование), размещение и хранение на элеваторах и зерноскладах, отгрузку и транспортировку на другие (перевалочные или производственные) элеваторы или на перерабатывающие предприятия, где зерно проходит дополнительную обработку, смешивание, и из него вырабатывается мука, крупа различных видов и сортов, большой ассортимент комбикормов (для животноводства, птицеводства, рыбы и т.д.), растительное масло и др. с последующей реализацией потребителям через торговлю или для дальнейшей переработки.

Организационная структура ЗПК определяется типом и сте-

пенью его интеграции в компании, то есть зависит от того, является ли элеватор или зерноперерабатывающий цех единственным зерновым производством на предприятии, или имеется несколько различных цехов (заводов), входит ли предприятие в зерновой или многопрофильный холдинг и т.д. Чаще всего структура ЗПК бывает двух типов: централизованная, если производственные, коммерческо-сбытовые и административно-хозяйственные подразделения компании находятся на общей (или близких ней) производственной площадке и представлены единым (в отдельных случаях несколькими) юридическим лицом; распределённая, если соответствующие подразделения находятся на удалении друг от друга, являются различными юридическими лицами, связанными общими производственно-экономическими целями и подчиняются управляющей компании, часто берущей на себя коммерческо-сбытовые функции, финансовое управление и вопросы обеспечения и развития всей производственно-хозяйственной группы (холдинга).

Одним из вариантов ЗПК является комбинат хлебопродуктов (КХП) в составе элеватора, мукомольного (крупяного) и комбикормового заводов, находящихся на одной производственной площадке. На КХП производство является практически безотходным: отруби, мелкие фракции зерна, кормовые отходы, получаемые на мельзаводе или крупоцехе, в полном объеме используются в комбикормовом производстве. Структурно-функциональная схема основных производственных процессов в ЗПК приведена на рис.1.

Как объект управления (ОУ) ЗПК характеризуется следующими отличительными чертами.

1. Сезонность сбора урожая определяет сезонность закупочной компании основного сырья – зерна. Этому соответствует напряжённый летне-осенний период приёмки, первичной обработки и закладки зерна на хранение на элеваторах и зерноскладах с последующей отгрузкой и использованием в производстве на перерабатывающих предприятиях в течение года.

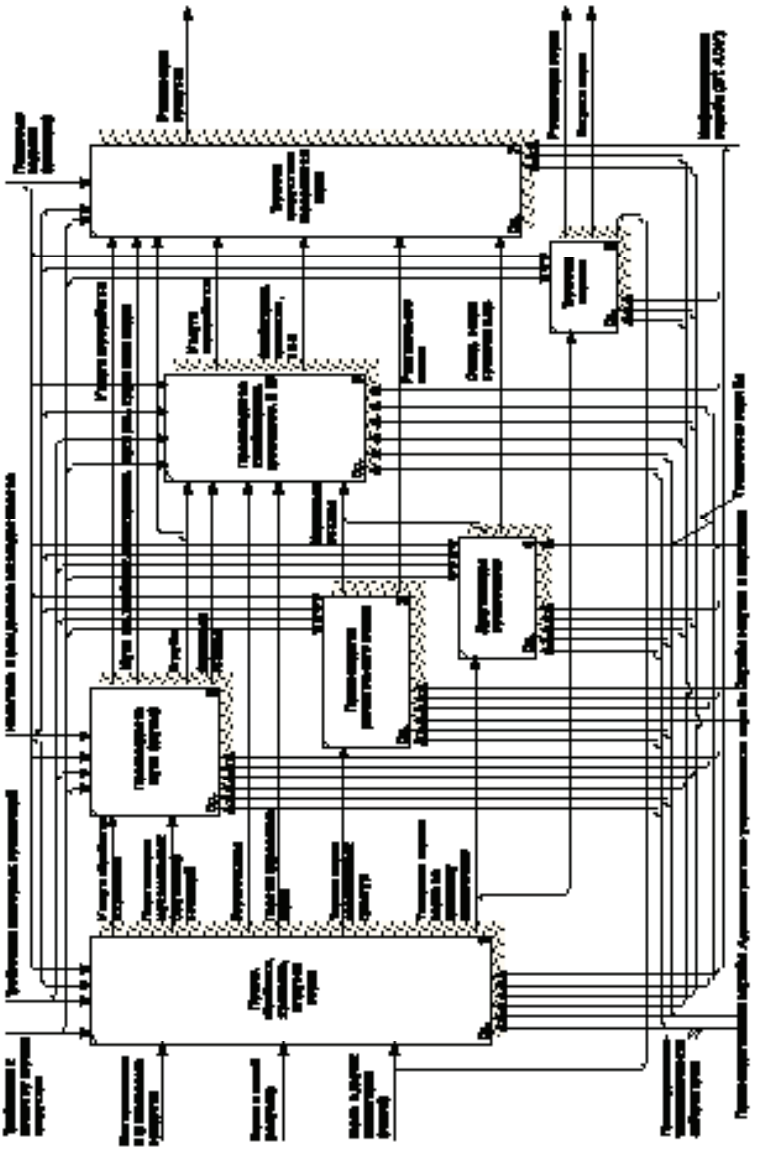


Рис.1. Структурно-функциональная схема основных производственных процессов в ЗПК

2. Процессы хранения и переработки, а также реализации зерна и продуктов его переработки потребителям характеризуются относительной стабильностью в течение всего года. Т.о. элеваторы и склады выполняют двоякую функцию – наряду с оказанием услуг приёма, обработки, хранения и отгрузки зерна они одновременно являются буфером между сельскохозяйственными организациями и зерноперерабатывающими предприятиями (а также другими потребителями, включая экспорт).

3. Основным входным материальным потоком для ЗПК является зерновое сырьё, которое в России, ввиду большого разнообразия климатических условий зернопроизводящих регионов, имеет большой разброс по показателям качества.

Основными путями стабилизации качества продукции на ЗПК является стабилизация качества входного сырьевого потока и, как следствие, стабилизация производственного процесса, которые имеют решающее влияние на качество, выходы, и, следовательно, на себестоимость продукции, которая до 40% состоит из стоимости сырья (что по сравнению с другими отраслями является высоким значением, а раньше, в 80 – 90 гг. эта цифра достигала 90%). Поэтому главный акцент в управлении (например, прибылью) заключается в управлении переменными затратами, т.е. качеством и стоимостью сырья. Это является важнейшим отличием отечественного зернового и зерноперерабатывающего комплекса от конкурентного для России западного рынка, где качество сырья изначально достаточно стабильно, в первую очередь, благодаря благоприятным климатическим условиям.

4. Качество основного сырья характеризуется большим числом показателей (порядка 20), отражающим физические свойства зерновой массы, технологические и потребительские свойства зерна. При этом для каждой зерновой, зернобобовой и масличной культуры (которые объединим единым понятием «зерно») перечень показателей качества имеет как общие, так и различные показатели [1].

5. Зерно разделяется по целевому назначению: продовольственное (в т.ч. для производства хлебопекарной и макаронной муки, крупы), фуражное (для комбикормов и кормосмесей), для производства растительных масел, солода, спирта, крахмала и т.п. В зависимости от целевого назначения зерна показатели качества должны соответствовать определённым требованиям – ограничительным кондициям (заготовительным и для различных видов производств). Кроме того, значимости одних и тех же показателей качества для различных культур и целевых назначений различаются. Для каждой из культур, которые имеют несколько целевых назначений, зоны значений ограничительных кондиций пересекаются, поэтому определить, куда направить зерно в той или иной производственно-хозяйственной ситуации, иногда является нетривиальной задачей [2].

6. Зерно в процессе приёмки, размещения, хранения и отгрузки в зависимости от значений показателей качества разбивается на партии. Их число на предприятии в зависимости от условий его функционирования может быть значительным. В предельном случае партией зерна считается каждый силос (или зерновая насыпь в специально огороженной части склада), а при приёме – каждый (или группа) автомобиль или вагон. Поэтому на ЗПК учёт зерна ведётся по партиям, то есть является партионным. Каждая партия зерна характеризуется массой, показателями качества и адресом хранения, а также ценой, целевым назначением, принадлежностью клиенту (или фонду) и рядом др. признаков (атрибутов), определяющих состояние партии зерна. Число партий зерна в ЗПК может быть от десятков до нескольких сотен [3], а для многопрофильных отраслевых компаний и более.

7. Формирование крупных товарных партий, необходимых для потребителей, осуществляется из мелких разнородных по качеству партий зерна в рамках одного целевого назначения. Поэтому одной из основных технологических операций является дозирование и смешивание, а важнейшей функцией управления – со-

ответственно: расчёт рецептов зерновых смесей для мукомольного производства (помольных партий, помольных смесей); расчёт рецептов комбикормов для комбикормового производства; формирование отгрузочных (товарных) партий зерна по целевому назначению на элеваторах.

8. Технологические процессы с зерном на всех производствах являются поточными и включают в себя ряд операций. Каждая операция с зерном и продуктами его переработки соответствует некоторому поточному маршруту, который начинается с какой-либо ёмкости (силоса, бункера, склада) и заканчивается другой ёмкостью [4]. Для перерабатывающих производств процессы являются непрерывными, начиная от подготовки зерна к переработке до получения готовой продукции, то есть от склада сырья до склада продукции. Для элеватора процессы также являются непрерывными, но только в рамках операций, так как операции разнесены друг от друга во времени. Таким образом, для буферизации потока в перерабатывающих подразделениях характерен больший межпроцессный период времени, нежели в элеваторно-складском комплексе (ЭСК), где этот период является межоперационным.

9. Производство в ЗПК является многопоточным. На элеваторах – это параллельные потоки-маршруты приёма, очистки, сушки, размещения на хранение и отгрузки зерна с потоками основной фракции зерна, годных и негодных зерновых отходов. На мукомольном (и аналогично крупяном) производстве – это потоки зерна в зерноочистительном отделении до смешивания, потоки промежуточных продуктов размола и отрубей по категориям в размольном (для крупы – шелушильном) отделении, потоки муки (крупы) по сортам и отрубей (лузги) в выбойном отделении, отделении формирования сортов (где они есть) и готовой продукции. На комбикормовом производстве – это потоки на линиях очистки зернового и незернового сырья с разделением на фракции и отходы, далее линии цеха предварительных смесей, многокомпонентного дозирования и смешивания с последующим разделением и

направлением на выбой рассыпного комбикорма, либо его грануляцию (где есть такое оборудование) с дальнейшей фасовкой и складированием. Некоторые потоки продуктов с элеватора, мукомольно-крупяного, масложирового и др. производств, такие как отруби, кормовые отходы, жмых и шроты могут направляться в собственное комбикормовое производство или отгружаться другим потребителям.

10. Одной из важных особенностей ЗПК как ОУ является одновременно непрерывность потока в производстве и партионная дискретность в учёте.

11. Специфичность первичного учета на ЗПК затрагивает все его функциональные группы. Ее источником в первую очередь является нестабильность качества сырья на входе и его изменение в процессе хранения и переработки (что отражается на нескольких десятках показателей и параметров, включая массу), а также многопоточность производства и, как следствие, многопередельность в учете, а также использование различных типов учетных схем при работе с давальческим сырьем и многое другое.

12. В процессе обработки, хранения и переработки зерна и хранения зернопродуктов происходит изменение их качественных и количественных параметров состояния. Это обусловлено, во-первых, тем, что зерно – живой организм, который дышит, поэтому при хранении изменяется его температура, масса, влажность и другие качественные показатели. Во-вторых, в процессе очитки и сушки удаляются лишние примеси и влага, что также влияет на уменьшение массы партии зерна. Это также влияет на некоторые показатели качества зерна, отражающие его технологические и хлебопекарные достоинства, например, натуру (характеристика выполненности зерна через объёмную массу), а иногда и на содержание и качество клейковины (косвенные характеристики количества и качества белка в зерне) и др. Это отражается также и на специфике учёта зерна и продуктов его переработки, где используются специальные формы количественно-качественного учёта с

нарастающим итогом [5, 6].

13. Сырьё необходимо хранить раздельно в соответствии с определёнными диапазонами значений показателей качества. Поэтому для формального (и в целом идеального) выполнения всех технологических правил и инструкций по размещению и хранению зерна отдельных емкостей почти всегда не хватает. Поэтому на практике всегда приходится решать задачу объединения при размещении для хранения в силосах элеватора или зерноскладах мелких партий зерна с минимальным отклонением основных показателей качества в более крупные.

14. ЭСК и перерабатывающие подразделения ЗПК в силу своей различающейся функциональной и технологической специфики работают по различным временным графикам, которые требуют согласованности между собой. Для элеваторов в целях экономии электроэнергии и рабочего времени целесообразна периодическая работа, а для мукомольных, крупяных, комбикормовых и масложировых производств экономически эффективной является непрерывное функционирование с нерегулярными остановами для перенастройки оборудования под новую партию продукции и регулярными (на несколько дней каждый месяц) остановками на ремонт и техническое обслуживание. Таким образом, возникает проблема кооперирования специализированных производств на основе общего зернового ресурса. Это влияет на такие функции управления как контроль, учёт, планирование и координация.

ЗПК функционирует в жёстких условиях рынков зерна и продуктов его переработки, определённым образом регулируемых государством, например, с помощью товарных и закупочных интервенций. За качеством сырья и продукции осуществляется контроль со стороны Россельхознадзора Минсельхоза России. Будучи юридическим лицом, ЗПК работает в условиях действующего налогового законодательства, в котором не учтён ряд специфических моментов, например по вопросам учёта зерна, которое в процессе дыхания теряет массу, что отличает его от других товаров. Пода-

вляющее большинство производственных объектов ЗПК являются взрывопожароопасными и частично пожароопасными, поэтому действуют под жёстким контролем Ростехнадзора и должны отвечать всем соответствующим требованиям нормативных документов в области промышленной безопасности.

Современное промышленное предприятие, в том числе ЗПК, можно рассматривать как большую, сложную, организационно-техническую и производственно-хозяйственную систему, обеспечивающую преобразование сырьевых ресурсов в готовую продукцию, полуфабрикаты и услуги или как систему распределения и приумножения ресурсов. Система управления предприятием представляет собой единство организации, методов и средств, обеспечивающих достижение поставленных целей на основе решения требуемых задач. Общие модели производства можно получить, если разбить производственную систему на элементарные подсистемы – производственные процессы, представляющие собой, упорядоченные совокупности оборудования, агрегатов, работников и отдельных операций, близких по характеру воздействия на обрабатываемый поток ресурса. Основной целью и содержанием управления производственным процессом является координированное обеспечение его необходимыми ресурсами. Тогда любой производственный процесс, удовлетворяющий требуемым условиям использования ресурсов, даёт некоторый возможный вариант функционирования производства [7]. Эффективный (с точки зрения поставленных целей) подбор, накопление, преобразование и распределение ресурсов по производственным процессам, организация взаимосвязанного движения потоков сырья, полуфабрикатов и продукции в процессе производства и составляют в общем виде содержание управления производством на зерновом и зерноперерабатывающем предприятии.

Все операции, связанные с управлением на предприятии и компании в целом, могут быть описаны с помощью бизнес-процессов (БП) [8].

С позиции информатики, экономики и моделирования сложных систем БП является логически завершённой цепочкой взаимосвязанных и повторяющихся действий, в результате которых ресурсы предприятия используются для переработки объекта с целью достижения измеримых результатов или создания продукции, удовлетворяющей внутренних и внешних клиентов (в т.ч. других БП) [198]. В этом смысле мы сформулировали из множества подходящих определение БП для ЗПК, включающее не только организационно-экономическую, но и производственную составляющую бизнеса, что является принципиальным для системы управления ЗПК.

БП для ЗПК – это определённая совокупность взаимосвязанных операций с привлечением различных ресурсов, направленных на формирование товарных партий, выработку требуемой продукции из зерна и оказание необходимых услуг по его приёму, обработке, хранению, переработке и реализации потребителям.

Бизнес-процесс в силу свойств понятия «операция» всегда может быть описан математической моделью – функционалом и множеством ограничений. А это в свою очередь является важнейшим условием для возможной постановки задач управления предприятием.

Рассмотрим основные, наиболее важные БП на ЗПК.

Перед началом сезона сбора урожая ЗПК заключают договора на закупку зерна или услуги по его приёму, обработке, хранению и отгрузке. В соответствие с заключёнными договорами, исходя из мощностей приёмного фронта, сушильного и зерноочистительного оборудования, наличия свободных емкостей на элеваторах и зерноскладах, а также возможностей отгрузки (в основном зависящих от заказа подачи вагонов или производительности линий отгрузки на «воду») составляются планы обработки, размещения и отгрузки зерна. Поскольку сезон активной приёмки зерна от производителей различных культур во многих регионах может длиться до нескольких месяцев, и фактические объёмы, качество, сроки подвоза

и отгрузки зерна часто отличаются от планируемых, то эти планы требуют постоянной (иногда ежедневной) корректировки.

В процессе приёма зерна на элеватор ЗПК автотранспорт (а/т) с зерном проходит поочерёдно все точки учёта и контроля:

- контрольно-пропускной пункт (КПП), где идентифицируется правомерность въезда а/т на территорию;

- визировочная лаборатория, где на основе отобранных проб, делается экспресс-анализ качества зерна и определяется место разгрузки;

- автомобильные весы, где определяется вес «брутто»;

- авторазгрузчик, привязанный к маршруту, по которому привезённое зерно проходит необходимый цикл обработки и закладки в определённый силос или склад;

- автомобильные весы, где определяется вес «тара»;

- оперативный отдел бухгалтерии, где производится оформление приёмных накладных, счетов-фактур и пропусков;

- КПП, где завершается БП учёта и контроля приёма зерна с а/т на ЗПК.

Взятые на приёме пробы зерна поступают в производственно-технологическую лабораторию (ПТЛ). Там на основе формируемых среднесменных и среднесуточных проб, определяют показатели качества зерна, необходимый объём его сушки и очистки (до конечных значений показателей влажности сорной и зерновой примесей) и адреса емкостей для закладки на постоянное или временное хранение. При этом руководствуются планами обработки и размещения зерна и, при необходимости, вносят в них коррективы. Таким образом, формируются первичные партии зерна, хранящиеся в определённых емкостях и отражаемые в учётной документации - реестрах накладных, карточках и журналах анализов качества зерна, графическом плане размещения зерна (т.н. «силосной доске»).

В дальнейшем все операции с зерном и продуктами его переработки контролируются и учитываются в ПТЛ, в производствен-

но-складских подразделениях и в бухгалтерии в виде: карточек анализов и журналов качества, актов сушки и подработки, переработки и зачистки производственных корпусов и складов, рапортов о выработке и производственно-складских отчётов, форм количественно-качественного учёта и др.

Специфика мукомольной отрасли отражается на участке реализации продукции, которая осуществляется как по прямым, так и по давальческим схемам, как по безналичному расчету, так и за наличные средства, с учетом услуг хранения, подработки и переработки с оплатой продукцией – мукой различных сортов, отрубями и зерновыми отходами для различных клиентов. Давальческие схемы используются также на хлебоприёмных, комбикормовых и др. зернопереработывающих предприятиях.

На участках закупки сырья могут быть задействованы схемы взаиморасчетов за зерно в зависимости от его качества (скидки и надбавки) и перевода физического веса в зачетный (сорность и влажность) и др.

Специфический характер ЗПК отражается на расчете фактической себестоимости продукции и прибыли от реализации продукции и услуг.

Наряду с элементами первичного учета хлебопродуктов в бухгалтерии мукомольного предприятия ведутся первичный финансовый и материальный учеты и др. В структуре этого документооборота задействованы приходные и расходные кассовые ордера, товарные накладные, акты, квитанции и т.д.

По участкам реализации и расчетов с поставщиками на основе счетов-фактур для налоговой отчетности формируются книга продаж и книга покупок. Для отчетности перед налоговой инспекцией формируются баланс с приложениями к балансу, декларация по налогу на прибыль и ряд других справок и документов.

Управление при разных подходах к системе может рассматриваться с различных точек зрения.

В самом общем виде под управлением понимается процесс

формирования целенаправленного поведения системы посредством информационных воздействий, вырабатываемых человеком или устройством. С другой стороны управление заключается в преобразовании информации о состоянии ОУ в командный сигнал.

Управление предприятием с позиций теории автоматического управления можно интерпретировать как непрерывный динамический процесс проведения параметров системы в многомерном фазовом пространстве параметров состояния по требуемому маршруту в направлении или в точку достижения цели (оптимального значения критерия управления). Этот подход требуется для решения ряда многоэтапных задач управления поточными производственными процессами в интегрированной системе управления (СУ) ЗПК.

Так как СУ ЗПК является сложной человеко-машинной (автоматизированной) системой, то целесообразно использовать определение управления как способ организации совместной деятельности коллектива людей, обладающих ресурсами для достижения целей [9].

Для реализации управления как интегративного свойства СУ системе необходимы ресурсы, которые будучи ограничены должны быть распределены эффективным образом. С этих позиций управление есть распределение ресурсов [58]. Это определение является корневым и вместе с остальными позволяет целостно подойти к исследованию процессов управления в ЗПК и синтезировать подсистемы управления производством для корпоративной автоматизированной информационной системы управления (КАИСУ) ЗПК.

Совокупность функций управления, выполняемых в системе при изменении среды, называют циклом управления, периодически выполняя который система приближается к цели [10].

Для полнофункционального управления БП, связанными с основной логистической цепочкой производственного предприятия (закупка сырья – производство – реализация продукции

[11]) необходимо рассмотреть управление в организационно-технических системах с позиции функционального представления: управление – это последовательность функций, составляющих технологический цикл управления для достижения целей в рамках ограничений [12]. При этом функции управления – это устойчивые упорядоченные совокупности операций на основе разделения труда в управляющей системе.

Основные функции цикла управления - сбор данных, передача их по каналам связи, прогнозирование, организация, координация, целеполагание.

В соответствии с ним процесс управления мы рассматриваем как совокупность циклических действий, связанных с выявлением проблем, поиском и организацией выполнения принятых решений на двух уровнях [13]:

- производственных (или технологических) БП (производства продукции);
- административных БП, выполняющих роль иерархической надстройки к управлению производственными процессами.

С точки зрения теоретико-множественного подхода СУ интерпретируется как совокупность всех элементов, подсистем и коммуникаций между ними, а также процессов, обеспечивающих целенаправленное функционирование организации.

СУ ЗПК является многоуровневой и включает как минимум 3 уровня.

Верхний уровень - стратегическое управление или управление технико-экономическими показателями бизнеса - в настоящее время на ЗПК представлен в лучшем случае функциями управленческого учёта и бюджетирования, выполняемыми планово-экономическими службами предприятий или специалистами управляющих компании. На некоторых предприятиях этот уровень управления вообще отсутствует.

Средний уровень – управление производством - представлен на ЗПК функциями первичного производственно-складского, ла-

бораторного и количественно-качественного учёта, бухгалтерского учёта и планирования реализации продукции, распределения и обслуживания ресурсов, выработки продукции, закупки сырья и материалов.

Нижний уровень – управление технологическими процессами – включает подсистемы управления дозированием и смешиванием на комбикормовом, мукомольно-крупяном и др. производствах, дистанционного автоматизированного управления (ДАУ) маршрутами, контроля температуры в силосах элеватора и зерноскладах, управления зерносушилками, отделениями мельницы, автоматического взвешивания на авто- и ж/д весах и др.

В статье в основном уделено внимание среднему уровню - управлению производством, интегрированному с верхним и нижним уровнями СУ ЗПК. Общая структура СУ производством на ЗПК приведена на рис.2.

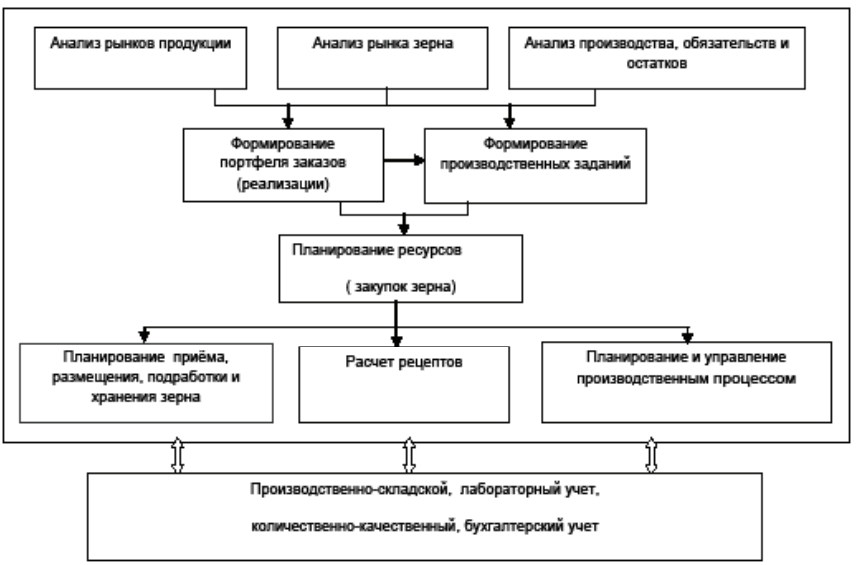


Рис.2. Структура системы управления производством на ЗПК

В настоящее время основными БП для ЗПК являются:

1. Планирование и учёт реализации продукции и составление производственного задания;

2. Планирование и учёт закупок зерна;

3. Планирование и учет приемки, размещения, подработки и хранения зерна;

4. Составление рецептов помольных партий (смесей) и комбикормов;

5. Учёт производства хлебопродуктов с отражением в производственных журналах и отчетах о параметрах технологических процессов и оборудования технологических линий;

6. Учёт качества зерна и продуктов его переработки в производственно-технологической лаборатории на всех стадиях от приемки зерна до отгрузки продукции;

7. Производственно-складской учет зерна и продуктов его переработки на элеваторе и складах;

8. Учет и формирование отпуска хлебопродуктов потребителям (учет по договорам, выписка приказов на отпуск и т.д.);

9. Оперативный (первичный) количественно-качественный учет зерна и продуктов его переработки (в бухгалтерии или лаборатории);

10. Первичный учет материалов, основных средств, товаров;

11. Первичный учет денежных средств (по банку и кассе);

12. Учёт и расчёты с подотчётными лицами и др. участки первичного учёта;

13. Бухгалтерский налоговый учет;

14. Бухгалтерский управленческий учет, бюджетирование, анализ и планирование финансово-хозяйственной деятельности;

15. Анализ рынков (маркетинг) зерна и продуктов его переработки, а также собственных производственных мощностей и обязательств;

16. Ведение планово-предупредительных (или других видов) ремонтов;

17. Кадровый учет и планирование;

18. Администрирование автоматизированной информационной системы управления на предприятии (автоматизация всех БП на предприятии);

19. Планирование и учет использования транспортных средств;

20. Обеспечение безопасности бизнес-процессов на предприятии.

БП с 1 по 9 и 15 составляют основную производственную логистическую цепочку предприятия [11, 14] и определяют систему управления производством ЗПК, информационной основой которой являются процессы первичного учёта и планирования (БП 1-12). В их числе БП 1-9 представляют собой процессы первичного учёта и планирования сырья и продукции ЗПК. Иначе их называют процессами учёта движения хлебопродуктов.

Наряду с первичным учётом важными являются функции бухгалтерского учёта (БУ), представляющие собой процессы идентификации, измерения и передачи пользователям экономически значимой информации для принятия обоснованных решений по планированию и управлению предприятием [15]. Модели БУ строятся на основе данных (документов) первичного учёта, являющегося в свою очередь моделью (бумажного или электронного документооборота) производственно-хозяйственной деятельности предприятия. БУ реализует 2 основные модели: финансовый (или налоговый) учёт (БП 13), использующийся для управления взаиморасчётами с внешними клиентами, в т.ч. с одним из важнейших клиентов компании – государством, а также управленческий учёт (БП 14) – модель, применяемая для использования внутренними пользователями с целью управления предприятием на основе экономических показателей.

Управление предприятием осуществляется как на основе моделей первичного, так и бухгалтерского учёта. Однако управление производством с точки зрения интеграции с технологически-

ми процессами целесообразно осуществлять на основе данных первичного учёта, так как при этом может быть обеспечено более «тонкое» управление, с использованием исходных данных «в натуральном исчислении». Это становится возможным в связи с развитием информационных технологий.

Первичный учёт на ЗПК состоит из отраслевой части – учёт зерна и продуктов его переработки (вместе их называют хлебопродукты – х/п) и остальных участков учёта, общепринятых для любых предприятий. Управление производством на ЗПК в определяющей степени базируется на данных (моделей) первичного учёта х/п, поэтому в работе основное место уделяется БП первичного учёта х/п, контроля грузопотоков х/п и планирования производства (зерновых ресурсов, загрузки производственных линий и др.).

Управление производством не может существовать в отрыве от стратегического управления – верхнего уровня СУ компании, определяющего стратегии и цели предприятия, в соответствии с которыми осуществляется управление производственными процессами.

Стратегия управления представляет собой комплекс согласованных решений, определяющих характер управления предприятием при реализации избранной бизнес стратегии [16], которая обычно обусловлена стратегическим треугольником «Потребитель – Предприятие – Конкурент».

Бизнес-стратегия ЗПК определяется главной целью, которой может быть: извлечение прибыли, повышение стоимости компании, обеспечение потребности региона в продукции и др., задаёт поведение компании на рынках зерна и продуктов его переработки и влияет на договорную политику в зависимости от того, является ли регион зернопроизводящим или зернопотребляющим, зависит от конкуренции на этих рынках, от собственной конкурентоспособности, определяемой во многом технической оснащённостью и технологическим уровнем предприятия, и сильно зависит от степени совершенства системы управления компании.

В компаниях холдингового типа состав ЗПК различается в зависимости от БС, капиталоемкости компании, изменения рыночной среды и других факторов. Различные производства, из которых обычно выстраиваются бизнес цепочки в отраслевых холдингах, представлены на рис.3.

Предприятия, входящие в объединение, могут обладать общими или своими собственными моделями учета и ведения бизнеса, а также различной степенью их автоматизации.

Рис.3. Бизнес цепочки отраслевого холдинга

Одним из приоритетных направлений повышения производственно-экономического потенциала ЗПК является рост эффективности производства за счет совершенствования организационно-управленческой работы.

В условиях усиливающейся конкуренции, в т.ч. с западными производителями, преимущество получают компании, наиболее эффективно использующие современные, интеллектуальные инструменты управления производством и финансами. При этом IT-решения являются инструментами эффективного управления по следующим направлениям: снижение затрат, оптимизация логистики, повышение эффективности производства, грамотное управление отношениями с клиентами и др. [17].

В настоящее время основные проблемы управления производством на ЗПК осознаются в основном в практической плоскости. Это:

- недостаточная упорядоченность и автоматизация первичного учета хлебопродуктов;
- недостаточный контроль при приёме зерна с автотранспорта;
- слабая интеграция межуровневого управления на предприятии и в холдинге;
- локальность автоматизации и применения бизнес-процессов;
- отсутствие аналитических средств поддержки принятия решений;
- потребность в эффективном решении задач управления как на уровне предприятия, так и на уровне холдинга: планирование закупок, размещения и хранения зерна, расчет рецептов зерновых смесей для мукомольного производства и для формирования товарных партий по целевому назначению, оперативное планирование загрузки линий производства комбикормов по вырабатываемым рецептам, планирование реализации и отгрузки хлебопродуктов, оптимизация торговых сделок и др.;
- недостаточная ориентированность на рынок, на клиента, малая способность к развитию. Имеются и другие недостатки в существующих системах управления на предприятиях и в компаниях зерновой и зерноперерабатывающих отраслей.

В целом, по нашим наблюдениям, эти частные проблемы упираются в общую проблему недостаточной управляемости ЗПК в современных рыночных условиях, связанной с отсутствием комплексной интегрированной системы управления, которая должна отвечать следующим основным требованиям:

1. Управление должно отвечать единой главной цели предприятия и компании как системы. Остальные цели системы должны быть с ней согласованы;

2. Управление должно опираться на формализованные модели производственно-хозяйственной деятельности предприятия и ком-

пании;

3. Управление должно быть адаптивным, то есть адаптироваться к условиям неопределённости. Адаптация и идентификация моделей должна осуществляться по параметрам, структуре и целям;

4. Управление должно осуществляться по всему циклу функций (от сбора и учёта информации до прогнозирования, организации и координации, включая регулирование и планирование), по всем необходимым временным периодам (оперативное, тактическое стратегическое) и на любом уровне;

5. Управление должно быть взаимосвязанным по всем звеньям логистической цепочки предприятия (функции управления должны быть скоординированы) и учитывать все значимые возмущения от внутренних активных элементов системы и возмущения из внешней среды;

6. Управление должно быть многокритериальным и обеспечивать принятие решений и выработку воздействий при любом комплексе условий.

На основе рассмотрения различных подходов и решений по управлению производством нами сделан вывод, что оперативное управление производством по технологическим и экономическим параметрам для ЗПК предпочтительнее, чем по чисто экономическим. Так называемое совокупное планирование является недостаточно тонким инструментом управления для ЗПК. С другой стороны, частные отраслевые решения не дают целостного системного эффекта для управления ЗПК. Таким образом, предъявляемые требования к управлению ЗПК определяют необходимость и актуальность разработки методов и инструментов моделирования и внедрения СУП для зерновых и зерноперерабатывающих предприятий и компаний.

На основе описания и анализа объектов, функций и стратегий проблему управления ЗПК можно сформулировать следующим образом. Имеется многочисленный класс предприятий и компаний, действующих на высоко конкурентных рынках зерна и продуктов

его переработки, которые занимают самый большой и важный сектор АПК, и во многом определяют уровень жизни и продовольственной безопасности страны. В ЗПК сильно развито комбинирование производства, отраслевая и особенно межотраслевая кооперация. ЗПК отличаются значительной специфичностью высокотехнологичного производства и многоуровневого управления и представляют собой большие и сложные системы со слабо развитыми механизмами управления (правилами, алгоритмами), которые являются интеллектуальным ядром, определяющим эффективность управления [9,18]. Таким образом, налицо высокая значимость и развитость производственно-хозяйственной составляющей данного класса объектов и мало соответствующая ей система управления, требующая развития, как в сторону комплексности, так и в направлении интеллектуализации.

Производственно-хозяйственные и управленческие элементы СУ ЗПК могут быть представлены как пространство БП (с F-функционалом ВР), приведенное на рис.4.

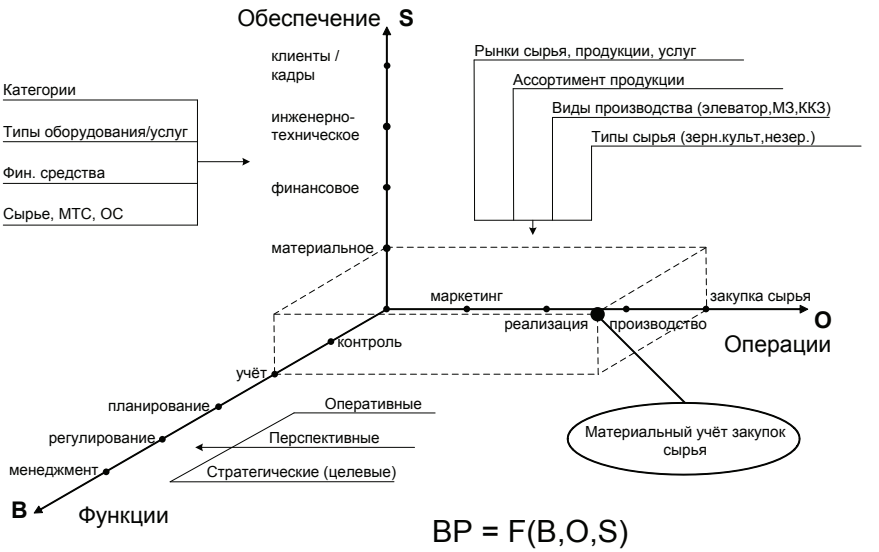


Рис.4. Классификация и пространство бизнес-процессов в зерновой и зерноперерабатывающей компании

Чем большее число производственно-хозяйственных элементов бизнеса задействовано в интегрированной бизнес-системе, тем она более устойчива и имеет больше интегративных свойств (снижение себестоимости, потенциал продвижения продукции на рынках, обновления активов и инноваций и др.), обеспечивающих высокую конкурентоспособность компании.

С другой стороны множество бизнес элементов системы холдинга только тогда являются системой, когда они работают в соответствии с заданной иерархической структурой целей, имеют определённые рациональные взаимосвязи и реактивны к внешним возмущениям.

Всё это может обеспечить только эффективно выстроенная СУ компанией, охватывающая весь цикл функций управления.

На основе проведенного анализа БП и объектов ЗПК составлена общая структурно-функциональная модель СУ производством ЗПК (рис.5).

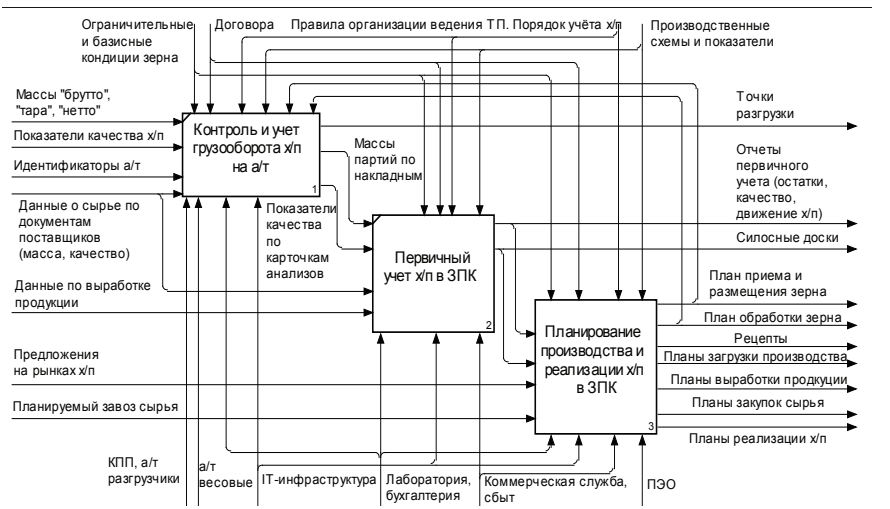


Рис.5. Система управления производством ЗПК (в нотации IDEF0)

Общую постановку задачи можно сформулировать следующим образом.

С учётом статических и динамических задач всего цикла функций управления на всём пространстве производственных БП необходимо на основе разработанной методологии моделирования создать комплексную интегрированную систему управления производством для класса ЗПК, которая базируется на принципах системного подхода и отвечает следующим основным требованиям: многоцелевой поиск, открытость, наличие комплексной единой оптимизационной модели (банка моделей), охват всех видов производств данного класса предприятий, координация решения задач, интеграция в структуру современной КАИСУ ЗПК. Сама КАИСУ представляет собой интегрированную систему, включающую множество различных функциональных компонентов разных уровней управления, поэтому её можно также назвать интегрированной автоматизированной системой управления (ИАСУ) ЗПК. Основные компоненты (подсистемы) управления производством, входящие в ИАСУ ЗПК, приведены в таблице 1, которая является фрагментарным отображением пространства БП ЗПК.

Таблица 1. Основные подсистемы управления производством в составе ИАСУ ЗПК

№	Функции управления	Рассматриваемые компоненты ИАСУ по видам производств ЗПК			
		Элеваторно-складское	Мукомольно-крупяное	Комбикормовое	Торговля
1	Учёт (первичный)	Движение х/п (зерно)	Движение х/п (зерно, мука, крупа)	Движение х/п (зерно, комбикорма)	Движение х/п (зерно)
2	Контроль	Мониторинг грузопотоков х/п (зерно) на а/т	Мониторинг грузопотоков х/п	Мониторинг грузопотоков	Мониторинг грузопотоков (зерно по ж/д)
3	Планирование	Приём, обработка, размещение, отгрузка зерна	Закупка зерна, формирование помольных партий, рецепты помольных смесей	Рецепты комбикормов, закупка сырья, загрузка производства, отгрузка продукции	Закупка зерна, продажа зерна

Постановка задачи управления производством на ЗПК в теоретико-множественном представлении в графическом виде показана на рис.6.

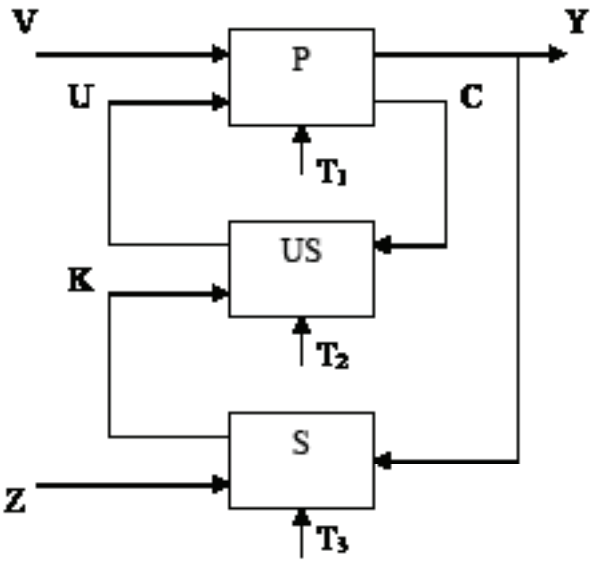


Рис.6. Теоретико-множественное представление общей постановки задачи управления производством в ЗПК

При этом используются следующие обозначения:

P – множество элементов производственного процесса;

US – множество элементов управляющей системы;

S – множество элементов стратегии управления;

V – множество возмущающих параметров;

U – множество управляющих параметров;

C – множество параметров состояния системы управления;

Y – множество целевых результирующих параметров и эффектов;

K – множество критериев управления;

Z – множество (структура) целей системы (зависящих от условий бизнес среды и бизнес стратегии);

T_1, T_2, T_3 – упорядоченные множества моментов времени t в соответствии с горизонтами оперативного, тактического и

стратегического управления.

Общая постановка задачи управления производством на ЗПК может быть представлена в виде следующих операторов-отображений:

$$\eta: V \times U \times C \rightarrow Y;$$
$$\mu: V \times U \times T_1 \rightarrow C;$$
$$\psi: K \times C \times T_2 \rightarrow U;$$
$$\varphi: Z \times Y \times T_3 \rightarrow K.$$

Таким образом, с учётом статических и динамических задач цикла функций управления на всём пространстве производственных БП, необходимо на основе разработанной методологии моделирования создать комплексную интегрированную систему управления производством для класса компаний ЗПК, которая базируется на принципах системного подхода и отвечает следующим основным требованиям: многоцелевой поиск, открытость, наличие комплексной единой оптимизационной модели - банка моделей, охват всех видов производств данного класса предприятий, координация решения задач, интеграция в структуру современной КАИСУ ЗПК.

Разрабатываемый БМ для СУ должен представлять собой комплекс математических моделей выбора и распределения ресурсов для всех видов производственной деятельности ЗПК, образующих основную логистическую цепочку: закупка сырья – производство – реализация и отгрузка продукции.

Список литературы

1. Бутковский В.А., Мельников Е.М. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства (с основами экологии). – М.; Агропромиздат, 1989. – 464 с.

2. Новицкий В.О., Карпин Е.Б., Федоренко В.С. Система управления потоками зерна на комбинате хлебопродуктов. - Механизация и автоматизация производства, №8, 1986, С.31-33.

3. Фейденгольд В.Б. Методы технологического проектирования и научного обеспечения эффективной эксплуатации заготовительных элеваторов: Монография. – М.: Издательский комплекс МГУПП. 2005.- 370 с.

4. Платонов П.Н., Пунков С.П., Фасман В.Б. Элеваторы и склады / 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 319 с.

5. Маевская С.Л., Лабутина О.А. Количественно-качественный учёт зерна и зернопродуктов. – М.: ДеЛи принт, 2002. -296 с.

6. Берестнев Е.В., Петриченко В.Е., Новицкий В.О. Рекомендации по организации и ведению технологического процесса на мукомольных предприятиях. – М.: ДеЛи принт, 2008. –176 с.

7. Нечипоренко В.И. Структурный анализ систем (эффективность и надёжность). М., «Сов.радио», 1977, 216 с.

8. Новицкий В.О., Мерцалов А.Н. Автоматизация бизнес-процессов на основе автоматизированных информационных систем для предприятий и компаний отрасли хлебопродуктов // Агропродовольственный рынок России – 2005: Сб. матер. Междунар. конф. / МПА 5-6 апреля 2005 г. – М.: Изд-во Пищепромиздат, 2005. – С. 84 – 88.

9. Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Введение в теорию управления организационными системами: Учебник / Под ред. Д.А.Новикова.– М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 264 с.

10. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении: Учеб. Пособие / Под ред.А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика. 2005. – 368 с.: ил.

11. Аникин Б.А. [и др.] Логистика : Учеб. пособие под ред. Б.А.Аникина, Т.А. Родкиной. – М. : ТК Велби, Изд-во Проспект, 2008. – 408 с.

12. Новицкий В.О. Методология общесистемного проектирования и управления: Учебное пособие.- М.: Международная промышленная академия, 2009. – 118 с.

13. Стивенсон В.Д. Управление производством / Пер. с англ.

– М.: ООО «Изд-во «Лаборатория базовых знаний», 1998. – 928 с.

14. Баин А.М. Современные информационные технологии поддержки принятия решений: учебное пособие. – М.: ИД «ФОРУМ», 2009. – 240 с. – (Высшее образование).

15. Друри К. Управленческий и производственный учёт : Пер. с англ.: Учебник. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 1071 с.

16. Теслинов А.Г. Стратегии бизнеса: аналитический справочник. – http://www.teslinov.ru/public/tekushee/index.html.

17. Генералова С.В. Методология и механизм индикаторной оценки производственно-экономического потенциала перерабатывающих предприятий зернопродуктового подкомплекса АПК: Автореферат дис. … докт. эк. наук., Саратов, 2007, 37 с.

18. Герасимов М.М. Общая теория систем. – М.: МИИТ, 2003. – 334 с.

УДК 663.4(035):620.2(075.8)

***А.Ю. Сидоренко**, к.т.н. ОАО «Торговый дом «БИОСНАБСБЫТ»*

ОЦЕНКА ДЛИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ ПИВА ПО ДАННЫМ ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕГО КОЛЛОИДОВ

Целевой показатель потребительского качества пива заключается в придании напитку максимально насыщенного флейвора. Максимальный вкусовой, тактильный и обонятельный стимул формируется в пиве при максимально достижимой концентрации ингредиентов пива: этанола и остаточного после сбраживания экстракта. Высококонцентрированное по сухим веществам пиво, тем не менее, должно быть стабильным в течение всего периода хранения.

Исследованиями установлено, что стабильность пива связана с электрокинетическими характеристиками его коллоидов и может быть обеспечена путем управляемого формирования коллоидов. Показано наличие в коллоидных частицах пива z-потенциала. Разработана методика измерения z-потенциала методом микроэлектрофореза. Установлено, что коллоиды пива имеют отрицательный заряд. Предложена теоретическая модель строения коллоидной частицы пива. Установлено, что вид тары хранения пива оказывает существенное значение как на динамику изменения z-потенциала, так и на размер коллоидных частиц пива. Получены зависимости изменения электрокинетических характеристик коллоидной системы от вида тары и продолжительности хранения пива.

Ключевые слова: коллоидная стабилизация пива,

электрокинетический потенциал, коллоидная система, противоионы двойного электрического слоя, флейвор пива.

A.Yu. Sidorenko

EVALUATION OF SHELF LIFE OF BEER ACCORDING TO THE ELECTROKINETIC CHARACTERISTICS OF COLLOIDS

Target consumer quality beer is to give the drink a maximum saturated flavor. Maximum gustatory, tactile and olfactory stimulus is formed in beer at the maximum achievable concentration of beer ingredients: ethanol and the residue after digestion of the extract. Highly concentrated dry substances in beer, however, should be stable during the whole storage period.

Keywords: colloidal stabilization of beer, Zeta potential, colloidal system, the counterions of the electric double layer, the flavor of the beer.

Современные технологии предполагают производство пива с увеличенным сроком годности. Критическим показателем пива в процессе его старения является угроза его коллоидной дестабилизации. Коллоидная стабилизация может иметь как химическую, так и микробиологическую природу.

Пиво, сбалансированное по химическому составу, соответствующему максимальной степени гидратации, обладает повышенными потребительскими характеристиками. Улучшенные потребительские характеристики такого пива (насыщенный вкус, высокая плотность и пр.) обусловлены высокой концентрацией ингредиентов пива. Последний фактор может привести к созданию предпосылок для агломерации растворенных моле-

кул пива. Агломерация происходит за счет образования химических связей как внутри крупных молекул, так и за счет интермолекулярного взаимодействия [1, 2]. В обоих случаях может произойти снижение энтропии коллоидной системы, следствием чего будет образование крупных ассоциатов молекул сухих веществ пива.

Очевидно, что стабильность коллоидной системы обеспечивает высокие вкусовые характеристики пива – чем более дисперсной остается система, тем более насыщенным будет вкус пива. Растворенные ингредиенты пива характеризуются сродством к воде. В результате взаимодействия ингредиенты присоединяют гидратную воду в количестве, пропорциональном наличию на поверхности активных центров. Таким образом, максимальными сенсорными характеристиками обладает пиво, содержащее возможно высокую концентрацию флеворобразующих веществ.

Изначально экстрагированные вещества солода и хмеля имеют максимальную степень дисперсности, поскольку размер диффундирующих молекул прямопропорционален коэффициенту диффузии, что означает, что наибольшим коэффициентом диффузии обладают частицы малого размера. Тем не менее, экстрагированные и полученные в процессе ферментативного гидролиза вещества в дальнейшем подвергаются процессу агрегации. Этот факт неоспоримо подтверждается тем, что с ростом концентрации снижается гидратация молекул сусла. Поэтому снижение гидратации можно объяснить только уменьшением суммарной, доступной для гидратации поверхности, что может быть следствием только процесса агломерации сухих веществ.

Процесс, условно именуемый «агломерацией», представляет собой многофакторное явление. Прежде всего, он является процессом равновесным, в противном случае все вещества объединились бы в единый комплекс, что, очевидно, имеет место только в студнеобразных коллоидных системах. Теория ДЛФО

(Дерягин – Ландау – Фервей – Овербек) описывая подобные коллоидные системы, указывает на то, что между частицами существуют силы притяжения и отталкивания. В стабильных системах эти силы уравновешивают друг друга. В широком смысле стабилизация коллоидов представляет собой явление их взаимного отталкивания или, по крайней мере, создания условий для невозможности возникновения сил взаимного притяжения.

Можно выделить два основных фактора, противодействующих притяжению и агломерации частиц:

- электростатические силы отталкивания одноименно заряженных частиц;
- силы, способствующие образованию гидратных оболочек.

Учитывая, что молекулы воды, представляющие собой заряженные диполи, так же представляют собой отдельные молекулы, вторая причина является разновидностью первой.

Экспериментально доказано [3], что измерение граничного потенциала заряженной частицы с хорошей точностью совпадает с измерением поверхностного потенциала. Поверхностный (электрокинетический, ζ, дзета-) потенциал представляет собой потенциал, который необходимо приложить к электронейтральной частице, для перемещения ее вдоль плоскости скольжения за счет «отрыва» от противоионов диффузного слоя.

Для объектов биоорганической природы механизм образования коллоидных частиц и условий их стабилизации был проведен ряд исследований как в теоретическом, так и в практическом аспектах изучения проблемы [4, 5]. Однако закономерностям стабильности пива, с позиции электрокинетической теории коллоидных систем, внимание было уделено лишь отдельными авторами [6, 7].

Для пивоварения практический интерес представляет вопрос о влиянии степени гидратации сухих веществ пива, в том числе веществ коллоидной степени дисперсности, на их элек-

трокинетические характеристики. Если процесс гидратации носит электростатический характер, то вода может нейтрализовать потенциал на поверхности коллоидной частицы и создать предпосылки для их коагуляции. Препятствием к этому может служить лишь толщина гидратной оболочки, которая обеспечит, либо предотвратит притяжение и агломерацию частиц.

Исходя из предложенного механизма, можно предположить, что, изучив механизм образования коллоидных частиц в пиве при помутнении, можно разработать технологию производства пива длительного срока хранения без изменения его качественных показателей. При этом в качестве стабилизирующего фактора может выступать правильно подобранный режим гидратации сухих веществ пива.

Подтвердить, либо опровергнуть гипотезу о стабильности коллоидов пива за счет сбалансированной гидратации возможно только при наблюдении за пивом в процессе его длительного хранения. Для изучения стойкости пива была разработана методика мониторинга дисперсного состояния коллоидных частиц пива и измерения электрокинетического потенциала (z-потенциала) коллоидных частиц в процессе хранения пива.

Принято считать, что помутнение может иметь природу микробиологическую (биологическая стабильность) либо физико-химическую (коллоидная стабильность) [8]. Коллоидное помутнение делят на обратимое («холодное») и необратимое. Коллоидное помутнение вызвано реакциями взаимодействия полифенолов (преимущественно флавоноидов) и белков пива. По мере полимеризации флавоноидов растет вероятность образования крупных комплексов с белками [9]. Источником полифенолов служат хмель и оболочка солода. Полифенолы хмеля осаждаются в значительной степени в виде взвесей горячего и холодного сусла. Полифенолы солода удаляются менее эффективно. Для удаления холодной мути рекомендуется холодная выдержка и холодное, при температуре – 2 ^{o}C фильтрование [10].

При этом размер частиц «холодной мути» находится в пределах 0,1-1,0 мкм, «постоянная муть» – 1-10 мкм, а частицы размером менее 0,1 мкм представляют собой растворимые коллоиды [6].

Интенсивность белково-полифенольного помутнения зависит от количества источников помутнения, а также от их соотношения. Моделирование белково-фенольного комплекса позволило изучить закономерности помутнения пива [11]. Авторы в качестве белковой составляющей использовали белок глиадин, а в качестве фенолсодержащего ингредиента – таниновую кислоту. При содержании таниновой кислоты более 80 мг/л, максимальное помутнение имело место при соотношении белок: таниновая кислота 2:1 и 5:1. Выявленный эффект позволил авторам предположить механизм образования белкового помутнения на основе расчета стехиометрических соотношений белка и таниновой кислоты. Однако распределение частиц осадка по размерам, полученные в процессе исследования, указывают на наличие нескольких максимумов, что указывает на наличие надмолекулярных структур. Размер частиц осадка изменяется в диапазоне 0,1-150 мкм, что позволяет отнести пиво к коллоидным системам. Образование частиц таких размеров возможно за счет электростатических сил. Стабильность подобных систем может быть объяснена наличием заряженной поверхности отдельных частиц. Взаимное отталкивание одноименно заряженных частиц не позволяет им агломерироваться в более крупные образования, что обеспечивает стабильность системы в целом.

Твердые коллоидные частицы, являющиеся предшественниками осадка, образуются за счет возникающих водородных связей белков и полифенолов. Однако с учетом того, что амфотерные белки в слабокислой среде диссоциируют как щелочи, а полифенолы способны проявлять только кислотные свойства, можно предположить, что белково-полифенольные комплексы формируются также за счет электростатического притяжения противоположно заряженных белков и полифенолов. Эти ком-

плексы, как и другие коллоиды, обладают двойным электрическим слоем (ДЭС) – двумя близко расположенными слоями электрических зарядов разного знака, но с одинаковой поверхностной плотностью, возникающие на границе раздела двух фаз. При этом внешняя обкладка ДЭС состоит из противоионов плотного (неподвижного) слоя и подвижного – диффузного слоя. ДЭС в целом электронейтрален. Но в реальных условиях коллоидная частица способна приобретать заряд за счет того, что она легко может терять противоионы диффузного слоя. Чем прочнее связаны противоионы диффузного слоя с коллоидной частицей, тем меньшим ζ-потенциалом обладает частица и тем более вероятно объединение ее с другими частицами с образованием осадка. Коллоидная стабильность пива может быть обеспечена только высоким зарядом ζ-потенциала.

Для изучения ДЭС коллоидов пива использовали метод микро электрофореза. ζ-потенциал определяли на приборе Зеттасайзер 2 (Великобритания). Прибор измеряет частоты флуктуации рассеянного лазерного излучения. Результаты измерений интерпретировали в рамках феноменологической модели электрического двойного слоя Гуи-Чепмена-Штерна (ГЧШ) [12].

Для исследования выбрали промышленные образцы пива, произведенного из одной партии пива, но расфасованные в различную тару: стеклянную бутылку, ПЭТ-бутылку и алюминиевую банку. Пиво хранили в закрытой таре при комнатной температуре в течение семи месяцев. В образцах, хранившихся в укупоренной таре, периодически проводили изучение электрокинетических характеристик.

Исследования показали, что содержащиеся в пиве частицы осадка обладают зарядом, достаточным для использования в качестве исследовательского метода микроэлектрофореза.

На рисунках 1, 2 и 3 приведена кинетика изменения ζ-потенциала в образцах пива, хранящегося в алюминиевой банке, стеклянной бутылке и пластиковой ПЭТФ-бутылке, со-

ответственно.

Абсолютное значение заряда незначительно в сравнении с другими биоорганическими объектами и, как правило, не превышает 3,0 - 3,5 мВ. Как видно на рисунках 1-3, вид тары оказывает влияние на величину и кинетику изменения заряда коллоидов. В алюминиевой банке в течение хранения заряд снижается с 1,5 до 0,5 мВ (в 3 раза), в стеклянной бутылке – с 3,0 также до 0,5 мВ (снижение в 6 раз), а в ПЭТФ-бутылке – с 3,0 всего лишь до 1,5 мВ (в 2 раза). Показателем стабильности является абсолютное значение заряда. Наибольший заряд у коллоидов пива, хранящегося в ПЭТФ-бутылке, что говорит о его большем потенциале стабильности.

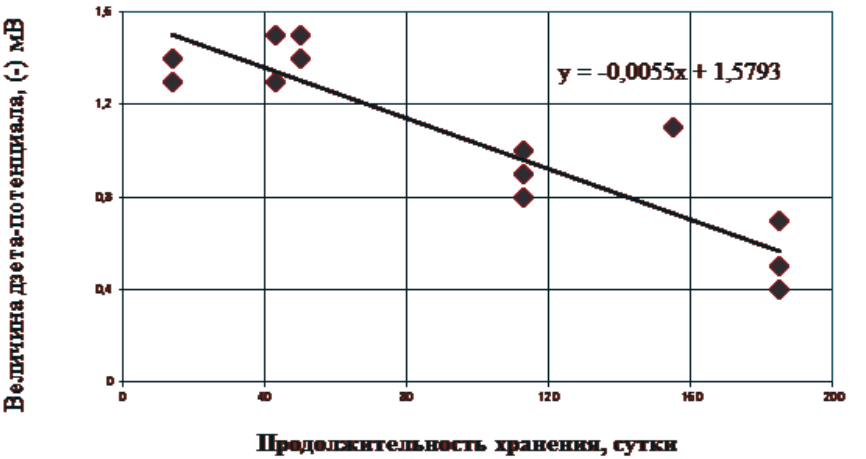


Рисунок 1. Кинетика изменения дзета-потенциала коллоидов пива, хранящегося в алюминиевой банке

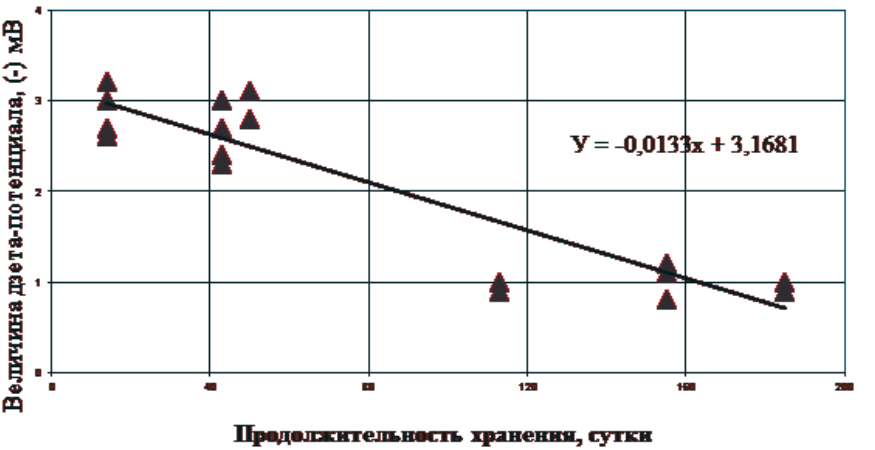


Рисунок 2. Кинентика изменения дзета-потенциала коллоидов пива, хранящегося в стеклянной бутылке

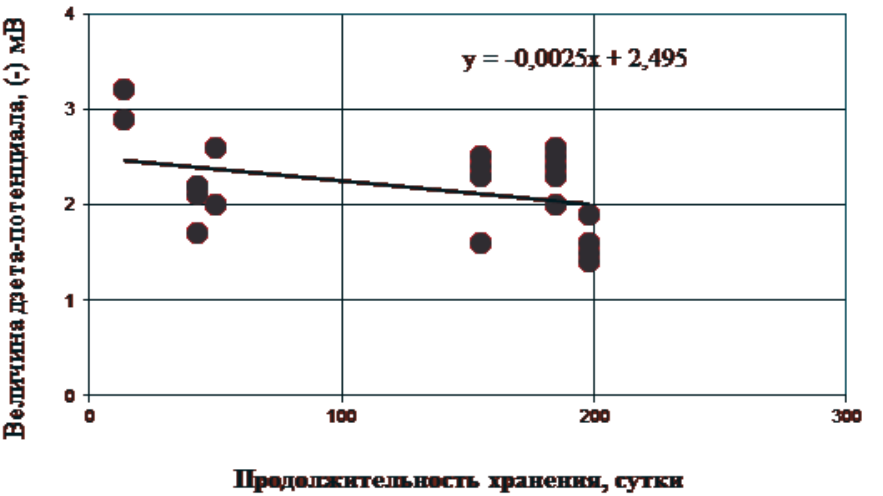


Рисунок 3. Кинетика изменения дзета- потенциала пива, хранящегося в ПЭТФ-бутылке

Прибор для электрофореза позволяет измерять также линейные размеры отдельных частиц. В процессе исследования величины заряда частиц, одновременно проводили замеры их размеров. При этом замеры заряда и размера частиц не обязательно относятся к одной и той же частице. Выбор частиц для исследования их размеров происходил случайно. Поэтому результаты носят ориентировочный характер и являются дополнительными для интерпретации преобразований, происходящих в хранящемся пиве. Кинетика изменения размеров части при хранении пива в алюминиевой банке, стеклянной бутылке и пластиковой ПЭТФ-бутылке, приведена на рисунках 4, 5 и 6, соответственно.

Как видно из приведенных данных в пиве, хранившемся в алюминиевой банке и, в меньшей степени в ПЭТФ-бутылке, имеет место тенденция к росту размера частиц по мере хранения. Распределение частиц по размерам в пиве, хранившемся в стеклянной бутылке широкое и тенденции к росту или снижению размеров частиц не выявлено.

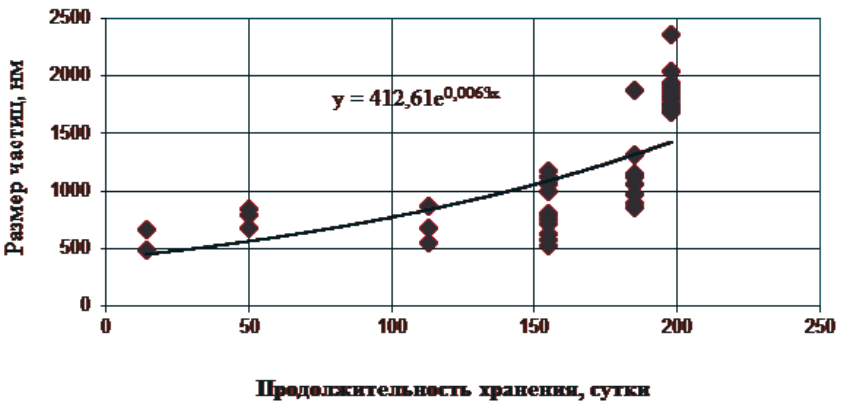


Рисунок 4. Кинетика изменения размеров коллоидных частиц пива, хранящегося в алюминиевой банке

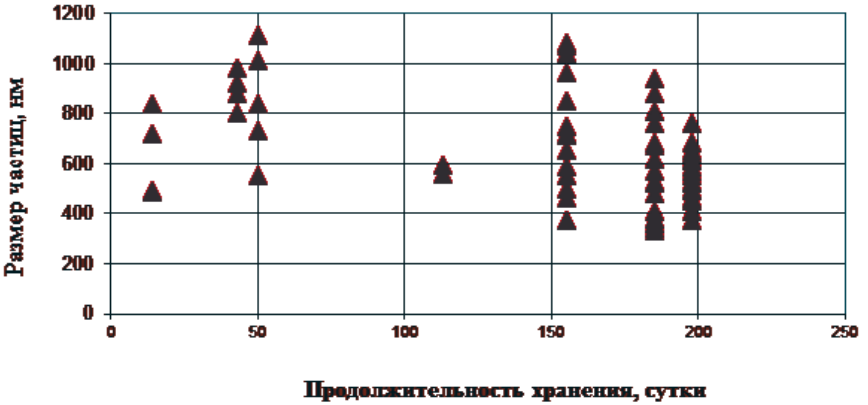


Рисунок 5. Кинетика изменения размеров коллоидных частиц пива, хранившегося в стеклянной бутылке

Таким образом, установлено, что ζ-потенциал частиц пива, хранившегося в бутылке, снижается, однако это не приводит к явно выраженной агрегации частиц, и наоборот, в ПЭТФ-бутылке несмотря на выявленный незначительный рост размеров частиц, рост ζ-потенциала наименьший. Отсутствие прямой корреляции между кинетикой изменения роста ζ-потенциала и размера частиц говорит о том, что, возможно, и крупные частицы могут обладать относительно высоким зарядом, предотвращающим образование помутнения.

Как видно из данных на рисунках 4 - 6, ζ-потенциал во всех исследованных случаях имел отрицательное значение. При хранении пива в течение 175-200 суток значительным изменениям подвергаются как ζ-потенциал, так и размер твердых частиц пива для всех видов тары. В течение первых 155 - 175 суток наименьшее колебание значений ζ-потенциала наблюдается для частиц пива, хранящегося в ПЭТ-бутылке. ζ-потенциал коллоидных частиц пива, хранившегося в стеклянной бутылке и алюминиевой банке, снижается до – (1,1-1,0) мВ уже через 100 - 120 суток. Электрокинетический потенциал частиц пива

в начале хранения характеризовался достаточно высокими абсолютными значениями (ζ<-1,5 мВ), но с течением времени во всех исследованных образцах его абсолютное значение снижалось. Однако такое снижение заряда не привело к образованию массового осадка.

Для образцов пива, хранящихся в алюминиевой банке и ПЭТ-бутылке, имеет место интенсивное увеличение размера частиц осадка после 150 суток хранения. Пиво, хранящееся в течение 200 суток в стеклянной бутылке, характеризовалось стабильными размерами твердых частиц, которые колебались в пределах 480 - 1000 нм.

Поскольку ζ-потенциал коллоидных частиц пива имеет отрицательное значение, можно предположить, что он образовался за счет адсорбции на поверхности белка сверх эквивалентного количества изоморфных осадку отрицательно заряженных полифенольных соединений. В роли противоионов, уравновешивающих отрицательный заряд внутренней обкладки, должны выступать носители положительного заряда. В качестве таковых противоионов могут выступать только содержащиеся в пиве катионы металлов, образующие хорошо диссоциируемые соли. При этом часть катионов составляет плотный, а часть – диффузный слои противоионов внешней обкладки ДЭС. Сила, с которой к мицелле притягиваются противоионы и их количество в составе диффузного слоя ДЭС, определяют величину ζ-потенциала. Поэтому можно предположить, что катионный состав пива может оказывать влияние на его стабильность. Так, присутствующие в стекле ионы щелочных металлов (в основном ионы Na^+), экстрагируясь пивом в процессе хранения, обеспечивают достаточное количество противоионов для вновь образующихся в процессе химических превращений коллоидных частиц белково-полифенольных комплексов. Поэтому несмотря на снижение ζ-потенциала, коллоидные частицы имеют незначительные размеры. Имеющегося заряда достаточно для

электростатического отталкивания одноименно заряженных частиц и обеспечения коллоидной стабильности пива при хранении в стеклянной бутылке. Снижение абсолютного значения ζ-потенциала частиц осадка пива при хранении в алюминиевой банке можно объяснить частичным проникновением ионов Al^{3+} в пиво при его длительном хранении. Возможность проникновения иона алюминия в пиво при его хранении отмечалось и другими авторами. Трехвалентный ион алюминия более сильно притягивается к отрицательно заряженной мицелле белково-полифенольного комплекса, нежели одно-двух зарядные ионы щелочных и щелочноземельных металлов, поступивших в пиво с исходным сырьем и технологической водой. При этом ионы алюминия вытесняют менее заряженные ионы из плотного и диффузного слоев внешней обкладки ДЭС. Истончение диффузного слоя приводит к снижению ζ-потенциала до значений, ниже которых силы отталкивания не превышают сил притяжения между частицами осадка. При этом возникают условия для объединения частиц в крупные комплексы за счет химических, водородных и других связей специфического характера, что приводит к помутнению пива.

При хранении пива в ПЭТ-бутылке источники появления новых катионов отсутствуют, однако стабильность такого пива может нарушиться за счет естественных реакций образования новых коллоидных частиц белково-полифенольных комплексов. Отсутствие катионов, необходимых для стабилизации вновь образованных коллоидов приводит к снижению ζ-потенциала до критических величин, росту размеров частиц осадка и дестабилизации коллоидной системы.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено наличие в коллоидных частицах пива z-потенциала. Разработана методика измерения z-потенциала методом микроэлектрофореза. Установлено, что коллоиды пива имеют отрицательный заряд. Предложена теоретическая модель строения

коллоидной частицы пива и ее формула. Установлено, что вид тары хранения пива оказывает существенное значение как на динамику изменения ζ-потенциала, так и на размер коллоидных частиц пива. Получены зависимости изменения электрокинетических характеристик коллоидной системы от вида тары и продолжительности хранения пива.

Список литературы

1. Сидоренко А.Ю., Гернет М.В., Лебедев Я.А. Влияние электрокинетических характеристик коллоидов пива на его стойкость при хранении // Пиво и напитки. – 2007. – №6. – С. 14 – 18.

2. Покровская Н.В., Каданер Я.Д. Биологическая и коллоидная стойкость пива. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 272 с.

3. Симонов М.В., Черный В.В. , Донат Е. и др. // Биологические мембраны. 1986. Т.3. № 8. С. 846.

4. Олянская С.П., Хомичак Л.М., Цехмистренко В.А. Зависимость х-потенциала сатурационного осадка от расхода извести на дефекацию // Сахарная свекла: производство и переработка. – 1988. – № 2. – С. 60 – 62.

5. Хомичак Л.М., Даишев М.И., Решетова Р.С. Электрохимические характеристики осадка карбоната кальция при сатурировании // Известия вузов. Пищевая технология. – 1985. – № 1. – С. 31 – 38.

6. Дедегкаев А.Т. Повышение коллоидной стабильности пива с применением силикагеля и поливинилполипирролидона. Автореферат кандидатской диссертации. – Санкт-Петербург. – 2005 г.

7. Сидоренко А.Ю., Гернет М.В., Лебедев Я.А. Влияние электрокинетических характеристик коллоидов пива на его стойкость при хранении. – Пиво и напитки. – 2007. – №12, с. 14 – 18.

8. Кунце В. Мит Г. Технология солода и пива: пер. с нем. – СПб., Изд-во «Профессия», 2003. – 912 с.

9. O' Neill M. Advances in Beer Stabilization . – Brewer. – 1998. – # 7. – p. 293.

10. ТимО'Рурк. Коллоиднаястабилизацияпива. – Пиво и напитки. – 2002. – № 6. – С. 43 – 45.

11. Effect of protein-Poliphenon Ratio on the Size of Haze Particles. – Karl J. Siebert and P.Y.Lynn. – Journal of the ASBC. – 2000. – v.58. – № 3. – p.117 – 123.

12. Cevc G., March D. FosfolipidBilayirs physical Properties and Model CellBiology: A Series of Monographs. N.Y.: Willey-Interscience,1987.V.5.

13. Ермолаева Г.А., Шаненко Е.Ф., Гернет М.В., Бодрова О.Ю. Основные процессы пивоварения. Стойкость и стабильность качества пива при хранении в различной упаковке// Пиво и напитки. – 2004. – №2, С. 20 – 23.

УДК 663/664:641

***С.О. Смирнов**, к.т.н. ФГБНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОДУКТОВ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА АМАРАНТА ПРИ ВЫРАБОТКЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Данная работа посвящена созданию новых пищевых продуктов общего, лечебно-профилактического и функционального питания на основе глубокой переработки зерна амаранта.

Ключевые слова: мука амарантовая, качество, хлебобулочные изделия, технология.

S.O. Smirnov

PROSPECTS OF APPLICATION OF PRODUCTS OF DEEP PROCESSING OF GRAIN AMARANTH IN THE FORMULATION OF BAKERY PRODUCTS

This work is devoted to the creation of new food products General, medical and functional food on the basis of deep processing of grain amaranth.

Keywords: amaranth flour, quality, bakery products, technology.

Использование амаранта знает уже много путей, и чем дальше исследуется эта культура, тем больше возможностей открывается для ее применения. Трудно найти отрасли, в которых амарант не нашел бы применения. Это кондитерская, хлебопекарная, макаронная, мяс-

ная, комбикормовая, медицинская, фармацевтическая отрасли промышленности, производство продуктов детского и функционального питания и многое другое.

Эту культуру знают в Европе, Азии и Америке. В последние десятилетия большое внимание уделяется амаранту и в нашей стране.

Многообразие свойств амаранта и его целевого использования дает возможность подходить к его переработке комплексно. В настоящее время научно-исследовательскими организациями и учреждениями, а также различными фирмами разработаны комплексные технологии переработки амаранта. В этом направлении многое удалось сделать ученым Биологического НИИ Санкт-Петербургского государственного университета, МГУПП, ВНИИЖ, Воронежского, Казанского государственных университетов, Воронежской технологической академии, ГосНИИХП и других организаций и учреждений. ГНУ ВНИИЗ совместно с ООО «Амафор» разработал способ получения амарантового масла, содержащего полезное вещество – сквален для лечебных и профилактических целей.

Для широкого потребления амарант целесообразно вводить в хлебобулочные изделия, поскольку хлеб в нашей стране – это продукт наиболее распространенный, традиционный, потребляемый всеми слоями общества. Для широкого использования продуктов из амаранта в хлебопекарном и макаронном производстве, для сокращения трудо- и энергозатрат по дозированию и смешиванию и повышения точности этих процессов целесообразно приготовление мучных смесей с амарантом непосредственно на мельничных предприятиях и поставка уже готовых смесей в пекарни и на хлебопекарные заводы.

Однако разработанные технологии применения амаранта зачастую предусматривают его использование непосредственно на хлебопекарных или кондитерских предприятиях. Например, по технологии комплексной переработки амаранта, разработанной во ВНИИЖ, использование углеводной фракции амаранта рассматривается в виде жидкого гидролизата, полученного в результате обработки фермента-

ми. Шрот амаранта, оставшийся после выделения масла, также вводят при выработке хлебобулочных изделий в виде ферментативного гидролизата в дозе 10-

12 % к массе муки. Интересный вид хлебобулочного изделия разработан в Кубанском государственном технологическом университете, для которого используется смесь экстракта амарантового масла, содержащего сквален, с оставшимся после экстрагирования шротом в виде муки.

В условиях мукомольного завода использование амарантовой муки или шрота, или прочих продуктов из амаранта в жидком виде является неприемлемым. Одновременно повышенное содержание клетчатки в получаемых из амаранта продуктах в виде муки или шрота не дает возможности непосредственно вводить эти продукты в сухом, негидролизованном виде в пшеничную или ржано-пшеничную муку, поскольку, с технологической точки зрения, это не позволяет в полной мере проявиться улучшающему действию вводимой добавки, а с пищевой - снижает перевариваемость и усвояемость продукта.

Работами ученых ГНУ ВНИИЗ эти проблемы были решены. Совместно с фирмой «Амафор» была разработана оригинальная, запатентованная технология комплексной переработки амарантовых семян в муку различных видов разного целевого назначения, в том числе для использования в хлебопечении; утвержден «Опытный технологический регламент процесса производства муки амарантовой полуобезжиренной» от 19.06.2003 г. Суть технологии заключается в разделении зерна амаранта на анатомические части (зародыш, эндосперм, оболочки), что позволяет получать муку, различающуюся по содержанию белка, крахмала, жира, витаминов и микроэлементов - в зависимости от используемых частей зерна.

Такая технология использования амаранта позволяет, с одной стороны, комплексно использовать сельскохозяйственное сырье, а с другой стороны, создавать продукты питания с высокой пищевой и биологической ценностью, с прогнозируемым составом и свойствами массового потребления и лечебно-профилактического назначения.

Получаемая мука амарантовая может быть введена в пшеничную или ржано-пшеничную муку непосредственно на мукомольном заводе и позволяет получать хлеб с новыми, улучшенными свойствами.

Разные авторы, проводя независимые исследования, пришли к одинаковому уровню ввода продуктов из амаранта в пшеничную муку – в основном это доза 7 – 10 % от массы муки, максимальная доза – 15 – 20 %.

Различные виды амарантовой муки, полученные в ГНУ ВНИИЗ при полной комплексной переработке зерна амаранта, были всесторонне изучены по их влиянию на качество пшеничной муки и хлеба. Исследование проводилось на пробах муки высшего и первого сортов с тремя видами амарантовой муки: белковой, углеводной и цельносмолотой. Показатели качества муки высшего и первого сортов, приведенные в таблице 1, отвечали требованиям ГОСТ Р 52189-2003.

Таблица 1. Показатели качества пшеничной сортовой муки и ее смесей с амарантовой мукой

Вид амарантовой муки	Сорт муки	Массовая доля клейковины, %		Качество клейковины		Число падения, с
		сырой	сухой	ед. ИДК	группа	
Контроль	высший	28,1	10,58	51	II уд. крепкая	250
	первый	31,9	12,24	75	I хорошая	214
Белковая	высший	28,4	11,20	67	I хорошая	259
	первый	30,0	12,24	79	II уд. слабая	213
Углеводная	высший	26,3	9,64	51	II уд. крепкая	238
	первый	30,0	11,68	70	I хорошая	191
Цельносмолотая	первый	30,9	11,80	85	II уд. слабая	215

Хлеб выпекали методом пробной лабораторной выпечки по ГОСТ 27669-88. Проведенные исследования по выбору дозы ввода амарантовой муки в пшеничную в диапазоне от 7 до 20 % позволили установить, что наиболее оптимальным с точки зрения качества муки и хлеба являлся ввод 7 % амарантовой муки, поэтому приведенные далее данные относятся к именно к этой дозе.

При вводе различных видов амарантовой муки в количестве 7 % в пшеничную муку высшего и первого сортов массовая доля клейковины изменялась незначительно – в пределах допускаемого расхождения определения показателя.

Ввод белковой и цельносмолотой амарантовой муки расслабил клейковину, углеводная мука практически не влияла на качество клейковины. Было отмечено понижение числа падения пшеничной муки при использовании амарантовой углеводной муки, что позволяет рекомендовать этот вид амарантовой муки для ввода в муку с низкой амилолитической активностью (высоким числом падения).

Таким образом, ввод белковой и цельносмолотой амарантовой муки в сортовую пшеничную муку позволяет регулировать качество крепкой клейковины, а использование углеводной амарантовой муки - корректировать число падения пшеничной муки для повышения ее амилолитической активности.

Результаты оценки качества хлеба, выпеченного из смеси сортовой пшеничной муки и амарантовой муки разных видов, представлены в таблице 2.

Каждый вид амарантовой муки придавал хлебу свои особые свойства, улучшающие его вкус, аромат и внешний вид. Так, у хлеба из смеси пшеничной и амарантовой углеводной муки по сравнению с пшеничным верхняя корка становилась ровной, очень гладкой, приятного насыщенного золотистого цвета. Причем улучшающий эффект ввода амарантовой муки ярко проявлялся в пшеничном хлебе из муки как первого, так и высшего сортов.

Помимо этого, ввод разных видов амарантовой муки оказывал улучшающее действие на показатели качества хлеба. К наибольшему эффекту приводил ввод амарантовой углеводной муки в пшеничную сортовую муку – значительно увеличивались объемный выход хлеба (на 17 % для муки высшего сорта и 7 % для муки первого сорта) и его формоустойчивость (на 17 % для муки высшего сорта и 19 % для муки первого сорта соответственно) (табл. 2). Ввод амарантовой белковой муки в количестве 7 % также улучшал объемный выход хлеба (табл. 2), рис.1, но главное - хлеб приобретал особый вкус, который в сочетании с диетическими свойствами амаранта может привлечь к себе потребителя. Исследования в направлении придания пшеничному хлебу с белковой амарантовой мукой особого приятного вкуса продолжаются.

Таблица 2. Качество хлеба из пшеничной сортовой муки и ее смесей с амарантовой мукой

Вид амарантовой муки	Сорт муки	Объемный выход хлеба, см^3 / 100 г муки	Формоустойчивость	Пористость, %	Органолептическая оценка хлеба, балл		Кислотность хлеба, град.
					внешнего вида	мякиша	
Контроль	высший	534	0,47	84	5	5	1,2
	первый	487	0,32	82	4	4	2,4
Белковая	высший	546	0,42	84	5	5	1,9
	первый	455	0,32	82	4	4	2,8
Углеводная	высший	623	0,55	86	5	5	1,2
	первый	521	0,38	86	5	5	2,3
Цельносмолотая	первый	521	0,32	86	4	4	2,2

Добавление в пшеничную муку первого сорта цельносмолотой амарантовой муки при дозе 7 % также повышало объемный выход хлеба. Помимо внешних органолептических показателей хлеба, его объема и формоустойчивости ввод амарантовой муки улучшал состояние мякиша хлеба. Пористость мякиша в хлебе из муки обоих сортов при добавлении углеводной амарантовой муки стала более тонкостенной, мелкой и равномерной.

Мякиш хлеба из смеси по сравнению с контролем был более нежным и воздушным, с хорошей упругостью. Семь экспертов, проводивших органолептический анализ, дали высшую оценку мякишу хлеба из смеси пшеничной и амарантовой углеводной муки. При этом балловая оценка мякиша из смеси с мукой первого сорта повысилась до 5-и баллов с 4-х баллов в контроле.

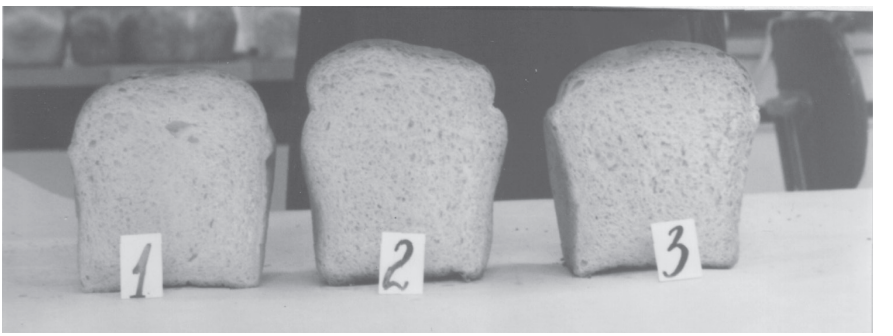


Рис. 1. Вид мякиша формового хлеба из пшеничной муки высшего сорта и ее смесей с разными видами амарантовой муки: 1 – контроль (из пшеничной муки высшего сорта); 2 и 3 – из смеси с амарантовой белковой мукой в количестве 7 % и 10 %; 4 и 5 – из смеси с амарантовой крахмалистой мукой в количестве 7 % и 10 %.

Исследование влияния ввода амарантовой муки на скорость черствения мякиша показало, что ввод белковой амарантовой муки по сравнению с контролем вызывал сначала некоторое понижение скорости черствения мякиша хлеба, однако на 4-й – 5-й день эта разница становилась более существенной. Ввод углеводной амарантовой муки также снижал скорость черствения хлеба и тем больше, чем выше была доза вводимой амарантовой муки (рис. 2–3).

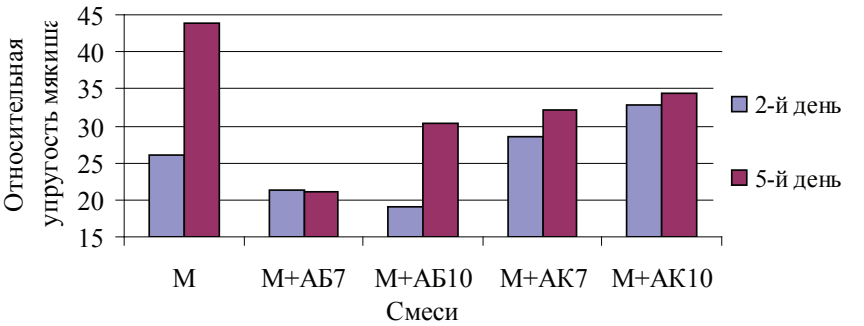


Рис. 2. Изменение относительной упругости мякиша хлеба из смесей амарантовой и пшеничной муки высшего сорта: М- мука пшеничная; М+АБ7 и М+АБ10 – смесь с 7 и 10 % амарантовой белковой муки; М+АК7 и М+АК10 - смесь с 7 и 10 % амарантовой углеводной муки.

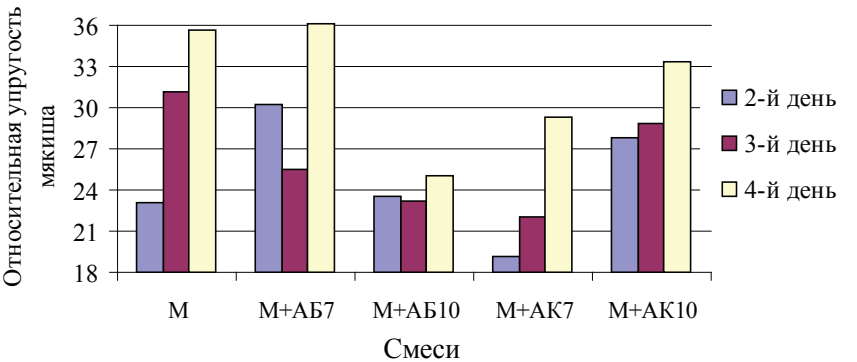


Рис. 3. Изменение относительной упругости мякиша хлеба из смесей амарантовой и пшеничной муки первого сорта: М - мука пшеничная; М+АБ7 и М+АБ10 – смесь с 7 и 10 % амарантовой белковой муки; М+АК7 и М+АК10 - смесь с 7 и 10 % амарантовой углеводной муки.

Ввод углеводной амарантовой муки очень ценен для использования с мукой высшего сорта, которая из всех сортов муки наиболее обеднена ценными веществами – незаменимы-

ми аминокислотами, витаминами и минеральными элементами. К тому же для муки высшего сорта нередко характерна пониженная амилолитическая активность. При наличии лучшего по технологическому качеству белкового комплекса пониженная амилолитическая активность не позволяет муке высшего сорта в полной мере проявить свои потенциальные возможности. Все эти недостатки высококачественной и дорогостоящей муки позволяет устранить применение амарантовой углеводной муки.

Таким образом, полученную белковую, углеводную и цельносмолотую муку из амаранта, полученную по запатентованной технологии целесообразно использовать для улучшения показателей качества хлеба. Ее применение не требует использования сложных технологий экстракции, сушки, измельчения, гидролиза с применением химических экстрагентов или особых ферментов и т.п. Готовую смесь можно приготавливать непосредственно на мельничном или хлебопекарном предприятии.

Различные виды амарантовой муки позволяют корректировать качество пшеничной муки и улучшать качество хлеба.

Добавление углеводной амарантовой муки усиливает процессы газо- и сахарообразования при приготовлении теста, что в конечном итоге улучшает качество хлеба, особенно при пониженной амилолитической активности муки. Большим достоинством углеводной амарантовой муки является улучшение ею показателей качества как формового, так и подового хлебов. Такой способностью обладают далеко не все хлебопекарные улучшители. При этом органолептические показатели качества хлеба - внешний вид и состояние мякиша с амарантовой мукой также улучшаются, хлеб приобретает свой особый приятный привкус и аромат.

Одновременно ввод разработанных видов амарантовой муки повышает пищевую ценность хлеба.

К тому же применение амарантовой муки позволяет замедлять скорость черствения мякиша хлеба.

Применение различных видов амарантовой муки позволит мельничным предприятиям расширить ассортимент своей продукции и выпускать качественную и биологически ценную муку.

Список литературы

1. Дулаев В.Г., Меньшенин А.И., Смирнов С.О., Новая технология и ассортимент продуктов глубокой переработки зерна амаранта // Научное обеспечение и тенденции развития производства пищевых добавок в России. Материалы докладов международной конференции/ Россельхозакадемия, ГУ ВНИИПАКК. – СПб, 2005. – С. 66.

2. Пат. РФ 2251455. Способ помола семян амаранта, приоритет 25.12.02. – Бюл. –2005. – С. 13 (С.О. Смирнов, В.Г. Дулаев, А.И. Меньшенин).

3. Смирнов С.О. Разработка технологии разделения зерна амаранта на анатомические части и получения из них нативных продуктов.: Дисс. …канд. техн. наук: 05.18.01– М., 2006, – с.215.

4. Мелешкина Е.П., Меньшенин А.И., Смирнов С.О., Кириллова Е.В., Новое в переработке и использовании амаранта. Хлебопродукты. М. 9/2005. – С. 45-48.

5. Смирнов С.О., Меньшенин А.И., Мелешкина Е.П., Производство многофункциональных компонентов из зерна амаранта для продуктов питания // Сборник материалов научно- практической конференции «Проблемы создания продуктов здорового питания. Наука и технология», Россельхозакадемия, ГНУВНИИМС. - Углич, 2006. – С. 236-238.

УДК 664.764: 664.786.8(043.3)

***Ю.О. Сумелиди, С.Л. Белецкий**, к.т.н. ФГБУ НИИПХ Росрезерва, **Б.Ц. Зайчик, В.П. Хотченков** Институт биохимии им. А.Н.Баха РАН*

БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В КРУПЕ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ

В работе рассмотрены результаты исследования изменения фракционного состава белковой фракции и биологической ценности гречневой и рисовой крупы при длительном хранении, а также защитные свойства различных видов упаковки.

Ключевые слова: аминокислотный скор, биологическая ценность, полимерная упаковка, многослойная герметичная тара, длительное хранение, фракционный состав белков.

J.O. Sumelidi, S.L. Beletskiy, B.C. Zaichik, V.P. Hotchenkov

BIOCHEMICAL CHANGES HAPPENING IN THE RUMP DURING LONG-TERM STORAGE

The article presented the results of the study changing the fractional composition of the protein fractions and biological value of buckwheat and rice groats during storage, and the protective power of various types of packaging.

Keywords: amino-acid score, biological value, polymer

packaging, multilayer sealed packages, long-term storage, the fractional composition of proteins.

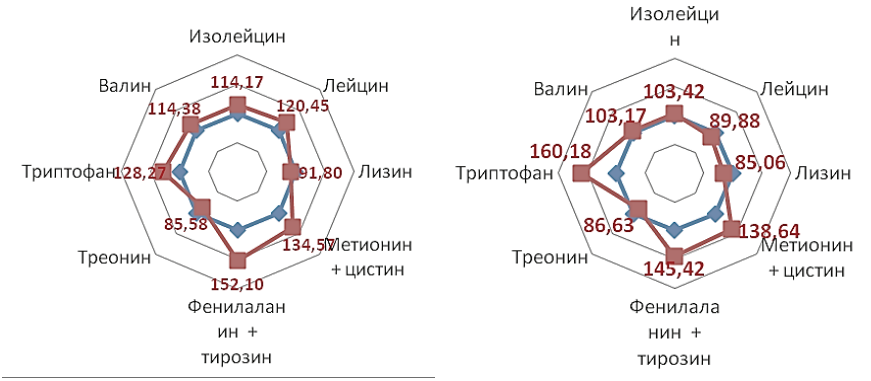
В настоящее время особую важность приобретают работы, направленные на совершенствование теории и практики длительного хранения продовольственных товаров. К универсальным продуктам, которые можно просто и долго хранить, быстро готовить и, в то же время, обладающими высокой пищевой ценностью, относится крупа.

Крупяные продукты являются важным элементом для полноценного сбалансированного здорового питания человека, так как в силу невысокой стоимости являются доступными всем группам населения в качестве источника энергии, макро и микроэлементов. Здоровое развитие организма невозможно без протекания биохимических реакций с участием белков, поступающих в организм с пищей. Любой белок, в том числе пищевой, состоит из определенной последовательности аминокислот, которые представляют собой строительный материал для синтеза организмом человека собственных необходимых белков: белки-ферменты, белки-гормоны, сократительные, защитные и иммунные белки [1].

Белки − высокомолекулярные соединения с широким варьированием по диапазону молекулярной массы, которая колеблется от 6000 до 1 000 000 Da и выше [1-3].

Содержание белка в гречневой крупе из расчета на 100 г продукта в гречневой крупе – 12,6 г, в рисе – 6,7 г. Согласно ГОСТ 32195 (ISO 13903:2005), нами было измерено содержание основных незаменимых аминокислот в гречневой и рисовой крупе. Рассчитанный нами аминокислотный скор гречневой и рисовой крупы, приведен на рис. 1. Крупа одноименного вида изготовлена одним производителем, дата изготовления крупы гречневой – сентябрь 2012 года, рисовой – сентябрь 2012 года. Исследуемые партии хранятся в условиях ЮФО в неотапливаемых складах в различных видах упаковки. Рассчитанный нами аминокислотный скор гречневой и рисовой

крупы (перед закладкой на хранение) приведен на рис.1. Данный рисунок характеризует содержание незаменимых аминокислот одноименных образцов крупы, хранящихся в различных видах упаковки.

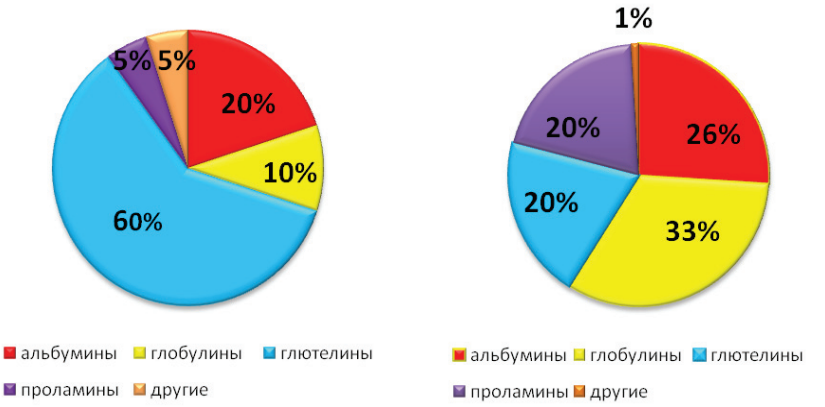


а) б)

Рисунок 1. Аминокислотный скор рисовой (а) и гречневой (б) круп

Из рисунка 1 видно, что белки гречневой крупы характеризуются высокой ценностью по аминокислотному скору, так как содержат большинство незаменимых аминокислот. Гречневая крупа, как продукт здорового питания, может рассматриваться в качестве источника триптофана, фенилаланина с тирозином и метионина с цистином. Аминокислотный скор белков риса достаточно сбалансирован, но по причине меньшего содержания белка в продукте, отличается меньшим абсолютным содержанием аминокислот. Основными лимитирующими кислотами для изучаемых видов круп являются лизин и треонин для риса и дополнительно лейцин для гречневой крупы.

Согласно литературным источникам, на рис. 2 приведен состав основных белков для рисовой и гречневой круп.



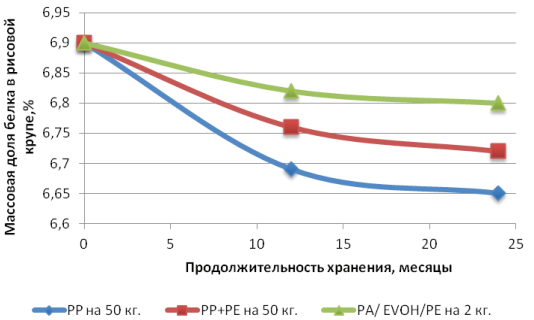
а) б)

Рисунок 2. Состав белков рисовой (а) и гречневой (б) круп

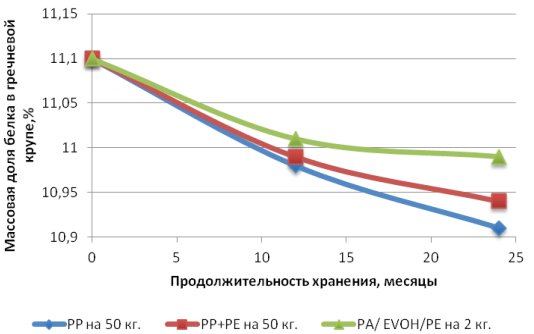
Наибольшей биологической ценностью для человека обладают **водорастворимые белки** - альбумины, в их составе все незаменимые аминокислоты содержатся почти в близких к оптимальным соотношениям, отмечается лишь некоторый дефицит по содержанию метионина. **Солерастворимые белки** зерна – глобулины, также характеризуются довольно хорошо сбалансированным аминокислотным составом, хотя содержание некоторых незаменимых аминокислот у них по сравнению с альбуминами понижено (метионин, триптофан, лейцин). Из рис. 2 видно, что 59 % от суммы общих белков у крупы гречневой приходится на альбумины и глобулины (белки с низкой молекулярной массой до 30 kD), а у рисовой – только 30%. **Щелочерастворимые белки** – глютелины, у ряда злаковых культур по содержанию незаменимых аминокислот приближаются к глобулинам, но характеризуются довольно сильным дефицитом лизина, триптофана и метионина. Данные соединения имеют среднюю молекулярную массу (30-100 kD) и составляют 60 % от массы всех белков в рисовой крупе. Самую низкую биологическую ценность имеют **спирторастворимые белки – проламины,** которые

накапливаются только в семенах злаковых растений. Они отличаются очень низким содержанием таких незаменимых аминокислот, как лизин, триптофан, метионин, относятся к высокомолекулярным соединениям (молекулярная масса свыше 100 kD) [1-4].

Для изучения изменений, происходящих в белковой фракции изучаемых круп в процессе длительного хранения, нами был проведен анализ содержания белка (ГОСТ 10846-91) и динамика фракционного состава белков (согласно методике Института биохимии им. А.Н. Баха РАН), результаты которых приведены на рис. 3-4.



а)



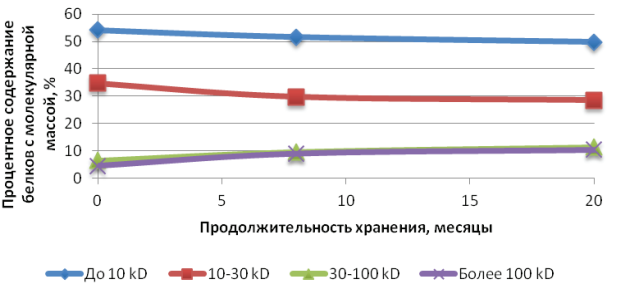
б)

Рисунок 3. Динамика массовой доли белка в рисовой (а) и гречневой (б) крупах южного региона, хранящихся в различной упаковке

Из рис. 3 видно, что в процессе хранения изменения в белковой фракции, связанные с денатурацией белков, идут очень медленно и составляют не более 0,1 % за 24 месяца хранения. Также видно, что современная многослойная герметичная упаковка (PA/EVOH/PE) позволяет лучше сохранить биологическую ценность рисовой и гречневой круп, в отличие от тканного полипропиленового мешка на 50 кг, как с вкладышем, так и без него.

Была исследована динамика фракционного состава рисовой и гречневой круп во время длительного хранения путем проведения количественного анализа состава белковых комплексов крупы (рис. 4). Разделение белков было проведено методом гель-фильтрации, основанным на разделении белковых фракций по молекулярной массе с использованием буферных систем на специальной хроматографической колонке. Результаты приведены на рис. 4.

а)



б)

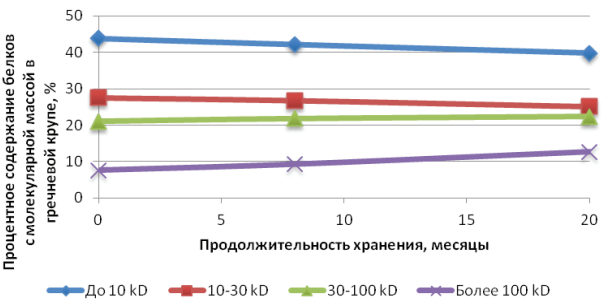


Рисунок 4. Динамика фракционного состава белков рисовой (а) и гречневой (б) круп, упакованных в тканный полипропиленовый мешок

Из рис. 4 видно, что при длительном хранении идет незначительное снижение содержания доли низко- и среднемолекулярных фракций в процентном отношении от общего содержания белка, разница находится в пределах 0,2 % для гречневой и рисовой круп и не различается в зависимости от используемой упаковки.

Таким образом, за исследуемый период времени массовая доля белка и его фракционный состав существенно не изменились как для гречневой, так и для рисовой круп. Это свидетельствует о медленном течении процессов порчи белковой фракции, ведущих к снижению биологической ценности продуктов. Следовательно, гречневую и рисовую крупы можно закладывать на длительное хранение без риска существенной потери их биологической ценности.

Герметичная многослойная упаковка (PA/EVOH/PE) позволяет лучше сохранить биологическую ценность круп гречневой и рисовой.

Список литературы

1. Гурковская, Е. А. Белковые комплексы злаков и pH среды элюента/ Е. А. Гурковская//Хлебпродинформ, Москва. – 202. – №2. – С. 8 – 19.
2. Казанова, М. С.Биохимия зерна и продуктов его переработки / Казанова М. С., Карпиленко Г. П. . – М: ДеЛи, 2007. – 320 с.
3. Колчин, Н. М. Состав и свойства белков ячменя и их амилолитическая активность/ Н. М. Колчин // Сельхозакадемия, Москва. – 1971. – 31 с.
4. Неверова, О. А. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник/ О. А. Неверова. В. М. Позняковский. – Новосибирск: Изд. РусА, 2007. – 270 с.

УДК 663/664:664.68(075.32)

Е.А.Тарасова, *к.т.н.,* ***К.Б. Гурьева,*** *к.т.н. ФГБУ НИИПХ Росрезерва,* ***В.И. Привалов,*** *к.физ.-мат.н. ИОНХ РАН,* ***Ю.И. Сидоренко,*** *д.т.н. ФГОУ ВПО МГУПП*

ПРИМЕНЕНИЕ ЯМР СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ВОДЫ В КРИСТАЛЛАХ САХАРА-ПЕСКА ПРИ ХРАНЕНИИ

Представлены результаты применения ЯМР спектрометрии при определении содержания воды в сахаре-песке. Описано поведение внутримолекулярной влаги в кристаллах сахара при различных значениях его среднего размера, условий и длительности хранения. Экспериментально доказано, что охлаждение и кондиционирование сахара перед упаковыванием снижает вероятность его комкования при длительном хранении.

Ключевые слова: сахар-песок; хранение; комкование; связанная влага; кондиционирование; равновесная влажность; ЯМР спектроскопия.

E. A. Tarasova, K. B. Gurieva, V. I. Privalov, Y. I. Sidorenko

THE APPLICATION OF NMR SPECTROSCOPY TO ASSESS THE STATE OF WATER IN CRYSTALS OF SUGAR DURING STORAGE

The results of the use of NMR spectrometry in the determination of water content in Sahara sand. Describes the behavior of intramolecular moisture in the sugar crystals with different values of its medium size, the conditions and duration of storage. It is experimentally proved that the cooling and

conditioning sugar before wrapping reduces the likelihood of clumping during prolonged storage.

Keywords: sugar; storage; clumping; associated moisture; air conditioning; equilibrium moisture content; NMR spectroscopy.

Основной порок, который возникает при длительном хранении сахара-песка в полипропиленовых мешках - это потеря сыпучести и образование комков. К числу факторов, которые оказывают влияние на комкование сахара-песка при хранении в полимерной упаковке относятся физико-химические свойства сахара (его гигроскопичность, начальная влажность, температура, размер и однородность кристаллов), а также эксплуатационные и климатические факторы (вид упаковочного материала, кондиционирование перед упаковкой, тип и месторасположение хранилища, высота укладки штабеля, температурно-влажностные условия и продолжительность хранения).

Проведенные лабораторные эксперименты, а также исследования по хранению сахара-песка позволили установить, что важной причиной его комкования и снижения прочностных свойств полиэтиленовой пленки является упаковывание горячего сахара-песка. При затаривании сахара-песка с температурой более 30 °С степень его комкования значительно увеличивается [1].

Комкование (или слеживаемость) сахара-песка связано с явлением повторной кристаллизации микрокристаллов сахара в поверхностной пленке пересыщенного сахарного сиропа, образующейся на поверхности кристалла при сверхравновесном его увлажнении [2]. Особенно интенсивно этот процесс происходит при охлаждении сахара.

Последними исследованиями [3] показано, что кроме поверхностной влаги, в кристаллах содержится так называемая внутримолекулярная влага, которая, возможно, представляет собой неструктурированные молекулы воды, размещенные внутри пиранозного кольца глюкозы и фуранозного кольца фрук-

тозы. Такая влага может диффундировать к поверхности кристалла в процессе охлаждения и последующего длительного хранения сахара-песка (в том числе хранящегося в благоприятных температурно-влажностных условиях).

Наличие в сахаре внутримолекулярной влаги может быть оценено при помощи прецизионных методов исследования. Наиболее перспективным методом оценки содержания влаги в кристаллическом сахаре-песке является метод ЯМР спектроскопии [3, 4].

Спектроскопию ЯМР высокого разрешения на ядрах 1Н широко используют для анализа строения органических, металлоорганических и биоорганических соединений в жидком состоянии (в растворах). На сегодняшний день установлено, что для твёрдотельных образцов получаются спектры ЯМР высокого разрешения, аналогичные спектрам ЯМР высокого разрешения жидкостей [3]. Спектры ЯМР 1Н высокого разрешения сахара-песка были получены на спектрометре Bruker “AVANCE-300” по обычной одноимпульсной программе со следующими параметрами: частота резонанса – 300,21 МГц для 1Н и 75,50 МГц для C^{13}, длительность импульса возбуждения – 2 мкс (20-и градусный импульс), период следования импульсов – 1 с, число накоплений (сканов) – 100 – 000.

Образцы пищевых продуктов помещали в калиброванные ЯМР-ампулы с внешним диаметром 5 мм на высоту 50 мм. Калиброванные ампулы помещали в датчик, расположенный в сверхпроводящем соленоиде спектрометра и подвергали последовательному импульсному воздействию магнитного поля для фиксации генерирующихся спектров ЯМР. Температура образца в датчике спектрометра составляла 300 ±0,1 К.

Экспериментальные сигналы ЯМР в спектрах 1Н при необходимости приводили к лоренцевой форме линии по итеративной процедуре с применением математического обеспечения процессора спектрометра. Были получены ЯМР-параметры

отдельных сигналов в спектрах даже при их частичном перекрытии: химический сдвиг δ в миллионных долях (м.д.), относительная интегральная интенсивность (%), ширина линий на их полувысоте Δν (Гц).

Предварительные испытания показали, что спектры ЯМР 1Н образцов сахара-песка состоят из одной широкой линии с шириной на полувысоте Δν ≈ 30000 – 50000 Гц, одной узкой центральной линии с шириной на полувысоте Δν ≈ 600 – 4000 Гц и химическим сдвигом δ ≈ 6 – 7 м.д. [3]. Широкая линия в спектрах образцов сахара-песка обусловлена диполь-дипольными 1Н - 1Н взаимодействиями протонов молекул сахарозы в структуре сахара. Такие уширения типичны для неподвижных протонов в твёрдых телах. Узкая центральная линия в спектрах сахара-песка обусловлена подвижными протонами сахара. Ориентационные и трансляционные движения молекул воды в структуре сахара приводят к усреднению до нуля диполь-дипольных взаимодействий протонов молекул воды, что приводит к сужению сигнала от молекул воды. Таким образом, узкая центральная линия в спектре ЯМР 1Н соответствует молекулам воды образцов сахара-песка. Если принять суммарную интегральную интенсивность в спектре 1Н сахара-песка за 100%, то относительная интегральная интенсивность узкой центральной линии будет соответствовать процентному содержанию подвижных протонов (подвижных молекул воды) в образце сахара-песка.

На основе изложенного рассчитано относительное процентное содержание протонов молекул воды по спектрам ЯМР 1Н образцов сахара-песка.

Методом ЯМР исследованы двадцать восемь образцов сахара-песка с различными значениями размера кристаллов и разной массовой долей влаги. Были определены параметры узкой центральной линии в спектре ЯМР 1Н образцов: относительная интегральная интенсивность, которая пропорциональна содер-

жанию влаги в образцах, химический сдвиг и ширина линии на их полувысоте. Параметры исследованных образцов сахара приведены в таблице 1.

Из приведенных в таблице 1 ЯМР-данных следует, что химические сдвиги узкой линии находятся в довольно узком интервале 6,5…7,2 м.д. и практически не зависят от испытанного образца. Ширина линии на полувысоте и относительная интегральная интенсивность центральной узкой линии (ЯМР-содержание воды) в спектрах ЯМР 1Н меняются в зависимости от длительности хранения, массовой доли влаги и размера кристаллов сахара.

На рисунке 1 в качестве примера представлены нормированные спектры ЯМР 1Н узкой центральной линии образцов сахара-песка Э14, Э13, Э12 и Э11 (от нижнего к верхнему спектрам), которые соответствуют следующим параметрам схода с сит 0,4, 0,8, 1,0 и 1,4 мм. Как видно из рисунка 1, интенсивность узкой линии, характеризующая процентное содержание подвижных протонов, т.е. ЯМР-содержание воды, растет с увеличением параметра схода с сит (размера кристаллов) от 0,4 до 1,4 мм. Очевидно, что ЯМР-содержание воды показывает наличие внутриклеточной воды в кристаллах сахара.

Из графика по рис. 1 рассчитано, что относительные интегральные интенсивности соответствуют значениям ЯМР-вода (%): 0,18; 0,36; 0,38; 0,35 (спектры от нижнего к верхнему). Практически, во всех испытанных образцах содержание ЯМР-содержание воды у крупной фракции сахара-песка больше, чем у мелкой фракции. Так, в пробах с маркировкой Э11-Э14 самой крупной фракции (более 1,4 мм) ЯМР-содержание воды была выше в два раза, чем у самой мелкой фракции (от 0,4 до 0,8 мм). Аналогичные тенденции прослеживаются и в пробах других серий.

Таблица 1. ЯМР 1Н параметры образцов сахара-песка

Код образца	Сход, мм	ЯМР-содержание воды, %	Хим. сдвиг 1Н воды, мм	Ширина линии 1Н воды (δ в м.д.) на полувысоте (Δν в Гц.)
Длительность хранения 8 лет, массовая доля влаги – 0,06%				
Э 11	1,4	0,35	7,15	1480
Э 12	1,0	0,38	7,12	1255
Э 13	0,8	0,36	6,81	1268
Э 14	0,4	0,18	6,30	1778
Длительность хранения 6 лет, массовая доля влаги – 0,10%				
Э 21	1,4	0,59	7,24	1223
Э 22	1,0	0,58	6,93	1385
Э 23	0,8	0,53	6,75	1121
Э 24	0,4	0,33	6,73	1457
Длительность хранения 6 лет, массовая доля влаги – 0,05%				
Н 11	1,4	0,19	6,66	1934
Н 12	1,0	0,15	6,34	1587
Н 13	0,8	0,14	7,01	1092
Н 14	0,4	0,085	7,00	1100
Длительность хранения 4 года, массовая доля влаги – 0,07%				
Н 21	1,4	0,49	6,90	1648
Н 22	1,0	0,59	7,06	1117
Н 23	0,8	0,68	7,04	964
Н 24	0,4	0,51	7,02	981
Длительность хранения 7 лет, массовая доля влаги – 0,10%				
С 1	1,4	0,93	7,14	1082
С 2	1,0	0,98	7,13	954
С 3	0,8	0,52	6,97	1027
С 4	0,4	0,21	6,38	1633
Длительность хранения 3 года, массовая доля влаги – 0,07%				
Г 1	1,4	0,25	6,58	1282
Г 2	1,0	0,23	6,96	1569
Г 3	0,8	0,21	6,34	1354
Г 4	0,4	0,17	6,43	1092
Длительность хранения 1 год, массовая доля влаги – 0,10%				
О 1	1,4	0,36	7,18	1183
О 2	1,0	0,28	6,82	1076
О 3	0,8	0,14	6,54	1243
О 4	0,4	0,14	6,70	1200

Повышение ЯМР-содержание воды с увеличением размера кристаллов сахара-песка можно объяснить наличием в крупных фракциях сахара большего количества примесей, которые удерживают связанную влагу [4]. Фактор пропорционального влияния размера кристаллов на влагосодержание может иметь место при формировании кристаллов с дефектной кристаллической решеткой, в том числе в сахаре с большим содержанием друз. Такой сахар может быть получен в условиях его кристаллизации из сиропа низкой чистоты в условиях роста коэффициента пересыщения в процессе уваривания утфеля выше допустимого.

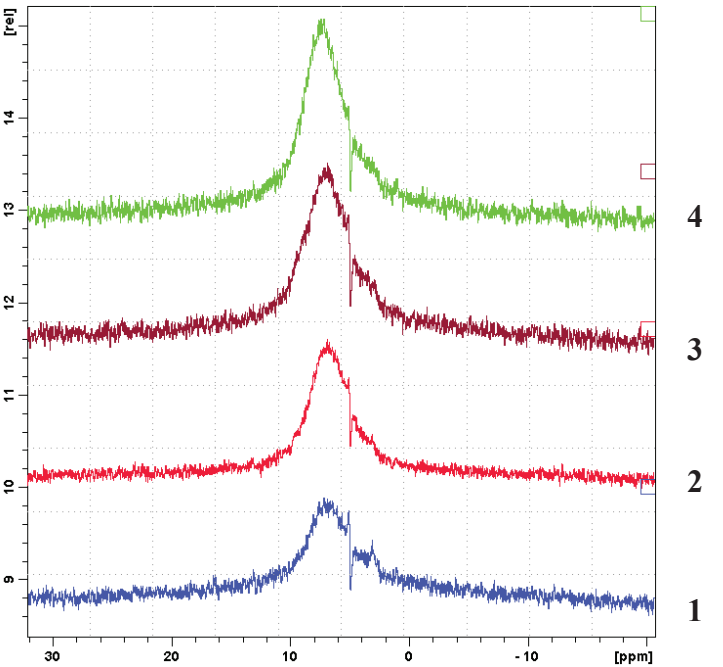


Рисунок 1. Растянутые центральные части спектров ЯМР 1Н образцов сахара-песка Э14, Э13, Э12 и Э11, соответствующие размеру кристаллов в мм по сходам с сит: 0,4 (первая линия); 0,8 (вторая); 1,0 (третья); 1,4 (четвертая).

Как правило, при указанном режиме кристаллизации кинетика кристаллизации опережает массообменные процессы между кристаллами и межкристальным раствором, что приводит к механическому захвату межкристального раствора в полости конгломератов кристаллов. Примеси включаются в кристаллическую решетку при быстром росте кристаллов в виде межкристального раствора, в трещины кристалла, зарастающие позже сахарозой, а также в местах срастания кристаллов. Включенные в кристаллическую решетку примеси препятствуют образованию водородных связей между молекулами сахарозы, и их ОН-группы становятся более доступными для связывания воды посредством водородных связей. Межкристальный раствор, попавший в кристаллы в результате окклюзии, также способствует увеличению количества связанной влаги.

Указанная тенденция зависимости содержания ЯМР-содержания воды (внутриклеточной) от размера кристаллов подтверждается гигроскопическими характеристиками сахара-песка. На рисунке 2 приведены изотермы адсорбции сахара-песка с разными размерами кристаллов.

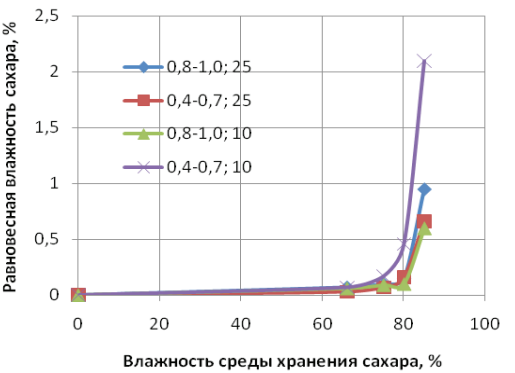


Рисунок 2. Изотермы адсорбции сахара-песка различных фракций, хранившегося при различной температуре (данные легенды: размер фракции, мм; температура хранения, ^{0}C)

Как видно из рисунка 2, при 25 ^{0}С во всем диапазоне контролируемых значений влажности среды равновесная влажность сахара крупной фракции выше, чем у сахара мелкой фракции. Это может быть объяснено присутствием в крупном кристалле более значительного количества внутримолекулярной влаги, которая не успела диффундировать во внешнюю среду в связи с менее благоприятной, нежели у мелких кристаллов, кинетикой масообмена.

При температуре 10 ^{0}С кинетика диффузии внутримолекулярной влаги замедляется, а решающее значение в формировании равновесной влажности играет фактор большей суммарной площади поверхности мелкой фракции кристаллов.

Для исследования восприимчивости сахара с различными размерами кристаллов к условиям хранения были подготовлены образцы сахара с размерами кристаллов 1,0-0,8 мм и 0,7-0,4 мм. При этом у каждого образца была установлена равновесная влажность статическим методом в эксикаторе при различных температурно-влажностных параметрах воздуха. После становления равновесия образцы сахара-песка были исследованы методом ЯМР и в них определена ЯМР-содержание воды. Соотношение равновесной влажности образцов сахара-песка различных фракций и ЯМР-содержания воды представлено на рисунке 3.

При расчетах получено, что коэффициент корреляции между равновесным значением влажности и ЯМР-содержанием воды составляет 0,77, т.е. выявлена довольно высокая степень связи. Это свидетельствует о возможности определения внутримолекулярной влаги в сахаре методом ЯМР.

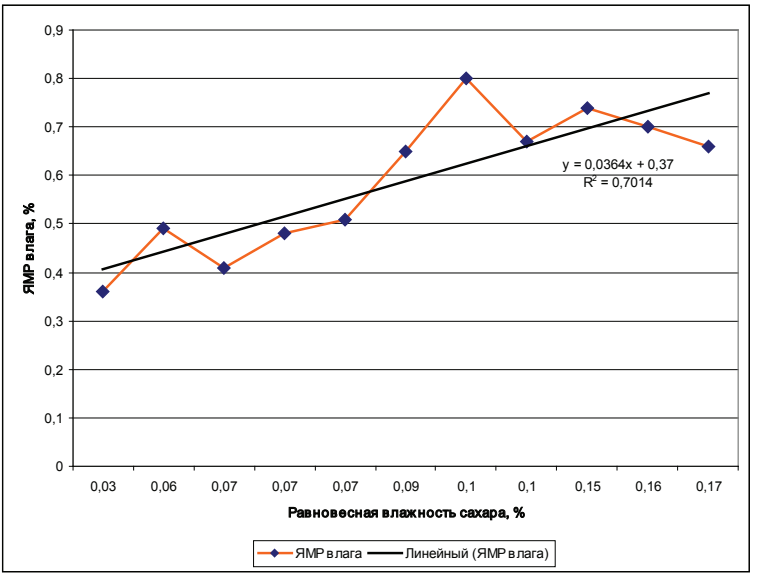


Рисунок 3. Соотношение средней равновесной влажности образцов сахара-песка и ЯМР-содержания воды

Основной метод высушивания сахара горячим воздухом, применяемый на сахарных заводах, не удаляет связанную влагу, и только в процессе последующего хранения она переходит в свободное состояние, нарушая установившееся равновесие.

Для оценки необходимости проведения кондиционирования сахара-песка с целью максимально возможного извлечения внутримолекулярной влаги проанализированы образцы сахара-песка Лебедянского сахарного завода до и после кондиционирования в течение одного года. Кондиционирование вели в калиброванных ЯМР-ампулах при комнатной температуре и влажности.

На рисунке 4 приведены спектры ЯМР 1Н исходного (верхний спектр) и кондиционированного (нижний спектр) образцов сахара-песка. По спектрам ЯМР 1Н образцов сахара-пе-

ска определено относительное процентное содержание протонов молекул воды. Как видно из спектров, содержание протонов молекул воды в исходном образце составляет 12,6 %, а в кондиционированном – 0,47 %, то есть кондиционирование сахара позволяет уменьшить содержание воды, примерно, в 27 раз.

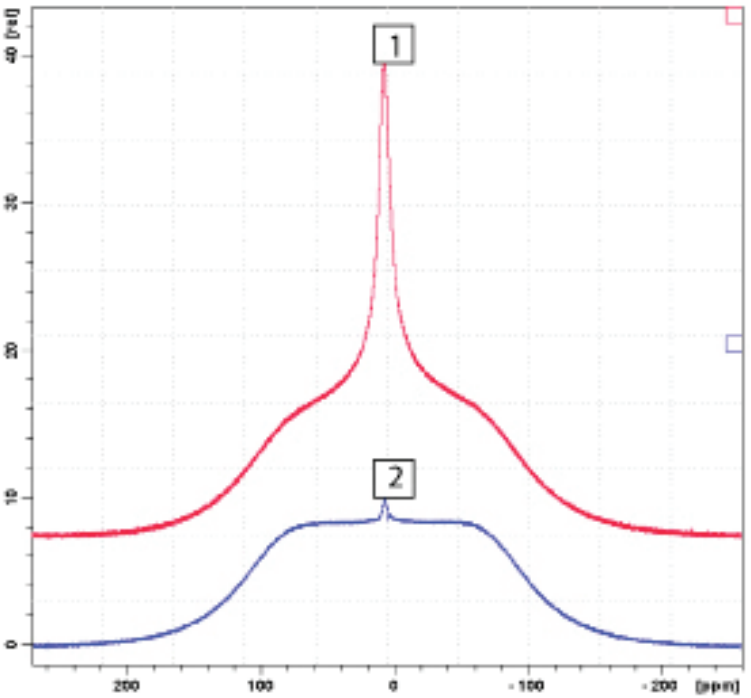


Рисунок 4. Спектры ЯМР 1Н образцов сахара-песка производства Лебедянского сахарного завода: 1 - исходный образец (испытан через 24 часов после изготовления); 2 – кондиционированный в течение года образец сахара-песка

Полученные данные демонстрируют необходимость снижения ЯМР-воды т.е. внутримолекулярной влаги у сахара, предназначенного для длительного хранения путем дополнительного применения технологии кондиционирования сахара перед

упаковыванием в мешки.

Таким образом, по результатам ЯМР-исследований сахара-песка можно сделать заключение, что ЯМР спектроскопия может быть применена для оценки внутримолекулярной влаги в сахаре-песке, влияющей на возможное комкование и слеживаемость. Показано, что для регионов с низкой среднегодовой температурой воздуха предпочтительно закладывать на хранения сахар, имеющий больший размер кристаллов, как более устойчивый к слеживанию. Для теплых регионов фактор размера менее значителен. Одной из практических рекомендаций для поставки сахара-песка в полимерной упаковке на длительное хранение является необходимость его охлаждения до температуры 25 °С и кондиционирования перед упаковкой.

Список литературы

1. Гурьева К.Б., Сидоренко Ю.И. «Длительное хранение сахара-песка в полимерной упаковке и потеря сыпучести» - Материалы 9 международной конференции «Кондитерские изделия XX1 века» – 2013 г, с. 137-138.
2. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Колос, 1999. – 495 с.
3. Сидоренко, М.Ю. Теоретическое обоснование технологии получения кристаллического сахара длительного хранения /М.Ю. Сидоренко, В.И. Привалов, Ю.И. Сидоренко // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд: международный сборник научных статей /ФГБУ НИИПХ Росрезерва; под ред. С.Е. Уланина. – М.: Галлея-Принт, 2014. – 322 с. – Приложение к информационному сборнику «Теория и практика длительного хранения», с. 241-254.
4. Rahman, A. Molecular dynamics study of liquid water /A. Rahman, F. H. Stillinger // Jr. J. chem. Phys. – 1972. – 55. – p. 3336-3359.

5. 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.

УДК 664: 66.083.2:641.16

М.Д. Уринбаев, *генеральный директор,* ***Н.К. Кокумбекова,*** *начальник Управления стратегического развития, науки и международных отношений РГП «Резерв» (Республика Казахстан)*

ОБРАБОТКА ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

В статье приведены данные по современной технологии обработки продуктов питания высоким давлением и изучению опыта немецкой компании, специализирующейся на данной технологии.

Ключевые слова: обработка высоким давлением, безопасность, сроки хранения, продукты питания, немецкая компания.

M. D. Urinbaev

PROCESSING HIGH PRESSURE TO ENSURE THE SAFETY AND THE LENGTH OF PERIODS OF FOOD STORAGE

The article contains data on modern technology of food processing under high pressure and study of the experience of German companies specializing in this technology.

Keywords: high pressure processing, safety, shelf life, food products, German company.

В число материальных ценностей, закладываемых в государственные материальные резервы, входят продукты питания, имеющие ограниченный срок годности и требующие проведения постоянного контроля качества и своевременного освежения.

Государственный материальный резерв, как орган, призванный обеспечивать сохранность материальных ценностей в течение длительного срока, в постоянном поиске путей, способов, технологий, позволяющих увеличить сроки хранения продуктов питания с сохранением их пищевых свойств.

В то же время, с каждым годом в связи с ухудшением экологической обстановки, неутихающими спорами вокруг продуктов питания, производимых с использованием генетически модифицированных организмов, вкусовых добавок, красителей и консервантов все большую актуальность приобретает безопасность продуктов питания, как один из основных факторов, определяющих здоровье и сохранение генофонда людей.

Одной из популярных современных технологий длительного хранения свежих и готовых к употреблению продуктов без консервантов, одновременно безопасных в микробиологическом отношении является технология обработки высоким давлением (HPP High Pressure Processing).

Интерес ученых к воздействию высокого давления на биологические материалы был вызван еще в 1980 – 1990 годах. Использование высокого давления взамен термической обработки при приготовлении пищевых продуктов впервые было предложено специалистами Киотского университета (Япония) [1]. Первые продукты (фруктовые соки, пюре и джемы), обработанные давлением, поступили в продажу в Японии в 1980-х годах. В настоящее время обработка высоким давлением доступна для использования в индустриальном масштабе и такие продукты продаются во Франции, Германии, Великобритании, Испании [2].

Обработка высоким давлением не является универсальным методом, ее нельзя применять для всех без исключения продук-

тов, и рассчитана в первую очередь на продукты, восприимчивые к воздействию высоких температур и с высоким содержанием кислот. Она широко применяется для обработки большого ассортимента мясной, овощной продукции (см. рисунок).

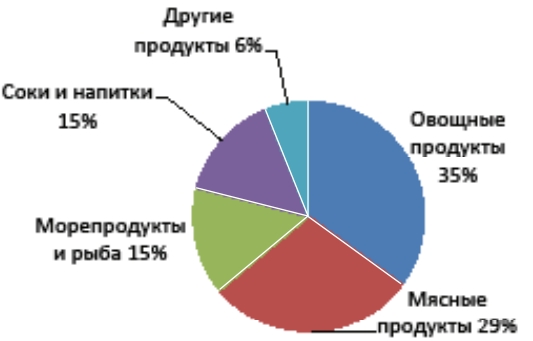


Рис. Виды обрабатываемых высоким давлением продуктов

В процессе стандартной обработки высоким давлением продукт упаковывают в мягкую тару (обычно пакет или пластиковая бутылка) и помещают в камеру высокого давления, наполненную жидкостью, передающей давление (гидравлической жидкостью). Гидравлическая жидкость (обычно вода) сжимается в камере при помощи насоса, и это давление передается через упаковку непосредственно на продукт. Используется давление в течение определенного времени. Затем обработанный продукт перевозят на склад. Так как давление воздействует равномерно (одновременно во всех направлениях), продукт питания сохраняет форму даже при сверхвысоком давлении. И благодаря тому, что высокие температуры не используются, органолептические характеристики и питательная ценность продукта питания сохраняются без угрозы микробиологической безопасности.

Основная цель обработки пищевых продуктов высоким давлением – замедлить образование пищевых микроорганизмов или устранить их, чем и достигается увеличение сроков хранения и безопас-

ность продуктов. На восприимчивость микроорганизмов к высокому давлению влияют многие факторы, и, прежде всего, это вид микроорганизма, форма (вегетативная или споры), фаза деления и субстрат (пищевой продукт), на котором они находятся. Губительный эффект высокого давления на вегетативные формы микроорганизмов обусловлен разрушением клеточных мембран и инактивацией ключевых ферментов.

В ходе изучения технологии обработки высоким давлением были выявлены ведущие европейские (Multivac, Avure technologies) и американские компании (AmeriQual), специализирующиеся на технологии обработки высоким давлением и производстве оборудования. В США для продуктов стерилизации высоким давлением используется слоган Fresher under Pressure («Свежесть под давлением»).

При содействии Посольства Республики Казахстан в Федеративной Республике Германия нам была предоставлена возможность изучения опыта одной из ведущих немецких компаний по применению технологии обработки высоким давлением - компании MULTIVAC.

Компания Multivac является производителем термоформующих машин, вакуумных камерных машин, трейсилеров и комплексных автоматизированных упаковочных линий, в которые модульно интегрированы установки обработки высоким давлением. Автоматизация процесса загрузки-разгрузки продукции в контейнеры для обработки обеспечивается современными модулями-укладчиками, что гарантирует максимальную производительность и непрерывность производственного процесса.

В настоящее время стандартная HPP система от Multivac состоит из следующих элементов: одна или две камеры высокого давления, система загрузки с загрузочными контейнерами, насосы высокого давления, система подачи воды и система контроля. Модуль-укладчик помещает запакованный продукт в загрузочный контейнер. Далее контейнер направляется в камеру высокого давления, которая герметично закрывается и наполняется водой. Камерные насосы генерируют давление до 600 MPa. Когда фиксированное время истекает, камера раз-

герметизируется и опустошается, после чего загрузочные контейнеры покидают ее. Вместе с однокамерной машиной объемом 55, 160 и 350 литров компания Multivac разработала тандем-модель емкостью 700 литров (две камеры по 350 литров) [3].

При совмещении процесса обработки под высоким давлением с умеренной тепловой обработкой (70 - 90 °С) или несколькими интервалами обработки под высоким давлением возможно уничтожение не только размножающихся в продуктах питания микроорганизмов, но и спор. Уровень инактивирования микробов зависит от характеристик изделия (содержание соли, водная активность и pH), а также уровня давления и температуры (таблица).

Таблица. Параметры процесса консервирования системой HPP

	HPP пастеризация	HPP стерилизация
Параметры продукта		
pH, a_w	3,5<pH<4,6; pH<3,5	pH>4,6; a_w>0,86
Параметры процесса		
Температура, °С	≤ 45	>100
Давление, МРа	≤ 600	> 700
Уничтожаемые микроорганизмы		
Патогенные	E. coli; Listeria; Salmonella	споры C. botulinum
Вызывающие порчу	Молочные бактерий, дрожжи, плесневые грибы	Bacillus cereus, Geobacillus spp.
Условия хранения	В холодильнике	При комнатной температуре
Упаковка	Герметичные гибкие контейнеры	Герметичные гибкие контейнеры

Применение обработки высоким давлением до сих пор ограничивалось упаковкой продуктов питания в вакууме. В развитие данной технологии компанией Multivac разработана методика применения и технологический процесс, позволяющие осуществлять обработку продуктов питания высоким давлением в упаковках с защитным газом.

Компания в структуре имеет Центр инновационных исследований для разработки инновационных видов упаковки в различных отраслях, включая упаковку для пищевых, медицинских, потребительских и промышленных товаров.

Еще одна область применения технологии обработки высоким давлением компанией Multivac – упаковка продуктов питания для вооруженных сил.

Для выявления возможности применения обработки высоким давлением для продуктов, входящих в действующие номенклатуры государственных материальных резервов, где сроки хранения измеряются годами, либо введение в них новых продуктов, хранение которых станет возможным в течение длительного периода времени благодаря данной технологии, требуется проведение практических исследований.

Список литературы

1. Жаксылыкова М.О. Качественные показатели мяса при воздействии высокого гидростатического давления / Автореферат диссертации – Москва, 1994 г.

2. Изучение применения высокого давления как экологически безопасного способа обработки пищевых продуктов / Шелихов П.В., Гладкая А.Д. // Безпека продуктів харчування та технологія переробки: Збірник наукових праць ВНАУ. – 2010. – № 5. – С. 217-221.

3. Официальный сайт компании Multivac: http//www.multivac.com.

УДК 631.362:633.2

Л.В. Фадеев, *д.т.н., генеральный директор ООО «СЭММ» (Украина),* ***В.Ф. Русских,*** *генеральный директор ООО «АгроПромэкс»,* ***С.Л. Белецкий,*** *к.т.н., доц., заместитель заведующего лабораторией технологии длительного хранения продовольственных товаров и хлебопродуктов ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

ОСОБЕННОСТИ ТРАВМИРОВАНИЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И РЖИ

В статье приводятся факторы, травмирующие зерно во время его послеуборочной обработки, рассказывается о способах уменьшения травмирования зерна, об особенностях и видах травм зерна пшеницы и ржи.

Ключевые слова: зерно, пшеница, рожь, травмирование, характер травмирования, поражение микроорганизмами, зародыш, стекловидность, твердозёрность, нория, ковши.

L.V. Fadeev, V.F. Russkih, S.L. Beletskiy

FEATURES OF INJURY OF WHEAT AND RYE

Abstract: factors injuring the grain during the post-harvest handling, describes the ways to reduce injury to grain tells about the features and types of injuries of wheat and rye.

Keywords: grain, wheat, rye, injury, nature of injury, the defeat of microorganisms, germ, hardness, tensinet, noria, ladles.

Обмолот зерна, многократный подъем его нориями, перемещение по самотёкам и цепными конвейерами, прохождение зерна через очистительные машины неизбежно сопровождается многократно ударно-истирающими воздействиями на зерновой

поток рабочих поверхностей транспортного и технологического оборудования, что приводит к травмированию зерновок, делает их при определенных условиях более доступными к воздействию микроорганизмов и вредителей хлебных запасов, способствуя развитию нежелательных процессов (самосогревание, плесневение и т.д.)[1].

Механические повреждения вызваны силовым взаимодействием зерновки, как с твердой стенкой, так и межзерновыми контактами. Зерновки при этом подвергаются сжатию, сдвигу, трению, удару.

В среднем, количество повреждений озимой пшеницы и ржи, определяемых при визуальном рассмотрении через лупу (10-тикратное увеличение), находится в пределах 27 – 43% для пшеницы и 37 – 63% для ржи. Причем, рожь дробится поперек, а пшеница вдоль. Травмированность при обмолоте (дробленые зерна) в среднем составляет для пшеницы 3,5%, для ржи 7,6%.

Если говорить о микротравмах, то у пшеницы травма оболочки около зародыша составляет 50 – 60% от всех видов травм, а у ржи иногда зародыш выбивается полностью, и это случается чаще, чем у пшеницы более чем в два раза. И это при том, что пшеница намного труднее обмолачивается, нежели рожь.

Что касается обмолота пшеницы, то крупные зерна, находящиеся в средине колоса обмолачиваются сравнительно легко, а мелкие, имеющие более крепкую связь с колосом либо не обмолачиваются, либо травмируются сильнее. При последующей обработке зерновки, размер которых 2 мм и менее, отходят на сортировальных машинах и не влияют на качество партии. Естественно, что крупные зерна пшеницы более склонны к дроблению.

Для анализа из бункера комбайна были взяты по 100 шт. зерен, целых и дробленных. Измерения и подсчет убедительно показали, что крупные зерна пшеницы дробятся в большей мере, нежели мелкие (рис.1). То есть, из 100 целых зерен круп-

ных было 33 шт., в 100 шт. дробленных зерен крупных оказалось 66 шт., а в семенах самых крупных – целых было вообще 2 шт., а дробленных 7 шт.

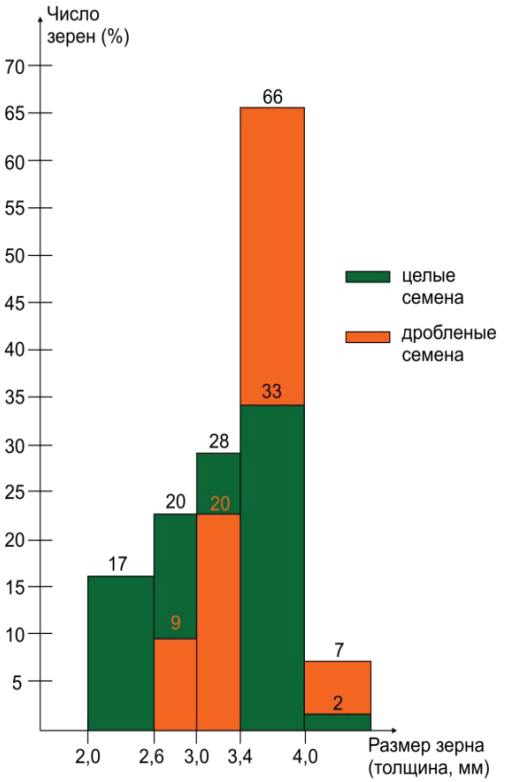


Рис.1. Склонность крупных зерен пшеницы к дроблению [2]

Рожь травмируется сильнее. Зерновка ржи удлиненная с продолговатым выпуклым зародышем. Кроме того, покровные ткани зерновки ржи тоньше и нежнее, чем у пшеницы. Клетки плодовой оболочки у ржи сплющиваются сильнее.

Давно замечена разница в предрасположенности к

травмированию стекловидных и мучнистых сортов пшеницы. Разное анатомическое строение стекловидных и мучнистых сортов пшеницы исследованы еще в XIX веке (К. Новицкий, 1870 г.). У стекловидных зерен промежутки между крахмальными зернами заполнены белковым веществом, а у мучнистых эта граница между крахмальными зернами так же заполнена белком, но в форме очень тонких пленок.

Стекловидная зерновка твердая и хрупкая, а мучнистая мягкая. При ударе стекловидные зерна растрескиваются на неправильные куски, а мучнистые мнутся или превращаются в муку. Зависимость прочности зерна от стекловидности показана на рисунке 2.

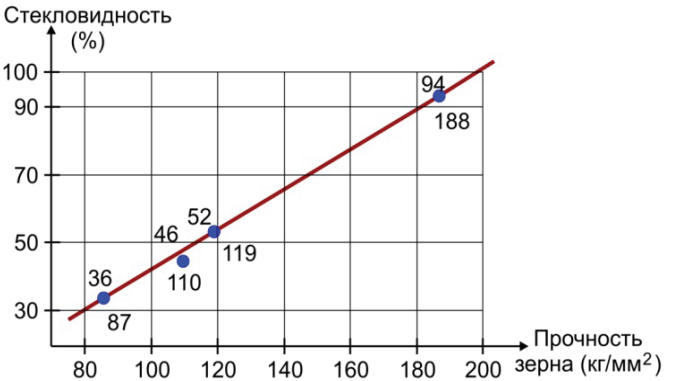


Рис. 2. Зависимость прочности зерна пшеницы от стекловидности [1]

Твёрдость эндосперма твёрдой пшеницы в два с лишним раза выше твердости оболочек, тогда как у мягкой пшеницы различий в твердости пленок и эндосперма нет. Зародыш твёрдой пшеницы резко выделяется на поверхности зерна, в то время как у мягкой он находиться в углублении. Поэтому повреждаемость твердых сортов пшеницы существенно выше, чем у мягких, и у них бóльший процент семян с травмированным зародышем.

Скороспелые сорта пшеницы значительно легче травмируются, что объясняется меньшей толщиной покрывных оболочек.

При температуре ниже нуля зерно становится хрупким, что объясняется замерзанием свободной воды в капиллярах и в межклеточном пространстве, что и приводит к разрушению внутренней связи в тканях зерна. Качественно изменение прочности зерен крахмальных и стекловидных сортов при изменении температуры окружающей среды совпадают, а количественно имеется существенная разница (рис. 3). Так, сортирование пшеницы в феврале при t = -15°С увеличивало повреждение зерна на 50% в сравнении с обработкой в октябре (плюсовая температура).

Поэтому послеуборочную обработку зерна необходимо выполнять до наступления морозов.

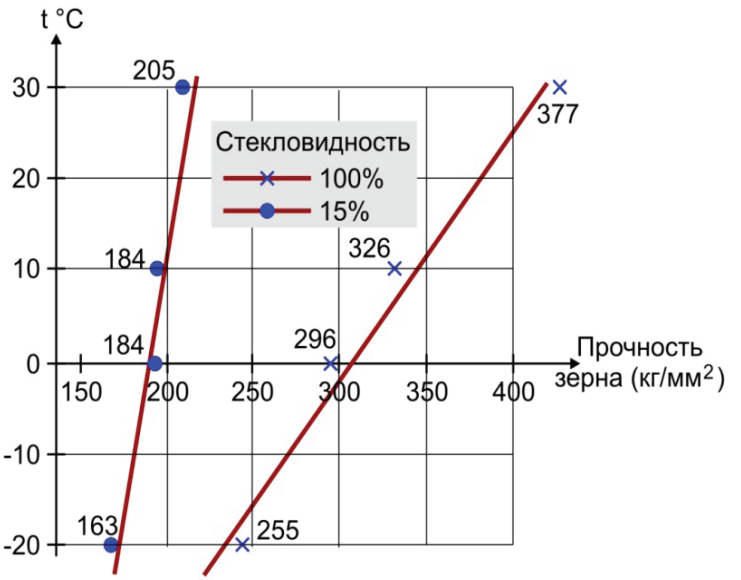


Рис. 3 Зависимость прочности зерна пшеницы разных сортов от температуры [1]

Микроорганизмы на травмированных семенах усугубляют проблему

Как известно, целые семена покрыты твердой и плотной оболочкой – мертвыми клетками эпидермиса и тонким слоем кутикулы, которые состоят, главным образом из клетчатки и восковых веществ и, как правило, не подвергаются воздействию ***микроорганизмов***.

Плесни хранения опасны тем, что они наименее требовательны к влаге и размножаются при равновесной влажности 13 – 15% и температуре до 6°С. Понятно, что травмированные семена являются при этом средой активной жизнедеятельности ***микроорганизмов***, поскольку повреждение защитных оболочек семян открывает доступ ***микроорганизмам*** к питанию и, естественно, к размножению.

Наиболее уязвимым местом для поражения ***плесневыми грибами***, способными значительно снизить семенную ценность зерна, является зародыш. Преимущественное развитие грибов на зародыше объясняется его большей по сравнению с другими частями зерна гигроскопичностью, меньшей защищенностью – он покрыт легко травмируемой семенной оболочкой, состоящей из тонкой пленки клетчатки, и обеспечен в большем количестве легкоусвояемыми веществами (белки, жиры, углеводы и др.).

Рассмотрим влияние травмирования зерна на поражаемость его ***микроорганизмами*** и снижение жизнедеятельности растений для зерна и семян пшеницы и ржи.

Пшеница. Интересно отметить, что при очень высоких показателях по лабораторной всхожести степень ***поражёния грибами*** у травмированных семян в 3 раза выше, чем у целых (рис.4). Поражение травмированных семян ***грибами*** еще более резко обнаруживается при определении силы начального роста. Гистохимическая оценка проростков показала, что макроповреждения эндосперма и зародыша ведут к частичной потере запасных веществ: белка, аминокислот, крахмала, сахара

и жира. Изменяется и содержание физиологических веществ. Таким образом, ущербность травмированных семян обусловлена нарушением физиологических процессов протекающих при прорастании.

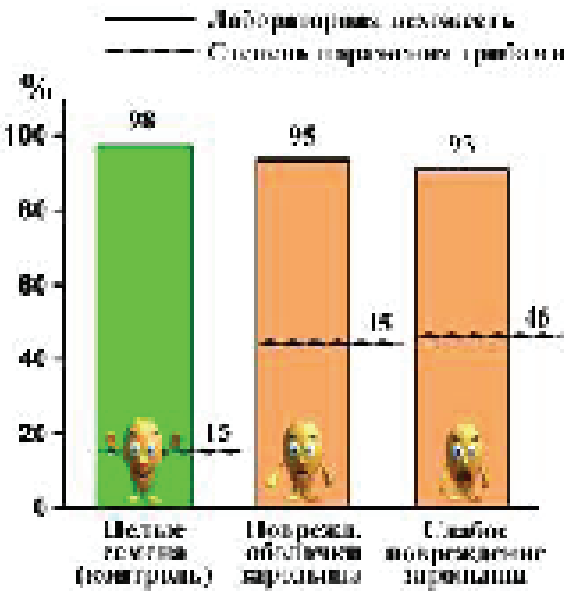


Рис. 4. Лабораторная всхожесть семян пшеницы в зависимости от характера травмирования и поражения грибами (С.А. Чазов) [6]

Из всех зерновых культур наиболее легко поражается зародыш ржи. Фитопатологические анализы семян ржи перед посевом показывают, что зерна с сильным поражением зародыша практически все поражены ***грибами*** и не удивительно, что выемки не проросшего в полевых условиях зерна, производившиеся на специальных посевах ржи показали, что все не проросшие семена были поражены ***грибами***. При тех же условиях зерно пшеницы поражается в меньшей степени (рис. 5). В отдельные годы зерна ржи с сильным повреждением зародыша были поражены грибами

на 100 %. Естественно, что такая поражаемость травмированных семян сильно снижает силу роста (рис. 6).

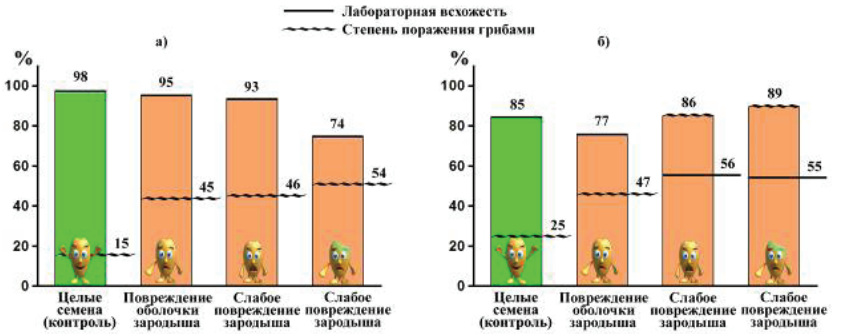


Рис. 5. Поражаемость грибами семян пшеницы (а) и ржи (б) (средние наблюдения за 2 года Чазов С.А.) [5]

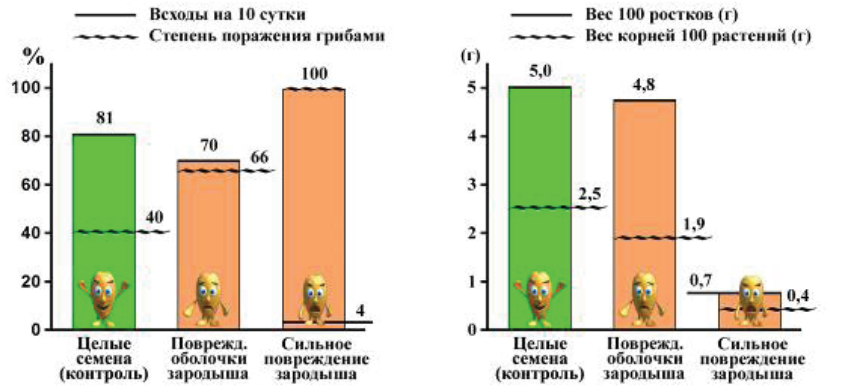


Рис. 6. Интенсивность начального роста и поражения семян ржи грибами (Чазов С.А.) [5]

Микроорганизмы, кроме непосредственного разрушения клеток семян зерна омертвляют зародыш и проросток ***токсичными продуктами*** своей жизнедеятельности.

Наличие большого количества ***микроорганизмов*** на травмированных семенах подтверждается как при проведении целевых анализов, так и опосредованных. Поскольку интенсивность дыхания является суммарным показателем дыхания семян и населяющих их ***микроорганизмов***, то по многочисленным наблюдениям отмечается повышенная интенсивность дыхания травмированных семян.

Повышение активности дыхания травмированных семян при их прорастании указывает на то, что изменяется весь окислительно-восстановительный режим проростков. Таким образом, энергия прорастания и всхожесть поврежденных семян снижаются в результате нарушения физиологических процессов, протекающих при прорастании.

Плохая сохраняемость травмированных семян объясняет то, что озимые культуры, будучи высеянными без предшествующего длительного хранения меньше страдают от травмирования нежели яровые, от уборки до сева которых время в несколько раз больше, чем у озимых.

Все вышесказанное позволяет утверждать, что предупреждение травмирования и глубокая очистка зерна исключительно важны как для товарного зерна, а еще в большей мере для семян.

Список литературы

1. М.М.Тухватуллин «Повышение качества и обеспечение сохранности зерна при обработки и хранении путем применения полимерных материалов в оборудовании, силосах и бункерах». (официальный адрес сайта: www.agropolimer1993.ru).
2. Русских В. Ф. Высокий урожай без химии Хлебопродукты 1/2012.
3. М. М. Тухватуллин Совершенствование оборудования и улучшение сохранности продуктов зерноперерабатывающих предприятий за счёт использования полимерных материалов: Моногра-

фия. − М.: Издательский комплекс МГУПП, 2003. – 314 с.

4. С. А. Алфёров, А. А. Панов Механическая повреждаемость зерна при ударе // Механизация и электрификация сельского хозяйства. − 1981. − № 3. – С.50-51.

5. Чазов С.А. Приемы улучшения посевных и урожайных качеств травмированных семян зерновых культур. – Ки.: Семеноводство зерновых и зернобобовых культур. М., 1964.

6. Чазов С.А. О мерах снижения травмирования семян. – «Селекция и семеноводство», 1964, №4.

УДК 664.834.2:635.21:631.53.026

А.А. Черенков, *аспирант кафедры технологии хранения и переработки плодов и овощей РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева*

О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЗОПАСНЫХ И ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ КОМПОЗИТНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СЕМЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ

В статье дан обзор культуры картофеля, как ценного продукта питания для населения и стратегического сырья для пищевой промышленности. Также затронут вопрос о возможности использования группы продуктов из картофеля для Росрезерва. Показана необходимость качественного семенного материала для получения пригодного к переработке урожая. Указаны существующие в семеноводческом секторе проблемы и перспектива в повышении сохраняемости и урожайности картофеля.

Ключевые слова: переработка клубней картофеля, семенной картофель, качество посадочного материала, хранение семенного картофеля, фунгицид, рострегулирующие вещества.

A.A. Cherenkov

ABOUT THE PROSPECTS OF USING SECURE AND HIGH-PERFORMANCE COMPOSITE MIXTURES FOR IMPROVING SEED PERFORMANCE NATIVE VARIETIES OF SEED POTATOES

The article provides an overview of the culture of the potato, as a valuable food for the population and strategic raw materials

for the food industry. Also discussed the possibility of using groups of potato products for the reserve. The necessity of quality seed material for receiving recyclable harvest. Specified existing in the seed sector problems and prospects in improving the persistence and yield of potato.

Keywords: processing of potato tubers, seed potatoes, seed quality, storage of seed potatoes, fungicide, astragaloside substances.

Зерновые и картофель – виды растительных культур, являющиеся основной продовольственной базой как для населения, так и для фонда Росрезерва. Зерновые включают множественный классификационный состав. Картофель выделен в отдельную группу с объёмом потребления в среднем на одного человека в год: для трудоспособного населения – 100,4 кг, пенсионеров – 80,0 кг, детей – 88,1 кг.

Клубни картофеля и продукты их переработки являются ценными в пищевом, диетическом и химико-технологических значениях. В свежем виде, клубни отличаются низкой калорийностью (73 ккал), высоким содержанием крахмала, аскорбиновой кислоты, азотистыми соединениями, в частности, полноценным по аминокислотному составу белком туберином. Более 20 минеральных элементов находятся в легкоусвояемой форме (больше, чем в мясе и хлебе из пшеничной муки). Установлен и предельно допустимый показатель по безопасности – содержание нитратов (не более 250 мг/кг) [1] [8].

Именно по данным показателям предъявляются требования входного контроля к сырью, предназначенному для переработки.

Группа продуктов из переработанного картофеля составляет высокий ассортимент:

- сухие продукты: пюре, картофельные хлопья, картофельная мука;
- снеки: чипсы, картофельное печенье;

- замороженные: картофель фри, картофель для жарки, картофельные оладьи.

Их особенность - относительная готовность использования в пищу по отдельности или в смеси с другими продуктами.

При возникающих ЧС, для обеспечения питания населения и в рационе пайков военнослужащих большое значение имеет минимальное количество операций при приготовлении пищи, доступность и усвояемость ее компонентов, необходимых для функционирования организма. Это и определяет стратегическую значимость культуры картофеля.

Высокая производительность перерабатывающего предприятия возможна при бесперебойных поставках сырья, что изначально определяется семенным материалом. От его подготовленности к посадке зависит урожайность, товароведные показатели, пригодность клубней к хранению для требуемого назначения.

В процессе агропроизводства культуры картофеля самым дорогим, по экономическим затратам, является семенной материал. До 40% расходов приходится на него [7].

Фундаментальная проблема семенного картофелеводства заключается в том, что вегетативный способ размножения приводит к накоплению в семенном материале грибных, бактериальных, вирусных инфекций. Их проявление сказывается на хранении семенных клубней, а в последующем на продуктивности сорта, что определяется как вырождение.

В РФ, согласно документации государственного реестра селекционных достижений, допущенных к использованию, включены, ориентировочно, триста сортов картофеля. Наличие в реестре сортов различных по срокам вегетации соответствует агроклиматическим условиям регионов. Среди отечественных сортов выделяются те, которые характеризуются высокими показателями хозяйственно ценных признаков и в сравнении с иностранными сортами менее требовательны к почвенным условиям.

Проблема возникает при сравнении полученного фактического урожая и данных по заявленной потенциальной возможности сорта.

Отечественные сорта по потенциальной урожайности приближаются к зарубежным, где фермерские хозяйства характеризуются хорошо развитым уровнем картофелеводства. Однако, по факту, средняя урожайность отечественных сортов по государственному испытанию достигает 40 – 70 т/га, а в хозяйствах она может составлять 11 – 23 т/га и даже – 9 т/га.

Из этой проблемы есть выход:

1) наличие в доступном количестве экологически пластичных сортов, пригодных для хранения, механизированного возделывания, по биохимическому составу относящихся к продукции с высокой питательной ценностью;

2) внедрение универсальных сортов картофеля для регионов страны, с неудовлетворительными агроклиматическими и фитосанитарными условиями;

3) разработка прогрессивных, не токсичных для картофеля элементов его защиты в период вегетации и хранения.

Для обеспечения питания населения в мирное время и при ЧС, а также для расширения рациона питания пайков военнослужащих необходимо сохранить клубни картофеля и получить из них высокий урожай.

При хранении по степени поражаемости картофель занимает с зерновыми первую позицию среди растительных культур. Одним из способов предотвращения поражаемости картофеля болезнями является протравливание семенных клубней фунгицидами. Этот способ позволяет снизить повреждения всходов, ориентировочно на 40% и увеличить прибавку урожая на 10 – 20%.

Известно, что основное заражение клубней патогенными организмами происходит в период уборки и транспортировки, а этапы его развития приходятся на хранение. В периоды хранения клубни теряют естественную устойчивость к заболеваниям и ста-

новятся питательной средой для патогена. Поэтому помимо приёма обработки семенных клубней перед посадкой известен способ их подготовки перед закладкой на хранение, предусматривающий также обработку фунгицидом. Данный способ не только позволяет сдержать или предупредить распространение заражения в массе, но и направлен на повышение лежкоспособности [8].

По данным [5] выявлено, что фунгициды влияют на фитогормональную систему, что увеличивает экологическую нагрузку заложенной на хранение массы семенных клубней.

Так как на сегодняшний день не имеется «рычага регуляции» воздействия фунгицидов в периоды хранения, то эту проблему можно решить, используя растворы или композитные смеси пестицидов, где концентрация действующих веществ снижена, а эффективность обработок велика.

Одна из частей композитных смесей может представлять собой препараты на основе природных фитогормонов. Иммуномодуляторы внедрены в технологию обработки семенных клубней, как перед посадкой, так и закладкой на хранение. Им (иммумомодуляторам) свойственно:

1) мощное химическое средство регулирования онтогенеза;

2) мобилизация защитных свойств культуры;

3) влияние на жизнедеятельные процессы растения, фотосинтез и не оказание (в малых допустимых концентрациях) токсического эффекта.

Стимулирование иммунитета культуры к болезням вирусного, бактериального и грибного происхождения возможно вследствие воздействия на биологические процессы обмена веществ, что повышает не потенциальную, а реальную характеристику сорта перед проблемой его вырождения.

В аграрной науке известна другая возможность повышения устойчивости растительных культур к стрессовым условиям – применение адаптогенов [4]. Обработка ими семенных клубней перед закладкой на хранение или перед высадкой приводит к образова-

нию пористой плёнки из малорастворимых в воде поликремниевых кислот. Последние, укрепляют и утолщают эпидермальные и сосудопроводящие ткани клубней, активизируя антиоксидантный комплекс на уровне клеток.

Так как в каждом из вышеперечисленных способов используется только один пестицид, у которого есть положительные и негативные стороны в отношении семенных клубней, появляется возможность использования композитных смесей этих препаратов, у которых:

1) пониженное содержание действующих веществ;

2) повышенный эффект воздействия на широкий спектр семенных качеств;

3) высокая экологичность.

Ранее установленное [4], [6] положительное действие использования композитных смесей для обработки семенных клубней было подтверждено в работах [2], [3]. В результате исследований были получены следующие данные:

1) при хранении семенных клубней картофеля применение композитных смесей, в сравнении с контролем (необработанные клубни) сдерживает расход питательных веществ в процессе клеточного дыхания;

2) обработка композитными смесями даёт качественный посадочный материал отечественных сортов, соответствующий требованию ГОСТа;

3) снижено воздействие защитных мероприятий в процессе вегетации картофеля, по сравнению со стандартными способами обработки;

4) значительно повышается урожайность по сравнению с контролем.

Возможна перспектива создания в фонде Росрезерва стратегических картофелехранилищ как с самим семенным фондом, так и с полученным из него урожаем из перспективных отечественных сортов.

Первые шаги уже сделаны и получены достоверные данные, поэтому в будущем, с использованием приведённой технологией обработки есть возможность получения высококачественных продуктов из картофеля для населения, оказавшегося в ЧС, и расширения ассортимента питания военнослужащих.

Список литературы

1. Анисимов Б.В. Пищевая ценность картофеля и его роль в здоровом питании человека / Б.В. Анисимов // Картофель и овощи, 2006; N 4. – С. 9-10.

2. Гунар Л.Э.Технологическая характеристика новых и популярных сортов картофеля, выращиваемых в условиях Тульской области / Л.Э. Гунар, А.А. Черенков // Докл. ТСХА / Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2013; в. 285 ч. 1. – С. 505-507.

3. Гунар Л.Э. Сорта картофеля в условиях дефицита влаги / Л.Э. Гунар, А.А.Черенков, М.С. Хлопюк // Картофель и овощи, 2014; N 4. – С. 26-27.

4. Дорожкина, Л.А. Применение регуляторов роста растений - циркона, эпина-экстра и силипланта для повышения урожайности овощных и бахчевых культур / Л.А. Дорожкина, Ш.Б. Байрамбеков, О.Г. Корнева// Вестник овощевода, 2011, № 2, с. 36-40.

5. Елисеева Л.Г. Новые биологические средства защиты картофеля от болезней / Л.Г. Елисеева, В.В. Латушкин, Н.М. Личко // Защита растений. М., 1994. – №12.

6. Пенкин Р.В. Фунгицидная активность Силипланта и Циркона / Р.В. Пенкин, Л.А. Дорожкина, А.Н. Смирнов //Гавриш, 2013, № 1, с. 16-19.

7. Пшеченков К.А. Технология подготовки семенного материала и посадки картофеля / К.А. Пшеченков, О.Н. Давыденкова // Тракторы и с.-х.машины, 2002; N 8. – С. 33-36.

8. Широков Е.П. Хранение и переработка продукции растениеводства с основами стандартизации и сертификации / Е.П. Широков, В.И. Полегаев // – М.: Колос, 1999. – 254 с.

УДК 631.576.331.2:53

Т.С. Штейнберг, *к.т.н.,* ***О.Г. Шведова*** *ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки» (ФГБНУ «ВНИИЗ»),* ***А.Л. Аматуни,*** *генеральный директор,* ***И.Б. Павлов,*** *главный инженер ООО НИЦ «Интеллектуальные сканирующие системы»*

РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНОГО МЕТОДА «АНАЛИЗ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗЕРНА» ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕГО КАЧЕСТВА

Статья посвящена разработке нового объективного метода оценки качества зерна пшеницы, основанного на использовании технологии математического анализа цифрового изображения объекта.

В статье обоснована постановка задачи, этапы проведенных исследований, приведены полученные промежуточные и конечные результаты.

Описаны методики, средства измерений, применявшиеся на разных этапах исследования, характеристики проб исходного материала (пшеницы). В качестве иллюстрации с использованием разработанных средств и специального программного обеспечения приведены цифровые изображения проб пшеницы разного качества. Приведено сопоставление характеристик зерна, относящегося к различным типам и сортам.

Определены пути дальнейших работ по созданию серийного выпуска аппаратно-программного комплекса (сканирующего анализатора зерна), реализующего описанную технологию.

Ключевые слова: зерно, пшеница, спектрофотометрические характеристики, цвет, цифровое изображение, технология математического анализа, макет, сканирующий анализа-

тор, обесцвеченное, фузариозное.

T.S. Shteynberg, O.G. Shvedova, A.L. Amatuni, I.B. Pavlov

DEVELOPMENT OF ADVANCED METHOD, "DIGITAL IMAGE ANALYSIS OF GRAIN" TO ASSESS ITS QUALITY

The present article is concerned with development of a new objective method of assessing parameters and the quality of wheat grain, based on use of technique of the analysis of the digital image of object.

There are main objectives, stages of the carried out research works, obtained interim and final results described in the article.

Also this paper describes the tools applied at different stages of the work and samples of an initial material for researches. As illustrations of functioning of the tools, digital images of samples and results of their mathematical treatment, histograms and tables representing colorimetric and other characteristics of grain are given.

There are main objectives, stages of the carried out research works, obtained interim and final results described in the article.

Keywords: grain, wheat, spectrophotometric characteristics, color, digital image, tech-nology of mathematical analysis, layout, scanning innate analyzer, discolored, fusarium.

Технологии компьютерной обработки и анализа цифрового изображения объекта в наше время быстрыми темпами внедряются во все сферы деятельности человека. Современный уровень развития математического аппарата, компьютерной техники и приборов для формирования цифровых изображений объектов позволяет создать инструментальные, экспрессные методы и средства измерения для объективной оценки качества зерна, взамен визуальных оценок [1, 2, 3, 4].

Цвет пшеницы – сортовой признак. Его учитывают в стандартах при классификации зерна на типы, подтипы [5]. Цвет зерна пшеницы – это признак свежести зерна, его доброкачественности, соблюдения режимов послеуборочной обработки и хранения. Чем больше изменился цвет пшеницы, тем в большей степени ухудшились его технологические, пищевые, посевные свойства [5].

В соответствии с ГОСТ 10967 цвет зерна определяют визуально, сравнивая с описанием этого признака в стандартах на исследуемую культуру (например, для пшеницы по ГОСТ Р 52554-2006 – «темно-красный», «красный», «темно-янтарный», «янтарный» и т.д.).

Объективные инструментальные методы и средства оценки типового состава, степени поражения зерна распространенными заболеваниями, степени обесцвеченности зерна, наличия потемневших, проросших зерен с явно изменённым цветом оболочек, зеленых и т.п. – отсутствуют, так как зерно чрезвычайно сложный объект для измерения цветовых (колориметрических) и спектрофотометрических характеристик. Форма зерновки, ее строение, малые размеры, отсутствие насыщенных тонов – вот неполный перечень мешающих факторов.

Целью работы являлось исследование фотометрических и колориметрических характеристик зерна пшеницы в нативном состоянии (без разрушения его структуры) для разработки перспективных методов и средств экспрессной оценки качества зерна, базирующихся на оптических свойствах зерна и обеспечивающих согласованность инструментальной и визуальной экспертной оценки различных показателей.

Исследования проведены на пробах зерна озимой и яровой пшеницы I, II, III и IV типов основных почвенно-климатических зон произрастания, пяти лет урожая и на пробах сортовой пшеницы (Мироновская 880, Саратовская-29, Безостая 1 и др.). Для исследования использованы также 42 пробы различных сортов

I и IV типов, полученных с опытных полей Научно-исследовательского института сельского хозяйства центральных районов Нечерноземной зоны (НИИСХ ЦРНЗ) – Немчиновка, а также Центрального Ботанического Сада России. Например, такие сорта, как Памяти Федина, Инна, Галина, Московская 39, Московская 35, Московская низкостебельная, Немчиновская 24, Заря, Люба, Гармония и др.

Все исследованные пробы по основным показателям качества находились в достаточно широком диапазоне, практически охватывающем возможные пределы колебаний [6]. В основном, исследования проведены на пшенице I и IV типов. Выбор этих типов пшеницы из пяти, описанных в стандарте на зерно пшеницы, не случаен. Около 80% всех посевных площадей в России отведены под пшеницу I и IV типов. При этом определение именно этих двух типов пшеницы представляет проблему для экспертов по зерну (несмотря на то, что одна яровая пшеница, другая – озимая).

Помимо этого изучали зерно различной степени обесцвеченности, зерно, поврежденное различными заболеваниями (фузариозное, оливковая плесень), зерно трех стадий по стекловидности, «желтобочки», поврежденное клопом-черепашкой. Фузариозное зерно выделено на основе визуальной оценки специалистами высочайшей квалификации из зерна IV типа Краснодарского края.

Изучение фотометрических и цветовых характеристик зерна пшеницы проводили методами спектрофотометрирования и фотоэлектрического компарирования [2, 3] с использованием общепромышленных и специализированных приборов и специально разработанных в составе работы методик экспонирования зерна, а также на спектрофотометре «SPECORD-M40». Для повышения достоверности и точности измерения зерна в нативном состоянии численные значения координат цвета и цветности определены как среднее арифметическое при 6 циклах

измерения. Один цикл измерения в свою очередь включал 10 независимых измерений для каждой пробы зерна. Визуальная оценка малых цветовых различий исследуемых проб зерна проведена 10 наблюдателями экспертами по зерну при стандартных условиях наблюдения и освещения. При выборе экспертов учитывали их компетентность, объективность и психофизиологические возможности. Согласованность оценки экспертов при визуальной оценке, а также согласованность визуальной оценки с инструментальной проводили по коэффициенту конкордации, оценку значимости которого осуществляли по критерию Пирсона. Характер распределения и информативность отдельных показателей оценивали по критерию Фишера, повторяемость и воспроизводимость по ГОСТ Р ИСО5725-6-2002.

На основе проведенных исследований цветовых и фотометрических характеристик, полученных на уникальных приборах и общепромышленных отечественных и зарубежных фотометрах при измерении зерна пшеницы в нативном состоянии, доказано, что классические традиционные методы, средства измерения и опробованные методики экспонирования зерна не дали надежного разделения зерна на типы и подтипы зерна. Диапазон различий в спектрофотометрических характеристиках зерна пшеницы всех четырех типов (I, II, III и IV типов - подчеркиваем, что при измерении и твердой и белозерной пшеницы) при измерении его без разрушения структуры составляет всего 13-15% коэффициентов отражения. При этом установлено, что среднее значение величины повторяемости (сходимости) при измерении спектрофотометрических характеристиках в пределах одной пробы зерна составляет более 2% коэффициентов отражения [3]. Достоверно разделить зерно пшеницы на 4 типа при установленных незначительном диапазоне и метрологических характеристиках не представляется возможным.

Это обусловило необходимость поиска принципиально иного подхода к измерению цвета зерна в нативном состоянии,

обеспечивающего большую чувствительность к изменению цвета. Были опробованы более чувствительные к изменению цвета инструментальные методы и средства.

Для обоснования выбора аппаратных средств был уточнен ряд положений: 1– визуальная оценка цвета объекта означает качественную оценку отражающих свойств объекта в видимом участке спектра; 2 – излучение, которое следует применять для освещения зерна, должно иметь рассеянный диффузный характер и не создавать бликов и резких теней для обеспечения совместимости с условиями освещения зерна при визуальной оценке. Одновременная оценка цветовых и геометрических характеристик объекта возможна при наличии сформированного цифрового изображения объекта без существенных искажений цветопередачи и размеров.

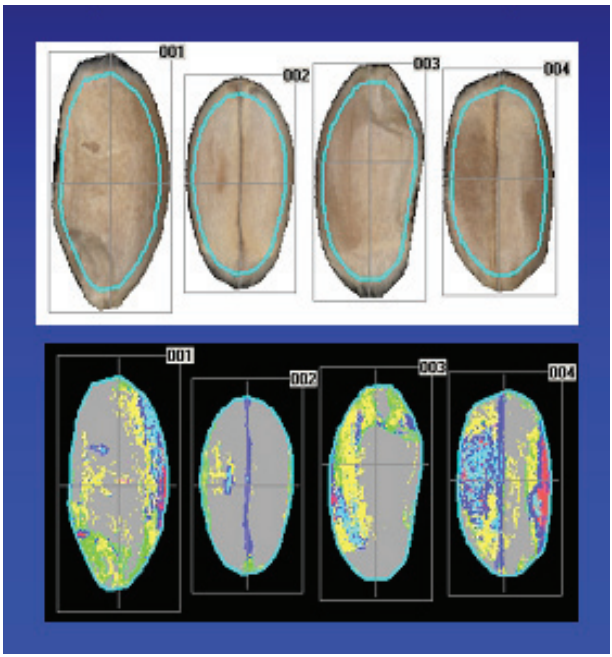
В результате проведенных работ с применением программно-аппаратного комплекса (АПК), разработанного специалистами ООО НИЦ «Интеллектуальные сканирующие системы», одним из узлов которого был серийно производимый сканер, установлено, что изображение зерновок, формируемое серийным сканером, не позволяет надежно рассчитать отличительные признаки зерна разных типов и сортов вследствие наличия в изображении теневых и бликовых зон, а также недостаточно высокой стабильности цветопередачи. Установлено, что для анализа всей поверхности зерновок необходимо одновременное двустороннее сканирование образца.

В связи с этим был создан экспериментальный образец установки со специально разработанным сканером и специальным программным обеспечением (СПО) для математической обработки цифрового изображения зерна и формирования отчета по всем характеристикам с выводом их на печать.

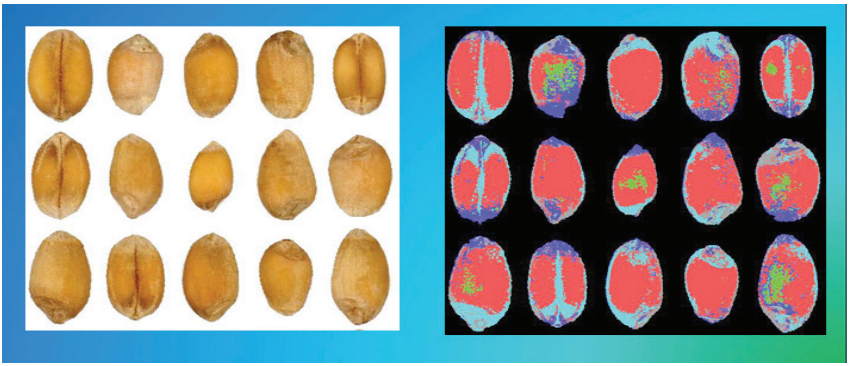
Для обеспечения максимально высокой достоверности результатов анализа цветовых и геометрических показателей зерна проведено уточнение методики пробоподготовки и сканиро-

вания, так как методика подготовки зерна к измерению является одним из важнейших элементов, обеспечивающих воспроизводимость и достоверность результатов измерения. Эксперименты проведены в нескольких направлениях: определение оптимальной ориентации зерен относительно источников света; анализ влияния цвета фона на результат расчета показателей, степень нейтрализации теневых эффектов и бликов; определение оптимальной величины разрешающей способности установки; определение, какая часть зерновки в большей степени формирует цвет; определение количества зерен, необходимого для измерения, чтобы проба была репрезентативна. На основе математической обработки экспериментальных данных разработана методика сканирования зерна пшеницы для получения цифрового изображения зерна без искажения цветопередачи и размеров зерна. С использованием разработанной методики, позволяющей оценивать каждую зерновку отдельно и обобщенно всю исследуемую пробу, проведены комплексные исследования цветовых и геометрических характеристик методом «анализа цифрового изображения зерна». Ниже на рисунке 1 (а, б, в) показаны примеры полученных изображений навесок зерна и предварительных результатов их математической обработки. На рисунке 1 (в) представлено оконтуривание зерновок с целью выделения центральной части зерновки и обозначены оси для измерения геометрических характеристик зерна (по наибольшему размеру вдоль и поперек зерновки).

а. Зерна (желтобочки) на белом фоне (улучшенный режим)



б. Формирование зон цветности

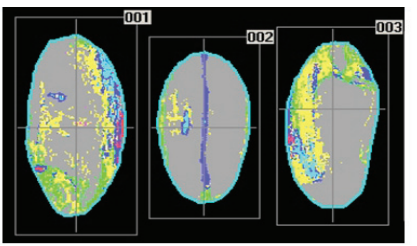


в. Оконтуривание, выделение центральной части

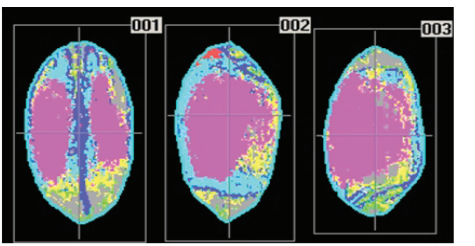
Рисунок 1 (а, б, в). К разработке методики экспонирования зерна пшеницы

На основе проведенного изучения цветовых и геометрических характеристик зерна пшеницы (здорового) и зерна, поврежденного типичными заболеваниями, неблагоприятными погодными условиями обнаружены значимые различия. При этом установлено, что найденные различия более яркие и значимые при использовании совокупности 16 характеристик цвета, 5 геометрических характеристик и 5 зон цветности [2,3,4].

В качестве иллюстрации (рисунок 2) представлены зоны цветности зерна пшеницы IV типа частично стекловидного и обесцвеченного зерна.



а. Обесцвеченное 3 степени, IV тип



б. Частично стекловидное, IV тип

Рисунок 2. Зоны цветности зерна пшеницы

Наглядно видны различия в цвете зон цветности зерновок, которые участвуют в формировании цветовых характеристик, полученных с использованием разработанных средств и специального программного обеспечения.

На рисунке 3 представлены гистограммы распределения цветовых характеристик в трех участках видимого света (синем, зеленом, красном) зерна пшеницы разных сортов, относящихся к I и IV типам, подтверждающие различия в цвете зерна пшеницы I и IV типов.

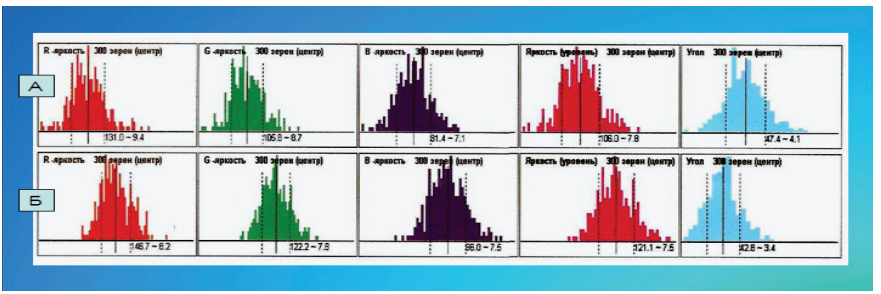


Рисунок 3. Гистограммы распределения цветовых характеристик R, G, B, L (красный, зеленый, синий, насыщенность) для пшеницы I типа (А – Приокская) и IV типа (Б – Памяти Федина)

Сформированы компьютерные эталоны зерна (КЭЗ) пшеницы I и IV типов, различных сортов пшеницы 3-х лет урожая, различной степени обесцвеченности, поврежденного погодными условиями (проросшего, потемневшего). «Эталон зерна» – совокупность ряда расчетных показателей, полученных путем экспериментального исследования цветовых и геометрических характеристик проб зерна того или иного вида.

Установлено, что отнесение пшеницы к тому или иному типу, сорту, степени обесцвеченности, по сравнению с созданными «компьютерными эталонами» происходит с вероятностью 80-85%. Достигнутый процент достоверности определения – уже достаточен для использования инструментального метода контроля (сканирующий анализатор зерна) качества зерна в практических

целях. Специальный фотограмметрический оптический сканер с двухсторонним режимом сканирования, создаваемый в результате ОКР, может дать более высокий результат. Результаты определения типа зерна различных сортов (опробование проведено на 42 пробах) на экспериментальном образце установки со специально разработанным сканером представлены на рисунке 4. Низкая степень соответствия (53 – 58%) компьютерному эталону зерна пшеницы I типа у сортов Московская 35 и Лада объясняется тем, что конкретно эти сорта не участвовали в формировании КЭЗ - I типа.

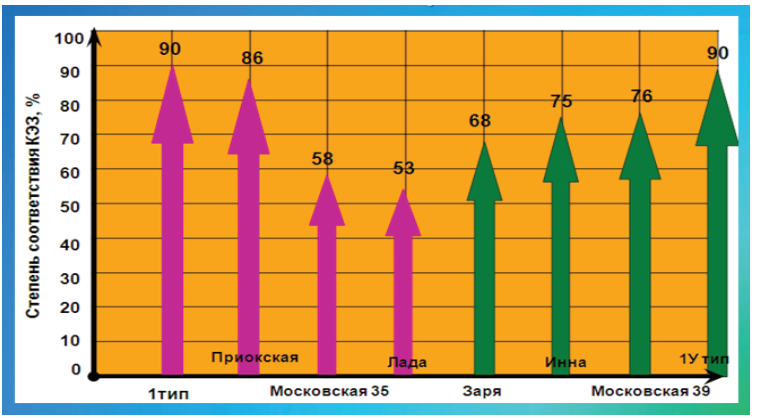


Рисунок 4. Оценка достоверности результатов определения типа зерна на макете экспериментального образца сканирующего анализатора

Измерение товарных партий зерна трех лет урожая (200 проб зерна) на макете экспериментальной установки подтвердило принципиальную возможность оценки отдельных показателей качества зерна с использованием разработанного метода математического анализа цифрового изображения зерна (методика экспонирования зерна, средство измерения, СПО). Аппаратно-программный комплекс предназначен для определения типа зерна, наличия аномального по цвету зерна (обесцвеченность, фузариоз), наличия поврежденного, мелкого зерна, и мо-

жет быть использован на всех этапах системы хлебооборота - при селекции, производстве, хранении и переработке зерна.

Проведен опрос специалистов зернового комплекса России по выявлению заинтересованности предприятий и организаций в новых средствах инструментального контроля качества зерна пшеницы и других зерновых культур с использованием метода математического анализа цифрового изображения зерна (разосланы специально разработанные анкеты и резюме по методу). Анализ анкет от предприятий, занимающихся хранением и переработкой зерна, показал, что мнение специалистов о целесообразности применения инструментального метода взамен органолептической оценки однозначно. Большинство респондентов отметили, что средство инструментального контроля (сканирующий анализатор зерна) качества зерна эффективно при контроле его при хранении на элеваторах и складах, высказано пожелание о применении разработанного метода для определения зерновой и сорной примесей.

На базе разработанного инструментального метода неразрушающего контроля качества зерна по цвету (технология анализа цифрового полноцветного изображения зерна) подготовлен проект инновационной технологии контроля качества зерна, заложенного на длительное хранение.

Внедрение аппаратно-программного комплекса для контроля качества зерна на этапе хранения снимет субъективность органолептической оценки, повысит экспрессность анализа, снизит его трудоемкость, исключит риски смешивания зерна разного качества при закладке его на хранение, обеспечит сохранность зерна при хранении, позволит вырабатывать продукцию безопасную для здоровья человека. Экономический эффект от снижения потерь зерна пшеницы по РФ в год за счет внедрения разработанной технологии математического анализа цифрового изображения зерна для контроля качества зерна, заложенного на хранение, можно оценить как ввод в коммерче-

ский оборот дополнительных 54,0 тыс. тонн зерна (в денежном эквиваленте по ценам января 2015 года - около 60,0 млн руб.).

На основе проведенного нами анкетирования специалистов-зерновиков и их пожеланиями по расширению функций аппаратно-программного комплекса – на определение сорной и зерновой примесей нами сформированы компьютерные эталоны основных компонентов зерновой примеси: рожь, ячмень, проросшие зерна пшеницы, зеленые, потемневшие, раздутые сушкой, и сорной – фузариозное зерно, галька. Эксперименты проведены на 7 пробах зерна пшеницы. Каждая проба разделена на 2 части – одна для определения сорной и зерновой примеси стандартным методом по ГОСТ30483-97, вторая для определения примесей разработанным инструментальным методом. Анализ данных эксперимента показал - методом математического анализа цифрового изображения зерна в исследуемых пробах пшеницы обнаружены те же компоненты зерновой и сорной примеси, что и стандартизованным методом, но количественное сопоставление провести нельзя, т.к. установка не обеспечивает возможности их выделения и взвешивания.

Разработка и продвижение в экономику новых технологий контроля качества зерна с применением разработанного АПК, на наш взгляд, актуально, перспективно с гарантированным положительным эффектом. В то же время, необходима дополнительная экспериментальная проработка по отдельным вопросам, таким, как повышение степени соответствия (достоверности) исследуемого зерна с «компьютерным эталоном», установления воспроизводимости измерений.

Широкий спектр работ мы видим для дальнейших исследований по применению разработанного метода и средств:

- развитие метода для других зерновых культур;
- использование АПК в селекционной работе, создание базы данных компьютерных эталонов сортов пшеницы и других зерновых культур;

- использование АПК при экспорте зерна.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

- данные, полученные на основе фундаментальных исследований спектрофотометрических, цветовых и геометрических характеристик зерна пшеницы без разрушения его структуры (в нативном состоянии) послужили базой для разработки новой технологии контроля зерна по методу анализа полноцветного цифрового изображения зерна с использованием разработанных - сканирующего анализатора зерна, математического аппарата для расчета показателей и формирования компьютерного эталона зерна, специального программного обеспечения;

- в основе работы комплекса лежит уникальная компьютерная технология обработки цифрового изображения зерна по цветовым и геометрическим характеристикам и сопоставление исследуемого зерна с компьютерным «эталоном зерна»;

- аппаратно-программный комплекс предназначен для определения типа зерна, наличия зерна, аномального по цвету (обесцвеченность, фузариоз), наличия поврежденного, мелкого зерна и может быть использован на всех этапах системы хлебооборота - при селекции, производстве, хранении и переработке зерна.

Список литературы

1. Лузев, В.С. Видеокомпьютерный анализ зерновых продуктов / В.С. Лузев, Л.В. Устинова, А.Б. Голик, Л.Е. Мелешкина // Второй Всероссийский конгресс зернопереработчиков «Нивы России»: сборник материалов конгресса, Барнаул, 27-29 октября 2003 г. – Барнаул, 2003. – С.75-79.

2. Штейнберг Т.С., Аматуни А.Л., Болотов В.И. О перспективах создания аппаратно-программных средств для контроля качества зерна. Экспериментальные исследования [Текст] // Зерно и зернопродукты (КазНИИ). – 2004. – №3(4). С.46-51.

3. Штейнберг, Т.С. Исследование оптических характеристик зерна пшеницы для разработки экспресс-методов оценки его качества / Т.С. Штейнберг, А.Л. Аматуни // Хлебопродукты – 2010. – №9. – С.50-53.

4. Штейнберг, Т.С. Исследование оптических характеристик зерна и его анатомических частей для разработки экспрессных методов оценки качества муки зерна / Т.С. Штейнберг // Материалы X Международной научно-практической конференции «Хлебопродукты – 2010». – Одесса, 2010. – Вып. 38. – Т. 1. – С 83-89.

5. Пшеница и оценка ее качества. – Пер. с англ.; под ред. и с предисл. Н.П. Козьминой, Л.Н. Любарского. – М.: Колос, 1968. – 496 с.

6. Мелешкина, Е.П. Развитие системы оценки хлебопекарных свойств зерна пшеницы при его производстве и переработке: автореф. док. техн. наук: 05.18.01 / Мелешкина Елена Павловна. – М., 2006. – 55 с.

УДК 69.059.25. 620.19. 622.692.23.004.67

***М.С. Юхим**, к.т.н. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ И СПОСОБОВ РЕМОНТА ЕМКОСТЕЙ ДЛЯ СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

В статье приведен анализ неисправностей технических средств (емкостей) нефтепродуктообеспечения, применяемых для хранения светлых нефтепродуктов, и существующих способов их ремонта.

Ключевые слова: технические средства, емкости, резервуары, светлые нефтепродукты, неисправность, дефекты, ремонт, способы ремонта, коррозионные повреждения, износ, деформации.

M.S. Yukhim

THE ANALYSIS OF THE MAIN DEFECTS OF CONTAINERS FOR THE LIGHT OIL PRODUCTS AND METHODS OF THEIR REPAIR

The article provides an analysis of the defects of the technical equipment (containers) used for the storage of the light oil products and the existing ways of their repair.

Keywords: technical equipment, containers, reservoirs, light oil products, fault, defects, repair, methods of repair, corrosion damage, deterioration, deformation.

1. Анализ основных неисправностей емкостей (резервуаров) для светлых нефтепродуктов

В последнее десятилетие выход резервуарных емкостей нефтепродуктообеспечения из строя значительно опережает темпы их ремонта.

Основные неисправности (виды дефектов) стальных резервуаров следующие [1], [2]:

- коррозионный износ элементов конструкций резервуаров (днищ, стенок, крыш);
- деформации геометрической формы резервуаров (хлопуны днищ, вмятины и выпучины корпусов, осадка оснований);
- дефекты сварных швов (отпотины, свищи, трещины, непровары).

Эти виды дефектов по своему объему составляют 55, 25 и 20 процентов соответственно [2].

Дефекты стационарных стальных резервуаров используемых для хранения светлых нефтепродуктов можно разделить на две группы:

- дефекты, допущенные при изготовлении и монтаже резервуаров (непровары сварных соединений, поры, шлаковые включения и т.п.);
- дефекты, появляющиеся в процессе эксплуатации (коррозионный износ основного металла и сварных швов, трещины и деформации конструкций; неравномерная осадка оснований).

Дефекты первой группы обусловлены недостаточным качеством работ при изготовлении и монтаже резервуаров, низким уровнем контроля при сооружении и приеме резервуаров в эксплуатацию. Особенно это характерно для резервуаров, сооруженных до 60-х годов, со сварными соединениями, выполненными внахлест, как правило, ручной сваркой внутренних соединений с прерывистым швом и автоматической сваркой наружных соединений со сплошным швом.

Основные причины возникновения дефектов [2], [3]: деформация резервуаров и коррозионное воздействие хранимого в них нефтепродукта.

Деформация элементов конструкций резервуаров (стенок, днищ, крыш), как правило, вызвана следующими основными факторами:

- неравномерной осадкой резервуаров;
- гидростатическим давлением хранимого нефтепродукта;
- колебаниями температуры окружающей среды;
- нарушениями правил технической эксплуатации резервуаров.

Дефекты резервуаров, возникающие в процессе длительной эксплуатации, – следствие коррозионного износа, неравномерной осадки искусственного основания в результате проникновения в казематы грунтовых и поверхностных вод, а также давления грунтов, превышающего расчетную величину. Имеют место случаи деформаций и разрушений днищ и корпусов из-за пучения мерзлых грунтов при поступлении грунтовых вод и термоградиентной миграции вод.

Наиболее распространенный дефект, появляющийся в результате длительной эксплуатации резервуаров, - коррозионные повреждения элементов конструкций. Практика эксплуатации резервуаров показывает, что степень коррозионных повреждений элементов конструкций неодинакова. Так, более интенсивно повреждаются внутренние поверхности днищ, нижних поясов и уторных уголков резервуаров. Это обусловлено, прежде всего, контактом элементов их конструкций с подтоварными водами, а также коррозионной активностью и качеством хранимых в резервуарах нефтепродуктов. Однако, процесс коррозии этих элементов носит неравномерный характер и проявляется в виде пятен, язв, очагов или прерывистых полос.

В процессе эксплуатации коррозионные повреждения прогрессируют, возникают сквозные отверстия, происходит утонение листов металла элементов конструкций. Уменьшение толщины листов резервуара приводит к его разупрочнению и соответственно требует восстановления. Одним из браковочных

параметров резервуара в целом или отдельных элементов его конструкции служит предельно допустимый износ крыш, стенок, днищ, несущих конструкций резервуара, величина которых определена в соответствующей нормативной документации.

Результаты исследований [2], [4] показывают, что после длительной эксплуатации резервуаров (15 – 20 и более лет) (см. рис.) наступает период износа основных элементов их конструкции. Основная причина состоит в том, что в результате постепенного коррозионного износа основного металла днища, стенок и кровли резервуары теряют свою устойчивость, возникают дефекты, не позволяющие продолжать хранение в них нефтепродуктов.

Рис. Распределение отказов резервуаров в процессе эксплуатации

2. Анализ способов ремонта емкостей для хранения светлых нефтепродуктов

Анализ различных литературных источников отечественных и зарубежных исследователей показывает, что существует

достаточное множество способов и средств технологического оснащения ремонта емкостей для светлых нефтепродуктов, в том числе, с использованием последних достижений науки и техники.

Проблема ремонта емкостей в нефтепродуктообеспечении весьма актуальна. Выбор способа ремонта емкостей зависит от характера и размеров дефектов.

Наиболее традиционным и распространенным способом ремонта емкостей для светлых нефтепродуктов служит электросварка [5]. С её помощью устраняют трещины и сквозные отверстия практически любого размера постановкой металлических заплат, наплавкой и заваркой. Этот способ обеспечивает высокую надежность ремонта, но обладает рядом существенных недостатков, ограничивающих возможность его применения в практике экспресс-ремонта технических средств нефтепродуктообеспечения. Так, подготовка емкостей к ремонту с применением электросварки является сложной и трудоемкой технологической операцией, включающей обязательный перечень необходимых работ [4], [6]: освобождение емкости от нефтепродукта; удаление из нее остатков нефтепродукта; отключение емкости от технологических трубопроводов; зачистка от грязи, ржавчины и примесей; удаление паров нефтепродукта до взрывобезопасной концентрации. Продолжительность выполнения всех этих операций составляет от нескольких часов до нескольких суток. Кроме того, электросварочные работы имеет право выполнять только специалист, обладающий соответствующей квалификацией, которая должна быть оформлена допуском к выполнению этих работ. Также, процесс подготовки и ремонта электросваркой требует достаточно громоздкого оборудования. Все это значительно усложняет применение электросварочных работ для экспресс-ремонта емкостей.

Для заделки трещин, длиной до 20 мм, без полного опорожнения емкости, может быть применена новая безогневая

комплексная ремонтная технология [4], [6]. Процесс ремонта по данной технологии основан на применении низкотемпературной пайки с использованием безогневого индукционного нагревателя. Для осуществления технологического процесса пайки разработаны низкотемпературные припои, которые представляют собой многокомпонентные сплавы. Однако данная технология требует от специалистов соответствующей квалификации, специального технологического оборудования, поэтому ее применение в полевых условиях представляет определенные трудности.

Важный интерес представляют способы ремонта емкостей с помощью разнообразных приспособлений. В частности, для заделки трещин и сквозных отверстий может быть использовано приспособление, включающее металлические пластины нескольких типоразмеров, нефтепродуктостойкие прокладки и специальные стяжные болты с шайбами и гайками [4]. Металлические пластины с прокладками устанавливают на предварительно подготовленное место повреждения и, в зависимости от размера повреждения, стягивают одним или несколькими болтами. Возможность применения этого способа для экспресс-ремонта ограничено тем, что его реализация также требует выполнение следующих подготовительных работ: полное или частичное опорожнение ремонтируемой емкости, подготовку места повреждения, просверливание отверстий для стяжных болтов.

Для устранения сквозных отверстий небольшого диаметра (до 25 мм) могут быть применены заклепки различных конструкций и пробки из эластичных материалов. При ремонте стенок емкостей со сквозными отверстиями также используют ремонтные пробки из свинца [4], с помощью которых, устраняют утечки нефтепродуктов из емкостей деформацией корпуса пробки затяжкой специального болта.

Известна конструкция так называемой «термозаклепки»

[4], стержень которой выполнен из материала с термической памятью формы (например, сплав нитинол-Ni-Ti) и покрытый упругим термоизоляционным материалом - теплотермической резиной. Головка заклепки имеет специальную камеру, которая заполнена твердым горючим веществом, например составом, применяемым для покрытия головок запальных спичек. После установки термозаклепки с прокладкой и шайбой в герметизируемое отверстие горючее вещество в специальной камере поджигают через запальный канал. Выделяющееся при этом тепло передается через головку термозаклепки на ее стержневую часть, которая сокращает свою длину и принимает первоначальную форму с образованием изнутри трубопровода второй головки, с одновременным уплотнением сквозного отверстия за счет плотного прижатия шайбы с прокладкой к внешней поверхности стенки емкости.

При ремонте емкостей возможно применение гидравлической заклепки [4], выполненной в виде цилиндра с фланцевой головкой из пластичного материала, уплотняющей прокладки, заполненного рабочей жидкостью и герметично закрытой пробкой-поршнем. После установки заклепки в сквозное отверстие и удара по поршню происходит прижатие уплотняющей прокладки головки с внешней стороны оболочки. Фиксация положения гидрозаклепки в отверстии выполняется расширением головки заклепки опрессовкой. Процесс применения данного способа прост, максимально скоротечен и не требует использования какого-либо специального оборудования.

Применение пробок и заклепок и некоторых других конструкций для ремонта емкостей не требует от персонала, выполняющего эти ремонтные работы, высокой квалификации, навыков и умений, что значительно сокращает продолжительность и трудоемкость ремонта.

Известен способ устранения течи в емкостях тампонированием места утечки ферромагнитной суспензией [7]. Этот

способ основан на эффекте поведения магнитных жидкостей в градиентном магнитном поле, согласно которому магнитная жидкость, втягиваясь областью сильного магнитного поля, уплотняется и удерживается в этом состоянии, пока на нее действует это поле. Очевидно, что основным недостатком описанного метода является то, что образованный ферромагнитной жидкостью уплотнительный тампон сохраняет свои свойства лишь при условии постоянного воздействия на него магнитного поля.

Интерес вызывает использование для ремонта резервуарных емкостей различных полимерных клеевых композиций. Они, как правило, не требуют больших капитальных затрат на их внедрение, технологичны, и обладают ценными свойствами [8], [9]. С помощью клеев могут быть устранены такие дефекты, как коррозионные раковины, трещины, задиры, и сквозные отверстия разных размеров и другие повреждения. В настоящее время при ремонте емкостей используют две группы клеевых полимерных композиций: эпоксидные, на основе низкомолекулярных эпоксидных смол марок ЭД-20 и ЭД-16, и полиэфирные, на основе ненасыщенных полиэфирных смол марок ПН-1 и ПН-609-21М [8], [10].

Для ремонта емкостей, среди отечественных клеевых композиций, применяют также клеи типа “Спрут-9М” [11]. Это связано с тем, что клеи этого типа обладают высокой адгезионной способностью, которая достигается за счет введения в его состав поверхностно-активных веществ. Они обладают достаточной прочностью при отрыве (до 15 МПа), имеют большой температурный интервал склеивания (от минус 20 до плюс 60 ^{0}С) и эксплуатации (от минус 40 до плюс 100 ^{0}С). Способны восстанавливать ремонтируемые поверхности без тщательной их предварительной очистки от продуктов коррозии и загрязнений. Они отверждаются не только на воздухе, но и под водой. Основные недостатки этих клеевых композиций: длительный про-

цесс отверждения (от 6 ч. до 1 сут.) [11], [12] и необходимость подготовки поверхностей и многократного последовательного нанесения на поврежденную поверхность ремонтных пластырей. Кроме того, применение клеевых соединений существенно ограничивает отсутствие методик расчета прочности и исследований влияния на неё технологических факторов изготовления.

В этой связи, для ремонта емкостей со сквозными отверстиями, трещинами и прочими повреждениями представляет интерес использование высокоэффективного полимерного материала - жесткого напыляемого пенополиуретана [13], [14]. Он характерен хорошей механической прочностью, высокой адгезией к разнородным материалам, водомаслобензостойкостью и быстротой отверждения (до 20 мин.). После ликвидации течи с помощью специальных ограждающе-армирующих приспособлений ремонт емкостей выполняют созданием на предварительно зачищенных поврежденных участках наружной поверхности стенок пенополиуретановых наформовок толщиной 10-15 мм. Этот способ позволяет осуществлять ремонт емкостей без их предварительного опорожнения в широком диапазоне размеров повреждений. Однако, реализация метода требует использования достаточно громоздкого технологического оборудования, включающего: «установку малой производительности» для напыления пенополиуретана, воздушный компрессор, аккумулятор, технологические рукава с напылительным пистолетом.

Вышеперечисленные способы ремонта емкостей при помощи разнообразных полимерных композиций в целом выгодно отличаются от более традиционных способов, в частности электросварки, за счет простоты, существенного сокращения продолжительности выполнения подготовительных работ, а также невысоких требований к квалификации обслуживающего персонала. Тем не менее, применение данных способов все же предполагает выполнение подготовительных работ: обязательное понижение уровня нефтепродукта в ремонтируемой

емкости до 250 – 300 мм ниже места повреждения, либо предварительное устранение течи с использованием специальных конструкций ограждающе-армирующего типа, что значительно увеличивает продолжительность и трудоёмкость ремонта.

В настоящее время в ремонтно-восстановительных работах в различных отраслях промышленности: авто- и судоремонте, ремонте сельскохозяйственных машин, энергетике и химической промышленности, коммунальном хозяйстве, и т.д. используют композиционные материалы – металлополимеры (МП) [15], [16].

При этом, прочностные характеристики МП позволяют их использовать при выполнении аналогичных видов ремонтных работ [17] (герметизации сварных швов; восстановлении посадочных мест под подшипники, полумуфты, рабочих колес, шестерен; заделки раковин, сквозных отверстий и трещин; восстановление резьбовых и фланцевых соединений и т.д.) с достаточной степенью надежности, обеспечивающей успешную эксплуатацию отремонтированного технологического оборудования различных изделий.

Исследования о возможности использования МП для ремонта емкостей нефтепродуктообеспечения приведены в статье [18], в которой приведены результаты экспериментальных исследований МП с целью их применения при ремонте емкостей для светлых нефтепродуктов и других технических средств нефтепродуктообеспечения.

Заключение

1. Неисправности (дефекты) резервуарных емкостей, используемых для хранения светлых нефтепродуктов, делятся на дефекты, допущенные при изготовлении и монтаже резервуаров и дефекты, появляющиеся в процессе эксплуатации.

2. Основные причины возникновения дефектов емкостей: деформация резервуаров, коррозионное воздействие хранимых

в них нефтепродуктов и нарушение условий их эксплуатации.

3. Существует достаточное множество способов и средств технологического оснащения ремонта емкостей для светлых нефтепродуктов, в том числе и с использованием последних достижений науки и техники.

4. Выбор способа ремонта емкостей зависит от характера и размеров дефектов.

5. Наиболее традиционным и распространенным способом ремонта металлических емкостей для светлых нефтепродуктов служит электросварка.

6. Применение пробок, заклепок и некоторых других конструкций для ремонта емкостей не требует от персонала, выполняющего эти ремонтные работы, высокой квалификации, навыков и умений, что значительно сокращает продолжительность и трудоемкость ремонта.

7. Вышеперечисленные способы ремонта емкостей при помощи разнообразных полимерных композиций в целом выгодно отличаются от более традиционных способов, в частности, электросварки за счет простоты, существенного сокращения продолжительности выполнения подготовительных работ, а также невысоких требований к квалификации обслуживающего персонала.

8. В настоящее время в ремонтно-восстановительных работах в различных отраслях промышленности используют композиционные материалы – металлополимеры, прочностные характеристики которых позволяют выполнять аналогичные виды ремонтных работ с достаточной степенью надежности, обеспечивающей успешную эксплуатацию отремонтированного технологического оборудования различных изделий.

Список литературы

1. Правила технической эксплуатации баз хранения нефтепродуктов, спирта этилового, масла растительного, утверж-

денные приказом Роскомрезерва от 30.01.95 г. № 18 на 205 с.

2. Юхим М. С. Технология ремонта емкостей для светлых нефтепродуктов с использованием металлополимеров в полевых условиях. Дис. …канд. техн. наук. – М. 2003. 157 с.

3. Правила технической эксплуатации резервуаров и инструкции по их ремонту: Государственный комитет СССР по обеспечению нефтепродуктами. – М.: Недра, 1988. – 269 с.

4. Средний и капитальный ремонт ТС СГ. Общее руководство. Книга 2.-М.: Воениздат, 1992. – 320 с.

5. Волков Г. М. // Сварочное производство. – М.: 1994. – № 2. – С. 7-10.

6. Галюк В. А. Эксплуатация и ремонт резервуаров большой вместимости. М.: ВНИИОЭНГ, 1987. – 61 с.

7. Белохвостов Ф. В. Повышение эффективности ремонта оболочек цистерн АСЗТГ в полевых условиях. Дис. … канд. техн. наук. – Ульяновск: ВАТТ (филиал г. Ульяновск), инв. № 2160, 2000. – 164 с.

8. Справочник по клеям под редакцией Мовсисяна Г.В. – М.: Химия, 1980. – 304 с.

9. Протасов В. Н. Применение полимерных материалов и синтетических клеев при ремонте насосов и запорной арматуры. Серия: Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья.: Тематический обзор. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1981. – 39 с.

10. Рекомендации по применению полимерных материалов при техническом обслуживании оборудовании нефтехозяйств. – М.: ГОСНИТИ, 1981. – 24 с.

11. Технические рекомендации по использованию в судоремонте конструкционного клея связующего “Спрут-9М”. – Киев: ИХВС, 1981. – 39 с.

12. Инструкция по ремонту резервуаров и трубопроводов для нефтепродуктов с использованием клея холодного отверждения «Спрут-9М». – Ульяновск, МО СССР, 1987, – 31 с.

13. Таран В.М. Совершенствование ремонта резервуаров для вязких нефтепродуктов с применением пенополиуретана. Дис. … канд. техн. наук. – М., 1990. – 164 с.

14. Булатов Г.А. Полиуретан в современной технике. - М.: Машиностроение. 1983. – 30 с.

15. Буравлев Л. Т. Металлополимеры для судоремонта.// Морской флот. – М.: Наука и технологии, – 1994. – № 7-8 – с. 14-15.

16. Абакумов Ю.Ф., Кручинин С. В. и др. Применение металлополимеров – эффективный путь увеличения ресурсов изделий машиностроения.//Надежность и контроль качества. – М.: Наука и технологии, – 1997. – № 12 – с. 20-23.

17. Абакумов Ю.Ф., Гаврилюк В.С. и др. Металлополимеры при восстановлении деталей в машиностроении.// Технология металлов. – М.: Наука и технологии, – 1998. – № 5-6 – с. 13-17.

18. Юхим М.С. Исследование возможности ремонта емкостей для светлых нефтепродуктов с применением металлополимеров.//Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – Международный научный сборник, – 2014. – Выпуск II – с. 297-321.

Материалы, представленные в сборнике, даны в редакции авторов

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ХРАНЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ НУЖД

Международный научный сборник
Выпуск III

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

Ответственный редактор Д.Ю. Пономарев
Корректор М.В. Алешина
Дизайн и компьютерная верстка К.В. Бекис

Подписано в печать 23.07.2015 г.
Формат 60 х 90 1/16. Бумага офсетная
Уч.-изд. Печ.
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