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 IV

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 52

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

И 52 Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд : междунар. сб. науч. ст. Вып.IV / ФГБУ НИИПХ Росрезерва ; под общ. ред. С. Е. Уланина. – М. : Галлея-Принт, 2015. – 286 с. – Прил. к информ. сб. «Теория и практика длительного хранения».

В настоящем сборнике приведены статьи ученых и специалистов, работающих в области длительного хранения материальных ценностей в государственном материальном резерве. Наряду со специалистами ФГБУ НИИПХ Росрезерва свои материалы в сборник представили ученые из ФГБНУ ВНИИ крахмалопродуктов, ФГБНУ Агрофизический НИИ, СПб, ФГБНУ НИИ хлебопекарной промышленности, АО «Парк ядерных технологий» (Республика Казахстан), ФГБНУ «ВНИИЗ», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, НАН РК ТОО «Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности» и других научно-исследовательских учреждений.

Материалы сборника освещают современное состояние научных и практических проблем технологий обработки, переработки и сохранности материальных запасов. Рассмотрены инновационные наработки в хлебопекарной и кабельно-проводниковой отраслях, а также особенности оценки эффективности инноваций в системе Росрезерва. Представлены результаты новых научных исследований, методические разработки и рекомендации.

ISBN 978-5-906693-70-9

© ФГБУ НИИПХ Росрезерва, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Н.Р. Андреев, В.Г. Костенко, Л.В. Кривцун, Л.П. Носовская, Л.В. Адикаева
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КРАХМАЛА И КРАХМАЛОПРОДУКТОВ……..... 7

М.В. Архипов, Н.С. Прияткин, Н.Н.Потрахов, С.Л. Белецкий
ИНТРОСКОПИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СЕМЯН И ЗЕРНА В СЕЛЕКЦИИ, СЕМЕНОВОДСТВЕ И ЗЕРНОПРОИЗВОДСТВЕ…….....24

Т.Г. Богатырева, И.П. Толмачева, Т.В. Быковченко, С.О. Смирнов
ОПТИМИЗАЦИЯ АМИНОКИСЛОТНОГО И ВИТАМИННОГО СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОГО СУБСТРАТА ЯЧМЕННО-МОЛОЧНОЙ ЗАКВАСКИ.....30

А.Н. Борисенко
ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «ХОЛОДНОЙ ПАСТЕРИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ И ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ» В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН.....36

В.Г. Гольдштейн, Л.П. Носовская, Л.В. Адикаева
О ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА КУКУРУЗНОЙ КРУПЫ НА КРАХМАЛ.....46

К.Б. Гурьева, С.Л. Белецкий, А.А. Родникова
ОЦЕНКА ПЕРИОДА ИНДУКЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ НА ПРИБОРЕ OXITEST.....53

К.Б. Гурьева, Ю.О. Сумелиди, С.Л. Белецкий
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ИДУЩИЕ В РИСОВОЙ КРУПЕ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАЕНЕНИИ.....64

Г.А. Закладной, А.Л. Догадин, Ю.Ф Марков
УДАЛЕННЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЗЕРНА – ОСНОВА ЕГО БЕЗОПАСНОГО ХРАНЕНИЯ …….....77
Г.А. Закладной, А.Л. Догадин, Р.Н. Ковалев, Ю.Ф Марков
ВЛАГОПЕРЕНОС В ЗЕРНОВОЙ МАССЕ.....88
С.В. Зверев, О.В. Политуха, П.С. Абрамов
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ МИКРОНИЗАЦИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛОПЬЕВ ИЗ ПОЛБЫ……..91
О.А. Ильина, А.С. Баландина, Т.А. Юдина
БАКАЛЕЙНАЯ СМЕСЬ ДЛЯ ВЫПЕЧКИ ХЛЕБА В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ, ОБОГАЩЁННАЯ КОМПОЗИЦИЕЙ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН…….....100
А.И Ковалёва, С.Н. Рассоха, С.Л. Белецкий, Ю.О. Сумелиди
ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИЙ В СИСТЕМЕ РОСРЕЗЕРВА…….....109
Ф.Е. Когтева, К.Б. Гурьева, А.А. Черенков, А.А. Кузнецова, А.Н. Голованова
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ НА ДИНАМИКУ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ……..121
Н.Б. Кондратьев, Т.В. Савенкова
К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ СОХРАННОСТИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ…….....132
А.П. Косован
ИННОВАЦИИ В ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ОТРАСЛИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТО-СПОСОБНОСТИ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ …….....138
С.В. Лопаткина
ОБЗОР ИННОВАЦИОННЫХ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В КАБЕЛЬНО-ПРОВОДНИКОВОЙ ОТРАСЛИ……...143
С.В. Лопаткина
ИННОВАЦИИ ДЛЯ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ.....149

С.В. Лопаткина
ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ.....154

С.В. Лопаткина
ИННОВАЦИОННЫЙ НОНАСТРУКТУРНЫЙ ПРОВОД.....…159

Е.В. Невская, М.Н. Костюченко, Л.А. Шлеленко, О.Е. Тюрина, С.О. Смирнов
МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ХРАНИМОСПОСОБНОСТИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ…….....164

Е.В. Невская, Л.А. Шлеленко, Т.Б. Цыганова, О.В. Головачева
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЗАКВАСКИ НА ОСНОВЕ LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS ДЛЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СМЕСИ РЖАНОЙ И ПШЕНИЧНОЙ МУКИ…….....175

Г.П. Петров
ОПЫТ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ГАРМОНИЗАЦИИ РОССИЙСКИХ И МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ (НА ПРИМЕРЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ ВЛАГИ) ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА.....180

Л.Г. Приезжева
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМЫ СВЕЖЕСТИ И ГОДНОСТИ ПРОДЕЛА ГРЕЧНЕВОГО БЫСТРОРАЗВАРИВАЮЩЕГОСЯ ПО ВЕЛИЧИНЕ КИСЛОТНОГО ЧИСЛА ЖИРА…….....186

С.О. Смирнов, С.А. Урубков, О.Н. Бердышникова
СПОСОБ КОНЦЕНТРАЦИИ БЕЛКОВЫХ И УГЛЕВОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ МЕТОДОМ ПНЕВМОКЛАССИФИКАЦИИ…….....197

С.Е. Уланин, С.Л. Белецкий
НАУКА О ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ – КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР В РАЗВИТИИ АРКТИКИ…….....206

Е.В. Фатьянов
ЗНАЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ «АКТИВНОСТЬ ВОДЫ» ПРИ ХРАНЕНИИ ПИЩЕВЫХ ПРОКТОВ……....212

В.Б. Фейденгольд, В.Л. Серебряный, С.Л. Белецкий
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭФФЕКТИВНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЛИНИЙ ПРИЁМКИ И ОТПУСКА ЗЕРНА В ВАГОНЫ НА ЭЛЕВАТОРАХ РОСРЕЗЕРВА.....225

Л.В. Чиркова
РОЖЬ – ДОБРЫЙ РЕЗЕРВ ПИТАНИЯ.....243

У.Ч. Чоманов
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ДЛИТЕЛЬНЫМ СРОКОМ ХРАНЕНИЯ В ВИДЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СУХИХ ПАЙКОВ ДЛЯСПЕЦКОНТИНГЕНТА……253

Л.А. Шлеленко, О.Е. Тюрина, Т.Б. Цыганова, А.В. Грекова
ПРИМЕНЕНИЕ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ КАЧЕСТВА СДОБНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ…….....259

Т.С. Штейнберг, О.Г. Шведова
АЛГОРИТМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОМОЛЬНЫХ СМЕСЕЙ И СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ПО ФОТОМЕТРИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ…….....267

УДК 664.66:634

***Н.Р. Андреев**, член-корр. РАН, д.т.н., **В.Г. Костенко**, к.т.н., **Л.В. Кривцун**, к.т.н., **Л.П. Носовская**, **Л.В. Адикаева** ФГБНУ ВНИИ крахмалопродуктов*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КРАХМАЛА И КРАХМАЛОПРОДУКТОВ

Переработка зерна тритикале на установке «завод на столе» – модель заводского процесса. Установлено, что выход крахмала из тритикалевой муки (57,2 %) на 2,7 % выше, чем из зерна того же сорта (54,5 %). Выход растворимых веществ из муки (14,9 %) в 2 раза больше, чем из замоченного зерна (7,5 %). Технологических трудностей при переработке измельчённого зерна тритикале не возникало; доля выделяемого крахмала с повышением концентрации кашки снижается. При разделении кашки на центробежном конусном сите на основной операции выделяется 72,9-79,9, при первом промывании мезги 6,4-11,0, при втором – 0,8-2,4 % крахмала. Использование для замачивания зерна ферментных препаратов не дало положительных результатов, а для измельчённой кашки позволило увеличить выход крахмала.

Ключевые слова: тритикале, «завод на столе», переработка, центробежное конусное сито, мука тритикале, крахмал.

***N.R. Andreev, V.G. Kostenko, L.V. Krivtsun, L.P. Nosovskay, L.V. Adikaeva** All-Russian Research Institute for Starch Products*

THE STUDY OF TRITICALE GRAIN PROCESSING AS RAW MATERIALS FOR STARCH PRODUCTION

Processing of triticale grain at «factory on the table» - model of manufacturing process. It was established, that the yield of starch from triticale flour (57,2%) is 2,7% higher than from grain of the same variety (54,5%). The yield of soluble from flour (14,9%) is twice higher that from soaked grain (7,5%). There were no technological problems during processing of grinded triticale grain; the share of extracted starch is decreased with increase of slurry concentration. At separation of slurry by centrifugal conical sieve on the basic operation was extracted 72,9-79,9%, at first washing of fiber – 6,4-11%, at second – 0,8-2,4% of starch. Application of enzymes for grain soaking did not give positive results, and for grinded slurry it allowed to increase starch yield.

Key words: triticale, plant on the table, processing, centrifugal conical sieve, triticale flour, starch.

Производство крахмала и крахмалопродуктов в мире постоянно возрастает и занимает одно из ведущих мест в экономике промышленных стран. При этом в качестве сырья в различных странах используют в основном местные виды крахмалоносов: в Европе – картофель, пшеницу, кукурузу; в Северной Америке – кукурузу; в Латинской Америке и Юго-Восточной Азии – маниок, батат и др. [1].

Основным сырьём крахмалопаточной промышленности России являются кукуруза, картофель и пшеница, при переработке которых получают сухой крахмал, патоку разных видов, глюкозу, декстрины, корма, масло и модифицированные крахмалы. В настоящее время основным сырьем для производства крахмала является кукуруза. Однако объем производства кукурузы на зерно в России недостаточен. В последнее время производство кукурузы кроме районов Северного Кавказа началось также в

Белгородской, Орловской, Тамбовской, Тульской и Воронежской областях, что позволило увеличить валовые сборы этого зерна с 3,6 млн т (2004 г.) до 6,7 млн т в 2009 г., но при этом его приходится также закупать за границей по высокой стоимости.

В последние годы ведётся большая работа по исследованию «нетрадиционных» видов сырья для получения крахмалопродуктов: рожь, сорго, тритикале, амарант, ячмень и др. Необходимость вовлечения этих культур для переработки на крахмал вызвана дефицитом отечественной кукурузы и свёртыванием производства товарного картофеля, а также с целью организации выпуска крахмала и крахмалопродуктов в Сибири и на Дальнем Востоке. Во ВНИИКе разработаны универсальные, гибкие технологии, обеспечивающие комплексное использование сырья и переход с одного вида сырья на другой в течение минимальных сроков.

Местное крахмалсодержащее сырье – рожь и пшеница – содержат мало крахмала и много белка, так как выращиваются в основном для изготовления хлебобулочных изделий. Для получения крахмала более пригодно сырье с высоким содержанием крахмала и низким содержанием белковых веществ, особенно клейковины и пентозанов. Одним из видов такого крахмалсодержащего сырья является зерно тритикале – сравнительно молодая, единственная зерновая культура, созданная человеком в результате межродовой гибридизации пшеницы и ржи [2, 3, 4]. В последние годы резко возрос интерес к этой культуре. В отличие от зерна ржи и пшеницы, тритикале имеет высокое содержание крахмала – до 70 % и низкое содержание белка – менее 10 %. В связи с этим его выгодно перерабатывать на крахмал.

Рост посевных площадей и объёмы производства его зерна в мире растут с каждым годом и достигли 5 млн га: в Германии – 0,4; во Франции – 0,33; в Украине – 0,12; в Польше – более 1,2 млн.

Работа по улучшению сортов тритикале и увеличению при-

способляемости этой культуры к разнообразным условиям среды продолжается. Тритикале хорошо сочетает ценные признаки и свойства, присущие ржи и пшенице (урожайность, качество зерна). Большой интерес вызывает высокая продуктивность и потенциальные возможности этой культуры. Максимальная урожайность тритикале достигла в Болгарии 116 ц/га, в Италии – 110 ц/га, в Германии – 92, в Польше – 80, в Беларуси – 99 ц/га.

К другим достоинствам тритикале следует отнести высокую приспособляемость к различным типам почв – растёт на всех почвах. К тому же тритикале более устойчиво к опасным болезням, чем рожь и пшеница [4].

Содержание крахмала в зерне тритикале составляет от 58 до 70 % (рис.1), при этом по данным Донского Зонального НИИСХ Россельхозакадемии массовая доля крахмала в зерне зависит не только от сорта, но и от срока посева зерна. Посев тритикале в более поздние сроки в сравнении с оптимальными (25 августа) приводит к снижению крахмала в зерне в среднем на 2 %.

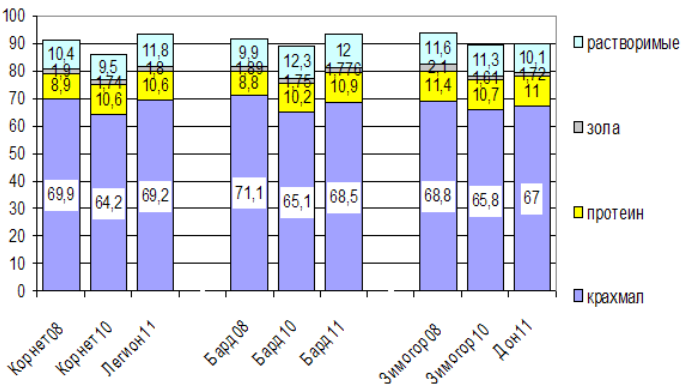


Рис.1. Усреднённый состав компонентов зерна различных сортов тритикале

Кроме того, массовая доля крахмала и урожайность зависят от погодных условий. В засушливое лето 2010 г. содержание

крахмала в разных сортах тритикале снизилось на 3-6 % по сравнению с благоприятными 2008 и 2011 годами.

Во ВНИИ крахмалопродуктов совместно с Донским зональным НИИСХ проводятся системные исследования физико-химических и технологических свойств зерна тритикале и продуктов его переработки с целью выявления закономерностей и взаимосвязей от стадии селекции высококрахмалистых сортов тритикале до производства крахмала.

Результатом совместных исследований явилось создание несколько улучшенных сортов тритикале с более высоким содержанием крахмала и пониженным содержанием белка [2].

Исследования массовой доли компонентов зерна проводили, используя соответствующие стандарты: влаги – ГОСТ 13586.5; белка на приборе К-424 – ГОСТ 10846; крахмала – ГОСТ 10845; золы – ГОСТ 7698; массу 1000 зёрен – ГОСТ 10842.

В табл.1 приведена аналитическая характеристика семи образцов тритикале.

Таблица 1. Результаты физико-химических исследований сортоообразцов тритикале

№ п/п	Сорт тритикале	Масса 1000 зёрен, г	Массовая доля сухих в-в, %	Массовая доля, % на СВ продукта			
				крахмала	протеина	золы	Растворимых в-в
1	Дон	44,6	91,2	67,0	11,4	1,72	10,4
2	Капрал	36,7	91,7	63,3	13,6	1,81	11,9
3	Ацтек	44,6	91,5	63,5	13,5	1,71	11,7
4	Вокализ	34,5	89,1	63,2	13,8	1,70	12,0
5	Алмаз	35,6	90,8	66,0	11,5	1,74	10,6
6	Легион	44,6	89,9	69,2	10,6	1,76	10,1
7	Бард	38,6	90,3	68,5	10,9	1,76	10,3

В четырёх образцах тритикале (Дон, Алмаз, Легион и Бард) массовая доля крахмала составляет от 66,0 до 69,2 %, что

приближает их к пшенице [4]. В остальных образцах массовая доля крахмала 63,2-63,5 % – на уровне высококрахмалистых образцов ржи (58,5-64 %). В таблице наглядно видно соотношение массовых частей крахмала, белка и растворимых веществ. Чем выше содержание крахмала, тем меньше белковых и растворимых веществ.

Для оценки пригодности зерна тритикале, как сырья для производства крахмала, недостаточно определить химическим путём массовую долю в нём крахмала, белка и других составных частей, так как выход крахмала зачастую не имеет прямой связи с его содержанием в зерне и зависит от структурно-механических свойств белковой сетки. Поэтому провели лабораторную переработку сырья на установке «завод на столе», являющейся упрощённой моделью заводского технологического процесса. При переработке зерна в качестве конечных продуктов получают крахмал, экстракт, мезгу, глютен и процессовую воду.

Навеску зерна массой 75 г помещали в банку, заливали 0,23 %-ным раствором пиросульфита натрия и помещали в сушильный шкаф на 24 ч. при температуре 48-52 ^{o}C, периодически встряхивая её. По истечении времени замачивания от зерна отделяли экстракт. Замоченное зерно промывали тёплой водой, затем воду сливали. Промытое зерно с определённым количеством тёплой воды измельчали на блендере в течение строго определённого времени. Полученную кашку промывали от свободного крахмала на капроновом сите № 70.

Промытую мезгу высушивали, взвешивали и анализировали. Крахмалобелковую суспензию разделяли на жёлобе на крахмальную и белковую фракции, обезвоживали, высушивали и анализировали. Результаты исследований технологических свойств зерна представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты переработки перспективных сортов тритикале на установке «завод на столе»

Сорт озимого тритикале	Выход продуктов, % к СВ зерна					Содержание протеина в крахмале, % на СВ
	экстракт	мезга	глютен	крахмал	процессовая вода	
Дон	6,5	11,0	16,8	55,1	10,4	0,7
Алмаз	5,9	10,9	17,1	54,0	11,4	0,73
Легион	6,4	11,0	16,5	56,8	9,1	0,68
Бард	5,8	11,4	16,9	56,2	9,5	0,72

Выход крахмала из различных сортов тритикале составил от 54,0 до 56,8 %. Это на 7-8 % выше, чем из зерна ржи.

При производстве крахмала важно, чтобы в замоченном зерне оставалось минимальное количество водорастворимых веществ. В зерне тритикале всех сортообразцов этот показатель находится на уровне массовой доли растворимых веществ в сухом зерне [2].

На рис. 2 показана зависимость содержания водорастворимых веществ в замоченном зерне тритикале от времени и температуры замачивания в сравнении с зерном кукурузы.

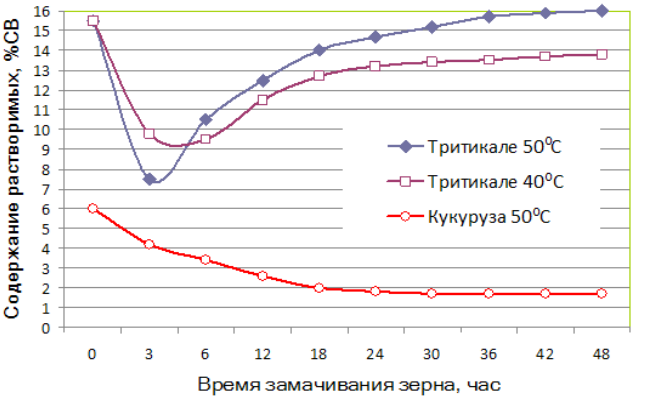


Рис.2. Зависимость содержания водорастворимых веществ в замоченном зерне тритикале от времени и температуры замачивания в сравнении с зерном кукурузы

Замачивание зерна тритикале осуществляли теми же методами, что и зерна кукурузы. Главное различие этих зерновых культур заключается в форме и размере их зёрен. Зёрна наибольших размеров больше абсорбируют воду и из них более полно извлекаются растворимые вещества, чем из мелких зёрен. Массовая доля растворимых веществ в экстракте после 48-часового замачивания в 0,25 %-ном растворе сернистой кислоты для кукурузы составляет от 6 до 10 %, для тритикале не более 4 %.

Причём в первые 3 ч. замачивания содержание водорастворимых веществ в зерне тритикале резко снижается: от 15,6 до 7,6 % при температуре 40 °С и от 15,6 до 8,9 % при температуре замачивания зерна 50 °С, а затем увеличивается почти до значения содержания водорастворимых веществ в сухом зерне. В первые часы в раствор переходят низкомолекулярные вещества, находящиеся в сухом зерне, затем происходит набухание зерна, в том числе высокомолекулярных веществ, которые не могут пройти через оболочку в раствор.

При замачивания зерна кукурузы этот процесс происходит и

растворимые вещества переходят в раствор.

Полученные результаты исследований требуют нового подхода к разработке технологии переработки зерна тритикале на крахмал по сравнению с технологией переработки зерна кукурузы, а именно – необходимо замачивать измельчённое зерно тритикале или его муку.

В связи с этим партии зерна тритикале сорта «Корнет» были измельчены во ВНИИ зерна в вальцовом станке по технологии переработки зерна ржи. Полученная мука содержала по сухим веществам (СВ): крахмала 74,7 %, белка 10,4 %.

Массовая доля крахмала и белка в тритикалевой муке примерно такая же, как в пшеничной муке высшего сорта.

С целью определения предполагаемого выхода крахмала и побочных продуктов перед производственными испытаниями предварительно провели лабораторные исследования на установке «завод на столе» с применением биологического метода разрушения структуры муки ферментным препаратом «Prostep» (рис. 3).

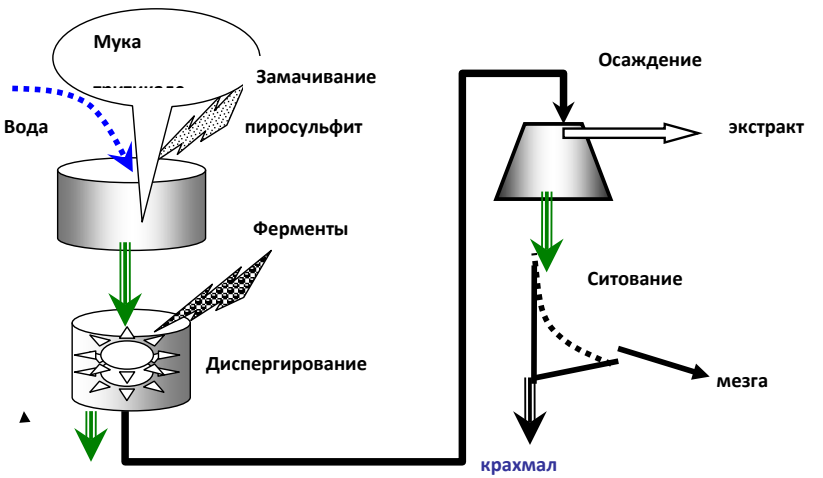


Рис. 3. Схема переработки тритикалевой муки в лабораторных условиях

Технологическая схема включала замачивание муки в 0,23 %-ном растворе пиросульфита натрия в течение 2 ч., термостатирование кашки с ферментным препаратом «Prosteep» в течение 4 ч., отделение растворимых веществ на центрифуге, промывание мезги от свободного крахмала, разделение на крахмальную и белковую суспензии, обезвоживание и сушку продуктов переработки. В табл. 3 представлены результаты переработки тритикалевой муки на крахмал.

Таблица 3. Результаты переработки тритикалевой муки на установке «завод на столе»

Мука из зерна сорта «Корнет»	Выход продуктов, % к СВ				
	крахмал	глютен	мезга	белковый концентрат	процессовая вода
	57,2	16,0	5,5	14,9	6,6

Выход крахмала из тритикалевой муки (57,2 %) на 2,7 % выше, чем из зерна того же сорта (54,5 %). Выход растворимых веществ из муки (14,9 %) в 2 раза больше, чем из замоченного зерна (7,5 %).

Для крахмалов ржи, пшеницы, ячменя, тритикале характерно бимодальное распределение зёрен по размерам, выраженное наличием двух фракций – крупнозернистой (крахмал А) и мелкозернистой (крахмал Б) [5].

В крахмале тритикале основное количество зёрен имеет размер от 10 до 25 мкм, поэтому процесс извлечения крахмала из зерна может быть упрощён при выделении только крупной фракции. Мелкая фракция крахмала (крахмал Б), мезга, растворимые вещества (белковый концентрат) могут быть использованы в спиртовом производстве и для приготовления кормов [1].

Результаты проведённых исследований требуют нового подхода к разработке технологии и оборудования переработки зерна три-

тикале на крахмал по сравнению с технологией переработки кукурузы, сорго, пшеницы, а именно – необходимо замачивать измельчённое зерно или муку, а также проверить возможность переработки зерна тритикале с использованием современного оборудования – центробежного конусного сита.

Для проведения исследований брали 2,2 кг зерна тритикале сорта «Консул», замачивали в 0,4 %-ном растворе пиросульфита натрия в течение 36 ч. при 50 ^{0}С. Раствор сливали, зерно измельчали, разделяли на 6 проб по 200 г сухих веществ, разбавляли до концентрации 16, 20, 22, 24, 26 и 28 % СВ и обрабатывали на сите.

Каждая проба содержала 136 г общего крахмала – 130,1 г свободного и 5,9 г связанного. В процессе разделения кашки получали фильтрат, содержащий свободный крахмал и белковые вещества. Нами исследовано влияние концентрации кашки и мезги на выделение крахмала. Установлено, что распределение продуктов по массе выделяемого крахмала и концентрации фильтрата и влажности осадка совсем иные, чем они получаются при обработке продукта на ситах типа БСС и дуговых ситах (табл. 4) [5].

Таблица 4. Режим работы станции промывки мезги на барабанно-струйных и центробежно-лопастных ситах в картофелекрахмальном производстве

Наименование	Содержание сухих веществ в продукте, %		Сетка
	поступающем	в осадке	
1	2	3	4
Промывка кашки: первая	12-15	6-8	Шлицевая (5х0,25 мм) (2,5 х 0,35)
вторая	6-7	10-12	Шлицевая (5х0,25 мм) Плетеная № 020-0,25
Отцедка мезги	4-6	6-8	То же
Промывка мезги	4-6	10-12	То же

Так, на 1-ю отцедку и промывку мезги на ситах БСС подают суспензию концентрацией 12-15 %, осадок получают с содержанием сухих веществ (СВ) 6-8 %. При второй отцедке и промывке мезги на сита поступает суспензия концентрацией 6-7 %, осадок, сходящий с сит, имел 10-12 % СВ. На последующих промывках концентрация подаваемой на сита суспензии была еще меньше – 4-6 %.

Еще более жидкими были суспензии, подаваемые на дуговые сита – 10-12 % [5]. На отцедку кашки на дуговых ситах подают продукт с содержанием СВ 10,7 %, а в осадке получают 16,7 %. На первое и второе промывание поступает продукт концентрацией 4,4-5,9 %, осадок содержит 9,8-10,7 % СВ. На последующие промывки поступает продукт с содержанием СВ 2,1-3,7 % и уходит осадок влажностью 91,5-90,0 %. Как видим, от типа и конструкции ситовых аппаратов зависят технологические параметры работы, потребляемой, а также выводимой из производства воды.

Исследованиями на лабораторном конусном сите было установлено, что распределение продуктов было совершенно другим. В фильтрат уходит 71-81 % массы от исходного продукта в зависимости от концентрации кашки, в осадок – остальное количество, примерно 17,6-23,8 % (табл. 5).

Таблица 5. Распределение фильтрата и осадка по массе при разделении кашки тритикале разной концентрации на конусном сите при факторе разделения 784 Fr'

Наименование	Масса (г) и доля (%) выделенного продукта при разной концентрации кашки, %					
1	2	3	4	5	6	7
Концентрация, % СВ	16	20	22	24	26	28
Масса продукта, т	1250	10000	909	833	769	714
в т.ч.: - кашка, г	520	520	520	520	520	520

Наименование	Масса (г) и доля (%) выделенного продукта при разной концентрации кашки, %					
1	2	3	4	5	6	7
- вода, г	730	480	389	313	244	194
Выделено:						
Фильтрата: масса в г	1017	752	707	610	545	525
концентрация, %	12	17	17,5	21,5	23,0	25,5
Доля от исходного продукта, %	81,3	75,2	77,0	73,2	70,8	73,5
Осадка (мезги): масса, г	220	190	180	180	180	175
Доля от исходного продукта, %	17,6	19,0	19,8	21,6	23,4	23,8
Содержание СВ, %	23,5	28,1	32,0	30,7	31,3	33,0

Примечательно, что на первой же операции по разделению кашки выделяется очень много фильтрата с крахмалом. В осадке остается мезга, содержащая немного крахмала. И это при высокой концентрации исходной кашки – 16-28 % СВ (табл. 5). При этом содержание сухих веществ в осадке составляет 23,5-33,0 %.

При первом промывании мезги осадок, полученный после разделения кашки, разбавляли водой до концентрации 10-12 % СВ и обрабатывали на том же лабораторном сите. Фильтрата было выделено 62,2-70,5 % от исходного продукта концентрацией 3-5,5 % (табл. 6).

Таблица 6. Распределение фильтрата и осадка по массе при первом промывании мезги тритикале на конусном сите при факторе разделения 784 Fr'

Наименование	Масса (г) и доля (%) выделенного продукта при разной концентрации суспензии мезги					
Концентрация, %	12	10	10	10	10	10
Масса, г : мезги	213	162	145	164	167	144
воды	205	292	319	344	351	331
продукта	418	454	464	508	518	475

Наименование	Масса (г) и доля (%) выделенного продукта при разной концентрации суспензии мезги					
Получено фильтрата: масса, г	260	320	310	355	350	315
доля, %	62,2	70,5	66,8	69,9	67,6	66,3
концентрация, %	5,5	5,3	4,0	3,5	3,0	3,0
Получено осадка:						
масса, г	125	120	125	125	125	125
доля, %	29,9	26,4	26,9	24,6	24,1	26,3
Содержание СВ, %	26,5	22,1	22,9	23,6	24,6	23,0

Доля выделенного осадка составляла 24,1-29,9 %, т.е. немногим больше, чем доля выделенного осадка при разделении кашки. Это связано с тем, что из продукта выделено значительное количество крахмала. Оставшаяся мезга более гидрофильна, чем крахмал, меньше содержит сухих веществ – 22,1-26,5 %.

При втором промывании мезги получили примерно такое же распределение продуктов по массе, как и при первом промывании. В фильтрат перешло 61,7-70,0 % по массе от продукта, подаваемого на промывание, с содержанием сухих веществ 1,5-2,0 %. Осадка выделено 24,5-31,3 % с содержанием СВ 18,4-23,1 %.

Так, при концентрации кашки 16 % выделено 79,9 % крахмала от свободного, содержащегося в кашке. С увеличением концентрации кашки до 28 % количество выделяемого крахмала снизилось до 72,9 %.

При первом промывании мезги выделено 6,4-11,0 % свободного крахмала. Концентрация подаваемой на сито суспензии мезги составляла 10-12 %.

При первом промывании выделяется крахмала больше из тех осадков, полученных при разделении кашки, в которых больше осталось крахмала после этой операции. При втором промывании мезги выделяется совсем мало крахмала – 0,8-2,4 %, а всего 82,1-88,3 %, в зависимости от концентрации исход-

ной кашки.

Таким образом, технологических трудностей при переработке зерна тритикале не возникало; доля выделяемого крахмала с повышением концентрации кашки несколько снижается. При разделении кашки на основной операции выделяется 72,9-79,9, при первом промывании мезги 6,4-11,0, при втором – 0,8-2,4 % крахмала от свободного, содержащегося в кашке.

С целью сокращения времени замачивания проведены дополнительные исследования с использованием целлюлолитических и протеолитических ферментных препаратов при замачивании зерна тритикале и с введением ферментных препаратов в измельчённую кашку.

Использование для замачивания зерна сорта «Консул» ферментных препаратов не дало положительных результатов. Контрольное же введение ферментных препаратов в измельчённую кашку (рис. 3) позволило уменьшить вязкость фильтрата кашки в 1,5 раза и увеличить выход крахмала.

В табл. 7 приведены результаты переработки зерна тритикале по классической схеме и с использованием ферментного препарата II поколения «Prosteep» (Genencor Jnt). Технологический процесс с применением ферментного препарата включал следующие операции: замачивание зерна в 0,23 %-ном растворе пиросульфита натрия в течение 4 ч., грубое измельчение зерна, введение в измельчённую кашку с PH 4,6-4,7 ферментного препарата II поколения «Prosteep» (Genencor Jnt), термостатирование в течение 4 ч., тонкое измельчение кашки, отделение растворимых веществ центрифугированием, отделение свободного крахмала ситованием, разделение крахмалобелковой суспензии центрифугированием. Общая продолжительность процесса 8 ч.

Таблица 7. Результаты переработки зерна тритикале сорта “Консул” с использованием ферментного препарата “Prosteep” и по классической схеме

Продолжительность замачивания в р-ре $Na_2S_2O_5$, ч	Массовая доля сухих веществ в белковом концентрате, %	Выход, % к СВ зерна			
		Белковый концентрат	Мезга	Глютен	Крахмал
Без фермента					
24	5,0	7,2	12,8	15,0	54,2
С ферментом					
4	8,4	8,3	13,3	12,3	55,5

Выход крахмала из тритикале сорта «Консул» с ферментацией составил 55,5 % – на 1,3 % выше, чем при переработке зерна по классической схеме.

С учётом результатов проведённых опытов разработана технологическая схема для экспериментальной линии в опытном цехе института.

Полученные партии сухого тритикалевого крахмала были исследованы в лабораториях модифицированных крахмалов и биотехнологии с положительными результатами при выработке глюкозных сиропов и декстринов.

Заключение.

1. В результате совместных исследований с Донским зональным НИИСХ Россельхозакадемии и ВНИИ крахмалопродуктов выявлены высококрахмалистые сорта тритикале с улучшенными технологическими свойствами для переработки на крахмал. Несмотря на меняющиеся сезонные погодные условия в течение ряда лет, сорта тритикале «Корнет», «Бард», «Консул», «Легион» имеют высокое содержание крахмала – 67-70 %.

2. Технологическая оценка сортов тритикале показала, что выход крахмала напрямую зависит от крахмалистости зерна.

3. Проведённые исследования являются основой для разработки технологии и оборудования для переработки зерна тритикале на крахмал и для дальнейшей селекции высококрахмалистых сортов тритикале с заданными технологическими свойствами, к которым относятся: содержание крахмала не менее 67 %, содержание белка не более 10 %, содержание водорастворимых веществ – не более 9 %.

Список литературы

1. Андреев Н.Р. Основы производства нативных крахмалов. – М.: Пищепромиздат, 2001. – 282 с.

2. Андреев Н.Р., Филиппова Н.И., Носовская Л.П. Зерно тритикале – перспективное сырьё для получения крахмала // Тезисы докладов на XVII Международной конференции по крахмалу «Москва–Краков». – 16-18 июня 2009. – С. 82.

3. Пат. № 2415872 Россия, МПК C08 B30.00. Способ производства крахмала / Н.Р. Андреев, Н.И. Филиппова и др. – № 2009148433/13; заявл. 28.12.2009; опубл. 10.04.2011. Бюл. № 10.

4. Беспалова Л.А. Сорта пшеницы и тритикале КНИИСХ / Л.А. Беспалова, А.А. Романенко, Ф.А. Колесников и др. – Краснодар: КНИИСХ, 2009. – 92 с.

5. Штыркова Е.А., Филиппова Н.И., Романенко В.Н. и др. Технология и технохимический контроль крахмалопаточного производства. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 34.

УДК 631.53.01:621.386

***М.В. Архипов**, д.б.н., **Н.С. Прияткин,** к.т.н., ФГБНУ Агрофизический НИИ, СПб, **Н.Н.Потрахов,** д.т.н. СПб Государственный электротехнический университет, **С.Л. Белецкий,** к.т.н. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

ИНТРОСКОПИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СЕМЯН И ЗЕРНА В СЕЛЕКЦИИ, СЕМЕНОВОДСТВЕ И ЗЕРНОПРОИЗВОДСТВЕ

В статье рассмотрены научные и практические аспекты применения интроскопической неразрушающей методики экспресс-оценки внутренних структурных особенностей зерновки на примере зерновых культур и возможности «диспансеризации» семенного материала для отбора партий семян высокой потенциальной продуктивности и зерна с минимальным уровнем скрытой травмированности.

Ключевые слова: микрофокусная рентгенография, скрытая неоднородность семян, скрытые дефекты и аномалии зерновки, биофизика семян.

M.V. Arhipov, N.S. Priyatkin, N.N. Potrahov,S. L. Beletskiy

The article discusses the scientific and practical aspects of application of introscopic non-destructive techniques for rapid assessment of internal structural features of the weevil on the example of grain crops and the possibilities of «clinical examination» of seed material for the selection of seed lots of high potential productivity and grein with a minimum level of hidden injury.

Keywords: microfocus radiography, hidden heterogeneity of

seeds, latent defects and anomalies weevil, Biophysics of seed.

Введение

Вопрос оценки качества семян и зерна при решении проблемы повышения эффективности производства семенного, фуражного и продовольственного зерна является принципиально важным, во многом определяющим продуктивность агроценоза и требующим разработки неразрушающих методик контроля различных типов дефектов и аномалий как внешних, так и внутренних структур зерновки, степени разнокачественности производственных партий семян и зерна.

Проблема неоднородности зернового материала, изучение причин его возникновения и разработка методов и приемов снижения травмированности зерна - важная задача для исследований в области селекции, семеноводства, зернопроизводства и защиты растений, как в научном, так и практическом аспектах.

Наименее изученный в этом плане остается одна из особенностей явления неоднородности, обусловленная скрытыми дефектами и аномалиями внутренних структур зерновки. Возможности мягколучевой микрофокусной рентгенографии и метода газоразрядной визуализации зерновки для изучения особенностей явления внутренней неоднородности зернового материала являются уникальными и позволяют, используя имеющийся в отечественной и мировой рентгенологии технические возможности разрабатывать для различных биологических объектов малых размеров надежные и доступные приборы и технологии, составляющие физико-технический базис интроскопии [1, 2]. Все это позволяет, с одной стороны, получать образы мельчайших структур зерновки с высоким разрешением, с другой - автоматически обрабатывать результаты анализа скрытой травмированности в партиях зерна, полученных по разным агротехнологиям как в открытом, так и защищенном грунте.

Материал и методы

Объект исследования - яровая пшеница сортов Эстер и

Тризо, озимая пшеница сортов Инна, Московская 56, ячмень сортов Ленинградский, Суздалец, Батька, овес сорта Привет, полученные в хозяйствах Ленинградской области.

Исследования проводили в соответствии с методикой рентгенанализа, принятой службами семенного контроля, в рамках аккредитованной Россельхозцентром РФ лаборатории по рентгенографии семян АФИ. Рентгенанализ проводили на рентгенустановке ПРДУ-2 компании ЗАО Элтех-Мед. Для автоматизированного анализа рентгенобразов использовали разработанную нами программу SEAN, позволяющую получать оцифрованные рентгенснимки для их автоматизированной обработки на основе анализа функции яркости [2]. Оценку качества зерновых культур проводили также на основе методики газоразрядной визуализации (ГРВ). Принцип методики ГРВ заключается в следующем: между исследуемым объектом и диэлектрической пластиной, на которой размещается объект, подаются импульсы напряжения длительностью 10 мкс от генератора электромагнитного поля, для чего на обратную сторону пластины нанесено прозрачное токопроводящее покрытие. При высокой напряженности поля в газовой среде пространства контакта объекта и пластины развивается лавинный и/или скользящий разряд, параметры которого определяются свойствами объекта. Свечение разряда с помощью оптической системы и ПЗС-матрицы преобразуется в видеосигналы, которые записываются в виде одиночных кадров (BMP-файлов), каждый из которых представляет собой пространственно распределенную группу участков свечения различной яркости. Анализ изменений газоразрядных изображений включает вычисление характеристик амплитудных, геометрических, яркостных, фрактальных и вероятностных параметров и локальных, секторных отклонений [3, 4].

Результаты и обсуждение

При решении проблемы повышения качества зернового материала с учетом степени его скрытой травмированности в

различных производственных партиях зерна был разработан физико-технический базис интроскопии, позволяющий проводить интроскопический анализ партий семян и автоматизированную оценку их образов. В результате было установлено, что партии семян с минимальным уровнем скрытой поврежденности обладают и наиболее высоким ростовым потенциалом в гетеротрофный период прорастания, что коррелирует с высокой полевой всхожестью партий семян.

Создана аппаратура и информационный блок анализа образов семян и зерна, которые позволяют:

- выявлять различные виды скрытых дефектов и аномалий зерновки и разработать биометрическую идентификацию образов этих дефектов;
- определять долю дефектов в исследуемых партиях зернового материала, в том числе и после уборки, сушки и послеуборочной обработки зерна;
- ранжировать партии зерна по одному или нескольким видам скрытых дефектов;
- определять наилучшие партии семян и зерна с минимальным уровнем скрытой поврежденности на основе сопоставления полученных результатов с их ростовым потенциалом и технологическими показателями;
- использовать высокую разрешающую способность аппаратуры для создания нового поколения цифровых стандартов по интроскопии семян и зерна, имеющую технические параметры выше мировых.

Методы интроскопии в сочетании с приемами высокоскоростной обработки цифровой информации имеют целый ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами анализа качества семян не только благодаря высокой информативности, позволяющей визуализировать внутренние особенности структуры зерновки, но также и потому, что в этом случае можно практически исключить влияние человеческого фактора.

Вследствие этого достигаются:

- высокая объективность контроля, так как изменить рентгенограмму весьма сложно, особенно при условии использования технологии электронной цифровой подписи;

- цифровые интроскопические изображения могут храниться сколь угодно долго, что крайне необходимо при решении широкого спектра арбитражных вопросов;

- возможность организации текущего контроля качества семян в процессе их хранения (коллекция ВИР, селекционно-семеноводческие центры);

- возможность разработки приемов сепарации оригинальных семян, используемых в селекционных целях или космических экспериментах, а также контрольный навески при определении качества семян в службах Россельхозцентра;

- возможность усовершенствования установок и технологий для комплексной сепарации контрольных образцов зерна для ранжирования партий зерна по их качеству и биобезопасности (элеваторы Росрезерва и Объединенной зерновой компании, зерновые терминалы в портах и других объектах ответственного хранения).

Выводы

1. Возможности интроскопии в области селекции позволят создать атласы селекционных образцов для зерновых, зернобобовых, технических, овощных культур и многолетних трав с учетом скрытых аномалий и дефектов, возникающих в различных экологических зонах их репродуцирования.

2. Проведение интроскопического контроля качества свежеубранных семян и зерна, находящихся в периоде послеуборочного созревания открывает перспективы для семеноводства и зернопроизводства в плане получения оперативной информации и ранжирования партий зерна по их целевому назначению (семенное, продовольственное или фуражное зерно).

3. Разработанные приемы интроскопического анализа сте-

пени заболеваемости семени и визуализации гифов грибов позволят существенно повысить точность методов фитоэкспертизы, применяемой в области защиты растений.

Список литературы

1. Архипов М. В., Потрахов Н. Н. Микрофокусная рентгенография растений. СПб. Изд-во «Технолит», 2008. – 192с.

2. Архипов М. В., Гусакова Л. П. и др. Методика комплексной оценки биологической и хозяйственной пригодности семенного материала. – СПб.: АФИ, 2013. – 52с.

3. Коротков К.Г. Основы ГРВ Биоэлектрографии. Л.: Изд-во СПбГУИТМО, 360с.

4. Архипов М. В., Прияткин Н. С., Великанов Л. П., Бондаренко А. С., Жигунов А. В. Идентификация пустых и выполненных семян ели европейской методами мягколучевой рентгенографии и газоразрядной визуализации // Агрофизика. – 2013. – № 1(9). – С. 8-12.

УДК 664.665

***Т.Г. Богатырева**, д.т.н., **И.П. Толмачева,** аспирант, **Т.В. Быковченко,** к.т.н., **С.О. Смирнов,** к.т.н. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», г. Москва*

ОПТИМИЗАЦИЯ АМИНОКИСЛОТНОГО И ВИТАМИННОГО СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОГО СУБСТРАТА ЯЧМЕННО-МОЛОЧНОЙ ЗАКВАСКИ

В статье приведены результаты исследований аминокислотного и витаминного составов, а также содержание макро и микроэлементов в питательном субстрате ячменно-молочной закваски. Использование данной закваски при производстве хлебобулочных изделий позволяет повысить пищевую и биологическую ценность полуфабриката.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, пищевая и биологическая ценность, процесс газообразования, ячменная мука, закваска.

***T.G. Bogatyreva,** Ph.D., **I.P. Tolmacheva,** graduate student, **T.V. Bykovchenko,** Ph.D., **S.O. Smirnov,** Ph.D. Federal State Scientific Institution "Research Institute of the baking industry", Moscow*

OPTIMIZATION OF AMINO ACID AND VITAMIN COMPOSITION NUTRIENT SUBSTRATE BARLEY-LACTIC FERMENT

The article presents the results of research of amino acid and vitamin composition and the content of macro- and microelements in the nutrient substrate barley-lactic ferment. Use of this ferment

in the manufacture of bakery products can improve the nutritional and biological value of the semi-finished product.

Keywords: bakery, food and biological value, the process of gasification, barley flour, sourdough.

Использование ячменной муки, как нетрадиционного вида сырья в хлебопечении, нашло применение в создании закваски с полноценным аминокислотным составом, наличием ионов калия, кальция, магния, фосфора, цинка, витаминов B_1, B_2, PP, биотина, содержащей значительное количество редуцирующих сахаров [1].

В качестве субстрата используют смесь ячменной муки с сухим молоком при соотношении 80:20, которую смешивают с водой с температурой 75-80 ^{0}С при соотношении 1:3, подвергают ферментативному гидролизу смесью ферментных препаратов (амилазы и ксиланазы). Смесь выдерживают в течение двух часов при температуре 48-50 ^{0}С, охлаждают до 32-35 ^{0}С и вводят комбинированный препарат молочнокислых бактерий «Линекс», из расчета 1-ой капсула на 100 г осахаренной заварки. Одна капсула препарата содержит не менее 1,2 х 10^7 лиофилизированных клеток бактерий Bifidobacterium infantis v.liberorum, Lactobacillus acidophilus, Enterococcus faecium. Заквашивание осахаренной заварки проводят при температуре 35-37 ^{0}С в течение 18-20 ч. до накопления титруемой кислотности 10-12 град.

Использование в качестве субстрата гидролизата смеси ячменной муки и сухого молока связано с тем, что в ней содержится растительный и молочный белок, углеводы, макро-и-микроэлементы, витамины, необходимые для развития бактерий Bifidobacterium infantis v.liberorum, Lactobacillus acidophilus, Enterococcus faecium. В ячменной муке содержится 10% белков, 63,8% крахмала, 65,4% моно-и дисахаридов, 8,1% пищевых волокон, 208 мг% калия, 80 мг% кальция, 50 мг% магния, 1,8 мг%

железа. Из витаминов в ячменной муке выделяется содержание ниацина - 4,7 мг%, витамина РР – 2,7мг% [2]. В состав сухого молока входят белки, жиры, углеводы, минеральные, энергетические, регуляторные вещества и витамины. Все белки молока относятся к группе полноценных и содержат в своем составе 20 аминокислот. Среди незаменимых аминокислот особенно важны три: метионин, лизин и триптофан. В состав минеральных веществ молока входят макроэлементы: соли кальция, калия, натрия, магния, железа, лимонной, фосфорной, соляной и других кислот. Из микроэлементов в молоке содержатся: кобальт, медь, цинк, марганец, фтор, бром, йод, мышьяк, кремний, бор, ванадий. Лактоза, содержание которой в молоке достигает 52-53%, необходима для нормального развития «истинных» молочнокислых бактерий Bifidobacterium infantis v.liberorum, которые входят в состав микроорганизмов комплексного препарата «Линекс», и являются пробиотиками. Внесение смеси ферментных препаратов амилазы и ксиланазы необходимо для более полного расщепления крахмала и белковой части муки и накопления в субстрате необходимого уровня пентоз, гексоз и аминокислот. Для получения обогащенного аминокислотами и углеводами ячменно-молочного субстрата ферментативный гидролиз проводится при оптимальных параметрах - в течение 1,5-2,0 ч. при температуре 48-50 ^{0}С. В микробиологический состав закваски входят гомоферментативные молочнокислые бактерии видов Bifidobacterium infantis v.liberorum, Lactobacillus acidophilus, Enterococcus faecium, синтезирующие молочную кислоту, ацидофилин и лактоцин, и обладающие устойчивостью к антибиотикам и химическим препаратам. Комплекс данных соединений создает благоприятные условия для направленного развития полезных форм микроорганизмов и позволяет интенсифицировать процесс кислотонакопления в полуфабрикате, а также повысить пищевую и биологическую ценность готовых изделий.

Готовую ячменно-молочную закваску используют в каче-

стве обогащающей добавки при приготовлении пшенично-ячменного хлеба безопарным способом в количестве 15-30 % к массе муки в тесте.

За прототип взята закваска, в которой в качестве мучного субстрата использована рисовая мука и вода при соотношении 0,7-0,8:1,0-1,1 с температурой 60-65 ^{0}С. Предварительно субстрат был подвергнут гидролизу ферментными препаратами амилолитического действия. В полученный после гидролиза субстрат вводят смесь инокулятов гомоферментативных молочнокислых бактерий видов Lactobacillus acidophilus ВКМ-146 и Lactobacillus casei defenses ВКПМ –Y-765 при соотношении 1,5-2,0:1,0-1,5 в количестве 10% от массы мучного субстрата. Однако недостатком данной закваски является дефицит субстрата по содержанию незаменимых аминокислот, что значительно снижает пищевую и биологическую ценность данной среды при выращивании на ней молочнокислых бактерий [3].

Показатели качества закваски из рисовой муки и ячменно-молочной закваски приведены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели качества заквасок

Наименование показателей	Известный способ	Показатели заквасок		
		30%	20	15
Титруемая кислотность, град.	22,0-24,0	10,0	11,0	12,0
Подъемная сила, мин.		20	23	25
Суммарное количество клеток МКБ, млн/г	220	120	150	180
Содержание дрожжей, млн/г	0	60	65	70
Содержание аминокислот, мг%:				
Валин	130	235	240	238
Изолейцин	165	177	180	179
Лизин	290	202	206	204
Метионин	100	185	190	188
Треонин	170	171	175	174
Триптофан	35	55	58	54
Фенилаланин	165	717	718	717
Цистин	65	163	166	164
Содержание витаминов:				
Витамин А, мг%	0	0,13	0,13	0,13
Витамин D, мкг%	0	0,25	0,26	0,26
Витамин В12, мкг%	0	3,0	3,0	3,0
Рибофлавин, мг%	0,13	1,3	1,3	1,3
Содержание макро- и микроэлементов, мг%:				
Калий	60	190	191	190
Кальций	18	92	92	90
Магний	44	50	55	54
Фосфор	86	150	160	158
Цинк, мкг%	101	142	150	147
Железо, мкг%	400	2741	2740	2740
Содержание пищевых волокон, %	5,1 0,1	74,0 1,2	75,0 1,2	74,6 1,2

Использование новой закваски позволяет оптимизировать аминокислотный и витаминный состав питательного субстрата и интенсифицировать процесс приготовления закваски, повысить пищевую и биологическую ценность полуфабриката.

Список литературных источников

1. Богатырева, Т.Г. Развитие биотехнологического направления в области переработки нетрадиционного хлебопекарного сырья [Текст]. /Богатырева Т.Г. // Хлебопродукты. - 2010. - N 9 - с.34-35.

2. Богатырева, Т.Г. Биоконверсия ячменной муки в технологии хлебобулочных изделий. [Текст]/ Богатырева, Т.Г., Белявская И.Г., Толмачёва И.П., Быковченко Т.В. // Хлебопродукты, № 9. - 2013. - С.48-51.

3. Богатырева Т.Г., Лабутина Н.В., Белявская И.Г., Быковченко Т.В., Толмачева И.П. Способ приготовления ячменно-молочной закваски. Патент № 2540015 от 11.12.2014.

УДК 621.384.6:621.039.8

А.Н. Борисенко, *Председатель правления АО «Парк ядерных технологий», Республика Казахстан, г. Курчатов*

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «ХОЛОДНОЙ ПАСТЕРИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ И ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ» В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

В данной статье рассмотрена история внедрения технологии радиационной обработки продуктов питания по продлению сроков годности продукции. Изучены опыт применения данной технологии в зарубежных странах, нормативная база. Представлена технология работы стационарной установки ИЛУ-10. Осуществляются опытные работы по обработке пищевых продуктов ионизирующим излучением.

Ключевые слова: технология, обработка, пастеризация, облучение, стерилизация, ускоритель.

История радиационной обработки продуктов питания

В 1950 году комиссия по атомной энергии США инициировала программу исследований по использованию ионизирующего излучения для сохранения продуктов питания и для этих целей обеспечила снабжение стержнями с отработанным ядерным топливом ядерных реакторов.

Большая часть этих исследований проходила в Национальной лаборатории в Лемонте, штат Иллинойс. Уже на ранней стадии исследований выяснилось непригодность использования стержней с отработанным топливом с точки зрения измерения поглощенной дозы, и было рекомендовано использовать моноизотоп C_0-60.

В начале 1960-х годов кобальтовые гамма-облучатели

были установлены в Национальной службе морского рыбного хозяйства в Глоучестере штат Массачусетс и в Энтомологическом исследовательском центре в Саваннахе штат Джорджия для облучения зерна.

Первый промышленный гамма-облучатель с активностью изотопа C_0-60 1,3 МКи был установлен в Наттике в лаборатории армии США, там же был установлен линейный электронный ускоритель мощностью 18 кВт.

Установки использовались для высокодозовой обработки мясных продуктов с целью получения стерильных продуктов и замещения технологий баночного консервирования и заморозки.

В 1970 году совместно с International Atomic Energy Agency (IAEA) Food and the agriculture organization (FAO) The world health organization (WHO) был образован Международный проект по радиационной обработке продуктов (IFIP) со штаб квартирой в Карлсруэ, куда вошли 24 страны.

В 1980 году совместный экспертный комитет FAO/IAEA/WHO по радиационной обработке продуктов (JECFI) сделал заключение:

1. «Комитет пришел к заключению, что радиационная обработка любых продуктов питания с полной общей дозой, не превышающей 10 кГр, не представляет токсикологического вреда и, следовательно, проведение токсикологических тестов для обработанных продуктов не требуется».

2. «Комитет пришел к заключению, что радиационная обработка любых продуктов питания с полной общей дозой не превышающей 10 кГр не вызывает специфических диетологических или микробиологических осложнений...».

В 1981 году Всемирная организация здравоохранения, основываясь на выводах совместного экспертного Комитета (JECFI) опубликовала документ под названием «Полезность для здоровья облученных продуктов» («Wholesomeness of Irradiated

Foods»). Основной вывод документа в том, что для продуктов прошедших радиационную обработку с полной общей дозой, не превышающей 10 кГр, не требуется проведение дальнейших токсикологических или диетологических исследований.

За прошедшие годы было проведено огромное количество исследований в области радиационной обработки продуктов питания. Приведем лишь небольшую часть отчетов международных организаций и комитетов по радиационной обработке продуктов питания:

1. Joint FAO/WHO Food Standards Programme (2002) Statement of the WHO representative to the Codex Committee on Food Additivives and Contaminants, ALINORM 03/12, para 79, Rome.

2. Joint FAO/WHO/IAEA Expert Committe (1981) Wholesomeness of Irradiated food/ Report no. 649. WHO, Geneva, Switzerland.

3. IGGFI (1995) Review of data on high dose (10-70 kGy) irradiation of food. Report of a Consultation, Karlsruhe, 29 August-2 September 1994. Food Safety Unit, WHO, Geneva.

4. International Atomic Energy Agency (2000) Facts about food irradiation. Available at http://www.iaea.org/worldatom/inforesource/other/food/q&a.html. Accessed May 12.

5. WHO (1987) Wholesomeness of irradiated food. Technical Report Series no. 659. WHO, Geneva.

6. WHO (1987) Food irradiation. In Point of fact no. 40. Geneva, Switzerland WHO (1991) Food irradiation – a technique for.

7. WHO (1994) Safety and nutrition adequacy of irradiated food. WHO, Geneva

8. WHO (1999) High-dose irradiation: wholesomeness of food irradiate above 10 kGy. Technical Report Series no. 890. WHO, Geneva.

На базе рекомендаций МАГАТЭ ВОЗ и ФАО в разных странах разработаны нормативы по радиационной обработке продуктов питания. Приведем здесь нормативы по радиацион-

ной обработке, установленные регуляторным органом США в области продуктов питания и лекарственных средств (Food and Drug Administrator, FDA).

Продукт	Максимальная доза (кГр)	Цель обработки	Год введения норматива
Зерно и зернопродукты	0,5	Дезинсекция	1963
Картофель	0,15	Подавление прорастания	1964
Специи и сухие овощные приправы	10	Микробиологический контроль	1983
Сухие и обезвоженные ферментные препараты	10	Микробиологический контроль	1985
Свинина	1	Контроль трихинеллёза	1986
Свежие фрукты и овощи	1	Введение контроля и задержка физиологического роста	1990
Специи и сухие овощные приправы	30	Микробиологический контроль	1990
Мясо птицы	3	Инактивация патогенов, например, сальмонеллы	1997:2000
Сырое и замороженное красное мясо (включая продукты из говядины и свинины)	4,5/7	Инактивация патогенов, например, E. coli O157:/H7	2000
Продукты для кормления домашних животных	50	Стерилизация	2000
Свежие яйца	3	Инактивация сальмонеллы	2000
Семена	8	Контроль патогенов	2000
Моллюски (свежие/замороженные)	5/5,5	Инактивация патогенов, наприм., Vibrio	2005
Свежемороженый салат, свежий шпинат	4	Контроль патогенов и продление срока хранения	2008

Большую работу по продвижению технологий обработки

продуктов питания с использованием ионизирующего излучения проводит Международное агентство по атомной энергии. На сегодняшний день в базе данных МАГАТЭ «Установки для обработки продуктов питания ионизирующим излучением» (Food Irradiation Facilities Data Base , FIFDB) зарегистрировано 135 гамма установок Co^{60} и 15 ускорителей электронов в 52 странах мира. Большая часть установок сконцентрирована в странах Азии:

Китай — 26 гамма установок;

Индия — 17 гамма установок;

Вьетнам — 5 гамма установок и 2 ускорителя электронов;

Южная Корея — 3 гамма установки и 2 ускорителя электронов;

Тайланд — 3 гамма установки и 1 ускоритель электронов;

Малайзия — 2 гамма установки и 2 ускорителя электронов;

В США — 14 гамма установок.

Количество установок для обработки продуктов питания и объемов обрабатываемой продукции растет в прогрессии. В таблице приведены данные по количеству продуктов питания, подвергшиеся радиационной обработке в мировом масштабе в 2005 году. (Kume et al., 2009a).

Регионы	**Количество, т**	**Доля, %**
Азия и Океания	183,309	45
Америка	116,400	29
Африка, Украина и Израиль	90,035	22
Европа	15,060	4
Общее	404,804	100

Актуальность и необходимость улучшения микробиологической безопасности критических продуктов питания подтверждается данными по пищевым отравлениям. Статистика наиболее распространенных подтвержденных случаев за-

ражений человека в Евросоюзе в 2007 году по данным отчета «Community Summary Report” (EFSA, 2009).

Вид заражений	Количество заболеваний
Campylobacteriosis	200,507
Salmonellosis	151,995
Yersiniosis	8792
VTEC	2905
Listeriosis	1554

Технология обработки продуктов питания с использованием ускорителей электронов изучена фундаментальной наукой и безопасна для человека, не оставляет химических, биологических и радиоактивных отходов, достаточно высокая производительность по запросу заказчика (до 1 тонны продукции/час), возможность варьировать скорость процесса для разных видов продукции, высокая точность дозы облучения, достаточно конкурентная цена услуг по дезинфекции, дезинсекции и продлению сроков годности продукции.

Предпосылки для внедрения технологии в Республике Казахстан

В декабре 2013 года введен в эксплуатацию Корпус радиационной стерилизации на базе АО «Парк ядерных технологий» (Республика Казахстан, Восточно-Казахстанская область, г. Курчатов, ул. Курчатова 18/1). С введением нового Комплекса в Казахстане доступна новая технология стерилизации медицинских изделий, сельскохозяйственной продукции и продуктов питания на контрактной основе.

В 2016 году вводится в эксплуатацию Корпус радиационной стерилизации на базе Института ядерной физики в г. Алматы.

Межгосударственным Советом по стандартизации метрологии и сертификации в августе 2014 года принят Межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 14470-2014 «Радиационная

обработка пищевых продуктов». Требования к разработке, валидации и повседневному контролю процесса облучения пищевых продуктов ионизирующим излучением.

Проголосовали за принятие: Республики Армения, Беларусь, Казахстан, Молдова, Кыргызская Республика и Российская Федерация.

Дата введения в действие на территории Евразийского экономического союза с 01 января 2016 года.

Описание технологии (как работает установка)

Стационарная установка включает в себя импульсный линейный ускоритель электронов ИЛУ-10, локальную радиационную защиту в виде бетонного бункера, систему формирования пучка электронов, палетный конвейер напольно-толкательного типа для подачи продуктов в зону облучения, а так же системы питания, охлаждения, контроля и управления.

Обрабатываемая продукция в упаковке (мешки, коробки, пакеты) подается с помощью палетного конвейера в камеру облучения, где под воздействием ионизирующего излучения, создаваемого линейным ускорителем электронов, продукция проходит обработку (стерилизуется), затем выводится из зоны облучения.

Ускоритель	Параметры пучка (энергия, мощность)	Глубина обработки		Производительность для дозы 1 кГр	
		Электроны	Рентген	Электроны	Рентген
ИЛУ-10	5 МэВ, 50 кВт	4 г/см^2	30 г/см^2	90 000 кг/час	4500 кг/час

Стерилизация изделий осуществляется, когда они уже помещены в герметичные упаковки, что обеспечивает длительные сроки сохранения и стерильность. Изделия, обработанные пучком электронов высокой энергии, не содержат канцерогенных ве-

ществ как при газовой стерилизации. Изделия можно стерилизовать прямо в коробках, поставляемых конечному пользователю, изделия можно использовать сразу после облучения, изделия при облучении незначительно нагреваются и не намокают, радиационная стерилизация не создаёт сопутствующих вредных веществ в зоне работы установки.

Существующая нормативная база

Существующая нормативная база по облучению продуктов питания в России, ТС и ЕврАзЭС формируется из принятых в последние годы нормативных межгосударственных документов, которые трактуют возможности и требования радиационной обработки пищевой продукции, это:

- Технический регламент (ТР) Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», утвержденный Решением комиссии таможенного союза от 09.12.2011 года № 880.

- Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования (ЕСЭГТ) к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю).

- «Требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», утвержденные Решением комиссии ТС от 28.05.2010 года №299, с учетом Решений Евразийской экономической комиссии от 19.04.2012 года № 34 и от 15.01.2013 года № 6.

На сегодняшний день существует несоответствие в нормативном документе регламентирующим радиационную обработку продуктов питания.

По техническому регламенту — из раздела соблюдения (HACCP — Hazard Analysis and Critical Control Points) изъят метод радиационной обработки, в Приложении 5 технического регламента указано:

Запрет на реализацию на рынке обработанных ионизирующим излучением продуктов:

- мясо птицы;

- конина;
- мясо домашнего кролика;
- яичный порошок, меланж и др. сушеные яйцепродукты.

А Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования (ЕСЭГТ) не отражают положения о возможности обработки излучением, и можно трактовать — отсутствие запрета. Следует отметить, что работы по устранению несоответствий в нормативных документах уже ведутся.

Межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 14470-2014 «Радиационная обработка пищевых продуктов». Требования к разработке, валидации и повседневному контролю процесса облучения пищевых продуктов ионизирующим излучением» вступает в силу на территории Таможенного Союза с 01.01.2016 года.

Программа исследований в Республике Казахстан по обработке пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья ионизирующим излучением для обеспечения безопасности и удлинения срока хранения

В мае 2014 года между РГП «Резерв» и АО «Парк ядерных технологий» подписан меморандум о сотрудничестве в области развития в Казахстане технологий увеличивающих сроки хранения продуктов питания.

Реализуется Программа исследований по обработке пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья ионизирующим излучением для обеспечения безопасности и удлинения срока хранения.

Отрабатываются технологические режимы обработки пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья ионизирующим излучением для обеспечения безопасности и удлинения срока хранения.

Направлено письмо в Комитет технического регулирования и метрологии Министерства инвестиций и развития Республики Казахстан для организации работ по легализации межгосударственного стандарта ГОСТ ISO 14470 на территории Республики

Казахстан.

Партнеры по проведению исследований и технологическим экспериментам: АО «Парк ядерных технологий», РГП «Резерв», «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений».

АО «Парк ядерных технологий» были проведены исследования по намеренному заражению сельскохозяйственной продукции амбарными вредителями и обработаны на ускорителе электронов ИЛУ-10 в диапазоне доз от 0,2 до 0,8 кГр.

Результаты работ по эффективности действия ионизирующего излучения на насекомых-вредителей подтверждены Казахским НИИ защиты и карантина растений. Обработка продуктов питания в указанном диапазоне доз показало полное вымирание насекомых амбарных вредителей в течение 30-ти суток.

Так же получено положительное заключение АО «Национальный центр экспертизы и сертификации» по следующим видам испытаний: микробиологические, органолептические, физико-химические, токсикологические, радиологические.

Начаты работы по закладке продуктов питания обработанных ионизирующим излучением со сроком хранения 12-18 месяцев, на срок до 36 месяцев.

С целью продления сроков хранения, ведутся работы по обработке упакованных мясных продуктов (охлажденного мяса в герметичной упаковке, колбас разных сортов, полуфабрикатов, консервной продукции и др.) и комплектов ИРП ионизирующим излучением, генерируемым ускорителем электронов ИЛУ-10.

Внедрение в Республике Казахстан технологий обработки продуктов питания ионизирующим излучением позволит значительно повысить уровень продовольственной безопасности страны и сократить потери продуктов питания при хранении и транспортировке.

УДК 633.15:665.333.4

В.Г. Гольдштейн**, к.т.н., **Л.П. Носовская, Л.В. Адикаева
ФГБНУ ВНИИ крахмалопродуктов

О ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА КУКУРУЗНОЙ КРУПЫ НА КРАХМАЛ

Оценку эффективности использования кукурузной дроблёнки и мучки для производства крахмала проводили в лабораторных условиях методом «завод на столе». По данным, полученным при переработке смеси мучки и дробленки, можно сделать вывод, что выход крахмала при увеличении продолжительности замачивания с 4 до 16 ч. увеличивается только на 0,4 %. Для переработки смеси дробленки и мучки на кукурузокрахмальных предприятиях замоченная в течение 4 ч. смесь может подаваться на ситовую станцию отцедки первого крахмального молока перед измельчителем и далее срабатываться совместно с продуктами переработки целого кукурузного зерна.

Ключевые слова: кукурузная крупа, вторичное сырьё, дроблёнка, мучка, замачивание, крахмал.

***V.G. Goldshtain, L.P. Nosovskay, L.V. Adikaeva** All-Russian Research Institute for Starch Products*

ABOUT PROCESSING OF BY-PRODUCTS FROM CORN GRAIN INTO STARCH

The evaluation of efficiency to use corn chopped grain and polished meal for starch production was carried out in laboratory

conditions by method "plant on the table". According to the data obtained during processing of mixture of polished meal and chopped grain it can be concluded that starch yield is increased only by 0,4% with increase of soaking time from 4 to 16 hours. In order to process the mixture of polished meal and chopped grain at corn starch plants the soaked during 4 hours mixture could be fed to first sieving station for starch milk before grinder and then it will be processed with products of whole corn grain processing.

Key words: corn grain, secondary raw materials, chopped grain, polished meal, soaking, starch.

Крупяное производство в настоящее время не использует в переработку свое вторичное сырье. Проблемой утилизации вторичного сырья крупяной промышленности занимаются недостаточно. Отсутствуют также сведения о химическом составе и биохимических свойствах вторичного сырья крупяной промышленности [1]. Кукурузная дробленка и мучка, образующиеся при производстве кукурузной крупы, состоят из остатков эндосперма и оболочек кукурузного зерна.

Основное применение дробленки и мучки – использование в качестве компонентов при производстве комбикормов для всех видов сельскохозяйственных животных и птицы [2, 3].

В связи с перспективой использования кукурузной дробленки и мучки в качестве сырья для крахмалопаточной промышленности были проведены лабораторные исследования, полностью имитирующие производственный процесс и получившие название «завод на столе».

Материалы и методы исследования.

Фракционный состав и физико-химические показатели исследуемых продуктов приведены в табл. 1, 2 и 3.

Таблица 1. Фракционный состав дробленки

Размер ситовой ячейки, мм	2,5	1,0	0,5	0,25
Остаток на ситовой поверхности, %	0,07	39,29	11,30	28,06
Проход через сито, %	99,03	60,71	48,70	20,64

Таблица 2. Фракционный состав мучки

Размер ситовой ячейки, мм	0,5	0,25	0,1
Остаток на ситовой поверхности, %	2,65	68,25	22,04
Проход через сито, %	97,35	29,10	7,05

Таблица 3. Физико-химические показатели исследуемых продуктов

Исследуемый показатель в продуктах	Влажность, %	Массовая доля, % СВ				
		крахмала	протеина	золы	жира	клетчатки
Дробленка	11,9	68,4	5,9	4,3	2,1	12,6
Мучка	12,3	82,8	4,2	3,7	1,8	2,5

Исследования проводили с учетом требований международной организации по стандартизации ISO (ИСО): массовая доля влаги (ГОСТ 13586,3) с использованием весового влагомера MF - 50, массовая доля белка – на приборе К-424 (ГОСТ 10842) по методу Кьельдаля, массовая доля крахмала (ГОСТ 10845) – с использованием поляриметра Polartronic-N, массовая доля золы (ГОСТ Р 51418), массовая доля сырой клетчатки (ГОСТ Р 50817), массовая доля жира – по методу Сокслета (ГОСТ 29033) на приборе Büchi Extraction System D-811.

Оценку эффективности использования исследуемого сырья для производства крахмала и крахмалопродуктов проводили в лабораторных условиях методом «завод на столе». Метод заключается в замачивании 75 г исследуемого продукта в 0,4 % растворе пиросульфита натрия в течение различного времени при температуре 48-50 ºС. Затем – отделение экстракта от зерна, дробление продукта на блендере Braun (Type 4184) в течение 3 мин. От полученной зерновой кашки отделяют мезгу (нерастворимую клетчатку) на сите, обтянутом капроновой сеткой № 70. Мезгу промывают на этом сите до полного удаления свободного крахмала, который определяют по йодной пробе, высушивают и определяют содержание в мезге связанного крахмала. Крахмалобелковую суспензию разделяют на наклонном жёлобе длиной 2 м. Полученный крахмал смывают с жёлоба чистой водой, отфильтровывают на воронке Бюхнера под вакуумом с помощью колбы Бунзена через фильтровальную бумагу и высушивают в сушильном шкафу при 45 ºС.

Отделенный от крахмала нерастворимый белок также отфильтровывают на воронке Бюхнера под вакуумом с помощью колбы Бунзена через фильтровальную бумагу и высушивают в сушильном шкафу при 45 ºС.

Результаты и обсуждение.

Результаты исследований по влиянию продолжительности замачивания кукурузной мучки и дробленки в 0,4 % растворе

пиросульфита натрия на выход и качественные показатели продуктов переработки на крахмал показаны в табл. 4 и 5.

Таблица 4. Влияние продолжительности замачивания на выход крахмала и побочных продуктов при переработке мучки

Продолжительность замачивания, ч.	Показатели продуктов переработки							
	Экстракт		Мезга		Глютен		Крахмал	
	Концентрация СВ, %	Выход, % СВ мучки	Выход, % СВ мучки	Массовая доля крахмала, % СВ	Выход, % СВ мучки	Массовая доля крахмала, % СВ	Выход, % СВ мучки	Массовая доля протеина, % СВ
2	3,6	5,22	4,7	31,0	9,0	57,8	77,5	2,0
4	3,6	5,76	4,7	29,5	8,9	53,7	77,5	1,9
16	4,0	6,2	4,7	29,2	8,9	52,4	77,9	2,1
24	4,2	6,3	4,1	29,2	8,8	52,2	77,0	2,0
48	4,5	6,5	4,0	29,4	8,8	52,3	76,1	2,0

Таблица 5. Влияние продолжительности замачивания на выход крахмала и побочных продуктов при переработке дробленки

Продолжительность замачивания, ч.	Показатели продуктов переработки							
	Экстракт		Мезга		Глютен		Крахмал	
	Концентрация СВ, %	Выход, % СВ дробленки	Выход,% СВ дробленки	Массовая доля крахмала, % СВ	Выход, % СВ дробленки	Массовая доля крахмала, % СВ	Выход, % СВ дробленки	Массовая доля протеина, % СВ
2	3,7	5,5	27,3	49,2	12,0	51,2	47,9	1,9
4	3,7	5,6	18,3	17,3	10,0	49,2	60,3	2,0
16	4,0	6,0	18,1	17,1	10,0	48,7	60,9	2,0
24	4,2	6,0	18,0	16,8	9,1	48,1	61,0	1,9
48	4,3	6,5	16,6	16,6	9,0	48,0	60,8	1,9

По результатам, приведенным в табл. 4 и 5, можно сделать вывод, что оптимальной продолжительностью замачивания муки и дробленки является 16 ч., так как при этом достигаются наилучшие показатели по выходу крахмала из перерабатываемых продуктов. Увеличение продолжительности замачивания приводит к увеличению потерь крахмала в результате химических и биохимических процессов. Однако выдерживание дробленной массы зерна при постоянном перемешивании продукта потребует значительного количества емкостей, поэтому более целесообразно ограничить продолжительность замачивания 4 ч.

В табл. 6 приводятся результаты, полученные при совместном замачивании дробленки и мучки (смешанным в соотношении 1:1) в течение 4 и 16 ч.

По данным, полученным при переработке смеси мучки и дробленки в соотношении 1:1, можно сделать вывод, что выход крахмала при увеличении продолжительности замачивания с 4 до 16 ч. увеличивается только на 0,4 %.

Таблица 6. Влияние продолжительности замачивания на выход крахмала и побочных продуктов при переработке смеси мучки и дробленки в соотношении 1:1

Продолжительность замачивания, ч.	Показатели продуктов переработки							
	Экстракт		Мезга		Глютен		Крахмал	
	Концентрация СВ, %	Выход, % СВ дробленки и мучки	Выход,% СВ дробленки и мучки	Массовая доля крахмала, % СВ	Выход, % СВ дробленки и мучки	Массовая доля крахмала, % СВ	Выход, % СВ дробленки и мучки	Массовая доля протеина, % СВ
4	3,7	5,5	12,3	20,5	10,6	53,8	66,3	1,9
16	3,7	5,6	11,8	19,7	10,6	52,9	66,7	2,0

Выводы и предложения.

Рациональное использование вторичных продуктов производства кукурузной крупы – дробленки и мучки как сырья для производства крахмала и крахмалопродуктов позволяет возвратить в промышленность экономически выгодное сырье, каким является кукурузный крахмал. Предлагается перерабатывать дробленку и мучку непосредственно на кукурузокрахмальных предприятиях. Для этой цели замоченная в пиросульфите натрия смесь дробленки и мучки может подаваться на ситовую станцию отцедки первого крахмального молока перед измельчителем и далее срабатываться совместно с продуктами переработки целого кукурузного зерна.

Список литературы

1. Никифорова Т.А., Хон И.А. Комплексное использование вторичного сырья // Хлебопродукты. – 2014. – № 5. – С. 50-51.

2. Пелевина Г.А. Использование побочных продуктов пищевых производств // Комбикорма. – 2007. – № 8. – С. 73-74.

3. Каминский В.П., Сокол Е.Н., Чижова Л.В. Вторичные зерновые ресурсы, их образование и вовлечение в хозяйственный оборот // Пищевая промышленность.– 2007. – № 7. – С. 26-28.

УДК 664.31

К.Б. Гурьева, *к.т.н.,* ***С.Л. Белецкий,*** *к.т.н.,* ***А.А. Родникова,*** *к.б.н. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

ОЦЕНКА ПЕРИОДА ИНДУКЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ НА ПРИБОРЕ OXITEST

В статье даны результаты испытаний периода индукции разных видов масел на приборе OXITEST. Полученные результаты сопоставлены с физико-химическими показателями и жирно-кислотным составом. Показано, что период индукции, характеризующий окислительную стабильность масел, зависит от относительного содержания олеиновой и линолевой жирных кислот.

Ключевые слова: период индукции, подсолнечное масло, высокоолеиновое масло, оливковое масло, кислород, окислительная стабильность, жирные кислоты, перекисное число.

K.B. Guryeva, ***S.L. Beletsky***, ***A.A.Rodnikova*** *Federal State Budgetary Institution NIIPH Rosrezerva*

ASSESSMENT OF THE PERIOD OF INDUCTION OF VEGETABLE OILS ON THE OXITEST DEVICE

Summary: in article results of tests of the period of induction of different types of oils on the OXITEST device are yielded. The received results are compared with physical and chemical indicators and zhirnokislotny structure. It is shown that the induction period characterizing oxidizing stability of oils depends on the relative content of olein and linoleic fatty acids.

Keywords: induction period, sunflower oil, high-olein oil, olive oil, oxygen, oxidizing stability, fatty acids, perekisny number.

Прогоркание или самоокисление липидов является одним из наиболее важных факторов, которые влияют на срок годности продуктов. На сохранность растительных масел немаловажное влияние оказывает период индукции, характеризующий окислительную стабильность масел. Исследования, призванные установить связь между периодом индукции окисления и составом этого жирового продукта, очень важны. При этом определение самого периода индукции должно осуществляться в модельных условиях ускоренным методом [1, 2].

В настоящее время к распространённым методам определения периода индукции можно отнести три из них.

Наиболее известный и трудоёмкий метод - это метод активного кислорода с большим числом модификаций и вариантов. Сущность метода состоит в окислении образца жира воздухом (или кислородом) в условиях повышенной температуры. При этом в отбираемых периодически пробах анализируются, как правило, первичные продукты окисления – гидропероксиды. По графику зависимости величины пероксидных показателей от времени определяют период индукции [3].

Второй метод – волюметрический (газометрический), реализуемый на специальной установке. Его сущность заключается в измерении количества кислорода, поглощаемого навеской окисляемого вещества в закрытой термостатируемой ячейке, при повышенной температуре и атмосферном давлении. График зависимости поглощения кислорода образцом жира от времени позволяет определить период индукции, а также скорость окисления на начальном этапе процесса.

Третий метод, реализуемый на приборе «Рансимат» в настоящее время наиболее распространён и некоторые предприятия МЖП и других отраслей имеют такие приборы. Сущность метода заключается в продувании кислорода (или воздуха) через термостатируемую ячейку и фиксации времени появления летучих продуктов окисления в отходящих из ячейки газах. Аналогичная

методика отражена в ГОСТ Р 51481-99 «Масла и жиры животные и растительные. Метод определения устойчивости к окислению (метод ускоренного окисления)», однако, эта методика применима только к рафинированным животным и растительным жирам.

ФГБУ НИИПХ Росрезерва в научных исследованиях пищевых продуктов использует современный инновационный прибор OXITEST, предназначенный для определения окислительной стабильности продуктов. Прибор OXITEST, обеспечивает максимально удобное и точное испытание и получение данных по периоду индукции. Ускорение реакции на данном приборе достигается за счет повышения температуры (до 110°С) в контролируемой атмосфере чистого кислорода под давлением. В процессе работы контролируется давление кислорода в системе. Так как при реакции автоокисления расходуется кислород, то полученная зависимость давления кислорода от времени экспозиции образца дает полезную информацию о поведении образца при длительном хранении.

Процесс окисления и эксплуатацию прибора полностью контролирует ПО. На экран можно выводить информацию, содержащуюся в базе данных, а также сравнивать результаты анализов, производить экспорт данных в Excel, фильтровать и упорядочивать данные.

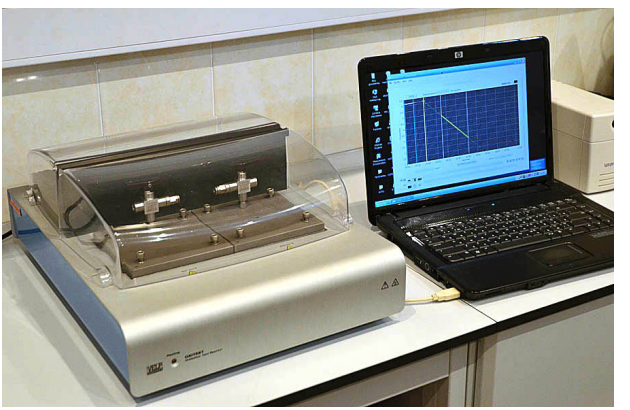


Рис. 1. Внешний вид прибора OXITEST

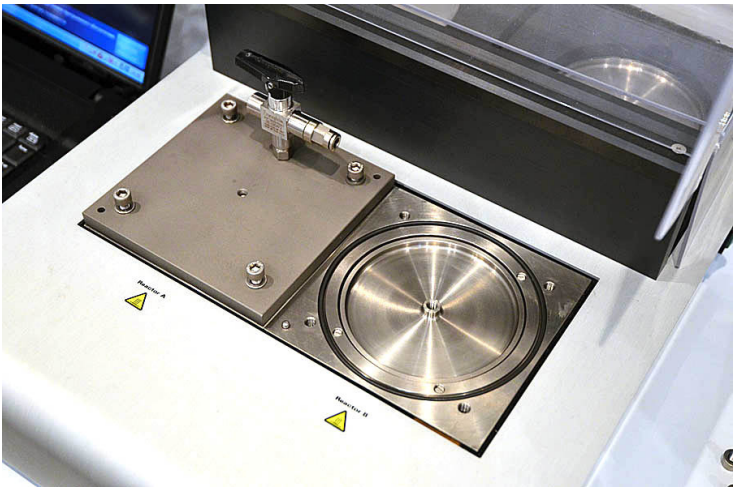


Рис. 2. Окислительные камеры прибора

На рисунке 3 приведён полученный отчет по испытанию растительного масла при температуре 110 ºС и давлении 6 бар, представляющий собой кинетическую кривую поглощения кислорода маслом.

Velp Scientifica - Oxitest 2.0

VELP SCIENTIFICA

Test Report

Test number:	29

Laboratory information

Name:	ФГБУ НИИПХ РОСРЕЗЕРВА
Address:	Москва
Phone:	8(495)654-87-21
E-mail:	grain-mile@yandex.ru
Notes:	

Test conditions

Oxitest identification:	0082725 (Reactor A)
Operator:	sergey
Start Time:	19/07/12 - 09:10:52
Sample Name:	1
Quantity:	9,950 g
Notes:	
Sampling time:	1min 0sec
Temperature set point:	110,0 °C
Pressure set point:	6,00 bar

Results

Induction Period (IP):	2hr 10min (Graphical method)		
Test duration:	4hr 44min		
Curve 1:	Y = -0,096X +6,11	Curve 2:	Y = -4,473X +15,63
Comments:			

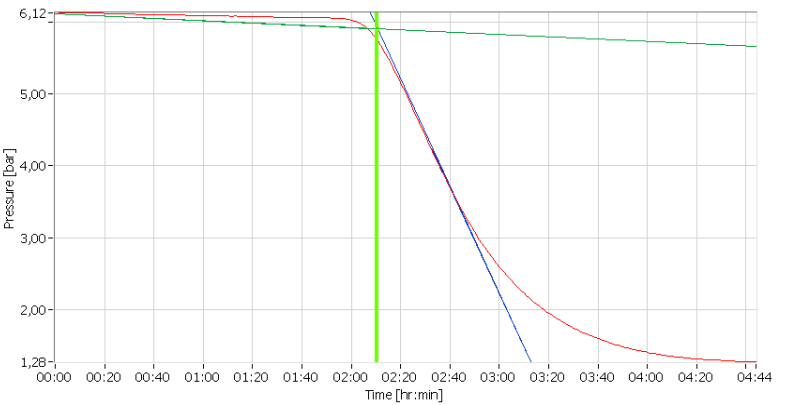


Рис. 3. Отчет по испытанию подсолнечного масла при температуре 110 ºС на приборе OXITEST

Период индукции - это время, прошедшее между моментом помещения образца в кювету и точкой перегиба, когда начинается интенсивное поглощение кислорода. Для исследований разных образцов подсолнечного масла нами выбрана температура испытаний 90 ºС, как наиболее оптимальная и рекомендуемая в инструкции к прибору OXITEST.

При исследованиях на приборе OXITEST были испытаны образцы нерафинированного подсолнечного масла после хранения в резервуарах, а также образцы свежевыработанного нерафинированного и рафинированного дезодорированного подсолнечного масла в расфасованном виде в бутылки по 0,9 л. разных изготовителей. Для сравнения были также подвергнуты испытаниям образцы высокоолеинового рафинированного дезодорированного подсолнечного масла и масла оливкового 1 отжима импортного производства.

Оценка данных по испытаниям 16 образцов нерафинированного подсолнечного масла 1 сорта после 12-18 месяцев хранении в резервуарах показала, что период индукции при 90 ºС у образцов, отобранных из верхних слоев резервуаров, был в пределах от 8 ч. до 11 ч. 20 мин. (474-684 мин.), из средних слоев от 9,5 ч. до 11 ч. 10 мин. (574-674 мин.), из нижних слоев от 11 ч. 20мин. до 16 ч. 20 мин. (684-965 мин.). Анализ полученных данных показал, что испытанные образцы масла можно признать с высокой окислительной стабильностью, так как в работе [4] стабильным к окислению признано масло с периодом не менее 8 ч. При этом в нижних слоях резервуаров подсолнечное масло имеет после хранения выше период индукции, что свидетельствует о лучшей его сохраннности в нижних слоях и меньшей подверженности окислительным процессам, так как нижние слои масла в резервуаре более защищены от кислорода окружающей среды. Физико-химические показатели испытанных образцов нерафинированного масла из резервуаров были следующие: перекисное число жира от 7,6 до 9,8, кислотное число жира от 1,3

до 1,4 мг КОН на 1 г масла, анизидиновое число от 0,6 до 2,8, ТОТОКС – от 15,8 до 20,9. Испытанные образцы подсолнечного масла, хранящиеся в резервуарах, имели довольно стабильный жирно-кислотный состав: основной кислотой была линолевая с относительным содержанием в пределах 66,3-67,1%, второй по содержанию была олеиновая кислота с относительным содержанием в пределах 20,7-21,6%. Рассматривая влияние региона расположения резервуаров, в которых хранилось масло, можно отметить, что при хранении в северных районах страны (Ленинградская и Тверская области) средняя величина периода индукции составила 12,3 ч., а в более южных регионах (Саратовская и Курская области) средняя величина периода индукции составила 11 ч. На снижение периода индукции масел при хранении в южной зоне, очевидно, оказало влияние повышенная температура в летний период.

У свежевыработанного подсолнечного нерафинированного масла в бутылках период индукции составил 11,8-12 ч., что находится на уровне с нерафинированным маслом из резервуаров. У подсолнечного рафинированного дезодорированного период индукции несколько ниже: 10,2-10,3 ч., что свидетельствует о более низкой окислительной стабильности за счет удаления при рафинации природных антиокислителей (токоферолов, фосфатидов и др.). У рафинированного дезодорированного подсолнечного масла в бутылках показатель окисленности масла ТОТОХ меньше, чем у нерафинированного (соответственно 2,9-4,8 и 11-26). Одновременно можно отметить ту же самую тенденцию и для показателя «кислотное число жира» (соответственно 0,1-0,2 и 1,3-1,9 мг КОН/г).

Жирно-кислотный состав испытанных образцы подсолнечного масла в бутылках практически не отличался от жирно-кислотного состава масла, хранящегося в резервуарах: основной кислотой была линолевая с относительным содержанием в пределах 66,0-67,9%, второй по содержанию была олеиновая

кислота с относительным содержанием в пределах 19,9-22,0%.

Вторая группа испытанных образцов – это масла с более высоким содержанием олеиновой кислоты. У высокоолеинового подсолнечного масла основной кислотой была олеиновая с относительным содержанием 79,8%, второй по содержанию была линолевая с относительным содержанием 10,2%. Оливковое масло имело основной кислотой олеиновую с относительным содержанием 56,6%, и линолевую с относительным содержанием 18,7%. Период индукции у этих масел был наиболее высоким: для высокоолеинового подсолнечного масла он составлял 28,8 ч., для оливкового 15,3 ч.

Наши экспериментальные данные определения периода индукции в маслах с разным содержанием жирных кислот (традиционное подсолнечное масло, высокоолеиновое подсолнечное масло и оливковое масло) показали, что чем больше в масле содержится олеиновой кислоты и меньше линолевой, тем больше период индукции и, следовательно, выше устойчивость к окислению. Статистические расчёты показали, что между периодом индукции и содержанием олеиновой кислоты коэффициент корреляции положительный и составляет $К_{ол}$ = 0,9305, между периодом индукции и содержанием линолевой кислоты получена обратная зависимость с коэффициентом корреляции $К_{лин}$ = – 8505.

Характер зависимости периода индукции от содержания олеиновой и линолевой кислот дал возможность провести расчеты по уравнению прямолинейной регрессии. Расчетная регрессия периода индукции масел от содержания олеиновой кислоты дана на рисунке 4.

Рисунок 4. Расчетная регрессионная зависимость периода индукции масел от содержания олеиновой кислоты

Уравнения регрессии для расчета периода индукции по % жирной кислоты имеют вид: для олеиновой У=5,880+0,251Х, для линолевой У=25,676-0,216Х, где У – период индукции, Х – относительное содержание кислоты, %. По полученным расчетным зависимостям можно определять период индукции для растительных масел, зная относительное содержание олеиновой или линолевой кислоты.

Полученная зависимость периода индукции объясняется тем, что устойчивость жиров и масел к окислению обусловлена расположением, геометрической конфигурацией, количеством двойных связей и цис-изомеров жирных кислот. Окисление может проходить только в жирно-кислотной части молекул триглицерида поскольку для начала окисления в нормальных условиях необходимо наличие двойной связи. При этом с увеличением степени ненасыщенности жирной кислоты растет скорость реакции окисления. Наиболее высокие значения кинетических

констант скоростей реакции образования перекисных радикалов и гидроперекисей характерны для эфиров кислот с тремя двойными связями. Константы скоростей реакции образования гидроперекисей и их распада для эфиров кислот с двумя двойными связями значительно выше, чем для эфиров мононенасыщенных жирных кислот. Так, относительная скорость окисления для линоленовой кислоты (С18=3), имеющей три двойных связи, в два раза выше, чем для линолевой (С18=2), в молекуле которой две двойных связи. Олеиновая кислота (С18=1), имеющая одну двойную связь (мононенасыщенная), наиболее устойчива из трех рассмотренных жирных кислот [5].

Экспериментальные данные показали, что устойчивость к окислению уменьшалась в следующем порядке: высокоолеиновое подсолнечное масло - оливковое масло - традиционное подсолнечное масло. Наши данные по периоду индукции согласуются с исследованиями, показавшими, что высокоолеиновое подсолнечное масло лучше выдерживает термическую обработку и дольше не накапливает термически окисленных и полярных соединений, чем традиционное подсолнечное масло [6].

Таким образом, проведенный эксперимент показал, что период индукции при окислении кислородом растительных масел зависит от жирно-кислотного состава, и чем больше в масле содержится олеиновой кислоты и меньше линолевой, тем больше период индукции и, следовательно, выше устойчивость масла к окислению кислородом. Высокоолеиновое подсолнечное масло имеет наиболее высокий показатель периода индукции (в 2,5 раза выше в сравнении с традиционным подсолнечным маслом). У подсолнечного масла после 12-18 месяцев хранения в резервуарах и у свежевыработанного подсолнечного масла период индукции находится на одном уровне. Полученные зависимости позволяют проводить оценку периода индукции расчетным путем.

Список литературы

1. Интернет ресурс http://www.agrostd.ru/velp/velp_oxitest.html.

2. Интернет ресурс http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/Vcpi/Idnrs/2011_21/24.pdf, И.Н.Демидов, Е.Н. Пивень, А.А.Демидова - Показатели окисленности жиров, проблемы и решения.

3. Т.В.Парфенова, Ю.В.Кривоносова, Л.В.Ленцова и др. «Обоснование методики расчета прогнозируемых сроков хранения растительных масел - Масложировая промышленность, № 2, 2003, с. 32.

4. Е.М.Камышан, А.В.Тырсина, Ю.А.Тырсин, Б.Ю.Малышкин «Влияние технологических режимов рафинации масел на их качество, антиоксидантную стабильность и сроки хранения» - ж. Масложировая промышленность, № 2, 2005, с. 24-25.

5. В.Н.Григорьева, А.Н.Лисицын, Т.Б.Алымова «Теоретические и практические аспекты окисления растительных масел» - ж. Масложировая промышленность, № 4, 2003, с. 16-20.

6. А.Н.Лисицын, В.Н.Григорьева, Т.Б.Алымова и др. « Стабильность масел с различным содержанием олеиновой кислоты при нагреве» - Масложировая промышленность- №2 - 2010 - с.18-19.

УДК 664.762

К.Б. Гурьева, *к.т.н.,* ***Ю.О. Сумелиди, С.Л. Белецкий,*** *к.т.н.*
ФГБУ НИИПХ Росрезерва

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ИДУЩИЕ В РИСОВОЙ КРУПЕ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ

Физико-химический состав крупы, в первую, зависит от сырья, из которого она получена, а также от технологических режимов, применяющихся при выработке крупы. Также состав круп подвергается некоторым изменениям в процессе длительного хранения. Один из наиболее заметных неблагоприятных процессов, протекающих в крупах, связан с окислением жиров, что приводит к снижению пищевой ценности и органолептических характеристик продукта. В статье приводятся некоторые аспекты исследования срока годности рисовой крупы, хранящейся в разных видах современной упаковки.

Ключевые слова: крупа, рис, современная упаковка, длительное хранение, физико-химические процессы, режимы хранения, показатели качества, динамика, зависимость, срок годности.

Во время хранения круп протекают процессы порчи, которые, в первую очередь, затрагивают липидную фракцию. Качественные изменения жира круп происходят, прежде всего, под действием ферментов: липазы, липоксидазы и микроорганизмов, а также воздействием кислорода воздуха [1,3,5,6,7]. Повышение влажности и температуры круп при хранении активизирует все эти процессы, что способствует более быстрой порче

круп [1, 3].

Так, в условиях хранения в неотапливаемых складах в летний период высокая температура ускоряет процесс порчи жиров, что подтверждается данными хранения крупы в неотапливаемом складе Московской области, приведёнными в таблице 1. На рисунке 1 приведена сезонная температура в складе.

Рисунок 1. Температурный режим хранения исследуемых образцов

Таблица 1. Данные органолептической оценки и кислотного числа жира на крупу рисовую, хранившуюся в неотапливаемом складе Московской области, после 36 месяцев хранения

Время хранения	Вид упаковки	КЧЖ крупы, мг КОН на 1 г. жира	Обобщенная оценка, баллы				Комплексная органолептическая оценка с учетом коэффициентов весомости				
			Цвет	Запах	Вкус	Консистенция	Цвет К=3	Запах К=5	Вкус К=8	Консистенция К=4	Сумма баллов
Начальный показатель качества	Стандартный полипропиленовый мешок	67,1	4,6	4,9	5	4,5	13,8	24,5	40	18	96,3
	Полипропиленовый мешок с полиэтиленовым вкладышем	67,1	4,6	4,9	5	4,5	13,8	24,5	40	18	96,3
	Многослойная пленка с улучшенными барьерными характеристиками	67,1	4,6	4,9	5	4,5	13,8	24,5	40	18	96,3

Время хранения	Вид упаковки	КЧЖ крупы, мг КОН на 1 г. жира	Обобщенная оценка, баллы				Комплексная органолептическая оценка с учетом коэффициентов весомости				
			Цвет	Запах	Вкус	Консистенция	Цвет К=3	Запах К=5	Вкус К=8	Консистенция К=4	Сумма баллов
После 6 месяцев хранения	Стандартный полипропиленовый мешок	73,3	5	4,4	4,2	3,4	15	22	33,6	13,6	84,2
	Полипропиленовый мешок с полиэтиленовым вкладышем	71,0	4,6	4,2	4	3,8	13,8	21	30,4	15,2	86,4
	Многослойная пленка с улучшенными барьерными характеристиками	69,4	5	4,4	4	4,8	15	22	32	19,2	88,2
После 12 месяцев хранения	Стандартный полипропиленовый мешок	86,8	3,4	3,8	3,7	3,6	10,2	19	30,4	14,4	74
	Полипропиленовый мешок с полиэтиленовым вкладышем	83,8	3,4	3,8	3,8	3,6	10,2	19	32	14,4	75,6
	Многослойная пленка с улучшенными барьерными характеристиками	82,5	4,8	4	3,8	3,8	14,4	20	30,4	15,2	80

После 18 месяцев хранения	Стандартный полипропиленовый мешок	92	4,5	3,2	3	3,5	13,5	15,8	24	14	67
	Полипропиленовый мешок с полиэтиленовым вкладышем	88	4,3	3,8	3,5	3,5	13	19,2	28	14	70,2
	Многослойная пленка с улучшенными барьерными характеристиками	88,1	4,6	4	3,6	3,6	13,8	20	28,8	14,4	77
После 24 месяцев хранения	Стандартный полипропиленовый мешок	99,1	4,3	3	3	3,7	13	15	25,3	14,7	68
	Полипропиленовый мешок с полиэтиленовым вкладышем	91,5	3,8	3,3	3,3	3,7	11,5	16,7	26,7	14,7	69,5
	Многослойная пленка с улучшенными барьерными характеристиками	85,3	4,6	4,0	3,3	3,0	13,8	20	26,7	12	72,4
После 30 месяцев хранения	Стандартный полипропиленовый мешок	118	3,4	2,5	2,4	3	10,2	12,5	19,2	12	53,9
	Полипропиленовый мешок с полиэтиленовым вкладышем	99,1	3,8	3,2	3	3,2	11,4	16	24	12,8	64,2
	Многослойная пленка с улучшенными барьерными характеристиками	92	3,8	3,8	3	3,2	11,4	16	24	12,8	67,2

После 36 месяцев хранения	Стандартный полипропиленовый мешок	121	3,4	2,1	2	3	10,2	10,5	16	12	48,7
	Полипропиленовый мешок с полиэтиленовым вкладышем	113	3,5	2,8	2,7	3	10,5	14	21,6	12	58,1
	Многослойная пленка с улучшенными барьерными характеристиками	100	3	3	3	3	9	15	24	12	60

По полученным результатам на рисунках 2 и 3 приведена динамика кислотного числа жира и органолептической оценки в исследуемых образцах.

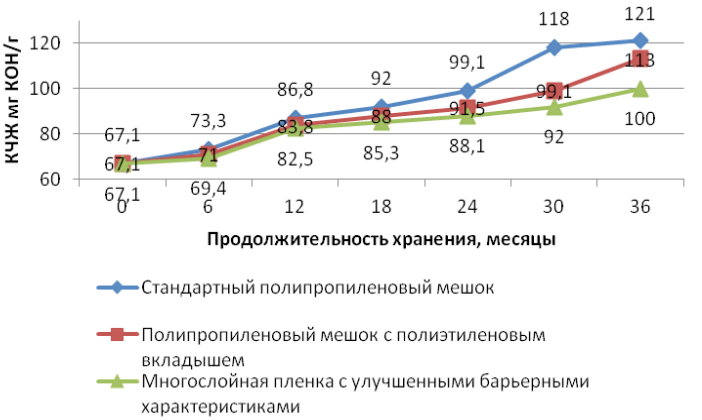


Рисунок 2. Динамика кислотного числа жира в исследуемых образцах рисовой крупы

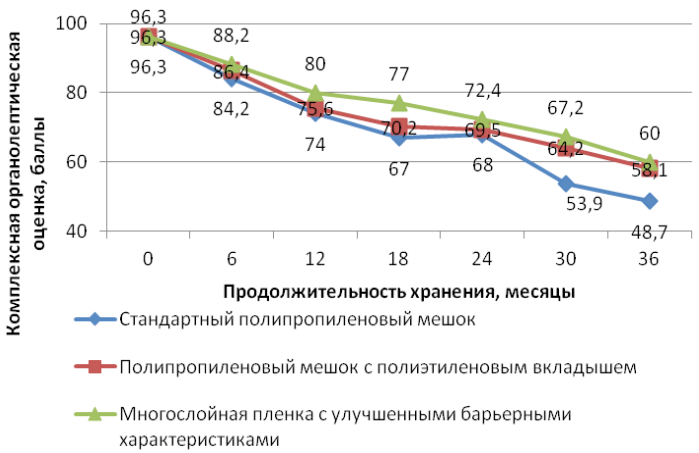


Рисунок 3. Динамика органолептической оценки в исследуемых образцах рисовой крупы

Из полученных зависимостей, приведенных на рисунке 4 и 5, видна тенденция роста КЧЖ, сопровождающаяся снижением комплексной органолептической оценки.

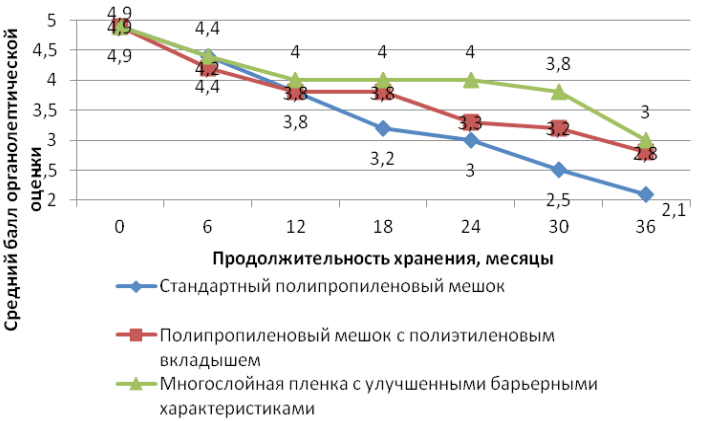


Рисунок 4. Изменение среднего балла по запаху в исследуемых образцах рисовой крупы

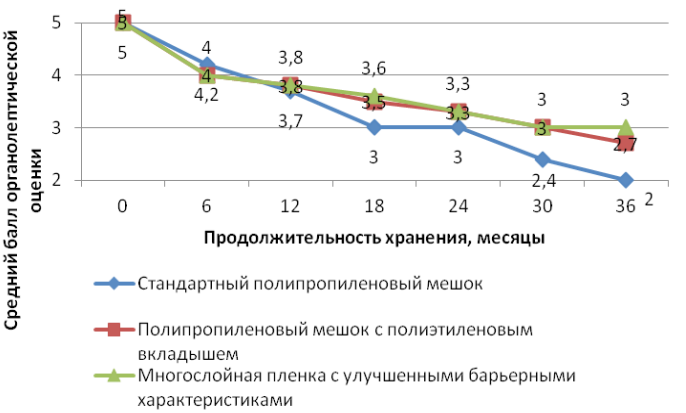


Рисунок 5. Изменение среднего балла по вкусу в исследуемых образцах рисовой крупы

Из полученых зависимостей, приведенных на рисунках 2-5, видно, что после 36 месяцев хранения наилучшими значениями по органолептическим показателям обладает образец, хранившейся в упаковке из многослойной пленки (средний балл по вкусу – 3, а по запаху – 3), самые низкие дегустационные оценки были у образца, хранившегося в классическом полипропиленовом мешке (по вкусу – 2, а по запаху – 2,1). Промежуточные значения получились у образца, хранившегося в полипропиленовом мешке с полиэтиленовым мешком-вкладышем (средний балл по вкусу – 2,7, а по запаху – 2,8), так как показатель по вкусу средний ниже 3 баллов, продукт не рекомендуется использовать в пищу по прямому назначению. Для изучения зависимости между КЧЖ и органолептикой и установления предельного срока годности для исследуемых образцов, нами были построены графики зависимости данных показателей, приведенные на рисунках 6-8.

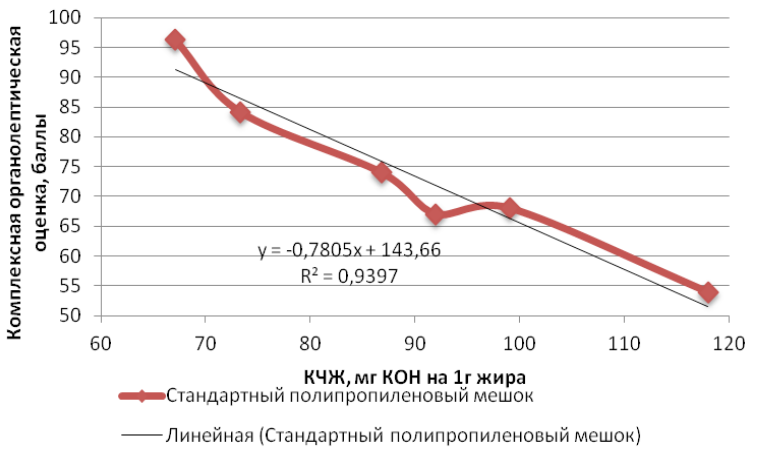


Рисунок 6. Зависимость кислотного числа жира от органолептической оценки образца, хранящегося в полипропиленовом мешке

Из данного графика видно, что достижение комплексной органолептической оценки в 70 баллов достигается при КЧЖ равным 90 мг КОН/г, а норма годности в 60 баллов (когда среднее значение по вкусу и запаху, или по одному из этих показателей, ниже 3 баллов) при КЧЖ 110 мг КОН/г. Таким образом, предельный срок годности рисовой крупы, хранящейся в полипропиленовом мешке можно устанавливать по КЧЖ, предельное значение которого не должно превышать 100 мг КОН/г, которое достигается после 24 месяцев хранения.

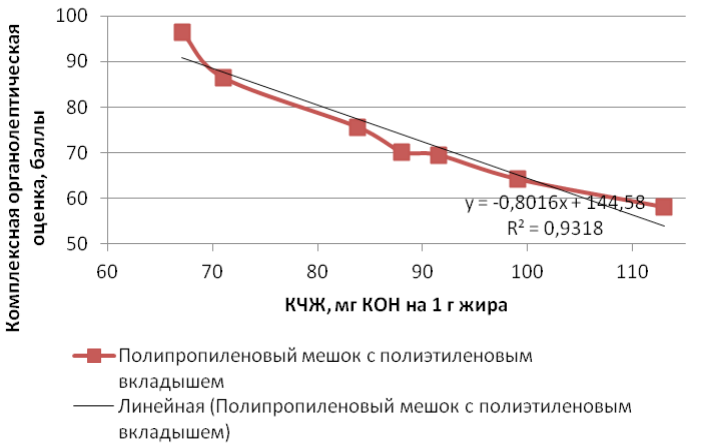


Рисунок 7. Зависимость кислотного числа жира от органолептической оценки образца, хранящегося в полипропиленовом мешке с полиэтиленовым мешком-вкладышем

Из рисунка 7 видно, что достижение комплексной органолептической оценки в 70 баллов достигается при КЧЖ равным 92 мг КОН/г, а норма годности в 60 баллов (когда среднее значение по вкусу и запаху, или по одному из этих показателей, ниже 3 баллов) при КЧЖ выше 100 мг КОН/г. Таким образом, предельный срок годности рисовой крупы, хранящейся в полипропиленовом мешке, можно устанавливать по КЧЖ, предельное

значение которого не должно превышать 100 мг КОН/г, которое достигается после 30 месяцев хранения.

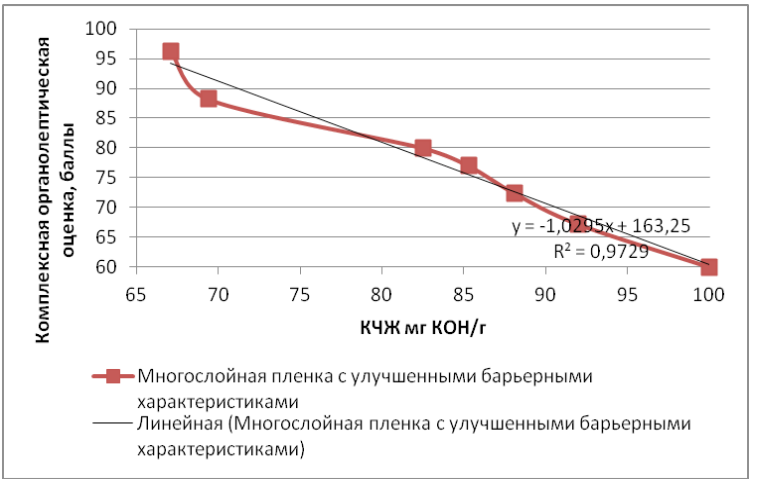


Рисунок 8. Зависимость кислотного числа жира от органолептической оценки образца, хранящегося в упаковке из многослойной плёнки

Из рисунка 8 видно, что достижение комплексной органолептической оценки в 70 баллов достигается при КЧЖ равным 90 мг КОН/г, а норма годности в 60 баллов (когда среднее значение по вкусу и запаху, или по одному из этих показателей, ниже 3 баллов) при КЧЖ 100 мг КОН/г. Таким образом, предельный срок годности рисовой крупы, хранящейся в упаковке из многослойной пленки, можно устанавливать по КЧЖ, предельное значение которого не должно превышать 100 мг КОН/г, которое достигается после 36 месяцев хранения.

Как видно из данных приведенных на рисунках 6-8, кислотное число жира возросло в период хранения, что и ожидалась ввиду начального высокого процентного содержания ненасыщенных жирных кислот в крупе рисовой (более 80%). С ним коррелирует значение дегустационной оценки, которые соот-

ветственно снижалось.

Таким образом, проведенное нами исследование позволило определить сроки годности для рисовой крупы, хранящейся в разных видах современной упаковки.

Список литературы

1. Изменение потребительских достоинств крупы после длительного хранения/ Сумелиди Ю.О., Белецкий С.Л., Зайчик Б.Ц., Хотченков В.П.// Сборник материалов VII межведомственной научно-практической конференции «Инновации в товароведении, общественном питании и длительном хранении продовольственных товаров » // ФГБОУВПО МГУПП, ФГБУ НИИПХ Росрезерва. –М.: ООО «Франтера», 2015.− с. 171-175.

2. Исследование влияния упаковочных материалов на качество круп при хранении/ Гурьева К.Б., Иванова Е. В., Панкрухина Г. Н. //Сборник научных трудов МПА. - VII/1. -М., 2009.- С. 175-191.

3. Основные процессы, происходящие в крупах при их длительном хранении/ К. Б. Гурьева, Ю. О. Сумелиди, С. Л. Белецкий// Сборник материалов VI межведомственной научно-практической конференции «Инновации в товароведении, общественном питании и длительном хранении продовольственных товаров » // ФГБОУВПО МГУПП, ФГБУ НИИПХ Росрезерва. –М.: ООО «Франтера», 2014.− с. 165-169.

4. Биохимические изменения, происходящие в крупе при длительном хранении 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, 2015. – 368 с. – Приложение к информационному сборнику «Теория и практика длительного хранения» Ю.О. Сумелиди, С.Л. Белецкий, Б.Ц. Зайчик, В.П. Хотченков.

5. Рисовая крупа – продукт здорового питания 2014, № 9.

с. 52-54. А.Н. Зенкова, И.А. Панкратьева, О.В. Политуха.

6. Кислотное число жира − показатель возможности хранения и реализации рисовой крупы/ Л. Г. Приезжева// Хлебопродукты № 7 2012 г. с. 46-49.

7. Изменение кислотного числа жира при хранении рисовой крупы/Л. Г. Приезжева, И. А. Панкратьева, Л. Г. Игнатова, И. А. Вережникова// Хлебопродукты № 11 2012 г. с. 51-53.

УДК 632.914

***Г.А. Закладной**, д.б.н., **А.Л. Догадин** ФГБНУ «ВНИИЗ», **Ю.Ф Марков,** к.т.н. Кубанский филиал ФГБНУ «ВНИИЗ»*

УДАЛЕННЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЗЕРНА – ОСНОВА ЕГО БЕЗОПАСНОГО ХРАНЕНИЯ

Аналитический обзор выявил недостатки существующих методов контроля зараженности насекомыми и очагов самосогревания зерна. Описана система удаленного мониторинга состояния зерна. Она позволяет оценивать состояние зерновой массы по зараженности насекомыми, температуре и относительной влажности межзернового воздуха в хранилищах любого типа. Данные измерений отображаются на дисплее персонального компьютера.

Ключевые слова: зерно, удаленный контроль, зараженность насекомыми, температура, относительная влажность воздуха.

G.A. Zakladnoy, Y.F. Markov, A.L. Dogadin

REMOTE MONITORING OF THE STATE OF GRAIN – THE BASIS OF ITS SAFE STORAGE

Instant analysis reveals deficiencies in the existing methods of the control of infestation by insects and the centers of spontaneous heating-up of grain. The system of the remote monitoring of

the state of grain is described. It makes it possible to evaluate the state of grain mass according to infestation by insects, temperature and relative humidity of intergranular air in the depositories of any type. Measurement data are mapped onto the display of a personal computer.

The keywords: grain, the remote control, infection by insects, temperature, the relative humidity of air.

Одной из важных задач специалистов-зерновиков является обеспечение сохранности выращенного трудом хлеборобов зерна. Главное беспокойство при хранении зерна вызывают насекомые и плесени [1, 2, 3]. Известно, что основная часть популяции насекомых скапливается в верхних слоях насыпи зерна [4, 5, 6], где их в первую очередь целесообразно обнаруживать при мониторинге. Следует, также, ожидать, что теплый влажный воздух, образующийся в очагах зерновой массы с повышенной физиологической активностью, в т. ч. в очагах самосогревания, должен устремляться в верхние ее слои.

Особенно неблагоприятные условия для сохранения зерна создаются в металлических силосах в период резких суточных колебаний температуры. Ночью, когда температура воздуха опускается к нулевым отметкам, быстро охлаждаются металлическая крыша и верхние участки стен. Влага из поднимающегося из зерна теплого воздуха конденсируется на холодном металле и стекает на зерно. Этот процесс усиливается, когда предприятия, используя холодные ночные понижения температуры воздуха, стремятся охладить зерно путем активного вентилирования. Один из авторов неоднократно был свидетелем, когда в осенние дни в Краснодарском крае с конусной крыши металлических силосов, в которых ночью вентилировали зерно, при ясной погоде в утренние часы ручьями стекал конденсат и по внутренним стенкам силоса на зерновую насыпь, и на улицу, как с зонта во время дождя.

Поэтому при мониторинге состояния зерна логично сосредоточить внимание на анализе верхнего, наиболее критичного участка насыпи зерна.

Правила выявления насекомых в зерне регламентируются государственным стандартом ГОСТ 13586.6-93. «Зерно. Методы определения зараженности вредителями». Необходимо от партии зерна отобрать среднюю пробу массой 2 кг, отделить от зерна насекомых просеиванием его на решетах, идентифицировать обнаруженных в пробе вредителей, подсчитать их, рассчитать суммарную плотность зараженности (СПЗ) и определить степень зараженности.

Одним из важнейших этапов является отбор представительной средней пробы зерна. Этот этап также регламентирован стандартом. Если зерно хранится в горизонтальном хранилище, то насыпь зерна условно разбивают на секции площадью по 200 м^2. В каждой секции выемки зерна отбирают с помощью зернового щупа. В зерновой щуп помещается 100 г зерна. Чтобы из одной секции отобрать среднюю пробу массой 2 кг, необходимо щуп 20 раз погрузить в зерно и из него 20 раз высыпать зерно в тару.

Всего в типовом складе 60х20 м необходимо исследовать 6 секций. Это значит, что лаборант должен сделать минимум 72 погружения щупа в зерно, отобрать 6 средних проб по 2 кг, принести их в лабораторию, просеять зерно, выделить из него, подсчитать и идентифицировать насекомых и рассчитать СПЗ.

В вертикальных хранилищах (силосах элеваторов) с точки зрения отбора средней пробы могут быть два варианта, связанных с полнотой загрузки силоса зерном.

Первый вариант предусматривает случай, когда силос загружен зерном полностью, и лаборант может дотянуться через верхний загрузочный люк до насыпи зерна зерновым щупом. Тогда сначала с помощью зернового щупа отбирают из верхнего 10-сантиметрового слоя и из глубины 0,5-1,0 м выемки зерна общей массой 1 кг. Затем перекачивают 10 тонн зерна «само на

себя», и из струи зерна от каждой тонны отбирают по 100 г зерна (всего 1 кг). Обе пробы объединяют в среднюю пробу 2 кг.

Второй вариант представляет ситуацию, когда силос загружен зерном не полностью, и лаборант не может с помощью зернового щупа отобрать выемки зерна с его поверхности. В данной ситуации перекачивают «само на себя» 20 тонн зерна, и из струи зерна от каждой тонны отбирают по 100 г зерна, набирая, таким образом, среднюю пробу 2 кг.

Что касается металлических силосов, исследований по оптимизации отбора представительных проб зерна в них для выявления вредителей нам не известно. В Инструкции по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы № 9-7-88 указано лишь, что «отбор проб из металлического силоса проводится из верхнего слоя насыпи (при наличии лазового люка и внутренней лестницы с соблюдением правил техники безопасности), из нижних воронок, при перемещении части зерна в свободный силос».

Стоит обратить внимание, что в перемещаемые 20 т зерна для отбора средней пробы зачастую не попадает верхний, наиболее проблематичный слой зерна, что не дает истинной картины опасного состояния партии зерна.

Инструкция № 9-7-88 требует проводить проверку зерна на зараженность вредителями при температуре +5 °С и ниже 1 раз в месяц, при температуре выше +5 °С - 2 раза в месяц.

По оценкам Сибирского филиала ВНИИЗ [7, 8] только отбор проб для одного анализа в одном складе требует затрат до 30 человеко-часов.

Обычно на хлебоприемных предприятиях бывает 10-20 складов, а в элеваторах – сотни силосов. Это значит, что для соблюдения требований инструкции № 9-7-88 и ГОСТ 13586.6-93 предприятия должны каждые 15-30 суток отбирать сотни средних проб зерна и проводить анализы их на зараженность вредителями.

Из-за такого огромного объема работы по выявлению

насекомых в зерне в современных условиях на предприятиях проблематично провести определение зараженности зерна насекомыми в горизонтальных и вертикальных хранилищах в соответствии с требуемыми правилами. Это обстоятельство приводит к запоздалым оценкам показателя зараженности и большим потерям зерна из-за своевременного непринятия соответствующих мер по предотвращению катастрофического увеличения численности насекомых в зерновых массах и потерь от них.

Должны заметить, что п. 643 Правил безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья от 21 ноября 2013 г. N 560 (ПБ-560) гласит: «Хождение по насыпи зерна или других продуктов хранения запрещено». Отсюда вытекает важное заключение о том, что ручной отбор проб зерна, связанный с хождением по насыпи, оказывается не легитимным и представляет опасность для жизни людей.

Надо также пояснить, что анализ данных, приведенных в [9], позволяет сделать обобщенный вывод о том, что перемещение зерна по технологическим линиям, в том числе для отбора проб зерна, приводит к увеличению количества битых зерен в размере около 2 % и количества прохода сита 1 мм до 0,5 %. По ГОСТ Р 52554-2006 «Пшеница. Технические условия» 50 % массы битых и изъеденных зерен относят к зерновой примеси, а весь проход сита 1 мм – к сорной примеси. Это означает, что однократное перемещение зерна вызывает потерю его массы в количестве около 1,5 %.

Легко посчитать, что, при среднем сроке хранения 6 месяцев, чтобы отобрать средние пробы для определения зараженности зерна и не нарушить при этом требования инструкции № 9-7-88, ГОСТ 13586.6-93 и ПБ-560 потребуется 12 раз переместить часть зерна. А это равносильно потере 18 % (1,5 % х 12 раз) массы перемещаемого зерна. Для каждого силоса элевато-

ра, в котором хранится до 200 т зерна пшеницы, эти потери составляют 20 т х 12 раз х 1,5 % = 3,6 т или 1,8 %.

Повисает в воздухе вопрос – как предприятиям удается завуалировать эти потери зерна. Если их в действительности нет – это означает, что предприятия не контролируют состояние зерна по зараженности в соответствии с нормативными документами. А если надлежащий контроль зараженности не обеспечен, тогда вступают в силу неизбежные потери массы зерна от насекомых. И их тоже приходится как-то прикрывать. Чудес, как мы неоднократно убеждались, не существует.

Помимо стандартного метода определения зараженности зерна насекомыми существует набор других методов выявления их в зерновой массе.

Большинство известных методов предполагают отбор пробы от партии зерна и анализ этой пробы. Помимо просеивания на решетах обнаружение насекомых в пробе осуществляют: улавливанием шума от насекомых с помощью различных электронно-акустических устройств [10, 11]; гальванометрическим методом [12]; рентгеноскопией [13]; окрашиванием входных отверстий насекомых [14]; химической индикацией гемолимфы насекомых [15] и др.

В результате исследований [4, 5, 6] предложен способ и устройство для определения зараженности зерна насекомыми без отбора проб зерна. Создана ловушка насекомых, которая представляет собой перфорированный отверстиями цилиндр, снабженный приманкой насекомых. Ловушку устанавливают в зерновую насыпь. Через несколько дней ловушку извлекают из зерна и подсчитывают попавших в нее насекомых по видам. С помощью специальных номограмм рассчитывают плотность популяции вредителей в зерне.

Что касается выявления очагов самосогревания, то на сегодняшний день в практике их надеются выявлять путем регистрации повышения температуры в разных участках зерновой

насыпи с использованием термоподвесок. Однако эта затея малоперспективна в силу крайне низкой теплопроводности и температуропроводности зерновой массы. Это великолепно доказано теоретическими и экспериментальными исследованиями еще в далекие 70-е годы прошлого столетия [16, 17]. В обобщенном виде вывод гласит следующим образом: «…около 85 % выделившейся в очаге энергии концентрируется в его границах. Через 10 сут. температура в центре очагов повышается примерно на 10 °С, на границе их – на 6-5 °С, а на расстоянии, удаленном на 0,5 м от этой границы, - всего лишь на 0,8-1,1 °С, причем из последнего приращения 0,6 °С – результат воздействия теплового фона окружающего массива» [17]. Отсюда следует вывод, что надежность выявления очагов самосогревания по показаниям одних термодатчиков не велика.

Из теории дыхания известно, что при окислении сахаров живыми компонентами зерновой массы помимо тепла выделяется влага и углекислота [3]. Поэтому обоснованными следует считать предпосылки повышения надежности обнаружения очагов самосогревания, если помимо контроля температуры будет осуществляться регистрация динамики относительной влажности межзернового воздуха.

Анализ приведенного обзора свидетельствует, что создание системы контроля состояния зерновой массы в хранилищах, которая исключала бы основные негативные стороны существующих методов оценки зараженности насекомыми и обнаружения очагов самосогревания, представляет собой актуальную задачу.

Эта задача была решена нами в рамках государственного контракта ОАО «Мельинвест» и Минпромторга РФ.

С целью разработки системы удаленного мониторинга разработан измерительный комплекс. Измеритель параметров зерновой массы (ИПЗМ) представляет собой зонд длиной 1 м. Корпус зонда состоит из двух продольных каналов.

В верхней и нижней частях одного канала имеется перфорация для воздухообмена. В районе перфорированной части установлены датчики температуры с разрешающей способностью 0,1 °С и относительной влажности воздуха с разрешающей способностью 0,5 %, воспринимающие информацию об этих параметрах зерновой массы в двух ее слоях: на глубине примерно 0-10 см и 70-80 см.

Другой канал представляет собой ловушку насекомых. Он снабжен отверстиями для проникновения в него насекомых из окружающей зерновой массы. В нижней части канала расположен инфракрасный датчик – счетчик жуков вредных насекомых, которые, попадая в ловушку, проваливаются вниз канала.

Верхняя часть зонда снабжена соединительной коробкой. В соединительной коробке размещен измерительный цифровой блок и подключены провода. По проводам осуществляется подвод питания и опрос данных.

Все устанавливаемые в зерновую насыпь ИПЗМ соединяются между собой параллельно 4-х проводной шиной. Из хранилища в лабораторию протягивается 4-х проводной кабель. К кабелю подключается блок питания и компьютер, на котором отображаются мгновенные значения измеряемых параметров.

Измерительный комплекс позволяет оценивать текущее состояние зерновой массы по следующим 9-ти измеряемым и вычисляемым параметрам:

- температура зерна;
- аппроксимированная на интервале времени скорость изменения температуры зерна;
- направленность вектора изменения температуры зерна;
- относительная влажность межзернового воздуха;
- аппроксимированная на интервале времени скорость изменения относительной влажности межзернового воздуха;
- направленность вектора изменения относительной влажности межзернового воздуха;

- зараженность насекомыми;

- аппроксимированная на интервале времени скорость изменения зараженности насекомыми;

- направленность вектора изменения зараженности насекомыми.

Измеряемые данные отображаются на компьютере в виде численных значений и графиков. Предусмотрена запись собираемых данных в базу данных с отметками времени и с возможностью анализа данных за длительные интервалы времени по критериям.

В составе ИПЗМ также разработаны алгоритм передачи информации о величине и динамике указанных показателей в реальном времени и программы обработки полученной информации и визуализации ее на дисплее персонального компьютера, в том числе с указанием: «нормально», «тревожно», «опасно».

Система может быть установлена в хранилищах любого типа (склады, элеваторы, металлические силосы и др.). Состав системы при поставке на одно предприятие включает один персональный компьютер с программным обеспечением, один интерфейс с многоточечным подключением датчиков, 5-9 датчиков на каждое хранилище и одно устройство для крепления и перемещения датчиков на каждое хранилище.

В заключение следует заметить, что система позволяет отслеживать состояние и безопасность партии зерна в любой точке земного шара.

Список литературы

1. Закладной, Г. А. Вредители хлебных запасов [Текст] : Приложение к ж. «Защита и карантин растений». - 1999. - № 8. - 16 с.

2. Закладной, Г. А. Вредители хлебных запасов : Издание второе, дополненное [Текст] // Защита и карантин растений. - 2006. - № 6. – С. 81(1)-104(24).

3. Фейденгольд, В. Б. Меры борьбы с потерями зерна при

заготовках, послеуборочной обработке и хранении на элеваторах и хлебоприемных предприятиях [Текст] / В. Б. Фейденгольд, Л. В. Алексеева, Г. А. Закладной, Л. С. Львова, Темирбекова С. А. // М., ДеЛи принт. - 2007. - 302 с. + 31 ил. цв.

4. Закладной, Г. А. Современные направления защиты хранящегося зерна от насекомых [Текст] : дис… докт. биол. наук. – М. – 1985. - 426 с.

5. Закладной, Г. А. Обнаружение насекомых в зерне без отбора проб [Текст] / Г. А. Закладной, В. И. Саулькин : Обзорн. инф. Серия «Элеваторная промышленность» //М.: ЦНИИТЭИ ВНПО «Зернопродукт». – 1991 - 56 с.

6. Закладной, Г. А. Новые способы дезинсекции зерна [Текст] / Г. А. Закладной, В. И. Саулькин, А. Н. Васильев, С. А. Желтова и др. // М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР. – 1982. – 46 с.

7. Разработка технических требований на механизированный пробоотборник для отбора проб из насыпи зерна в складах [Текст] : отчет о НИР (промежуточный). Шифр 8.05.01. № Гр 74018333 / Сибирский филиал Всесоюзн. науч.-иссл. ин-та зерна и продуктов его переработки; рук. Кучко Э.В. – Новосибирск, 1973. 134 с.

8. Уточнение методики отбора проб из большегрузных автомашин, из складов, при отгрузках и поступлении зерна в вагонах. Исследование и разработка переносного пробоотборника для механизированного отбора проб из насыпи зерна в складах [Текст] : отчет о НИР (промежуточный). Шифр 8.05.01. № Гр 74018333 / Сибирский филиал Всесоюзн. науч.-иссл. ин-та зерна и продуктов его переработки; рук. Кучко Э.В. – Новосибирск, 1974. - 86 с.

9. Тухватуллин, М. М. Совершенствование оборудования и улучшение сохранности продуктов зерноперерабатывающих предприятий за счет использования полимерных материалов : Монография [Текст] / М. М. Тухватуллин // М.: Издательский комплекс МГУПП. - 2003. - 314 с.

10. Закладной, Г.А. Спектральные характеристики акустического шума вредителей хлебных запасов и прибор для определения зараженности зерна [Текст] // Г. А. Закладной, В.Ф. Ратанова, Л.Р. Гаврилов, М.Г. Сиротюк, В.В. Рябухин: сб. науч. тр. / Всесоюз. науч-иссл. ин-т зерна и продуктов его переработки. - М., 1971. - № 71. – С. 64-71.

11. Fesus, I., Molnar J. Elektroakustikai modszez a rakttari kartevok okozta fertozes kumulatatasara [Текст] // Novenyvedelem. – 1975. – V. 11, N 10. – P. 452-462.

12. А. с. 987519 СССР. Автоматический регистратор скрытой зараженности зерна [Текст] / Г.А. Чаусовский (СССР). - № 3338995/30-15 ; заявл. 04.08.81 ; опубл. 1983, Бюл. № 1.

13. Osuji, F. N. C. Radiographic studies of the development of Callosobruchus maculates Fabricius (Coleoptera:Bruchidae) in cowpea seeds [Текст] // J. stored Prod. Res. – 1982. – V. 18. – P. 1-8.

14. ГОСТ 13586.4-83. Зерно. Методы определения зараженности и поврежденности вредителями [Текст]. – Введ. 1984-07-01. – М.:Госстандарт СССР : Изд-во стандартов, 1984. – 4 с.

15. Dennis, N. M., Decker, R. W. A method and machine for detecting living internal insect infestation in wheat [Текст] // J. Econ. Entomol. – 1962. – V. 55, N 2.

16. Шумский, О. Д., Уколов, В. С., Сергунов, В. С. Результаты экспериментальных исследований теплового режима греющейся зерновой насыпи [Текст] / О. Д. Шумский, В. С. Уколов, В. С. Сергунов // Хранение и переработка зерна. Серия: Элеваторная промышленность // М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР. – 1972. – С. 17-20.

17. Уколов, В. С. Тепловой режим зерновой насыпи с очагами повышенного тепловыделения [Текст] / В. С. Уколов // Сб. науч. тр. / Всесоюз. науч-иссл. ин-т зерна и продуктов его переработки. - М., 1980. - № 93. – С. 49-55.

УДК 664.724

***Г.А. Закладной**, д.б.н., **А.Л. Догадин**, **Р.Н. Ковалев** ФГБНУ «ВНИИЗ», **Ю.Ф. Марков**, к.т.н. Кубанский филиал ФГБНУ «ВНИИЗ»*

ВЛАГОПЕРЕНОС В ЗЕРНОВОЙ МАССЕ

Экспериментально установлено распространение влаги в зерновой массе в вертикальном направлении от источника тепловыделения. Полученные данные могут быть полезны для решения задач контроля процесса самосогревания зерна.

Ключевые слова: зерновая масса, распространение тепла.

G.A. Zakladnoy, Y.F. Markov, A.L. Dogadin, R.V. Kovalyov

MOISTURE TRANSFER IN THE GRAIN MASS

Moisture transfer in the grain mass in the vertical direction from the source of moisture emission was experimentally established. Obtained data can be useful for the solution of the problems of the control of the process of spontaneous heating-up of grain.

The keywords: grain mass, moisture transfer.

Из теории дыхания известно, что при окислении сахаров живыми компонентами зерновой массы выделяются тепло, влага и углекислота [3]. Поэтому для повышения надежности обнару-

жения очагов самосогревания помимо традиционного контроля температуры целесообразна регистрация динамики относительной влажности межзернового воздуха.

Задачей настоящего исследования было установить изменение относительной влажности воздуха в зерновой массе над очагом самосогревания.

Работу проводили на имитационной модели, которая представляла собой термоизолированный цилиндр диаметром 0,2 м и высотой 3 м, заполненный зерном пшеницы влажностью 8 %. Источник влаги, представляющий собой сосуд с водой, герметично сообщался с цилиндром. Постоянную температуру воды 50 °С поддерживали с помощью электронагревателя. Образующийся над водой воздух влажностью 100 % и температурой 45 °С входил снизу в зерновую насыпь. По одному датчику относительной влажности воздуха модели HIH-4000-004 располагали в зерновой массе на высоте 19, 77, 119, 177, 219 и 277 см, а также на входе воздуха в зерно и рядом с цилиндром в помещении. Информация от датчиков постоянно регистрировалась в памяти компьютера. Опыт продолжали в течение трех недель.

Результаты ежедневной (в 17 ч.) регистрации относительной влажности воздуха приведены на рисунке. Они показывают, что в слое зерна на высоте 19 см от источника влаги относительная влажность межзернового воздуха через сутки начала постепенно увеличиваться. Через три недели после начала опыта она повысилась до 74 % от начального значения 55 %.

Следующий датчик, установленный на высоте 77 см, т. е. на расстоянии 58 см выше предыдущего датчика, на протяжении всех 21 суток наблюдений показывал слабое, но, все же, уменьшение относительной влажности межзернового воздуха. Это можно объяснить некоторым подсыханием зерна, с одной стороны, и отсутствием проникновения влажного воздуха от его источника на высоту 77 см, с другой стороны. Датчики, установленные еще выше, показывали относительную влажность межзернового воз-

духа, аналогичную зафиксированной датчиком на высоте 77 см. На рисунке видно, что относительная влажность окружающего цилиндр с зерном воздуха в комнате периодически колебалась в широких пределах от 40 % до 70 %.

Полученные экспериментальные данные могут быть полезны для решения задач контроля процесса самосогревания зерна.

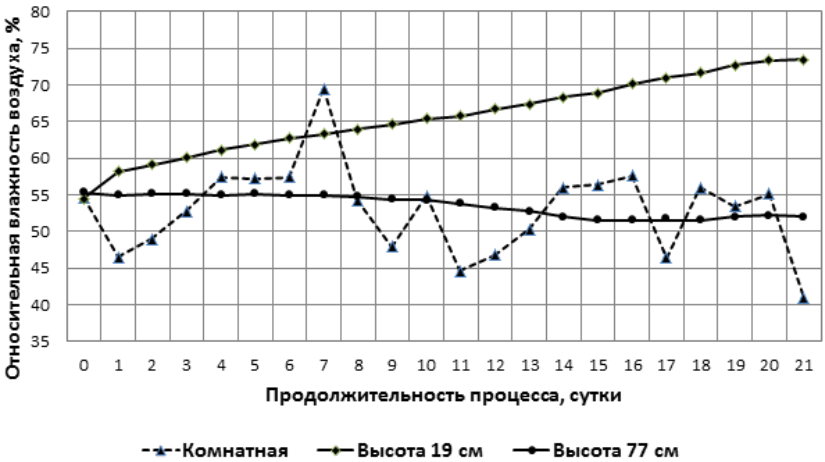


Рисунок. Динамика относительной влажности воздуха в столбе зерна влажностью 8 % при постоянной подаче в нижнюю его часть воздуха с температурой 45 °С и относительной влажностью 100 %

Список литературы

1. Фейденгольд, В. Б. Меры борьбы с потерями зерна при заготовках, послеуборочной обработке и хранении на элеваторах и хлебоприемных предприятиях [Текст] / В. Б. Фейденгольд, Л. В. Алексеева, Г. А. Закладной, Л. С.Львова, Темирбекова С. А. // М., ДеЛи принт. - 2007. - 302 с. + 31 ил. цв.

УДК 664.788.3

***С.В. Зверев**, д.т.н., **О.В. Политуха,** к.т.н. ФГБНУ ВНИИ зерна и продуктов его переработки РАН, **П.С. Абрамов** ООО «Чёрный хлеб»*

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ МИКРОНИЗАЦИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛОПЬЕВ ИЗ ПОЛБЫ

В статье рассмотрен способ получения хлопьев из полбы и спельты с использованием гидро-термической обработки при смешанном радиационно-конвективным нагреве.

Ключевые слова: полба, зерновые хлопья, радиационный нагрев.

S. V. Zverev, O. V. Poletucha, P. C. Abramov

HIGH MICRONIZATION IN THE PRODUCTION OF FLAKES OF SPELT WHEAT

The way to obtain flakes of whole grain Spelt using hydro-thermal treatment of mixed radiative-convective heating.

Key words: Spelt, cereal, radiation heating

Наряду с крупой, ряд зарубежных фирм поставляют на рынок России и хлопья из полбы, классическая технология производства которых включает операции гидротермической обработки крупы, плющения, сушки, охлаждения и т.д. Для малых предприятий технологический процесс можно упростить, используя вместо пропа-

ривания нагрев в потоке инфракрасного излучения на установках высокотемпературной микронизации (ВТМ технология – нагрев продукта в потоке инфракрасного излучения) [1]. В этом случае крупу увлажняют, отволаживают, нагревают и плющат. В подобных установках теплопередача осуществляется в основном двумя способами: радиационным и конвективным [2]. Если режимы подобраны рационально, то сушка хлопьев до кондиции не требуется.

По аналогии с овсяными хлопьями, влажность в стандарте организации можно принять 12%. Тогда процесс термообработки, с учетом последующей влагопотери при плющении и остывании хлопьев, должен обеспечивать несколько большую влажность, например 13%. В то же время необходимо, чтобы крупа прогрелась до максимально возможной температуры, при этом оставалась пластичной и давала минимум крошки при плющении, последующих перемещениях и хранении.

На рисунке 1 дана зависимость приращения температуры крупы из полбы сорта «Руно» различной исходной влажности при широком варьировании режимами нагрева – облученностью (Е = 0 – 22.6 кВт,м^2) и температурой среды (303 – 212 ºС).

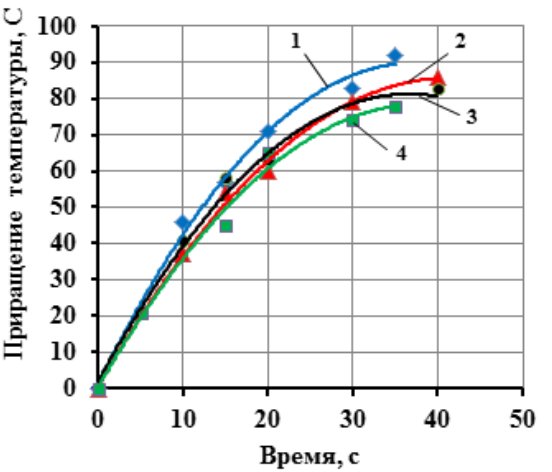


Рисунок 1. Зависимость приращения температуры крупы из полбы от времени (облученность 22.6 кВт/м^2, температура среды T_c = 307 ºС) при влажности, %: 1 – 12; 2 – 15.8; 3 – 18.4; 4 – 21.7

Как видно, имеет место довольно слабое влияние исходной влажности крупы на характер зависимости, если учесть, что воспроизводимость результатов составляет около ± 3ºС.

Гораздо более существенно влияние режимов нагрева. На рисунке 2 представлены данные по нагреву крупы из полбы влажностью W = 18% при различных режимах.

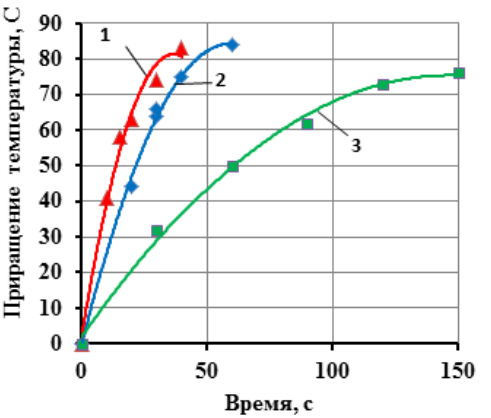


Рисунок 2. Приращение температуры зерна полбы влажностью W = 18% при нагреве на различных режимах: 1 – E = 23 кВт/м^2, T_c = 303 ºС; 2 – E = 11 кВт/м^2, T_c = 270 ºС; 3 – E = 0 кВт/м^2, T_c = 212 ºС

В качестве математической модели нагрева можно предложить зависимость в виде [1]:

$$\Delta T = T - T_0 = (a_E E + a_T \Delta T_c) \, Exp[-(a_t - a_W W_0) t),$$

где T – температура крупы, ºС;

E – облученность, кВт/м^2;

$\Delta T_c = T_c - T_0$ – приращение температуры среды, ºС;

T_c – температура среды, ºС;

T_0 – исходная температура крупы, ºС;

W_0 – исходная влажность, безразмерная.

Идентификация параметров дала следующие результаты: $a_{E=0.962\,°C}$ м²/кВт; $a_T = 0.409$; $a_t = 0.04761$/с; $a_w = 0.00118$ 1/(с × %); квадрат множественной корреляции R^2=0.998. На рисунке 3 даны расчетные по модели (1) и экспериментальные значения приращения температуры крупы из полбы.

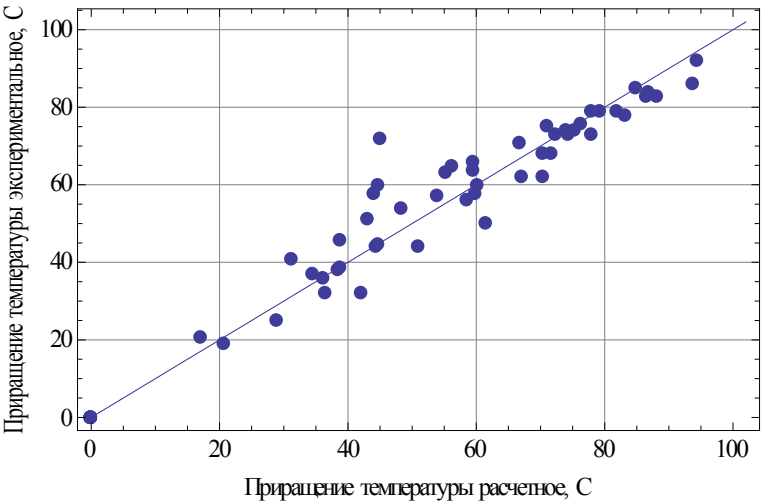


Рисунок 3. Расчетные по модели (1) и экспериментальные значения приращения температуры крупы из полбы

Как правило, в промышленных установках ВТМ независимой переменной является время пребывания продукта в зоне обработки при конструктивно обусловленных облученности и температуре среды. Изменению может подвергаться исходная влажность сырья. В этом случае можно использовать упрощенную зависимость:

$$\Delta T = T - T_0 = a\,Exp[-(a_t - a_W W_0)t), \qquad (2)$$

Идентификация параметров для случая E = 22,6 кВт/м^2 и ΔT_c = 314 ºС при варьировании влажностью W = 12 – 22 % дала следующие результаты: a =98.6, ºС; a_t = 0.0773, 1/с; a_w = 0.00146, 1/(с × %), квадрат множественной корреляции R^2=0.998.

На рисунке 4 даны расчетные по модели (2) и экспериментальные значения приращения температуры крупы из полбы.

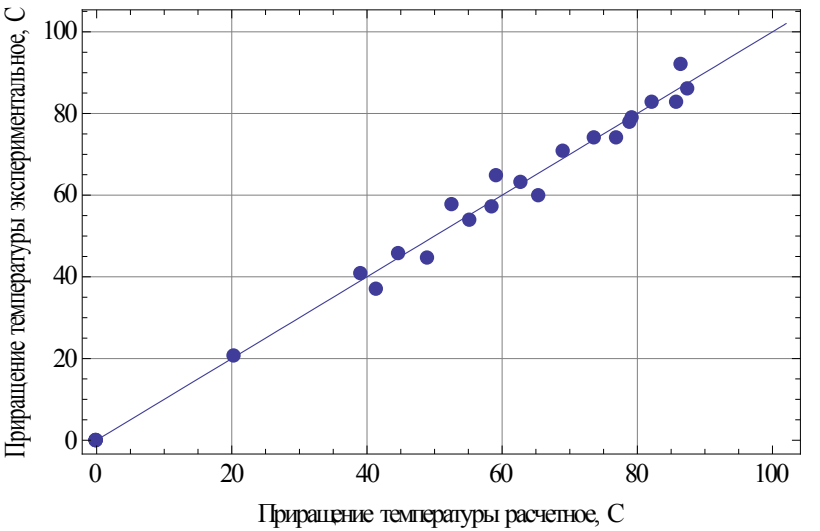


Рис.4. Расчетные по модели (2) и экспериментальные значения приращения температуры крупы из полбы

Как видно, в этом случае невязка экспериментальных и расчетных значений температуры существенно меньше.

Пластичность крупы кроме температуры, еще зависит и от влажности. Кроме того, как уже говорилось, перед плющением желательная влажность крупы должна составлять около 13%. Исходя из теоретических представлений о дегидратации, при высоких температурах текущая влажность крупы определяется

ее исходной влажностью и температурой. На рисунке 5 даны такие зависимости.

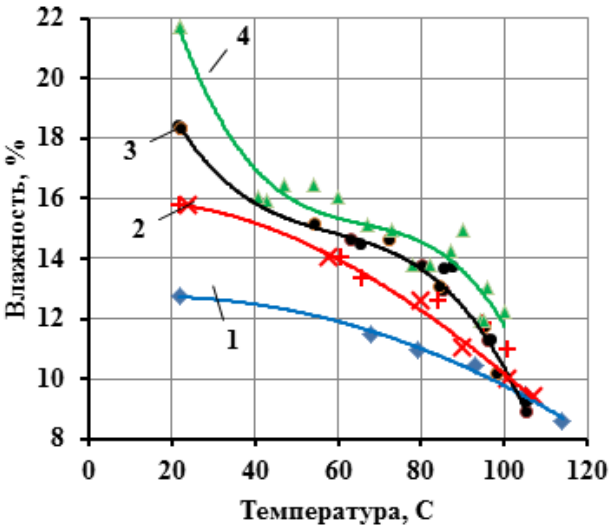


Рисунок 5. Зависимость влажности крупы из полбы от температуры нагрева при различных режимах (облученности и температуры среды) для влажности, %: 1 – 12; 2 – 15.8; 3 – 18.4; 4 – 21.7

В качестве модели можно предложить выражение:

$$U/U0 = \{1 + b[T\,Exp(-T_a/T) - T_0\,Exp(-T_a/T_0)]\,U_0^{-c}\}^{(1/c)}, \qquad (3)$$

где $T_{a = 4980}$ – температура активации, K;

$T_{0 = 295 \text{ – начальная температура крупы,}}$ K;

b, c – эмпирические коэффициенты.

Идентификация коэффициентов при широком варьировании режимами термообработки и исходной влажностью дает их значения: b = 204120, c = -2.39 при квадрате коэффициента мно-

жественной корреляции R^2=0.995. Расчетные по модели (3) и экспериментальные значения приращения температуры крупы из полбы приведены на рисунке 6.

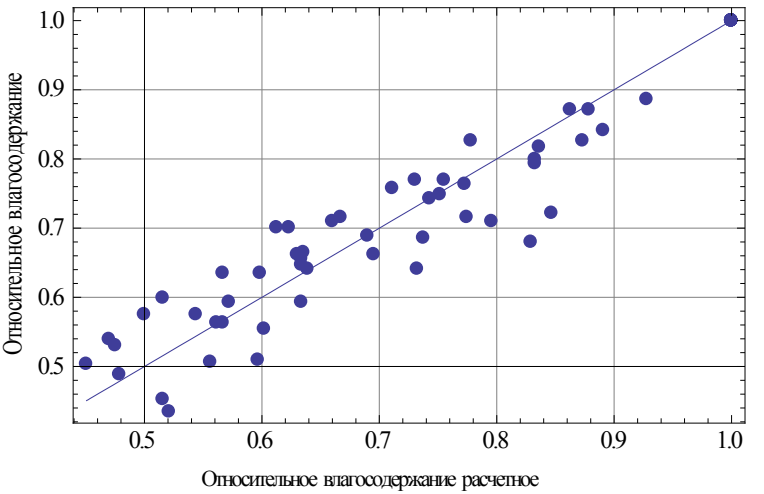


Рисунок 6. Расчетные по модели (3) и экспериментальные значения приращения температуры крупы из полбы

В случае фиксированных режимов (E = 22,6 кВт/м^2 и ΔT_c = 314 ºС) и варьирования только исходной влажностью значения коэффициентов составляют: b =181414, c = 2.33 при квадрате коэффициента множественной корреляции R^2=0.998. Соответствующие результаты приведены на рисунке 7.

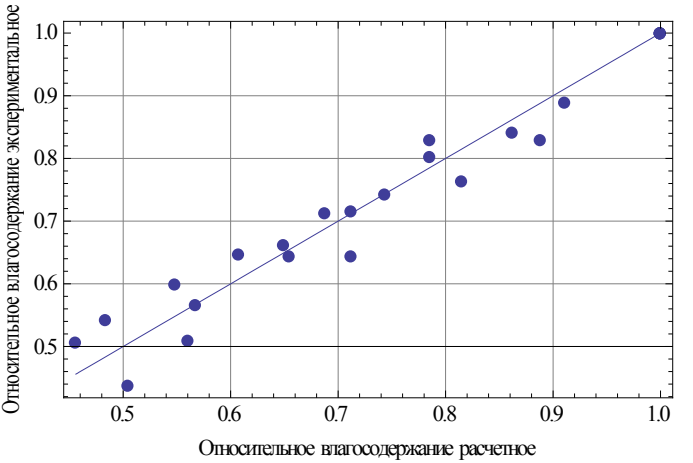


Рисунок 7. Расчетные по модели (3) и экспериментальные значения приращения температуры крупы из полбы при варьировании только исходной влажностью

Из анализа полученных данных следует, что в качестве рационального режима термообработки может быть принята температура нагрева до 90-100 ºС при исходной влажности зерна W_0 = 19-22%. Внешний вид хлопьев можно видеть на рисунке 8.

Рисунок 8. Внешний вид хлопьев и полбы

В зависимости от степени удаления оболочек и алейронового слоя можно получать крупу и соответствующие хлопья с различным содержанием пищевых волокон. При этом несколько меняется и витаминно-минеральный комплекс продукта [3].

Список литературы

1. Зверев С.В. Высокотемпературная микронизация в производстве зернопродуктов. М.: ДеЛи принт, 2009.

2. Зверев С.В., Сесикашвили О.Ш., Булах Ю.Г. Соя. Свойства. Термообработка. Использование. – Кутаиси: Из-во Гос. университета Акакия Церетели, 2013. – 198 с.

3. Зверев С.В., Зверева Н.С. Функциональные зернопродукты. – М.: ДеЛи принт, 2006.

УДК 664.664 + 664.66.022.39

***О.А. Ильина**, д.т.н., профессор, **А.С. Баландина,** аспирант НОУ ДПО «Международная промышленная академия», **Т.А. Юдина,** к.т.н., доцент МГУПП*

БАКАЛЕЙНАЯ СМЕСЬ ДЛЯ ВЫПЕЧКИ ХЛЕБА В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ, ОБОГАЩЁННАЯ КОМПОЗИЦИЕЙ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН

В статье приведены результаты исследований, посвященных разработке рецептуры смеси для выпечки из композиции трех пищевых волокон: арабиногалактан, инулин и Цитри-Фай. Представлена информация о показателях качества полученных хлебобулочных изделий. По результатам проведенного исследования разработана бакалейная смесь для выпечки хлеба, обогащённого значимым количеством растворимых и нерастворимых пищевых волокон, для выпечки хлеба в домашних условиях.

Ключевые слова: пищевые волокна, арабиногалактан, инулин, Цитри-Фай, смесь для выпечки.

Ilyina O.A., Balandina A.S.

GROCERY BLEND FOR BAKING BREAD AT HOME, ENRICHED BY THE COMPOSITION OF FOOD FIBER

The results of studies on the development of the formulation mixture to the baking of the composition of the three dietary fiber:

arabinogalactan, inulin and Citri-Fi. Presents information on indicators of quality of bakery products. According to the results of the study developed a grocer mix for baking bread, enriched with a significant amount of soluble and insoluble dietary fibers for bread baking at home.

Keywords: dietary fiber, arabinogalactan, inulin, Citri-Fi, baking mix.

Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 г., утвержденные распоряжением Правительства РФ от 25 октября 2010 г. № 1873-р, констатируют увеличение риска развития ряда системных заболеваний (сахарный диабет, заболевания сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта, онкологические и др.), связанных с несбалансированным по нутриентному составу питанием. Тренд на увеличение потребления продуктов растительного происхождения, освобожденных от оболочек, при одновременном росте потребления продуктов животного происхождения, вызывает стойкий недостаток пищевых волокон в рационе.

Улучшение питания населения России в этом отношении возможно путем расширения ассортимента обогащенных пищевыми волокнами продуктов повседневного потребления, к которым в нашей стране, несомненно, относится хлеб. Обладая традиционно привычным вкусом и ароматом, уникальным свойством неприедаемости, а так же относительно невысокой энергетической ценностью, хлеб полезен практически всем категориям населения в независимости от возраста, физической активности, особенностей жизнедеятельности.

Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 г., утвержденная распоряжением Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. № 559-р, предусматривает расширение ассортимента вы-

пускаемой хлебобулочной продукции для здорового питания, в том числе за счет внедрения инновационных ингредиентов и технологий, повышающих её пищевую ценность.

Суточная потребность организма взрослого человека в пищевых волокнах составляет 30 г/сут. в соответствии с ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части её маркировки», верхний предел норм пищевых волокон определен в количестве 40 г/сут. [3].

Целью исследования была разработка бакалейной смеси для выпечки хлеба с повышенным содержанием пищевых волокон на основе композиции нерастворимых и растворимых пищевых волокон. Для исследования были выбраны пищевые волокна растительного происхождения – арабиногалактан, инулин, Цитри-Фай. Выбор данных волокон обоснован на физиологических особенностях, а так же свойствах, позволяющих использовать их в пищевых технологиях и обогатить хлебобулочные изделия значимыми дозировками растворимых и нерастворимых пищевых волокон.

Арабиногалактан — разветвленный природный полисахарид, экстрагированный из древесины лиственницы сибирской. Арабиногалактан является безопасным и эффективным источником диетического волокна, а также отличным стимулятором иммунной системы. В Российской Федерации ему присвоен статус биологически активного вещества, не оказывающего пагубных воздействий на здоровье человека согласно ТР ТС 021/2011 и СанПиН 2.3.2.1078-01. Арабиногалактан обладает свойствами пребиотика, т.е. поддерживает рост полезных микробов, кроме того, увеличивает образование чрезвычайно важных для нормальной работы кишечника короткоцепочечных жирных кислот (участвуют в восстановлении слизистой кишечника).

Инулин – природный компонент запасной углевод многих растений, главным образом сложноцветных (георгины, цикория, артишока и др.), например, в клубнях топинамбура содержание достигает 16-20%, в луковице чеснока 9-16%, а в листьях одуванчика 12-15%. Инулин участвует в тех же обменных процессах, что и

глюкоза. Природная фруктоза, которая содержится в инулине, защищает организм в ситуациях, когда глюкоза клетками не усваивается. Инулин относится к группе пребиотиков, улучшает липидный обмен, положительно влияет на баланс микрофлоры кишечника, а также ускоряет очищение организма от токсинов, одновременно снижая чувство голода [6].

Цитри-Фай – цитрусовое пищевое волокно, которое извлекается из высушенной апельсиновой мякоти с применением механической обработки без дополнительного воздействия химических реагентов, путем открытия и расширения структурной ячейки апельсинового волокна. Цитрусовая клетчатка поглощает и держит большое количество воды только на начальном этапе, но не теряет значительную часть ее в процессе обработки и хранении, что положительно сказывается на выходе изделий и хранение готового продукта. Пищевые апельсиновые волокона, благодаря открытой и расширенной структуре ячейки, связывают значительное количество воды (1часть волокна соединяет до 13-15 частей воды) и сохраняют ее на протяжении всего технологического процесса производства и хранения продукта. Цитри-Фай так же обладает высокой жиросвязывающей способностью, эмульгирующими, стабилизирующими, структурообразующими свойствами. Связанная с водой, содержащиеся в нём, клетчатка устойчива к высоким температурам варки, стерилизации, пастеризации, устойчива и стабильна при замораживании и размораживании, улучшает питательную ценность, так как является продуктом функционального назначения. Данное волокно оказывает позитивный эффект на физиологические процессы организма человека, а именно: очищает от токсинов, помогает снизить холестерин, способствует выводу тяжелых металлов, улучшает моторику желудочно-кишечного тракта.

Технологические аспекты использования пищевых волокон в технологиях хлебобулочных изделий описаны в работах многих российских ученых: Цыгановой Т.Б., Черныха В.Я., Ильиной О.А.,

Ипатовой Л.Г., Чистовой М.В., Мулин А.Б. и др.

Учитывая повсеместное распространение приборов для домашней выпечки хлеба, ежегодно растущий тренд на выпечку свежего домашнего хлеба и повышенный интерес населения к продуктам, обогащённым пищевыми волокнами, была сформулирована цель исследования и поставлены задачи разработки композиции растворимых и нерастворимых ПВ, рецептуры бакалейной смеси на основе пшеничной муки высшего сорта с использованием полученной композиции пищевых волокон для дальнейшего использования в домашних условиях для выпечки хлеба.

Были проведены серии экспериментов по разработке соотношения пищевых волокон в композиции и рецептуры бакалейной смеси, состоящей из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, композиции пищевых волокон и других сырьевых компонентов для использования в домашних условиях традиционным способом или с помощью специальных приборов – хлебопечек.

Композиция составлена из растворимых и нерастворимых волокон – арабиногалактана, инулина и Цитри-Фай, совместное применение которых позволяет усилить технологический эффект и эффективность воздействия на организм человека.

Экспериментальные выпечки проводились на хлебопечке марки Philips HD 9020 по унифицированной в соответствии с рекомендациями различных производителей домашней бытовой техники рецептуре и предварительно отработанной методике. Было проведено несколько серий экспериментов, по результатам которых удалось установить дозировку трех видов пищевых волокон в композиции и разработать рецептуру бакалейной смеси для выпечки хлеба в домашних условиях.

При разработке рецептуры бакалейной смеси композицию пищевых волокон вносили в количестве 10% к массе муки. Композиции пищевых волокон различались соотношением арабиногалактана, инулина и Цитри-Фая. В качестве контрольного был принят образец, выпеченный по унифицированной рецептуре без

добавления композиции пищевых волокон. Важным элементом исследования был расчет количества воды, идущей на замес теста, исходя из его консистенции, напрямую зависящей от водоудерживающей способности и соотношения трех видов пищевых волокон. Образцы хлеба выпекали по рецептурам, приведенным в табл. 1. Показатели качества хлеба в зависимости от соотношения ПВ в композиции представлены в табл. 2. Характер изменения пористости мякиша представлен на рис.1.

Таблица 1. Рецептуры контрольного и опытных образцов бакалейной смеси

№ п/п	Наименование сырья Контроль		Количество вносимого сырья, % к массе муки по вариантам					
			1	2	3	4	5	
1	Мука пшеничная хлебопекарная высший сорт		100	100	100	100	100	100
2	Дрожжи хлебопекарные инстантные		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
3	Соль поваренная пищевая		5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
4	Сахар-песок		5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
5	Сухое молоко		5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
6	Растительное масло		5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
7	Композиция пищевых волокон	Инулин XL + Цитри-Фай 100 (в разном соотношении)	-	5,0	5,0	4,0	5,0	6,0
		Арабиногалактан	-	5,0	5,0	6,0	5,0	4,0
8	Вода		По расчету					

Таблица 2. Показатели качества хлеба, выпеченного из контрольного и опытных образцов бакалейной смеси

№	Показатель	Контроль	№1	№2	№3	№4	№5
1	Масса, г	695	710	717	724	705	748
2	Удельный объем,	2354	2280	2210	2370	2150	2020
3	Пористость, %	44	43	41	46	38	37

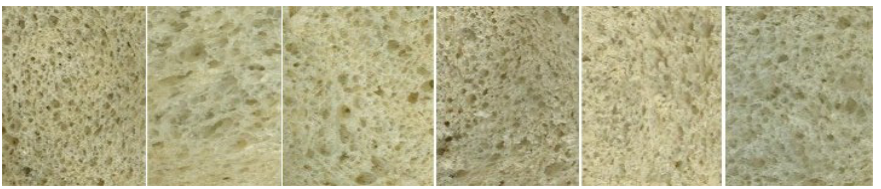


Рисунок *1*. Пористость выпеченного хлеба из контрольного и опытных образцов бакалейной смеси (слева на право: контроль, образец 1, образец 2, образец 3, образец 4, образец 5)

Из представленных в табл. 2 и на рис.1 данных видно, что внесение композиции пищевых волокон значительно изменяет потребительские свойства хлеба.

Установлено, что удельный объём хлеба по рецептуре №3 при внесении 10% композиции к массе муки, в которой к массе муки 4% составляет смесь инулина и Цитри-Фай, и 6% арабиногалактана, увеличивается на 0,7%, а пористость на 2% по отношению к контрольному образцу. Образцы хлеба, приготовленного по рецептуре №1, с внесением 5% арабиногалактана в композиции пищевых волокон привели к уменьшению объёма на 3,1% и пористости на 1%. Остальные образцы по качеству значительно уступали хлебу, выпеченному в качестве контрольного образца, без смеси пищевых волокон. Соотношение выбранных для исследований пищевых волокон в композиции по рецептуре №3 позволило внести при замесе такое количество

воды, что был получен хлеб более высокой массы и одновременно удовлетворительного удельного объёма и пористости.

На рис. 2 представлены результаты органолептической оценки хлеба контрольного и опытных образцов, приготовленного из бакалейной смеси для выпечки. Из диаграммы видно, что при сравнении тестируемых образцов, приготовленных с добавлением композиций пищевых волокон, были выявлены различия в форме изделий, структуре пористости мякиша, разжевываемости мякиша. Состояние поверхности корки и запах у всех изделий были практически одинаковыми. Хлеб из опытного образца смеси №3 обладал хорошими органолептическими показателями: цвет его корки и вкусо-ароматические характеристики были близкими к контролю.

Рис. *2.* Влияние состава композиции пищевых волокон на органолептические показатели качества хлеба из бакалейной смеси для выпечки

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что хлеб, приготовленный в хлебопечке в домашних условиях, из бакалейной смеси по рецептуре №3, содержащей 10% композиции ПВ к массе муки с определенным соотношением в ней арабиногалактана, инулина и пищевого волокна Цитри-Фай может быть рекомендована для практического применения. Таким образом, по результатам проведенного исследо-

вания разработана бакалейная смесь для выпечки хлеба, обогащённого значимым количеством растворимых и нерастворимых пищевых волокон, для выпечки хлеба в домашних условиях.

Список литературы

1. Тутельян В.А., Погожева А.В., Высоцкий В.Г. и др. Роль пищевых волокон в питании человека. – М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2008. – 325 С.

2. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: МР 2.3.1.2432-08: утв. Гл. сан. врачом РФ 18.12.08: ввод в действие с 18.12.08. - М.: ФГУП «ИнтерСЭН», 2008.

3. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. Методические рекомендации МР 2.3.1.1915-04.

4. Ильина О.А., Пищевые волокна - важнейший компонент хлебобулочных и кондитерских изделий //Хлебопродукты.-2002.-№9.-с.34-36.

5. Баландина А.С., Исследование влияния растворимых пищевых волокон физические свойства теста // Хлебопродукты.-2003.-№1.

6. Перковец М.В. Инулин и олигофруктоза – пребиотики с древних времен до наших дней. // Пищевая промышленность. – 2007. -№4. –с.56Ф.

7. http://fiberstar.net/citri-fi-100/.

УДК 006:621.796

А.И Ковалёва., *д.э.н.,* ***С.Н. Рассоха,*** *к.э.н.,* ***С.Л. Белецкий,*** *к.т.н.,* ***Ю.О. Сумелиди,*** *ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИЙ В СИСТЕМЕ РОСРЕЗЕРВА

В статье дано определение инновации, предложено оценивать эффективность инноваций как разновидность инвестиционного проекта. Приведен условный пример расчета экономической эффективности от применения перспективной потребительской тары для длительного хранения гречневой крупы.

Ключевые слова: инновации, инвестиции, сравнительная эффективность, расчёт, упаковка, крупа, хранение.

FEATURES OF EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF INNOVATIONS IN THE SYSTEM OF ROSRESERVE

A. I. Kovaleva., S. N. Rassokha, S. L. Beletskiy, J. O. Sumelidi

In the article the definition of innovation proposed to assess the effectiveness of innovation as a type of investment project. Given a conditional example of calculation of economic efficiency from the use of prospective consumer packaging for long-term storage of buckwheat.

Keywords: innovations, investments, comparative effectiveness, calculation, packaging, cereal, storage.

Инновационные проекты, предлагаемые для реализации в системе Росрезерва, должны быть направлены на решение

основной задачи этой организации – обеспечение длительного хранения продукции без потери ее качества.

Основными целями научно-технического обеспечения решения этой задачи являются:

- увеличение сроков хранения продукции;
- сохранение качества продукции;
- экономия материально-технических, энергетических, трудовых и финансовых ресурсов в системе Росрезерва.

Росрезерв является одновременно и создателем и потребителем инноваций. В ФГБУ НИИПХ Росрезерва практически ежегодно оформляются патенты и авторские свидетельства на изобретения, т.е. осуществляется начальный этап создания инноваций. В организациях Росрезерва широко применяются новые для отрасли или конкретного предприятия материалы, технологии, оборудование по всему технологическому циклу длительного хранения материальных ценностей «закладка-хранение-выпуск».

Термин «инновация» впервые ввел в научный оборот австрийский ученый Й.Шумпетер. Он трактовал это понятие как новую научно-организационную комбинацию производственных факторов, мотивированную предпринимательским духом. В последующем различными авторами давались собственные определения инновации в зависимости от объекта и предмета своего исследования. В соответствии с принятыми международными стандартами инновация определяется как «конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового или усовершенствованного продукта, внедренного на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности, либо в новом подходе к социальным услугам» [1,с.30-31].

Инновации можно классифицировать по различным признакам.

По степени радикальности инновации можно подразде-

лить на базисные (радикальные), улучшающие и рационализирующие (модификационные).

Базисные инновации относятся к принципиально новым продуктам. Улучшающие инновации связаны с существенным усовершенствованием существующих продуктов или с внедрением новых или значительно усовершенствованных методов организации производства. Рационализирующие инновации включают незначительные усовершенствования (модификацию) продукта или методов организации производства, не оказывающие существенного влияния на изменение основных параметров и свойств продукта (процесса). К таким инновациям относятся также освоение выпуска известных на рынке, но новых для данного предприятия продуктов.

В системе Росрезерва, в основном, применяются улучшающие или рационализирующие инновации.

Определение эффективности инноваций осуществляется на всех этапах их создания и использования: НИР, ОКР, изготовление, включая подготовку производства новых технических средств, использование их потребителем. На различных стадиях инновационного процесса определяют потенциальный, ожидаемый, планируемый и фактический эффект.

Экономическая эффективность инновационного проекта характеризуется системой экономических показателей, отражающих соотношение связанных с проектом затрат и результатов, и позволяющих судить об экономической привлекательности проекта для его участников, об экономических преимуществах одних проектов над другими.

Оценка инновационных проектов осуществляется в соответствии с основными принципами оценки инвестиционных проектов:

- рассмотрение инновационного проекта на протяжении всего его жизненного цикла - от проведения прединвестиционных исследований до прекращения проекта;

- моделирование потока продукции, ресурсов и денежных средств;
- сопоставимость условий сравнения различных проектов (варианта проекта);
- принцип положительности и максимума эффекта;
- учет экономической неравноценности осуществляемых затрат и получаемых результатов в различные моменты времени;
- учет только предстоящих затрат и поступлений;
- сравнение «с проектом» и «без проекта»;
- многоэтапность оценки. На различных стадиях разработки и осуществления проекта его эффективность определяется заново, с различной глубиной проработки;
- учет влияния инфляции;
- учет (в количественной форме) влияния неопределенностей и рисков, сопровождающий реализацию проекта.

Период расчета эффекта – продолжительность жизненного цикла инновационного мероприятия. Это период времени от начала финансирования инновационного проекта до полного прекращения использования его результатов по прямому назначению. Для новых видов техники расчетный период завершается физическим (или моральным) износом, для технологий определяется сроками службы основного оборудования, ожидаемой продолжительностью технологического эффекта.

В качестве основных показателей, используемых для расчетов эффективности инновационного проекта, в соответствии с «Методическими рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов» [2] используются:

- чистый дисконтированный доход;
- индексы доходности затрат и инвестиций;
- срок окупаемости.

Показатели экономической эффективности инновационных проектов могут классифицироваться по следующим при-

знакам:

- по виду экономических субъектов – общественная, коммерческая, бюджетная;
- по виду обобщающего показателя (критерия) – абсолютные, относительные, временные;
- по методу сопоставления разновременных затрат и результатов – статические и динамические.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период Т, приведенная к расчетному году, или как превышение интегральных результатов над интегральными затратами. Показатель чистого дисконтированного дохода соответствует показателю Net Present Value (NPV), применяемому в соответствии с зарубежными методиками оценки экономической эффективности проектов.

Положительное значение ЧДД свидетельствует о целесообразности принятия решения о финансировании и реализации проекта.

В условиях Росрезерва для финансирования инновационных мероприятий осуществляется выделение бюджетных средств. Показатели бюджетной эффективности определяются как превышение доходов бюджета ($Д_t^Б$) над расходами ($Р_t^Б$) в связи с осуществлением мероприятия.

Бюджетная эффективность ($ЧДД^Б$) определяется как сальдо потока доходов и расходов бюджета за счет осуществления инновационного мероприятия с учетом коэффициента дисконтирования:

$$ЧДД^{Б} = \sum_{t=1}^{T} СРД_t^{БД} = \sum_{t=1}^{T} (Д_t^Б - Р_t^Б) \cdot \frac{1}{(1+E)^{t-1}} \qquad (1)$$

$Д_t^Б$ - доход бюджета в году t,

$Р_t^Б$ - расход средств бюджета в году t.

В этом случае коэффициент дисконтирования Е рекомендует-

ся определять[1*)] как отношение ставки рефинансирования (r), установленной Центральным банком РФ, и объявленного Правительством РФ на текущий год темпа инфляции (i) с учетом поправки на риск P (в долях единицы):

$$1+E=\frac{1+r}{1+i}+P \qquad (2).$$

С 3 августа 2015 года ключевая ставка составляет 11%. Размер этой ставки принимаем для дальнейших расчетов.

Инфляция в июле 2015 года из-за индексации тарифов с 1 июля резко ускорилась.

Официальный прогноз Минэкономразвития на 2015 год по инфляции равняется 11,9%, но представители министерства неоднократно заявляли, что инфляция по итогам года может оказаться ниже 11%.

Исходя из данной информации для расчетов принято значение темпа инфляции в размере 11%.

Норму дисконтирования вычисляем по формуле (4):

1+E= 1,11/1,11+0,05=1,05 , т.е. E =5,00 %.

Так как шагом расчета принимаем 1 месяц, то ставка дисконта составит 0,407412%.

Выбор инновационного проекта осуществляется по оценочным показателям экономической эффективности, расчет которых производится по каждому варианту.

Для оценки эффективности применения инноваций используется показатель сравнительной эффективности – прирост ЧДД по инновационному варианту по сравнению с вариантом

[1*)] Постановление Правительства РФ от 22 ноября 1997 г. №1470 «Об утверждении Порядка предоставления государственных гарантий на конкурсной основе за счет средств Бюджета развития Российской Федерации и Положения об оценке эффективности инвестиционных проектов при размещении на конкурсной основе централизованных инвестиционных ресурсов Бюджета развития Российской Федерации»

«без проекта». Инновационный проект будет эффективен, если ЧДД по данному проекту будет больше или равен ЧДД по базовому варианту (без проекта), то есть прирост ЧДД по должен быть больше или равен нулю. Для расчетов эффективности инновационных мероприятий в системе Росрезерва с целью нивелирования факторов , не зависящих от инновационных мероприятий, а также с учетом тенденции роста числа техногенных, природных и гуманитарных катастроф , не учитывается возможная реализация продукции на рынке, поэтому рассматриваемые варианты различаются лишь расходами бюджетных средств и формулу для расчета прироста ЧДД можно представить в следующем виде:

$$\Delta ЧДД = ЧДД^{И} - ЧДД^{Б} = \sum_{t=1}^{T} \frac{1}{(1+E)^{t-1}} (P_t^{Б} - P_t^{И}) \qquad (3).$$

$P^{Б}$ – расходы по базовому варианту «без проекта»,
$P^{И}$ – расходы по инновационному варианту «с проектом».

Важным моментом для расчета эффективности является приведение вариантов в сопоставимые условия. Это особенно важно, для расчета эффективности мероприятий по увеличению сроков хранения материальных ценностей. Приведем условный пример.

Рассматриваются два варианта хранения гречневой крупы в фасовке по 2 кг в базовой (традиционной) и новой упаковке. Применение новой упаковки относится к улучшающим инновациям, так как связаны с существенным увеличением сроков хранения крупы, что является основной технологической целью применения инновации в Росрезерве.

Проект оценивается на стадии завершения экспериментальных работ по испытанию различных типов упаковки. Оценивается потенциальный эффект от применения на предприятиях Росрезерва новой упаковки.

Основной эффект от применения новой упаковки достигается за счет увеличения срока хранения и соответственно сокращения циклов «закладка-хранение-выпуск» по предлагаемому (инновационному) варианту.

В качестве базового варианта упаковки принимаем полипропиленовый мешок ПП 35х38 с двумя ручками. В качестве новой упаковки рассматривается пакет из ПА/EVOH/ПЭ.

Таблица 1. Исходная информация для расчета

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Инновационный вариант
Масса пакета, М	кг	2	2
Срок хранения. Тхр гречневая крупа а) ПА/EVOH/ПЭ	мес.	25	29
Стоимость хранения, Схр	руб./т-сут.	2,22	2,22
Стоимость крупы гречневой Сг	руб./кг	40,5	40,5
Стоимость упаковки 1 пакета, Суп. Базовый вариант а) ПА/EVOH/ПЭ	руб/мешок	1.16*	1,47*
Стоимость 1 часа разгрузки/погрузки ж/д вагона без учета зарплаты рабочих, Сч.	руб./час	48,06	48,06
Время загрузки/погрузки вагона, Т	час	4	4
Нормативное время разгрузки/погрузки, Тн.	час	3,5	3,5

*по данным Оникс упаковка

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Инновационный вариант
Кол-во рабочих на погрузке/разгрузке, Ч	чел.	5	5
Средняя часовая зарплата рабочего, Зч.	руб./чел.-час	149	149
Загрузка вагона, З	т	66	66
Кол-во пакетов в вагоне Кп=Зх1000/М	шт.	33000	33000

Для сравнения проектов различной продолжительности применяются специальные методы: метод цепного повтора в рамках общего срока действия проектов; метод бесконечного цепного повтора сравниваемых проектов и метод эквивалентного аннуитета.

На наш взгляд, в этом случае целесообразно применять метод цепного повтора. Во-первых, современная вычислительная техника позволяет производить расчеты для достаточно больших периодов без особых трудностей, во-вторых, когда требуется определить эффект за счет сокращения количества циклов реализации инновационного проекта по сравнению с базовым вариантом, необходимо осуществлять расчет за период, в котором количество циклов по каждому варианту будет целым числом. Метод цепного повтора в рамках общего срока действия проектов заключается в нахождении наименьшего общего кратного сроков действия проектов. В общем случае, если наименьшее общее кратное не может быть определено, период расчета рассчитывается как произведение сроков действия сравниваемых проектов. Несмотря на то, что данный метод имеет ряд недостатков, он вполне может служить для выбора наилучшего варианта в сопоставимых условиях.

В расчете учитываются расходы на погрузочно-разгрузочные работы по закладке и выпуску крупы, расходы на приобретение и упаковку крупы, а также расходы на ее хранение в

течение всего срока хранения.

Расходы на приобретение гречневой крупы (Рг) составят:

Рг.= 3х1000хСг= 66х1000х40,5=2673000 руб.

Расходы на разгрузку и погрузку коробок с фасованной крупой (пакеты по 2 кг 8 штук в коробке) при поштучной поставке по вариантам равны и рассчитываются по формуле:

Рпг. = ТхСч. +ЧхТхЗч. + Ш,

где Ш – штраф за сверхнормативное время разгрузки/погрузки, рассчитывается при условии, что Т1 > Тн. по формуле:

Ш= (Т-Тн.) х 2Сч.

Рпг. составляют 3220,3 руб.

Расходы на упаковку: по базовому варианту -

Р1 у=С1уп. х Кп. =1,16 х33000=38280 руб.

Расходы на упаковку по инновационному проекту рассчитываются по формуле

Р=С уп. х Кп= 1,47 х 33000=48510 руб.

Расходы на хранение гречневой крупы в месяц по базовому и предлагаемому вариантам равны:

Р1хр.=Схр. / 1000 кг х М х Кп. х 30 сут. = 2,22 руб./1000 кг-сут. х 2 х 33000 кг х 30 сут.= 4395,6 руб./ мес.

Расчетный период для сравнения базового варианта хранения гречневой крупы с вариантами хранения крупы в упаковках ПА/EVOH/ПЭ составит 25Х29=725 мес. За рассматриваемый период по базовому варианту необходимо осуществить 29 циклов закладки и выпуска, а по предлагаемому – 25 циклов.

В таблице 2 приведены результаты сравнительной эффективности - варианта упаковки ПА/EVOH/ПЭ для хранения гречневой крупы в фасовке по 2 кг по сравнению с базовым вариантом.

Таблица 2. Результаты расчета эффективности применения упаковки ПА/EVOH/ПЭ для хранения гречневой крупы по 2 кг

Показатели	Суммарные дисконтированные расходы по базовому варианту		Суммарные дисконтированные расходы по инновационному варианту		Экономия накопленных дисконтированных расходов
Номер шага расчета/мес.	1	725	1	725	
Расходы на разгрузку и погрузку вагона, руб.	3220,3		3220,3		
Расходы на тару, руб.	38280		48510		
Расходы на хранение руб./вагон	4395,6	4395,6	4395,6	4395,6	
Стоимость крупы, руб.	2673000		2673000		
Коэффициент дисконтирования 0,407412%	1,0000	0,0495	1,0000	0,0495	
Дисконтированные расходы, руб.	2718895,9	217,6235264	2729125,9	217,6235264	
Накопленные дисконтированные расходы, руб.		27219050,82		23870455,08	3 348 595,74

Сравнение базового и инновационного проекта показывает, что за расчетный период прирост чистого дисконтированного дохода (экономия накопленных дисконтированных расходов) составляет 3,349 млн. рублей, что свидетельствует об эффективности инновационного варианта упаковки.

Список литературы

1. Статистика науки и инноваций. Краткий терминологический словарь /Под ред. Л.М. Гохберга. - М.: Центр исследований и статистики науки, 1996.

2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: (Вторая редакция). / М-во экон. РФ, М-во фин. РФ, ГК по стр-ву, архит. и жил. политике; рук. авт. кол.: Коссов В.В., Лившиц В.Н., Шахназаров А.Г. - М.: ОАО «НПО» Изд-во «Экономика», 2000. - 421 с.

3. Положение об оценке эффективности инновационных проектов при размещении на конкурсной основе централизованных инвестиционных ресурсов Бюджета развития Российской Федерации», утвержденном постановлением Правительства РФ от 22 ноября 1997г. № 1470.

4. Ковалева А.И. Технологические инновации и особенности оценки их экономической эффективности в вертикально интегрированных нефтяных компаниях. - М.: МАКС Пресс, 2000. - 93 с.

УДК 664.76.03

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

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ НА ДИНАМИКУ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

В статье рассмотрены факторы, влияющие на сохранность муки при длительном хранении, и приведены результаты исследования влияния температурных режимов на изменение физико-химических показателей качества муки высшего сорта при хранении. Выявлены закономерности изменения этих показателей в муке в течение 12 месяцев хранения.

Ключевые слова: мука, созревание, хранение, качество, температурные условия, массовая доля влаги, кислотное число жира, клейковина, число падения.

THE EFFECT OF TEMPERATURE REGIMES ON THE DYNAMICS OF QUALITY INDICATORS OF WHEAT FLOUR

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

The article discusses the factors affecting the safety of the flour during prolonged storage, and the results of research of influence of temperature regimes on change of physico-chemical indicators of the quality of flour during storage. The regularities of the changes of these parameters in the flour during 12 months of storage.

Keywords: flour, ripening, storage, quality, temperature conditions, moisture content, acid number of fat, gluten, falling number.

При длительном хранении в муке происходят изменения её качества в связи с физическими, биохимическими и биологическими процессами. Проведенный нами анализ факторов показал, что на сохранность муки пшеничной влияют процессы, протекающие в муке при хранении: сорбция и десорбция влаги, процесс дыхания, процессы тепло-массообмена, ферментативные и окислительные процессы в липидах, а также микробиологические процессы.

Интенсивность происходящих процессов, а соответственно и сроки годности муки, определяются качеством поступившего на переработку зерна; исходными показателями качества и безопасности муки, видом упаковочных материалов и доступом воздуха, температурно-влажностными режимами на складах [1-2]. В период хранения возможно ухудшение качества муки, т.е. идет как бы перезревание муки, и связано это в основном с прогорканием муки, которое является результатом гидролитических и окислительных процессов в липидном и белковом комплексе. Свободные липиды не только гидролизуются с образованием жирных кислот, но и частично переходят в связанные, а те в свою очередь - в прочносвязанные. Одновременно в муке накапливаются продукты окислительной порчи жира - перекиси, альдегиды, кетоны, оксикислоты и др., придавая муке посторонние привкусы. Накопление свободных жирных кислот и продуктов их окисления делает клейковину сначала чрезмерно крепкой, затем она становится крошащейся, а в дальнейшем перестает отмываться. Хлеб из такой муки получается плотным, плохо разрыхленным, объемный выход его снижен [2].

В целях оценки качества представляет интерес изучение изменений липидной и белковой фракций муки пшеничной при хранении при разных температурных режимах (при пониженной

и повышенной температурах). В связи с этим было проведено хранение муки в лабораторных условиях при трех вариантах: вариант 1 - от 0 до -15 °С (средняя температура -5 °С), вариант 2 – при температуре +10°С и вариант 3 – при температуре +25°С.

Для эксперимента использовали муку пшеничную высшего сорта, соответствующую ГОСТ Р 52189. Образцы, упакованные в полотняные мешочки, помещали на хранение в холодильные камеры или термостаты, обеспечивающие заданную температуру хранения, с погрешностью ±1°С. Для проведения эксперимента были выбраны три температурных режима.

При проведении испытаний в камерах хранения проводили мониторинг температурно-влажностного режима (ОВВ, %, температура, °С) с помощью регистрирующих приборов. Образцы муки периодически (каждые 2-3 месяца) вынимали из камер хранения и охлаждали до комнатной температуры. В образцах определяли показатели качества муки, нормируемые ГОСТ Р 52189: массовую долю влаги, число падения, белизну, массовую долю клейковины и качество по индексу ИДК, а также показатель «кислотное число жира» (КЧЖ), который позволяет проследить за изменением липидов муки и интенсивностью процесса прогоркания.

Ниже представлены результаты экспериментальных исследований за 12 месяцев хранения.

Изменение массовой доли влаги

Одним из важных показателей, влияющим на стойкость муки при хранении является массовая доля влаги. Для муки длительного хранения норма массовой доли влаги снижена до 14%, что обеспечивает сохранность при соблюдении влажностных режимов хранения.

Экспериментальная и расчетная динамика массовой доли влаги муки высшего сорта при разной температуре: вариант от 0 до -15 °С (средняя температура - 5°С), вариант +10 °С и вариант 25 °С приведена на рисунке 1.

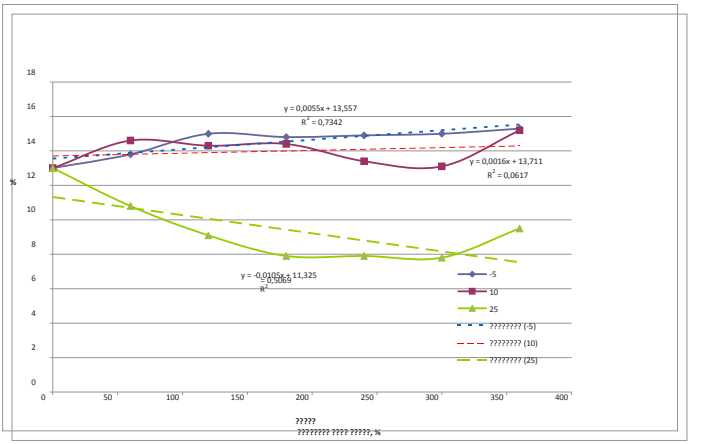


Рис. 1. Экспериментальная и расчетная динамики массовой доли влаги в муке высшего сорта в полотняных мешках при температурах: -5, 10, 25 ºС

Из приведенных иллюстраций видно, что в изменении массовой доли влаги для муки, хранящейся в полотняных мешочках, в зависимости от температуры хранения, наблюдаются разные тенденции. В условиях пониженных температур (вариант от 0 до -15 °С и вариант +10 °С) наблюдается увеличение массовой доли влаги в муке с 11,6% до 14,0-15%. В условиях повышенной температуры (25 °С) наоборот, наблюдается понижение массовой доли влаги с 11,6% до 8-10%. Это явление связано с тем, что при пониженных температурах мука имеет большую влагоемкость и величину равновесной влажности. А в холодильных камерах хранения при низких температурах относительная влажность воздуха может достигать 75-80%. Полученные нами экспериментальные данные согласуются с литературными [3].

Изменение числа падения

Экспериментальная и расчетная динамика числа падения муки высшего сорта при разной температуре: вариант от 0 до -15 ºС (средняя температура - 5 ºС), вариант +10 ºС и вариант 25

ºС приведены на рисунке 2.

Динамика изменения числа падения при разных температурах свидетельствует о незначительных колебаниях данного показателя как в сторону увеличения, так и уменьшения на этапах хранения при пониженных температурах: вариант от 0 до -15 ºС (средняя температура - 5 ºС), вариант +10 ºС.

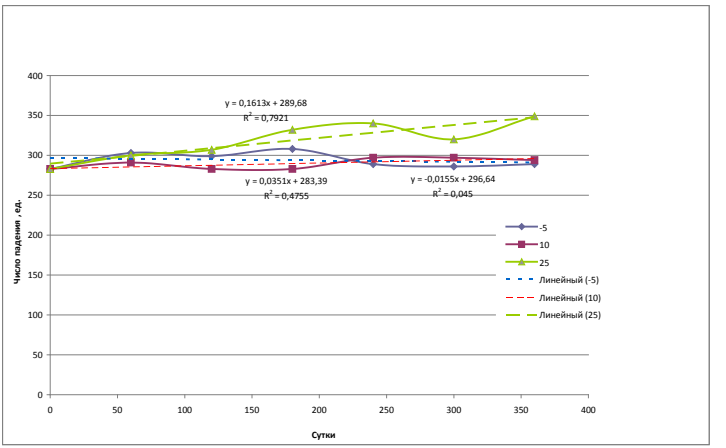


Рис. 2. Экспериментальная и расчетная динамики числа падения муки высшего сорта в полотняных мешках при температурах: -5, 10, 25 ºС

После 12 месяцев хранения при пониженных температурных режимах величины числа падения сохранились практически на уровне исходных с небольшим увеличением (на 6-10 с.) Тенденции в изменении числа падения при хранении в этих условиях не выявлено (R^2 = ниже 0,4). Наиболее достоверная тенденция в увеличении числа падения прослеживается при хранении в условиях температуры 25 ºС (R^2 = 0,7921). После 12 месяцев хранения при температуре 25 ºС величина числа падения увеличилась более чем на 50 с. - с 283 с. до 349 с. Этот факт говорит об изменении амилолитической активности муки при повышенной температуре (25 ºС). Однако слишком высокие значения ЧП также негативно отражаются на качестве

хлеба. Оптимальное значение числа падения для пшеничной муки составляет 235±15 с. (установлено на кафедре технологий хлебопекарного и макаронного производств МГУПП). Низкие значения ЧП (ниже 150 с.), могут свидетельствовать о повреждении крахмала. Тесто из такой муки обычно расплывается, с ним трудно работать. Из пшеничной муки с ЧП от 150 до 180 с. получается излишне липкое и вязкое тесто. Хлеб из такого теста имеет более темный цвет и недостаточно красивую корочку. Хорошие результаты выпечки получаются при ЧП пшеничной муки от 230 до 330 с. При ЧП =400 и выше проявляется низкая активность альфа-амилазы, получается сухой хлеб, уменьшенного размера, скоропортящийся. Таким образом, из-за того, что хлеб из муки с повышенным значением ЧП получается бледным, малого объема, сухим, быстро черствеющим, увеличение «числа падения» при хранении муки можно считать отрицательным фактом.

Целесообразно также ограничить верхний уровень этого показателя при поступлении муки на хранение: оптимальный вариант величины числа падения для муки, предназначенной для длительного хранения – это не ниже 185 и не выше 300 с.

Изменение количества и качества клейковины

Экспериментальная и расчетная динамика ***количества клейковины*** муки высшего сорта при разной температуре: вариант от 0 до -15 ºС (средняя температура - 5 ºС), вариант +10 ºС и вариант 25 ºС приведены на рисунке 3.

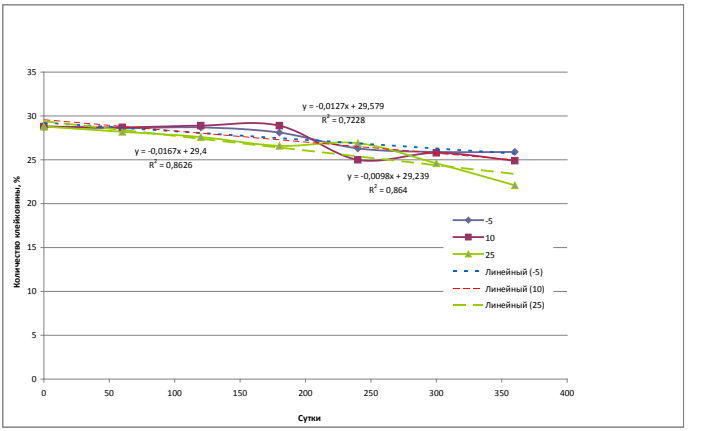


Рис. 3. Экспериментальная и расчетная динамики количества клейковины в муке высшего сорта в полотняных мешках при температурах: -5, 10, 25 ºС

Динамика изменения количества клейковины при разных температурах свидетельствует о достоверной тенденции снижения данного показателя при всех испытанных температурных режимах (R^2 = от 0,723 до 0,864). Хотя на этапах хранения отмечены незначительные колебания количества клейковины как в сторону увеличения, так и уменьшения. При статистическом анализе экспериментальных данных получено, что интенсивность снижения количества клейковины зависела от температуры хранения: наибольший температурный коэффициент, который показывает интенсивность изменения показателя, получен при температуре 25 ºС ($К_t$ = - 0,0107), при пониженных температурах (вариант средняя температура -5 ºС и вариант +10 ºС) температурный коэффициент практически равный (соответственно $К_t$ = - 0,0060 и $К_t$ = - 0,0062). После 12 месяцев хранения при пониженных температурных режимах количество клейковины снизилось с 28,8 до 25,9-24,9%, в условиях температуры 25 ºС - с 28,8 до 22,1%.

Таким образом, повышенная температура в пределах 25 ºС в большей степени влияет на снижение количества клейковины.

Понижение температуры ниже 10 ºС оказывает незначительное влияние на сохранность количества клейковины, поэтому в производственных условиях на складах нецелесообразно понижение температуры ниже 10 ºС.

Экспериментальная и расчетная динамика ***качества клейковины*** по индексу ИДК для муки высшего сорта при разной температуре: вариант от 0 до -15 ºС (средняя температура -5), вариант +10 ºС и вариант 25 ºС приведены на рисунке 4.

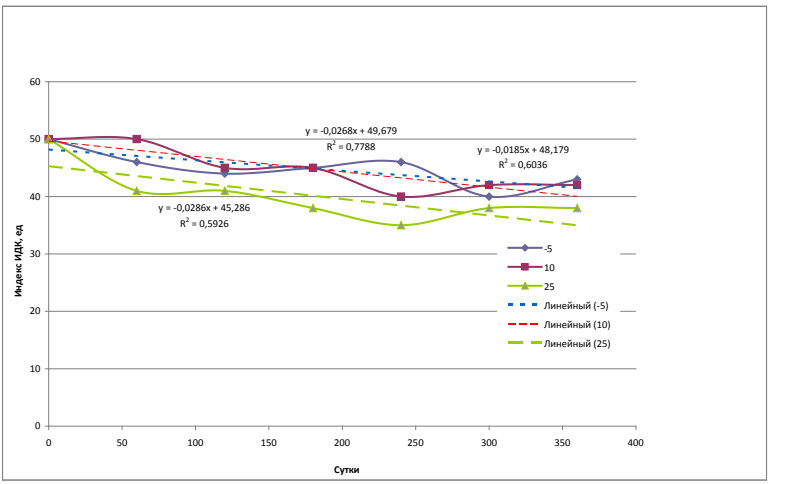


Рис. 4. Экспериментальная и расчетная динамики качества клейковины (по индексу ИДК) в муке высшего сорта в полотняных мешках при температурах: -5, 10, 25 ºС

Динамика изменения качества клейковины при разных температурах свидетельствует о достаточно достоверной тенденции снижения данного показателя при всех испытанных температурных режимах при незначительных колебаниях индекса качества клейковины как в сторону увеличения, так и уменьшения. При статистической обработке экспериментальных данных получено, что R^2= от 0,593 до 0,779, а интенсивность снижения индекса качества клейковины зависела от температуры хранения, при этом наибольший температурный коэффициент при температуре 25 ºС (K_t = - 0,0972).

При отрицательной пониженной температуре (вариант от 0 до -15 ºС, со средней температурой -5 ºС) температурный коэффициент был выше ($К_t$ = - 0,0356), чем при варианте хранения +10 ºС ($К_t$ = - 0,0267). После 12 месяцев хранения при пониженных температурных режимах индекс ИДК снизился с 50 ед. до 42-43 ед., в условиях температуры 25 ºС с 50 до 38 ед.

Эксперимент по исследованию белковой фракции муки показал, что при хранении качество клейковины понижается (клейковина укрепляется). На интенсивность снижения индекса ИДК влияет температура хранения, и наименьшее снижение индекса ИДК отмечено при варианте хранения с температурой +10 ºС. При повышении температуры до 25 ºС интенсивность увеличивается в 2,73 раза, а при понижении до отрицательных температур увеличивается в 1,33 раза.

Изменение кислотного числа жира

Экспериментальная и расчетная динамики кислотного числа жира для муки высшего сорта при разной температуре: вариант от 0 до -15 ºС (средняя температура

-5 ºС), вариант 10 ºС и вариант 25 ºС приведены на рисунке 5.

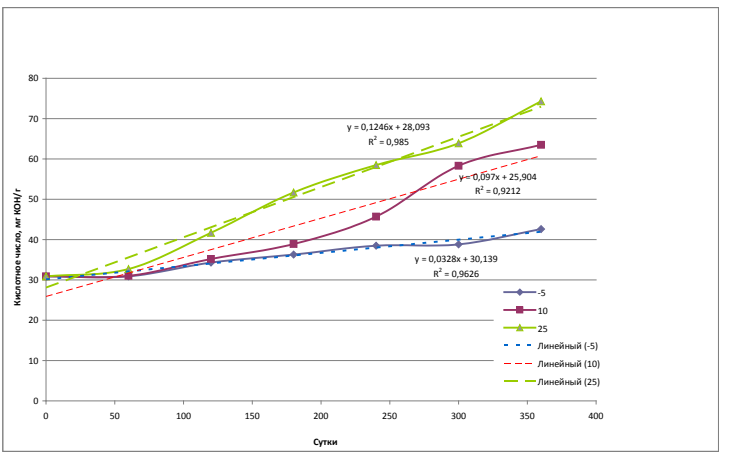


Рис. 5. Экспериментальная и расчетная динамики кислотного числа жира в муке высшего сорта в полотняных мешках при температурах (-5, 10, 25 ºС)

Динамика изменения кислотного числа жира муки при разных температурах наиболее информативна для характеристики процессов, происходящих в липидах муки при длительном хранении. Этот показатель характеризует гидролитическое прогоркание муки и предложен для определения сроков безопасного хранения и годности пшеничной муки [4-5].

Из полученных в проведенном нами исследовании результатов видно, что кислотное число жира муки при всех испытанных режимах достоверно увеличивалось (R^2= от 0,921 до 0,985), но с разной интенсивностью. С понижением температуры хранения интенсивность нарастания кислотного числа жира снижалась: при отрицательной пониженной температуре (вариант от 0 до -15 ºС, со средней температурой -5 ºС) температурный коэффициент был $К_t$ = 0,0248, при варианте хранения +10 ºС - в 2 раза выше ($К_t$ = 0,0543), а наибольший температурный коэффициент был при температуре 25 ºС ($К_t$ = 0,0969). После 12 месяцев хранения кислотное число жира повысилось с 30,9 мг КОН/г жира соответственно: при -5 ºС до 42,6, при 10 ºС до 63,5, при 25 ºС до 74,3.

Таким образом, получено, что понижение режима до отрицательных температур значительно тормозит гидролиз жира, но не приостанавливает его полностью. Ускорение гидролитических изменений и процесса прогоркания при повышенной температуре объясняется увеличением скорости окислительных реакций и большей степенью гидролиза жира.

Проведенный эксперимент показал, что увеличение температуры хранения приводит к более быстрой порче муки практически по всем исследованным показателям.

Экспериментальные данные по кислотному числу жира были нами использованы для расчета сроков годности муки. За основу для расчетов срока годности пшеничной муки высшего сорта были взяты предельные критические величины нормы свежести этого показателя, рекомендуемые в инструкции по хранению муки госрезерва и в научных работах ФГБНУ

ВНИИ зерна [4-5]: норма свежести 80 мг КОН/г жира, норма годности 100 мг КОН/г жира. Расчеты проведены по специальной программе, разработанной в институте для расчетов сроков годности продовольственных товаров и хлебопродуктов по ускоренным методам. Программа позволяет провести расчеты на любую постоянную температуру хранения. Расчетные сроки годности муки высшего сорта справедливы, если на хранение поступает пшеничная мука с величиной КЧЖ - не более 20 мг КОН/ г жира.

Расчеты показали, что сроки годности муки можно значительно повысить, понизив температуру хранения, однако, при пониженных температурах необходим обязательный периодический контроль массовой доли влаги в муке.

Список литературы

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

2. Интернет ресурс http://girls4gilrs.ru/hranenie-muki/2797-progorkanie-muki-pri-hranenii-chast-3.html Хранение муки.

3. Л.Г. Приезжева Характер изменения кислотного числа жира пшеничной муки при длительном хранении в различных температурных условиях / Хлебопродукты.- 2015, № 7 -59-61.

4. Л.Г. Приезжева Установление норм свежести и годности пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта по кислотному числу жира/ Хлебопродукты.- 2013. № 2 -56-59.

5. Приезжева Л.Г., Мелешкина Е.П. «Использование показателя кислотное число жира для установления норм безопасного хранения и годности зернопродуктов» - 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», с. 194-202.

УДК 664.64

***Н.Б. Кондратьев**, д.т.н., **Т.В. Савенкова,** д.т.н., проф. ФГБНУ ВНИИ кондитерской промышленности*

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ СОХРАННОСТИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Для повышения сохранности кондитерских изделий в течение длительных сроков годности необходимы дополнительные требования к показателям качества изделий (относительно действующей нормативной и технической документации), в том числе по показателю индукционный период. Повышение индукционного периода достигается либо использованием сырья с заданными показателями окислительной стабильности, либо использованием антиокислителей.

Ключевые слова: кондитерские изделия, срок годности, индукционный период, жиры.

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

ON THE ISSUE OF IMPROVING PRESERVATION OF CONFECTIONERY

To improve the preservation of confectionery for long shelf life requires the use of additional requirements of product quality (with respect to the current regulatory and technical documentation), including the induction period. Increase of the induction period is achieved either by using materials with specified oxidative stability or by using antioxidants.

Keywords: confectionery, shelf life, the induction time, fats

Срок годности кондитерских изделий – один из элементов сохранности – является показателем технологии производства и условий хранения.

Зачастую производители кондитерских изделий используют сырье с недостаточно высокими показателями качества, которые не всегда соответствуют заявленным срокам годности.

Требования, установленные поставщиками сырья, не всегда учитывают запросы производителей кондитерских изделий, что делает необходимым установление дополнительных показателей к используемому сырью, в том числе по окислительной порче жиров [1-4].

Важнейшим показателем окислительной стабильности жиров и жиросодержащего сырья для производства кондитерских изделий является индукционный период.

Индукционный период жировой фракции шоколада находится в диапазоне от 80 до 120 часов, который свидетельствует о высокой окислительной стабильности исследуемых образцов (рисунок 1).

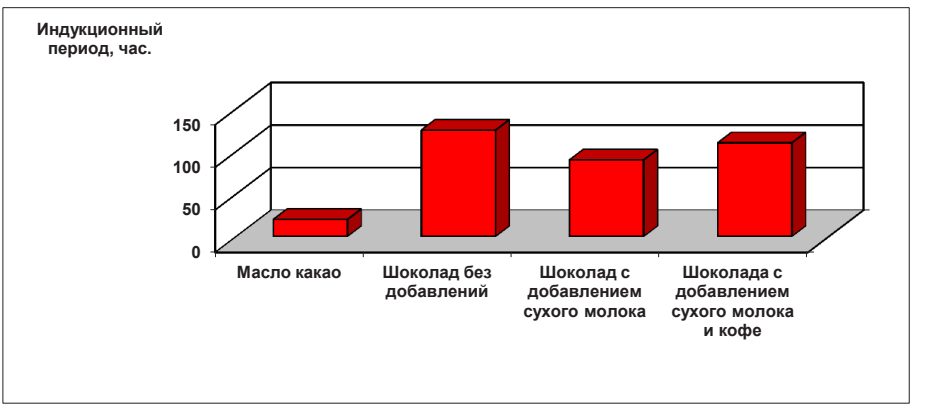


Рисунок 1. Индукционный период масла какао и жировой фракции шоколада

Разница скорости окислительных процессов объясняется различной массовой долей природных токоферолов и других

антиоксидантов, содержащихся в какао продуктах.

Для жировой фракции кондитерских фигурных изделий (кондитерских плиток) индукционный период после 1,5 - 2-х лет хранения находился в диапазоне от 100 до 130 часов, что позволяет прогнозировать высокие сроки годности изделий.

Срок годности большинства мучных кондитерских изделий ниже, чем для шоколада. Индукционный период жировой фракции печенья также значительно ниже по сравнению с шоколадом.

Для повышения сохранности сахарного печенья необходимо увеличить индукционный период используемого жира, что возможно сделать либо обоснованием нового вида жира или введением антиоксидантной добавки в используемый жир.

При разработке технологии печенья с заданным сроком годности необходимо правильно выбрать жир, который должен обеспечить сохранность изделия при длительном хранении. После выбора жира необходимо подтвердить срок годности.

Для повышения сохранности изделий группы печенья в течение длительных сроков годности необходимо использование дополнительных требований к показателям качества изделий (относительно действующей нормативной и технической документации), в том числе по показателю индукционный период.

С другой стороны, на кондитерские предприятия поступают жиры с нестабильными показателями окислительной стабильности (с различным жирнокислотным составом). Поэтому в некоторых случаях необходима корректировка индукционного периода жира. При увеличении индукционного периода жира, используемого в качестве основного сырья, сроки годности печенья также увеличиваются.

Для повышения окислительной стабильности изделий используются различные способы антиокислительной защиты. Оптимизация содержания природных и добавленных антиоксидантов позволяет не только существенно увеличивать сроки

хранения кондитерских изделий, но и сохранять эти продукты безопасными для здоровья потребителей с минимальным уровнем перекисных соединений.

Технологии кондитерских изделий с использованием жиров с добавленным комплексом антиоксидантов позволяет значительно увеличивать сроки годности различных выпеченных мучных кондитерских изделий.

Для повышения сохранности кондитерских изделий при хранении в жиры вводят различные антиокислители или их смеси, качественный и количественный состав которых зависит от ряда факторов:

- рецептурного состава изделий;
- жирнокислотного состава жировой фракции;
- фактической массовой доли антиоксидантов в изделии;
- причины окислительных процессов;
- вида упаковки;
- условий хранения изделий и др.

Смесь токоферолов и синергистов позволяют значительно увеличить индукционный период пальмового жира от 8 – 12 часов до 34,8 часов, а добавление комплексообразователя этилендиаминотетраацетата увеличивает индукционный период до 37,4 часов.

С целью повышения сохранности печенья проведены исследования свойств кондитерского жира при введении различных антиоксидантов.

Использован кондитерский жир с индукционным периодом 10 часов и массовой долей пальмитиновой кислоты 30 %, не содержащий линолевой кислоты. Наибольшая антиокислительная активность выявлена при введении в такой жир 0,25 % смеси токоферолов и 0,75 % аскорбилпальмитата.

Такие результаты позволяют прогнозировать возможность существенного увеличения срока годности кондитерских изделий с низкой влажностью с использованием жиров с добавлен-

ными смешанными антиокислителями.

Для повышения сохранности мучных кондитерских изделий группы печенья необходимо увеличение индукционного периода используемого жира.

Для предотвращения свободнорадикального и перекисного окисления жиров в сырьевых компонентах и повышения уровня качества, биологической и пищевой ценности продукции необходимо создавать инновационные технологии производства высококачественных продуктов питания.

Разработана новая технология сахарного (сдобного) печенья с увеличенным от 3-х до 6-ти месяцев сроком годности.

В качестве основного антиокислителя использована смесь токоферолов. В качестве синергиста использован аскорбилпальмитат, что позволило увеличить индукционный период до 35 - 40 часов, а срок годности печенья увеличился до 6 месяцев. Увеличение индукционного периода обеспечивает отсутствие постороннего запаха и вкуса при хранении печенья.

Органолептические исследования сахарного печенья, полученного по усовершенствованной технологии в процессе хранения, подтвердили полученные результаты.

В качестве антиокислителей могут использоваться некоторые виды сырья с антиокислительными свойствами.

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.

Не всегда существует необходимость добавления антиокислительных добавок в кондитерские изделия. Так жиры со значениями индукционного периода более 20 часов, перекисного числа, не превышающего 1 ММоль акт. кисл./кг, массовой долей твердого жира при температуре 35 ºС не более 5 % могут быть рекомендованы в производстве различных кондитерских

изделий.

По величине индукционного периода жировой фракции можно ориентировочно оценить длительность хранения сырья до момента исследования.

В результате комплексного подхода к оценке направления и скорости процессов, протекающих в сырье, полуфабрикатах и готовых изделиях, разработан комплекс мероприятий для повышения сохранности кондитерских изделий.

Список литературы

1. Кондратьев Н.Б. Разработка способов прогнозирования качества кондитерских изделий с низкой влажностью по показателям окислительной порчи жиров: Автореф. дис. … канд.техн. наук. - М., 2002. - 25 с.

2. Кондратьев Н.Б., Савенкова Т.В., Радецкий Д.Р., Гаврилов А.Б. Дигидрокверцетин в производстве кондитерских изделий // Кондитерское производство. – 2007. – № 5. – С. 8–9.

3. Кондратьев Н.Б. Влияние окислительной стабильности жира на сроки годности печенья // Кондитерское производство. – 2012. – № 2. – С. 26–28.

4. Жировые продукты для мучных кондитерских изделий / Т.В. Савенкова, М.А. Талейсник, Н.Б. Кондратьев / Сб. материалов. Пищевые ингредиенты в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. - М.: ДеЛи плюс, 2013. – 527 с.

УДК 338.439.4, 664.66.

А.П. Косован, *д.э.н. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»*

ИННОВАЦИИ В ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ОТРАСЛИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В статье рассмотрены основные проблемы инновационного развития хлебопекарной промышленности. Представлены предложения по улучшению ассортимента хлебопекарных предприятий на основе разработанных институтом новых специализированных хлебобулочных изделий.

Ключевые слова: хлебопекарная отрасль, хлебобулочные изделия, инновации, здоровое питание, ассортимент.

A.P. Kosovan, *Doctor on economic sciencies Federal State Scientific Institution "Research Institute of the baking industry"*

INNOVATIONS ON BREAD INDUSTRY AS A FACTOR OF BAKERIES COMPETITIVENESS IMPROVEMENT

The article discusses main problems of bread industry innovative development. The proposals on bakeries assortment policy improvement based on the Institute researches in field of new baking special goods are provided.

Keywords: bread industry, baking goods, innovations, healthy nutrition, assortment.

Изучение конкурентного потенциала отечественного хлебопечения показало, что продолжающаяся практика инерционного развития отрасли может иметь серьезные негативные

последствия. Приведенные в таблице 1 показатели подтверждают необходимость ускорения технического обновления хлебопекарных предприятий, оснащенных в значительной степени устаревшим оборудованием. Уровень его износа уже превышает 55%, а на некоторых предприятиях достигает 80%. Производство хлеба во все больших объемах осуществляется на зарубежной технике. Поэтому не удивительно, что степень технологической уязвимости российского хлебопечения серьезно возросла.

Таблица 1. Основные средства в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий недлительного хранения

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Основные средства на конец года, остаточная стоимость, всего, млн. руб.	27204	29187	31356	32793	33492	34402
в т.ч. машины и оборудование	13484	13886	15847	15306	15759	16492
Коэффициент износа основных средств, всего, %	40,4	42,7	42,6	45,6	47,5	48,6
в т.ч. машин и оборудования	48,3	51,9	50	55,2	55,2	57,8
Стоимость полностью изношенных основных средств, млн. руб.	4241	4605	4765	5806	7647	9675

Необходимо отметить, что объем инвестиционных ресурсов хлебопекарных предприятий критически мал. Основным источником инвестиций по-прежнему является начисленная амортизация, что не позволяет обеспечить даже простого воспроизводства основных средств (таблица 2). Данные за 2014 г. пока отсутствуют, но мы не ожидаем существенного улучшения ситуации.

Таблица 2. Объемы и источники инвестиций

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Объем инвестиций всего, млн. руб.	10350	10200	11528	11628	9950	13717
в том числе в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий недлительного хранения						
Объем инвестиций, млн. руб.	8226	6155	6222	6658,5	6240	7690
Начисленная амортизация, млн. руб.	3536	4576	4238	5201	5120	5106
Доля амортизации, %	42,99	74,35	68,11	78,11	82,52	69,4

Уровень рентабельности ниже среднего по экономике и ниже ставки рефинансирования и темпа инфляции. В этих условиях доступ к кредитам на инвестиционные цели ограничен. Крайне низкая восприимчивость к инновациям в отрасли приняла системный характер.

В развитых странах инновационная деятельность хлебопекарных предприятий ориентирована преимущественно на опережающий рост выпуска хлебобулочных изделий с высоким уровнем добавленной стоимости, прежде всего лечебного, профилактического и функционального назначения.

При потребности 1,2 – 1,5 млн. тонн в год вырабатывается около 100 тыс. тонн хлебобулочных изделий. В последние три года эти объемы остаются неизменными.

В структуре ассортимента продолжают преобладать массовые сорта хлебобулочных изделий с низкой добавленной стоимостью. Учитывая закономерности развития рынка и демографическую структуру населения страны, эта продукция, к сожалению, не имеет перспектив роста.

Сложившаяся ситуация по всей совокупности проблем требует тщательного анализа.

Институт разработал план будущих преобразований. Он был применен при подготовке отраслевой целевой программы развития хлебопекарной промышленности РФ на 2014-2016 годы, утвержденной приказом Министра сельского хозяйства РФ в марте 2014 года.

Учитывая, что ключевым целевым индикатором Программы является увеличение выпуска хлебобулочных изделий для здорового питания, учеными института выполнены научные разработки по созданию ассортимента и технологий продукции для детерминированных групп населения: больных сахарным диабетом второго типа, хронической болезнью почек, сердечно-сосудистыми заболеваниями, фенилкетонурией и целиакией, людей пожилого и старческого возраста, детского питания.

Важной социальной проблемой современной России было и остается питание детей дошкольного и школьного возраста.

В институте сформировано новое научное направление, ориентированное на использование в производстве хлеба овощ-

ных и фруктовых порошков. Такая комбинаторика не только обогащает хлеб витаминами и увеличивает микронутриентную плотность рациона, но и придает хлебу тонкий аромат фруктов или овощей.

Это может быть очень привлекательным для детей, в том числе для перекуса на школьных переменах и улучшения эмоционального состояния ребенка. Особая ценность заключается в том, что в отличие от известных технологий, наши технологии получения фруктовых и овощных порошков обеспечивают практически полную сохранность исходной пищевой ценности сырья.

В институте создано специальное подразделение – отдел инноваций и систем управления качеством. Его организация позволит расширить комплекс работ, направленных на внедрение разработанных институтом инновационных технологий, а также будет способствовать оказанию методической помощи по внедрению системы менеджмента качества на предприятиях.

Внедрение системы менеджмента качества позволит улучшить в целом эффективность управления производством, повысить качество и безопасность вырабатываемой продукции, поднять уровень конкурентоспособности хлебопекарных предприятий.

Для нас интересен опыт ведущих индустриально развитых стран, где в последнее время активно формируется новая научно-техническая политика, включающая согласованный комплекс действий со стороны государства, частного бизнеса, науки и образования по совершенствованию механизма взаимодействия и ускорению темпов разработки и распространения новейших результатов как основы экономической и национальной безопасности.

Такое сопряжение отраслевой науки и бизнеса – реальный путь развития рыночного пространства и усиления конкурентного потенциала хлебозаводов.

УДК 621.77.016.2:669.14–413:629.113

С.В. Лопаткина *ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

ОБЗОР ИННОВАЦИОННЫХ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В КАБЕЛЬНО-ПРОВОДНИКОВОЙ ОТРАСЛИ

В статье представлен обзор отечественных и зарубежных инновационных нанотехнологий в кабельно-проводниковой отрасли.

Ключевые слова: наноструктурные проводники, суперпровода, композиционный провод, углеродные нанотрубки, коаксиальный нанокабель, самовосстанавливающиеся провода, углеродные нано-шары.

S.V. Lopatkina *Federal State Institution Scientifik Research Institute for storing Rosrezerva*

OVERVIEW OF NANOTECHNOLOGY INNOVATION IN THE INDUSTRY OF CABLES AND WIRES

The article presents an overview of domestic and foreign innovation in the nanotechnology sector of cables and wires.

Keywords: nanostructured conductors, super conductors, composite wire, carbon nanotubes, coaxial nanocables, self-healing wire, carbon nano-balls.

Нанотехнологии, наноматериалы, нанопродукты – всё это новые направления развития отраслей экономики. Десять лет назад говорили об инновациях в области строительства, медицины, нефтехимии и т.д. Сверхпрочные строительные материалы, новейшие способы доставки лекарств в организме, покрытия на материалах, не заметные глазу, но позволяющие хранить

продукт в упаковке долгое время – все это результаты работы в области нанотехнологий [1].

ООО «НПП «НАНОЭЛЕКТРО» — проектная компания РОСНАНО и ОАО «ВНИИНМ им. А.А. Бочвара» — запустила производство наноструктурных проводников — принципиально новых композиционных электротехнических изделий, совмещающих в себе высокую проводимость и прочность. Общий объем инвестиций в проект составит более миллиарда рублей.

К классу суперпроводов относят провода, прочность которых сравнима с прочностью стали и превышает 500 МПа, а электропроводность составляет от 40 до 80% от величины электропроводности чистой меди. Целевым сегментом рынка для проекта являются провода для специальных применений с повышенными требованиями к сочетанию этих двух параметров. Высокая прочность проводов, выпускаемых проектной компаний, обусловлена наличием в их структуре ниобиевых проволок толщиной 6-10 нанометров, а проводимость — высоким содержанием меди. Продукция проекта может быть использована в мощных импульсных магнитах для научного и промышленного применения, в контактных проводах для высокоскоростного железнодорожного транспорта. Наноструктурные проводники также требуются для создания электронных и электротехнических устройств, работающих в предельно тяжелых условиях аэрокосмической отрасли и атомной энергетике [1].

Технологии проектной компании позволяют получать провода крупного сечения длиной до нескольких километров при прочности в два раза большей существующих аналогов из традиционных электротехнических сплавов без снижения электропроводности, что в частности, позволяет использовать их для нужд железнодорожного транспорта – отрасли, предъявляющей особые требования к прочности, долговечности и безопасности. Аналогичные наноструктурные проводники малого диаметра (от 0,5 до 0,03 мм) могут быть получены длиной несколько де-

сятков километров.

Существует технология, позволяющая изготавливать длинномерные провода на основе меди и ниобия как малого так и большого сечения, что не имеет аналогов не только в России, но и за рубежом. Данный проект по производству нового класса электротехнических проводов является очередным результатом сотрудничества «ТВЭЛ» и РОСНАНО в сфере высокотехнологичного производства [1].

Технология последовательной сборки биметаллических составных заготовок с их последующим деформированием позволяет внедрять в медную матрицу обычного провода ленточные ниобиевые волокна толщиной 6-10 нанометров. В получаемом композиционном проводе сечением 2х3 мм присутствует до 400 миллионов таких волокон, и именно они обеспечивают ему высокую механическую прочность.

В рамках настоящего проекта в будущем планируется организация промышленного производства следующих основных типов продукции, для которых на рынке прогнозируется наибольший спрос:

обмоточные провода прямоугольного сечения для высокопольных импульсных магнитов и магнитоимпульсной штамповки;

композиционные контактные провода для высокоскоростного железнодорожного транспорта;

провода и кабели повышенной надежности для авиационной и космической техники;

особо прочные микропровода для электроники, мини электродвигателей, специальных особо гибких кабелей.

Исследователи из университета Райс продемонстрировали эффективность использования проводов, сплетенных из углеродных нанотрубок. Такие провода имеют более низкое электрическое сопротивление, нежели обычные медные провода, что обуславливает существенное снижение потерь при передаче

электрической энергии. У углеродных нанотрубок имеется высокая электрическая проводимость, которая намного превосходит аналогичный показатель даже у самых лучших в этом деле металлов [1].

Исследователи из университета Райс также создали самый маленький в истории коаксиальный кабель, диаметр которого не превышает 100 нанометров. При таких маленьких габаритах этот нанокабель обладает в несколько раз большей электрической емкостью, чем все типы микроконденсаторов, созданные кем-нибудь ранее.

Этот нанокабель, изготовленный с помощью технологий, которые вошли в применение вместе с началом исследований в области графенена, может быть использован для создания малогабаритных систем аккумулирования энергии следующего поколения, тех систем, в которых так сильно нуждаются современные гибридные и электрические автомобили.

Помимо использования в области аккумулирования энергии, коаксиальный нанокабель может так же использоваться и для того, для чего используются обычные коаксиальные кабеля - для передачи высокочастотных электрических сигналов, но на наноуровне.

Внешне крошечный коаксиальный нанокабель подобен тем кабелям, которые приводят сигналы кабельного телевидения в миллионы домов и офисов. Сердцевина кабеля - проводник из твердой меди, который покрыт тонким изолирующим слоем из оксида меди. Окружает эту многослойную структуру третий слой, так же токопроводящий. В телевизионных кабелях обычно это сетка из сплетенных медных проводков, но в нанокабеле - это тонкий слой углерода, толщиной всего в несколько атомов[1].

Учёные из Университета штата Северная Каролина разработали эластичные, самовосстанавливающиеся провода, в которых сердечник из жидкого металла и полимерная оболоч-

ка восстанавливаются на молекулярном уровне после разрыва. Благодаря использованию жидкого металла эти провода обладают превосходными электропроводящими свойствами. А поскольку провода также эластичны и способны «самоизлечиваться», они потенциально перспективны для применения в таких областях, которые подвержены различным неблагоприятным воздействиям [1].

Вначале были созданы крошечные туннели, называемые микрофлуидальными каналами, в серийно выпускаемом и доступном для приобретения самовосстанавливающемся полимере, используя конструкцию одножильного провода. Заполнив эти каналы жидкометаллическим сплавом из индия и галлия, они смогли создать жидкометаллический провод в эластичной оболочке. Так как проводник жидкий, его можно растягивать вдоль полимерной оболочки. Когда происходит надрез или разрыв провода, жидкий металл окисляется, образуя «кожу», которая предотвращает вытекание металла из оболочки. Если разорванные края провода соединить, жидкий металл восстанавливает соединение, а оболочка восстанавливает свои молекулярные связи.

Технология может быть использована для создания сложных, трёхмерных структур с соединительными микроканалами, заполненными жидким металлом, путём разрезания полимерной оболочки на секции и повторного соединения этих секций под различными углами с каналами, которые по-прежнему находятся на исходном проводе.

Нанотехнологии различного рода уже начинают использоваться в практическом плане в области производства экологически чистой энергии и в областях технологий аккумулирования энергии. Но, согласно работе исследователей из Технологического университета Чалмерса, нанотехнологии могут найти применение и в области передачи электрической энергии. Ученые выяснили и продемонстрировали, что добавка углеродных

нано-шаров (бакиболлов, фуллерена С60) в пластмассу изоляции высоковольтных силовых электрических кабелей позволяет увеличить рабочее напряжение этих кабелей на 26 процентов, пропорционально снижая уровень потерь энергии.

Наилучшие результаты показывает изоляция, в которую добавлено небольшое количество фуллерена, материала, состоящего из шарообразных молекул, в которых насчитывается по 60 атомов углерода [1].

Такая добавка увеличивает напряжение пробоя изоляции на 26 процентов, что значительно больше увеличения напряжения при использовании добавок других типов. Ученые объясняют такое повышение рабочего напряжения изоляции тем, что молекулы фуллерена эффективно захватывают свободные электроны, которые в обратном случае разрушили бы длинные полимерные молекулы, из которых состоит пластик.

Список литературы

1. www.ruscable.ru

УДК 004.7

С.В. Лопаткина *ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

ИННОВАЦИИ ДЛЯ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

В статье представлены отечественные и зарубежные инновационные разработки в области оптической связи.

Ключевые слова: оптоволокно, скорость и дальность передачи данных, каналы, полоса пропускания, изгиб, сердечник, микрокабель, коэффициент затухания.

S.V. Lopatkina *Federal State Institution Scientifik Research Institute for storing Rosrezerva*

INNOVATIVE TECHNOLOGY OF OPTICAL COMMUNICATION

The article presents the domestic and foreign innovation in the field of optical communications.

Keywords: fiber, speed and distance of data transmission channels, bandwidth, bending core microcable, the damping coefficient.

Учёными исследовательского подразделения компании Alcatel-Lucent был разработан ряд инновационных оптических технологий. В инновационных оптических разработках нового поколения использованы методы модуляции более высокого уровня и когерентного распознавания, мультиплексирования с электронным разделением каналов, а также повышения спектральной эффективности, что позволяет резко увеличить битовую скорость и дальность передачи данных.

Эти инновации являются важными шагами, направленными на развитие оптической связи в среднесрочной и долгосроч-

ной перспективе. Они повышают скорость передачи, что крайне необходимо для удовлетворения непрерывно растущего спроса на полосу пропускания. В представленной системе была использована технология оптического ортогонального разделения сигналов по частоте (orthogonal frequency-division multiplexing, OFDM), дополненная 32-уровневой квадратурной амплитудной модуляцией (32-QAM) каждой из двух поляризационных составляющих оптических поднесущих (Polarization Division Multiplexing, PDM) и использованием единой схемы когерентного приема для сигнала 606 Гбит/с. Исследователями Bell Labs было изобретено мультиплексирование DWDM и оптоволокно с нулевой дисперсией [1].

Всероссийский научно-исследовательский проектно-конструкторский и технологический институт кабельной промышленности (ВНИИКП) разрабатывает инновационные оптические кабели для подземной, воздушной, подводной прокладок, а также внутри помещений и стационарных объектов. В настоящее время завершены инновационные разработки в области оптических кабелей следующих видов [2]:

- оптические кабели с продольной и радиальной герметизацией для эксплуатации в оптических линиях связи в условиях фиксированного монтажа внутри и вне объекта при температурах от минус 40 до 55°С и воздействия гидростатического давления до 10 МПа;

- оптические судовые кабели с высокой стойкостью к механическим нагрузкам для стационарной внутри- и внеобъектовой прокладки в составе оптической линии связи, а также оптические судовые монтажные кабели с небольшими габаритами и массой для стационарной прокладки;

- оптические полевые кабели связи с многомодульным оптическим сердечником повивного типа и с одномодульным оптическим сердечником для эксплуатации на поверхности грунта, в грунте, в воде (при прокладке через водные преграды) и

при подвеске на местных предметах в составе внутриузловых и линий дальней связи в диапазоне температур от минус 60 до 80°С;

- оптический кабель-трос с высокой стойкостью к механическим продольным и поперечным нагрузкам с броней из стальных нержавеющих проволок для дистанционного управления в условиях высокоскоростной размотки, в том числе в условиях повышенного гидростатического давления;

- оптический микрокабель для систем связи и управления, предназначенный для работы в условиях высокоскоростной размотки, в том числе при повышенном гидростатическом давлении;

- оптический микрокабель малых геометрических размеров и с малым весом для специального назначения, для линий связи, управления и наведения, межблочного монтажа в условиях повышенной влажности;

- оптический кабель-шнур с высокой гибкостью и устойчивостью к многочисленным операциям разматывания и сматывания и возможностью эксплуатации при значительных изменениях температуры для коммутационных шнуров на телекоммуникационных станциях и вычислительных комплексах, а также подвижных устройств робототехники и пр;

- комплект установок для динамического контрольного растяжения полной длины оптического волокна в процессе перемотки под заданной нагрузкой;

- экспериментальные образцы оптических кабелей, стойких к воздействию морской воды и повышенного гидростатического давления до 100 атм, диаметром 0,9 мм, с разрывной прочностью 17 кг, одной строительной длиной 47,2 км, с затуханием менее 0,22 дБ/км на длине волны 1,55 мкм и менее 0,4 дБ/км на длине волны 1,33 мкм;

- образцы одномодовых оптических разветвителей и соединителей: герметичного, герметичного проходного и соедини-

теля с вращающейся контактной частью, который обеспечивает оптическую связь при взаимном вращении торцов оптических волокон при скорости 30 рад/с;

- оптический кабель комбинированный подводный негрузонесущий специального назначения марки ОКЦНкп-01-12Г1-2,0-4, предназначенный для эксплуатации на подвижных надводных объектах морской техники, а также используемый в качестве пассивного компонента в волоконно-оптических системах передачи;

- оптический кабель специального назначения в виде модульной трубки из стеклопластика.

ЗАО «ОФС Связьстрой-1 ВОКК» – первая компания в России среди производителей волоконно-оптического кабеля, которая предложила на рынок кабель для прокладки в грунт, зараженный грызунами. В оболочку включены специальные добавки длительного действия (до 25 лет), предназначенные для применения в кабельной промышленности, которые не влияют на окружающую среду и на качество оболочки кабеля. Добавки представляют собой безопасную инертную композицию, вызывающую реакцию отвращения у животных.

В августе 2014 г. ЗАО «ОФС Связьстрой-1 ВОКК» приступило к производству оптических кабелей с «универсальным» всеволновым волокном AllWave One ZPT с улучшенными характеристиками оптических потерь и стойкостью к изгибу.

AllWave One ZPT – новейшее оптическое волокно, отвечающее требованиям рекомендаций Международного союза электросвязи G.652. D и G.657. A1 и намного превышающее эти требования.

Отличительной особенностью нового волокна является уменьшенный до 0,18 дБ/км коэффициент затухания и значительно меньший прирост затухания при изгибах в сравнении с типичным стандартным оптическим волокном. Это придает оптическим кабелям связи свойство «универсальности», т.е.

позволяет применять однотипные волокна на большинстве сегментов сети волоконно-оптической линии связи, начиная от ёмких высокоскоростных магистральных линий и заканчивая участками местной сети FTTx, PON и им подобных[3].

Список литературы

1. http://rostech.info.
2. http://www.vniikp.ru.
3. www.ruscable.ru.

УДК 614.841.345.6;678.699.81

С.В. Лопаткина *ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ

В статье представлены инновационные материалы и технологии, актуальные для решения вопросов пожаробезопасности.

Ключевые слова: инновация, антипирены, пенополиуретан, полимеры, кабели, пожаробезопасность, огнестойкость, дымоподавление, коррозия.

S.V. Lopatkina *Federal State Institution Scientifik Research Institute for storing Rosrezerva*

INNOVATIVE MATERIALS AND TECHNOLOGY TO ENSURE FIRE SAFETY

The article presents innovative materials and technologies that are relevant to address fire safety.

Keywords: innovation, flame retardants, polyurethane polymers, cables, fire safety, fire resistance, noise reduction, corrosion.

Одним из видов инновационных антипиренов - компонентов, добавляемых в материалы с целью обеспечения огнезащиты, являются антипирены для жёстких пенополиуретанов, позволяющие достичь высокого уровня пожаробезопасности.

SaFRon®6605 (серия SaFRon®6600) - антипирен для жёстких пенополиуретанов позволяет достичь высокого уровня пожаробезопасности. Используется при производстве напылен-

ных пен, изоляционных панелей, кровли и ламинатов.

FR-513 (серия FR) - реакционноспособный антипирен с содержанием алифатического брома 73%. Высокое содержание брома и совместимость с пенополиуретаном позволяют достигать высоких стандартов по огнестойкости в жёстких и эластичных пенах.

Fyrol® 6 (серия Fyrol®) - реакционноспособный антипирен, который встраивается в структуру полиуретана. Используется в жёстких полиуретанах для утепления крыш и теплоизоляции промышленных холодильников. Может использоваться как вспомогательный склеивающий агент при огневом ламинировании тканей на мягкие полиуретаны.

Fyrol A710 - антипирен на основе эфиров фосфорной кислоты (безгалогеновый эфир фосфорной кислоты), используется в производстве мягких полиуретановых пенах для автомобильной и мебельной промышленности. Обладает низкой эмиссией летучих продуктов и прекрасной гидролитической стабильностью.

Наноструктурированный магний гидроксид - эффективный антипирен для полимеров. Уникальная структура пластинчатых частиц магния гидроксида, регулируемая дисперсность и удельная поверхность, а также возможность осуществления различных вариантов модифицирования позволяют достичь существенного улучшения характеристик полимерных композиций, как с точки зрения горючести, так и с точки зрения физико-механических свойств и технологичности переработки.

Высокочистый магний гидроксид, синтезированный по уникальной запатентованной технологии, применяется в качестве высокотермостабильного безгалогенного огнестойкого наполнителя и дымоподавляющей добавки при производстве полимерных изделий [1].

Применяется магний гидроксид в производстве полимерных изделий, в том числе как:

- безгалогенный эффективный антипирен;
- подавитель дыма;
- средство для снижения токсичности и агрессивности продуктов горения;
- средство для повышения морозостойкости олиолефиновых композиций;
- средство повышения производительности оборудования;
- способ получения композиций белого цвета без дополнительных красителей;
- способ сохранения возможности вторичной переработки.

Сферой применения данного инновационного вида материала является производство практически всех типов пластиков и наполненных (со)полимерных композиций на основе ПВХ, ПА, ПС, ПП, ПЭ, ПЭТФ, ЭВА и т.д.

Указанный выше антипирен используется в кабельно-проводниковой отрасли для производства следующей продукции:

- проводки в телекоммуникациях;
- силовых кабелей;
- автомобильной проводки;
- проводки с низким выделением дыма.

В строительной отрасли с использованием этого антипирена производят такие виды продукции как:

- напольные покрытия;
- профили на основе ПП;
- листы, плёнки на основе ПЭ;
- панели на основе ПЭВП;
- лакокрасочные материалы, герметики.

В электронике и в производстве электрических приборов (реле, переключателей, корпусов, производстве электрооборудования, изоляции и соединительных частей) находит применение магний гидроксид.

Продукция и материалы бытового назначения (искусственные кожи, пластиковая мебель, детские игрушки) также

изготавливаются с помощью данного вида инновационного антипирена.

Одним из видов инновационных технологий, актуальных для решения вопроса пожаробезопасности, в том числе, в период длительного хранения материальных ценностей, является кабельная проходка “ОГНЕЗА-ПМ-К”, изображённая ниже на рисунке.

Рис. Кабельная проходка «ОГНЕЗА-ПМ-К»

Используется проходка для блокирования распространения пожара вдоль кабельных коммуникаций через стены и перекрытия с нормируемыми пределами огнестойкости [2].

Преимуществом данного вида технологии для обеспечения пожаробезопасности является высокий предел огнестойкости. Корпус муфты – разъемный, снабжен замком - стяжкой, что позволяет использовать на уже проложенных кабельных линиях

и упрощает монтаж и демонтаж проходки. Все металлические части окрашены порошковой краской, что надежно защищает проходку от коррозии. Начало срабатывания огнезащитного вкладыша - на 15 секунде, при температуре 120 C^0. Срок эксплуатации универсальной кабельной проходки 30 лет при температуре от -50 до +80 C^0.

Список литературы

1. www.kaustik.ru
2. www.ruscable.ru

УДК 620.22−026.61

С.В. Лопаткина *ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

ИННОВАЦИОННЫЙ НАНОСТРУКТУРНЫЙ ПРОВОД

В статье представлен инновационный вид провода – наноструктурный ферромагнитный микропровод, а также разработанные на его основе средства снижения заметности. Рассмотрены различные способы применения данной нанотехнологии на практике.

Ключевые слова: наноматериалы, микропровод, радиопоглощающий материал, экран, нити, ткани, безопасность, электромагнитные поля.

S.V. Lopatkina *Federal State Institution Scientifik Research Institute for storing Rosrezerva*

INNOVATIONS IN THE TECHNOLOGY OF WIRE PRODUCTS

The article presents an innovative wire - nanostructured ferromagnetic microwire and developed on its basis a means of reducing the visibility. Various methods of application of the nanotechnologies in practice.

Keywords: nanomaterials, microwire, radar absorbing material, screen, yarn, fabric, safety, electromagnetic fields.

В настоящее время уделяется особое внимание разработке, изготовлению и использованию различных наноструктурных материалов.

Наноматериалы – перспективная основа для поглотителей электромагнитных волн.

Наноструктурный ферромагнитный микропровод представляет собой тонкий металлический сердечник в стеклянной изоляции. Метод получения (плавка с помощью индуктора во взвешенном поле) обеспечивает сверхбыстрое охлаждение металла со скоростью более миллиона градусов в секунду. Благодаря этому, а также наличию стеклянной изоляции, наноструктурный ферромагнитный микропровод обладает уникальным сочетанием радиофизических параметров.

Наноструктурный ферромагнитный микропровод в стеклянной изоляции оказался единственным магнитным материалом, обладающим следующим сочетанием свойств:

- наличие магнитных потерь мощности падающей электромагнитной волны в диапазоне сверхвысоких частот (диапазон работы радаров);
- возможность простыми технологическими приёмами изменять радиофизические характеристики микропровода;
- возможность получать непрерывные, до нескольких километров, отрезки микропровода, обладающего заранее заданными характеристиками;
- химическая инертность изоляции;
- крайне выигрышные массо-габаритные характеристики: масса 1 километра менее одного грамма.

Всё это делает наноструктурный ферромагнитный микропровод весьма привлекательным объектом для создания на его основе тканых поглотителей электромагнитных волн различного назначения. Для таких поглотителей применяется наноструктурный ферромагнитный микропровод, в котором внутренняя металлическая жила имеет сложный многокомпонентный химический состав на основе сочетания металлов и металлоидов. Диаметр металлической жилы варьируется в диапазоне 5-20 микрон в зависимости от необходимых радиофизических параметров. Микропровод наматывается на металлическую или пластиковую катушку, на которой, в зависимости от марки, мо-

жет быть от одного до пяти-семи километров наноструктурного ферромагнитного микропровода.

Для придания механической прочности при сохранении негорючести наноструктурный ферромагнитный микропровод дублируется со стеклянной нитью, в результате чего получается комплексная электропроводящая нить, которая может быть переработана на ткацком оборудовании при изготовлении поглотителей электромагнитных волн.

ОАО «Центральное конструкторское бюро специальных радиоматериалов» разработало сверхширокодиапазонный радиопоглощающий маскировочный материал на основе наноструктурного ферромагнитного микропровода в стеклянной изоляции. Основным радиопоглощающим элементом в нём является наноструктурный ферромагнитный микропровод.

Поглотитель электромагнитных волн на основе наноструктурного ферромагнитного микропровода, разработанный и выпускаемый в интересах Министерства обороны РФ, обладает коэффициентом обратного отражения падающей от радара электромагнитной волны менее 0,5% в диапазоне длин волн от 0,2 до 15 см. Это означает значительное снижение вероятности обнаружения военной техники [1].

Впервые маскировочный радиопоглощающий материал на основе наноструктурного ферромагнитного микропровода был применён в изготовлении маскировочного радиопоглощающего комплекта. Защитно-маскировочный экран на базе наноструктурного ферромагнитного микропровода применяется для скрытия от средств разведки противника и защиты военной техники от современных средств поражения, в том числе высокоточного оружия. Конструкция экрана позволяет снизить вероятность поражения военной техники, а также важных стратегических объектов военного и гражданского назначения (пункты управления, базы ВМФ, ВВС, склады вооружений, атомные электростанции и др.). Уникальность технического решения за-

щитно-маскировочного экрана обеспечивает возможность создания укрытий различной формы и размера.

Была проведена замена электропроводящей нити с сажевым покрытием, применяемой в материале маскировочного комплекта, на комплексную нить, содержащую наноструктурный ферромагнитный микропровод. Замена нити позволила существенно снизить вес маскировочного комплекта и затраты на его изготовление.

Самое перспективное направление в разработке средств снижения заметности предполагает разработку новых конструкционных радиопоглощающих материалов и создание управляемых покрытий. Поэтому основными задачами являются создание покрытий с заданными спектральными и поляризационными характеристиками. Такие покрытия должны работать в широком диапазоне температур, механических нагрузок, иметь малые удельные веса и удовлетворять ряду других конструктивных и технологических требований. Результатом исследований в данном направлении, стало использование наноструктурного ферромагнитного микропровода в стеклянной изоляции в конструкционных радиопоглощающих материалах – специальных стеклопластиках, содержащих нити с наноструктурным ферромагнитным микропроводом. Такие материалы могут применяться для снижения заметности различных, в том числе и летательных, объектов в радиолокационном диапазоне.

В настоящее время разработаны новые плёночные и тканые поглотители, получаемые методом магнетронного напыления. Метод позволяет получать тонкие, до 5 нанометров, слои металлов и сплавов. Была разработана радиотехническая конструкция поглотителя, позволяющая эффективно поглощать или рассеивать падающую электромагнитную волну.

Благодаря этой инновационной нанотехнологии решается проблема медико-биологической электромагнитной безопасности. Так разработана технология изготовления экологически

чистых экранирующих тканей для обеспечения медико-биологической защиты персонала и населения, работающего и проживающего в условиях вредного воздействия электромагнитных полей различной частоты и интенсивности, а также для решения задач защиты информации. Такие ткани могут быть изготовлены как на базе комплексных нитей с наноструктурным ферромагнитным микропроводом, так и с напылёнными металлическими слоями нанометровой толщины. Они могут применяться для пошива спецодежды, защитных штор, жалюзи и других швейных изделий, предназначенных для локализации повышенного уровня излучений в помещениях, перенасыщенных электронными приборами (лаборатории СВЧ-техники, диагностические и физиотерапевтические медицинские центры, компьютерные классы и т.д.).

Разработки средств снижения заметности на основе наноструктурного ферромагнитного микропровода награждены памятным знаком заместителя Министра обороны РФ «За заслуги в области развития и внедрения инновационных технологий» [2].

Список литературы

1. Хандогина Е.Н., Владимиров Д.Н., Устименко Л.Г. Инновационные наноматериалы для маскировки военной техники / Радиоэлектронная борьба в Вооружённых силах РФ – 2014. – ч.2 – С.168.

2. www.ruscable.ru.

УДК 664.665

Е.В. Невская, *к.т.н.,* ***М.Н. Костюченко,*** *к.т.н.,* ***Л.А. Шлеленко,*** *к.т.н.,* ***О.Е. Тюрина,*** *к.т.н.,* ***С.О. Смирнов,*** *к.т.н. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», г. Москва*

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ХРАНИМОСПОСОБНОСТИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В НИИ хлебопекарной промышленности разработаны специальные технологии и новые виды изделий для различных групп населения повышенной пищевой ценности с удлиненными сроками годности. Разработанные технологии предусматривают определенные способы приготовления теста, использование комплексных улучшителей, а также проведение ряда мероприятий на стадии охлаждения и упаковывания продукции.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, срок годности, пищевая и биологическая ценность, микробиологическая безопасность.

E.V. Nevskaya, *Ph.D.,* ***M.N. Kostyuchenko,*** *Ph.D.,* ***L.A. Shlelenko,*** *Ph.D.,* ***O.E. Tyurina,*** *Ph.D.,* ***S.O. Smirnov,*** *Ph.D. Federal State Scientific Institution "Research Institute of the baking industry", Moscow*

METHOD OF INCREASING THE SHELF LIFE OF BAKERY PRODUCTS

The Research Institute of the baking industry has developed special technologies and new types of products for different population groups increased nutritional value with extended shelf-life. The developed technologies provide certain methods

of preparing the dough, use improvers, as well as a number of activities at the stage of cooling and packaging products.

Keywords: bakery products, shelf life, food and biological value, microbiological safety.

Известно, что хлеб не является продуктом длительного хранения и употребляется в пищу обычно в течение 1-2 дней после покупки. Непродолжительные сроки годности хлебобулочных изделий обусловлены ухудшением, в процессе хранения, органолептических показателей, черствением и микробиологической порчей вследствие развития внутри и на поверхности различного вида микроорганизмов.

В условиях рыночной экономики и соответственно усиленной конкурентной борьбы повысились требования к качеству продукции, одним из направлений обеспечения которого является производство хлебобулочных изделий с удлиненными сроками годности. Кроме этого, в условиях кризисных и аварийных ситуаций, а также техногенных и экологических катастроф, участившихся в последние годы, необходимости обеспечения хлебом населения зон экологического неблагополучия, отдаленных регионов с суровыми климатическими условиями, увеличение хранимоспособности хлебобулочных изделий приобретает особую значимость.

Маркетинговые исследования рынка хлебобулочных изделий в России выявили потребность в выработке продукции с удлиненными сроками годности, причем для разных категорий потребителей эти сроки отличаются.

Конкретная оценка интересов потребителей определила несколько групп таких изделий со сроком годности – 2-3 дня, 5-20 суток, 1-3 мес. и до 12 мес.

Для каждой из этих групп в НИИ хлебопекарной промышленности разработаны специальные технологии и новые виды изделий, которые предусматривают определенные способы

приготовления теста, использование комплексных улучшителей, а также проведение ряда мероприятий на стадии охлаждения и упаковывания продукции.

Весь ассортимент хлебобулочных изделий со сроком годности 2-3 суток производится по ГОСТ Р «Изделия хлебобулочные в упаковке» или соответствующим ТУ.

Для увеличения срока годности до 20 суток в состав рецептуры, как правило, включают комплексный улучшитель для сохранения свежести, а также добавки, тормозящие развитие картофельной болезни хлеба и замедляющие плесневение.

При создании рецептур со сроком хранения до 3 мес. используются те же принципы их составления, но ужесточаются условия упаковки и повышаются требования к свойствам упаковочного материала. Установлено, что наиболее приемлемым упаковочным материалом является полипропиленовая двуосноориентированная плёнка толщиной 40-50 мкм.

Для защиты упакованного хлеба от плесневения в течение длительного времени разработаны технологии с одноступенчатой или двухступенчатой тепловой обработкой. В частности, при выработке хлебобулочных изделий для космонавтов используется двухступенчатая тепловая обработка упакованного хлеба при температуре 100 Срок годности продукции после такой обработки составляет 15 месяцев.

Вместе с тем не потеряла актуальность химическая стерилизация изделий за счёт применения спирта этилового для поверхностной обработки изделий, тем более что такая стерилизация менее затратная по сравнению с тепловой.

Для сохранения потребительской свежести хлеба и маскировки его черствения в рецептуры включают белоксодержащее сырьё (молочные продукты, соевые концентраты и изоляты, соевую муку, сухую клейковину), жировые продукты, сахаросодержащие продукты (патоку, гидролизованный крахмал, лактозу и др.), различные поверхностно-активные вещества, заварки,

пектин и другие компоненты.

В НИИ хлебопекарной промышленности в течение многих лет ведутся работы по поиску высокоэффективных способов повышения микробиологической безопасности хлебобулочных изделий и, следовательно, продления сроков их годности.

Микробиологическая порча хлеба, обусловлена контаминацией сырья в основном, споровыми бактериями, вызывающими развитие картофельной болезни хлеба, а также его плесневением в результате развития плесневых грибов, попавших на поверхность изделия после выпечки.

Для усиления микробиологического контроля, как важной составляющей обеспечения качества и гигиенической безопасности готовой продукции, в нашем институте разработаны экспресс-методы определения зараженности муки возбудителем картофельной болезни. К ним относятся:

- люминесцентный;
- по кинематической вязкости водной суспензии муки;
- по содержанию водорастворимых веществ в мякише хлеба и в муке.

Данные методы позволяют обнаружить развитие возбудителей картофельной болезни хлеба на ранних стадиях. Использование их в промышленности обеспечит сокращение продолжительности проведения анализа на 50% в сравнении с технологическим методом, и позволяет своевременно применить эффективные меры по предупреждению возникновения картофельной болезни хлеба, адекватные степени зараженности муки. Разработанные методы включены в актуализированную в 2011 году «Инструкцию по предупреждению картофельной болезни хлеба».

В соответствии с утвержденными Правительством Российской Федерации «Основами государственной политики в области здорового питания населения России до 2020 г.» приоритетной задачей для хлебопекарной отрасли является расши-

рение ассортимента хлебобулочных изделий функционального назначения - обогащенных, для детского и лечебно-профилактического питания. Разработка рецептур такого рода продукции предусматривает включение, как правило, нетрадиционных видов сырья, что часто приводит к изменению хранимоспособности изделий, и особенно их микробиологической контаминации.

В связи с этим, в институте проведены комплексные исследования, целью которых являлась разработка новых видов хлебобулочных изделий с повышенной пищевой ценностью и микробиологической безопасностью.

Для питания детей дошкольного и школьного возрастов разработаны хлебобулочные изделия на основе натуральных обогатителей. В качестве источника белка, витаминов группы В, РР, незаменимых аминокислот, железа, пищевых волокон в рецептуру включены пшеничные зародышевые хлопья (7 %), закваска (10%) на основе композиции лактобацилл и бифидобактерий «Vita №3», синтезирующих летучие ароматические вещества, бактериацины, белковые вещества, витамины группы В, и РР, использовался в качестве источника кальция и лактат кальция (1 %).

Для повышения качества продукции и её микробиологической безопасности разработана технология, основным элементом которой является приготовление функционального полуфабриката на основе пшеничных зародышевых хлопьев, микробной композиции «Vita№3» и лактата кальция. Установлено, что выдерживание такого полуфабриката в течение 4-х часов при температуре 35-38°С способствует снижению количества споровых бактерий рода *Bacillus* в 4 раза, плесневых грибов до нуля.

Вероятно, полученные результаты обусловлены тем, что при выдерживании разработанного полуфабриката в результате жизнедеятельности бродильной микрофлоры происходит синтез специфичных метаболитов – биологически-активных, пре-

биотических и бактерицидных веществ (органических кислот, спиртов, диоксида углерода, альдегидов, аминокислот, бактериоцинов), способствующих ингибированию спорообразующих бактерий рода *Bacillus* и плесневых грибов.

Исследовано влияние технологии с использованием функционального полуфабриката на развитие картофельной болезни хлеба. Установлено, что готовые изделия, отличались повышенной микробиологической чистотой, признаки картофельной болезни хлеба появились лишь через 132 часа (в контроле - через 36 ч).

На основании проведенных исследований разработан проект технической документации на хлебобулочное изделие «Вита с кальцием» и получен патент № 2456804 от 20.04.2011 г. «Способ производства хлеба».

Проведены также теоретические и экспериментальные исследования по разработке рецептур и технологий хлебобулочных изделий с продуктами пчеловодства – пыльцой-обножкой и пергой, обеспечивающие повышение хранимоспособности продукции.

Цветочная пыльца-обножка и перга – ценные продукты пчеловодства, представляют собой сложный концентрат биологически активных веществ: белков, аминокислот, липидов, углеводов, витаминов, ферментов, органических кислот, минеральных веществ, фенольных соединений.

Благодаря богатому химическому составу пыльца-обножка и перга обладают целым рядом лечебно-профилактических свойств, повышают общую устойчивость и функциональную активность организма, способствуют повышению усвояемости питательных веществ рациона.

Пыльцу-обножку и пергу использовали в количестве 5 % к массе муки.

Исследовано влияние их на картофельную болезнь хлеба и плесневение. Полученные данные позволяют сделать вывод

о том, что пыльца-обножка и перга препятствовали развитию картофельной болезни хлеба, причем наибольшее ингибирующее действие оказывала перга, задерживающая проявление картофельной болезни на 36-38 часов по сравнению с контролем, не содержащим продукты пчеловодства (рис.1).

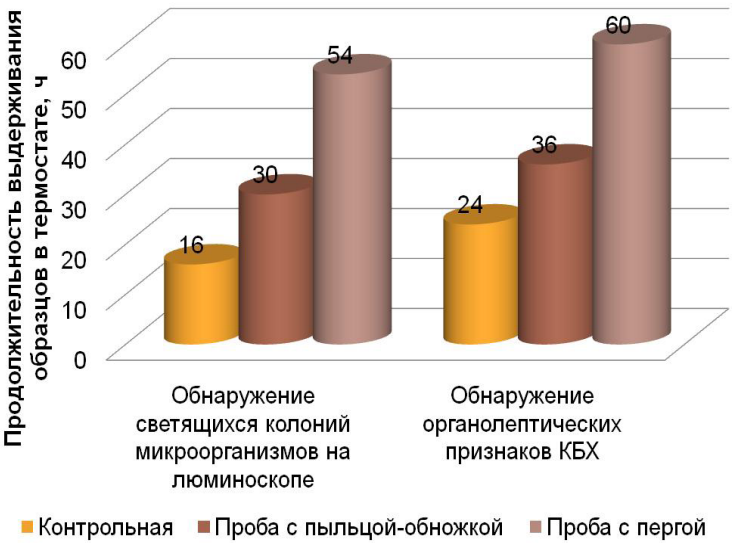


Рисунок 1. Влияние пыльцы обножки и перги на развитие картофельной болезни хлеба

Аналогичные результаты получены при исследовании влияния этих добавок на плесневение хлеба. Установлено, что развитие плесени на хлебе с пыльцой-обножкой задерживалось на 24 часа, а с пергой – на 48 часов по сравнению с контролем. Возможно, это обусловлено присутствием в пыльце-обножке и перге значительного количества флавоноидных соединений и молочной кислоты, которые подавляют развитие споровых бактерий и плесневых грибов.

В результате исследований разработаны рецептуры и технологии для булочки «Пчелка» из пшеничной муки высшего сорта, массой 0,1 кг с использованием пыльцы-обножки и булочки «Пчелиный дар» из пшеничной муки высшего сорта, массой 0,1 кг с пергой.

Разработанные булочные изделия, обогащенные витаминами, макро и микроэлементами и флавоноидными соединениями, предназначены для потребления всеми группами населения с целью укрепления здоровья и повышения устойчивости организма к неблагоприятным условиям окружающей среды.

Необходимым условием деконтаминации продукции, а, следовательно, увеличения её хранимоспособности является повышение санитарно-гигиенического состояния производства. В институте проводятся исследования по повышению экологического состояния на участках упаковки хлебобулочных изделий - покрытие поверхностей производственных помещений бактерицидными лаками, использование физических методов обработки продукции в условиях герметического транспортирования.

При этом важное значение имеют условия охлаждения и упаковывания продукции, а также свойства упаковочных материалов.

Эффективным способом продления сроков годности хлебобулочных изделий являются технологии хлебобулочных изделий на основе замораживания. В институте созданы технологии хлебобулочных изделий на основе: замораживания тестовых полуфабрикатов; полуфабрикатов высокой степени готовности (частично выпеченных изделий) и готовой продукции (рис. 2). Режимы замораживания и хранения полуфабрикатов - температура, продолжительность, скорость замораживания и другие показатели отрабатывались совместно со специалистами Всероссийского НИИ холодильной промышленности.

Рисунок 2. Технологии хлебобулочных изделий на основе замораживания

Предложенные технологии позволяют производить широкий ассортимент замороженных полуфабрикатов и продукции, хранить их длительное время в замороженном состоянии и по мере надобности использовать для выпечки и продажи населению.

Рекомендуемые сроки годности замороженных полуфабрикатов и готовых изделий в зависимости от сорта муки, наличия начинок ориентировочно составляют 2-4 месяца.

Нашими исследованиями показано, что замораживание задерживает развитие споровых бактерий, вызывающих заболевание хлеба картофельной болезнью и ингибирует плесени.

Так, хлеб, выработанный из муки с высокой степенью зараженности споровыми бактериями и хранившийся в течение одного месяца в замороженном виде, после размораживания не

заболевал в течение 3 суток, в то время как хлеб без замораживания заболевал уже через 8 часов.

Важен также факт, что хранение замороженного хлеба способствует сохранению витаминов группы В и РР и повышению переваримости белка и продукта в целом.

Совместно со специалистами НИИ холодильной промышленности были также проведены исследования и определены сроки хранения диабетических изделий в замороженном виде. Установлено, что при хранении этих видов хлеба в течение 14 суток содержание общих и водорастворимых углеводов и крахмала не изменялось, что важно для диетотерапии при сахарном диабете.

Замораживание диетических видов изделий, объемы выработки которых значительно меньше массовых сортов, позволяет создавать запасы этих изделий в санаториях и больницах и использовать по мере необходимости.

В настоящее время исследования по увеличению хранимоспособности хлебобулочных изделий продолжаются в направлении использования для их выработки новых видов заквасок, позволяющих ингибировать развитие плесеней на поверхности изделий, а также путем использования поглотителя кислорода OxyFree, который в сочетании со специальным упаковочным материалом задерживает плесневение до 9 и более суток.

Перспективными в области увеличения сроков годности могут стать системы вакуумного охлаждения, которые позволят снизить технологические затраты (усушку) при хранении хлебобулочных изделий, повысить их микробиологическую безопасность и, следовательно, увеличить хранимоспособность продукции.

Список литературы

1. Невская Е.В. Разработка технологий хлебобулочных изделий для детского питания на основе натуральных обогатите-

лей – автореферат дисс. канд. техн. наук – М., 2011. – 25 с.

2. Сборник современных технологий хлебобулочных изделий/под редакцией А.П. Косована. - М.: ГОСНИИХП, 2008. - 268 с.

3. Тюрина О.Е. Разработка технологии хлебобулочных изделий диабетического назначения с ячменной мукой – автореферат дисс. канд. техн. наук – М., 2011. – 25 с.

4. Чекурова Н.В. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием цветочной пыльцы-обножки и перги – автореферат дисс. канд. техн. наук – М., 2010. – 26 с.

УДК 664.66

***Е.В. Невская**, к.т.н., **Л.А. Шлеленко,** к.т.н., **Т.Б. Цыганова,** д.т.н., **О.В. Головачева**, аспирант Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», г. Москва*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЗАКВАСКИ НА ОСНОВЕ LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS ДЛЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СМЕСИ РЖАНОЙ И ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

Повышение эффективности производства хлебобулочных изделий нового поколения с направленными функциональными свойствами является одной из актуальных проблем современной пищевой технологии. Целью работы явилась разработка технологических параметров закваски с использованием штамма, обладающего антагонистической активностью по отношению к возбудителям микробной порчи хлеба, способного развиваться в мучной среде и характеризующегося устойчивостью к повышенным температурам. В статье изучена возможность приготовления закваски с использованием штамма L.acidophillus A-146 на ржаной муке и проведены исследования по разработке рациональных технологических параметров ее приготовления.

Ключевые слова: ржано-пшеничный хлеб, технология, ацидофильная закваска, пищевая ценность.

E. V. Nevskaya, L. A. Shlelenko, T. B. Tsyganova, O. V. Golovacheva
Federal State Scientific Institution «Research Institute of the baking industry», Moscow.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF PREPARATION OF LEAVEN ON THE BASIS LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS FOR BAKERY PRODUCTS FROM MIXTURE RYE AND WHEAT FLOUR

Increasing the efficiency of production of bakery products a new generation of targeted functional properties is one of the urgent problems of modern food technology. The aim of the work was the development of the technological parameters of the leaven using strain having antagonistic activity against the causative agents of microbial spoilage of bread flour is able to develop in the medium and is characterized by resistance to elevated temperatures. The article explored the preparation of the leaven using strain L.acidophillus A-146 in the rye flour, and conducted research on the development of rational technological parameters of its preparation.

Keywords: Rye-wheat bread, technology, acidophilic leaven, nutritional value.

Продление сроков годности и предотвращение микробиологической порчи хлебобулочных изделий возможно за счет использования биологических методов. Они предусматривают применение заквасок, которые в процессе тестоприготовления образуют органические кислоты, антибиотики и другие ингибиторы возбудителей микробиологической порчи хлеба.

Применение заквасок позволяет интенсифицировать технологический процесс созревания теста; экономить прессованные или сушеные дрожжи; улучшить качественные показатели готовых изделий; стабилизировать качество хлеба при переработке муки с нестабильными хлебопекарными свойствами; замедлить процесс черствения и предотвратить микробиологиче-

скую порчу хлебобулочных изделий [1].

Актуальным является создание технологии закваски с использованием штамма, обладающего антагонистической активностью по отношению к возбудителям микробной порчи хлеба, способного развиваться в мучной среде и характеризующегося устойчивостью к повышенным температурам.

Ацидофильная закваска обладает комплексом свойств, таких как: синтезирование биологически активных веществ, аминокислот, органических кислот, повышающих пищевую и биологическую ценность изделий, способна развиваться в мучной среде, отличается устойчивостью к повышенной температуре и обладает антагонистической активностью по отношению к возбудителям микробной порчи хлеба. В настоящее время ее применяют в ускоренных, безопарных и опарных способах приготовления пшеничного теста [2].

Целью работы явилась разработка технологических параметров приготовления закваски на основе Lactobacillus acidophilus и изучение возможности ее использования в технологии хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки.

Микрофлора ацидофильной закваски представлена культурой L.acidophillus-146. В качестве питательной смеси использовали водно-мучную смесь, влажностью 70%, при соотношении муки ржаной обдирной и воды - 1:1,5 соответственно. В разводочном цикле чистую культуру L.acidophillus A-146 вносили в питательную смесь в соотношении 1:10.

Проведены исследования по оптимизации режимов приготовления закваски: температуры и продолжительности ферментации. Ацидофильную закваску выдерживали при температуре 30°С и при температуре 37°С в течение 24 часов, осуществляя определение кислотности каждые 2 часа. Длительность ферментации устанавливали по кислотности и количеству клеток молочнокислых бактерий в закваске (рис. 1). Продолжитель-

ность выдерживания закваски при t=30ºС составляет 14-16 ч. до достижения кислотности 12-14 град (концентрация клеток МКБ 3,6*108 кл/мл). За это же время закваска, выдержанная при t=37ºС имела кислотность 23-27 град (концентрация клеток МКБ 5,2*108 кл/мл).

Наиболее рациональными параметрами для хлебопекарных предприятий является продолжительность ферментации 14-16 ч. в условиях пекарного цеха при t=30ºС. При этом в тесто необходимо вносить большее количество закваски, что значительно повысит пищевую, биологическую ценность, а также микробиологическую безопасность изделий.

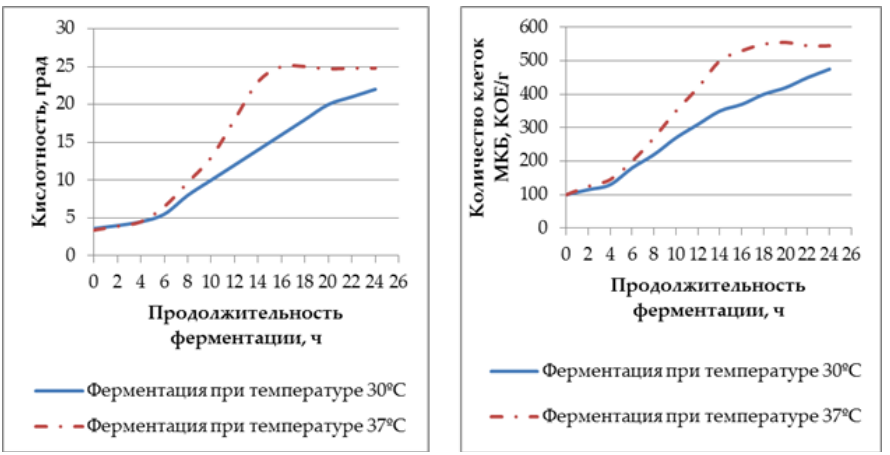


Рисунок 1. Влияние продолжительности ферментации закваски на изменения показателя кислотности и количества клеток молочнокислых бактерий

Исследована возможность использования ацидофильной закваски для приготовления хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки в соотношении 70:30. Закваску кислотностью 15 град вносили в количестве от 5 до 15% к массе муки при замесе теста.

Таблица 1. Физико-химические показатели хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки с внесением ацидофильной закваски

Наименование показателя качества хлеба	5% ацидофильной закваски	7% ацидофильной закваски	10% ацидофильной закваски	15% ацидофильной закваски
Кислотность, град	6,0	6,5	7,0	7,5
Влажность, %	48,2	48,4	48,9	48,2

Выявлено, что при внесении ацидофильной закваски в исследуемом диапазоне показатель кислотности мякиша хлеба возрастал на 25% по сравнению с начальной точкой (внесение ацидофильной закваски в количестве 5% к массе муки).

Установлена технологическая возможность использования закваски в количестве 10%-15%, так как хлебобулочные изделия по органолептическим показателям имели самые высокие баллы.

Использование ацидофильной закваски в установленном количестве обеспечивает получение изделий с большим удельным объемом, кислотностью, улучшенной пористостью, приятным вкусом и ароматом и способствует увеличению срока сохранения их свежести (до 7 суток).

Список литературы

1. Инструкция по предупреждению картофельной болезни хлеба на хлебопекарных предприятиях / А.П. Косован, Р.Д. Поландова, М.Н. Костюченко, Л.Т. Волохова, Т.В., Быковченко, Г.Ф. Дремучева, Л.А. Шлеленко, Ф.М. Кветный, О.А. Сидорова, Е.П. Рыжкова. - Москва. – ГОСНИИХП. - 2012 г. – 31 с.

2. Богатырева Т.Г. Новое в производстве пшеничного хлеба на закваскаx / Т.Г. Богатырева, Р.Д. Поландова, // Новое в производстве пшеничного хлеба на закваскаx. - М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1994. – 45 с.

УДК 621.317.39

***Г.П. Петров**, д.т.н. профессор ООО «ЭКАН»*

ОПЫТ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ГАРМОНИЗАЦИИ РОССИЙСКИХ И МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ (НА ПРИМЕРЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ ВЛАГИ) ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА

Аннотация: в статье приводятся основные недостатки имеющейся в России приборной базы для определения показателя массовая доля влаги в зерне и продуктах его переработки, основные проблемы и путь по её совершенствованию

Ключевые слова: стандарты, гармонизация, массовая доля влаги, зернопродукты, точность, проблемы.

G. P. Petrov

EXPERIENCE INSTRUMENTAL TO THE HARMONIZATION OF RUSSIAN AND INTERNATIONAL STANDARDS (ON THE EXAMPLE OF DETERMINING THE MASS FRACTION OF MOISTURE) IN DETERMINING GRAIN MOISTURE

Abstract: the article presents the main shortcomings of the existing in Russia the instrument base to determine the indicator mass fraction of moisture in grain and products of its processing, the main problems and the way to improve it

Keywords: standards, harmonization, mass fraction of moisture, grain, precision, problem.

Суть проблемы

Для обеспечения конкурентноспособности российского зерна и зернопродуктов необходимы объективность, высокая достоверность и точность результатов измерения влажности.

При проведении импортно-экспортных операций вопрос о гармонизации зарубежных и отечественных стандартов из разряда теоретических переходит в практическую область. При этом важен результат. Так, если мы и наши зарубежные партнеры используем различные методики и приборы, но получаем при этом одинаковые результаты в рамках допустимых погрешностей, то проблемы, казалось бы, нет. При этом всегда имеющиеся терминологические различия и метрологические нюансы не являются непреодолимым барьером между торгующими сторонами.

Применительно к процедуре определения влаги такого рода различий между отечественными и зарубежными стандартами, по сравнению с некоторыми показателями качества зерна, минимум. В основу всех стандартов положен термогравиметрический (воздушно-тепловой) метод измерений массовой доли влаги. Пример тому наши стандарты (ГОСТ 13586.5-93 «Зерно. Метод определения влажности», ГОСТ 26312.7-88 «Крупа. Метод определения влажности», ГОСТ 9404-88 «Мука и отруби. Метод определения влажности») с одной стороны и международные (ISO 711, ISO 712, ISO 6540) с другой.

Однако на практике проблема существует. Она достаточно четко сформулирована учеными ВНИИЗ в статье «Система измерения влажности зерна и зернопродуктов», опубликованной еще в сентябре 2009 года (1). В содержательной части которой, по сути, вынесен вердикт «морально устаревшему электрическому шкафу СЭШ-3М». А в заключении констатируется, что «Необходимо срочно заменить морально устаревшее оборудование на приборы нового поколения; разработать национальные стандарты на прямые и косвенные методы определения влажности зерна и зернопродуктов, гармонизированные с национальными

и международными нормативными документами. Это обеспечит экологическую и технологическую безопасность, рациональное использование ресурсов, повысит качество и конкурентоспособность отечественной продукции».

История создания установок АСЭШ

При создании калибровочных уравнений для ИК-анализаторов ИНФРАСКАН влажность используемых образцов необходимо определять постоянно. Неудобство работы и плохая воспроизводимость результатов измерения влажности по отечественным ГОСТам, ориентированным на СЭШ-3М, заставили нас изучить международные стандарты и зарубежные приборы. В качестве установки для определения влаги мы выбрали SHOPIN EM-10. При работе на этом приборе выявили основной недостаток проведения анализов по международным стандартам – длительность проведения испытаний (от 2-х до 5-ти часов).

Начался процесс создания инструмента адаптированного к работе по отечественным и зарубежным методикам. При этом в основу АСЭШ был положен принцип работы EM-10, который, кстати сказать, одинаков с принципом работы широко известной в дореволюционной России и СССР печи-буржуйки и самое главное не противоречит основным законам термодинамики.

Предоставляем читателю возможность произвести собственный сравнительный анализ установок АСЭШ и EM-10, при этом сопоставить стоимость, прочитать отзывы о работе (все это на нашем сайте) и вспомнить опыт работы на СЭШ-3М.

Хотим обратить ваше внимание, что работы по созданию АСЭШ проводились в тесном содружестве с сотрудниками лаборатории метрологии влагометрии и стандартных образцов Уральского научно-исследовательского института метрологии (УНИИМ).

Первые версии установок назывались АСЭШ-4 и АСЭШ-12 и заняли достойное место на рынке лабораторного оборудования. Более того, по инициативе УНИИМ с целью расширения

области применения в 2014 году приборы были незначительно технически доработаны и внесены в Госреестр РФ, как установки измерительные воздушно-тепловые. АСЭШ-8 удовлетворяют требованиям по определению влаги в различных продуктах и материалах, которые изложены более чем в 30 стандартах РФ.

Опыт эксплуатации установок АСЭШ

Прежде всего хочется обратить ваше внимание на то, что АСЭШ – это не сушильный шкаф, а комплекс лабораторного оборудования или иными словами установка.

В состав установки АСЭШ входят: воздушно-тепловая сушильная камера с блоком задания и регулирования температур сушки, размалывающее устройство (лабораторная мельница «ВЬЮГА»), весы лабораторные электронные (VIBRA модель AGE 320 или аналогичные), специально разработанные бюксы для сушки и подсушки зерна, охладитель подсушенного зерна с таймером, комплект вспомогательных устройств и принадлежностей.

Работу установки контролирует специально разработанная программа, обеспечивающая точность поддержания температуры в камерах, осуществляющая фиксацию произведенных измерений, расчет, протоколирование и архивацию результатов измерений. Кроме того, программный продукт осуществляет функцию таймеров и содержит библиотеку рабочих инструкций для лаборантов по проведению анализа определения влажности в соответствии с выбранным стандартом измерений.

Установки изготавливаются в двух модификациях: АСЭШ-8-1 и АСЭШ-8-2. Установка АСЭШ-8-2 имеет две независимые сушильные камеры, что позволяет проводить основную сушку и предварительное подсушивание при различных температурах одновременно. Это значительно сокращает время проведения испытаний по ГОСТ 13586.5-93.

Лучшим доказательством превосходства наших установок над другими приборами являются оценки специалистов по опыту

их эксплуатации, что подтверждается статистикой выявленных неисправностей и отказов. Начиная с конца 2010 года, нами выпущено и находится в эксплуатации более 300 установок АСЭШ.

Многолетний опыт эксплуатации свидетельствует, что заявленный пятилетний гарантийный срок работы не был рекламным трюком.

Наиболее ценный опыт – это работа установок АСЭШ в системе государственного контроля качества зерна (около 50 единиц) и особенно в лабораториях ФГБУ «Центр оценки качества зерна» (24 установки), которые обеспечивают необходимую объективность, высокую достоверность и точность результатов измерения влажности при осуществлении импортно-экспортных операций.

При этом важно подчеркнуть тот факт, что специалисты государственных структур выступили пионерами в деле переоснащения отечественных лабораторий современным российским оборудованием.

Дальнейшие пути решения проблемы

В настоящее время для решения сформулированных в статье (1) задач, со своей стороны мы можем предложить разработанные и производимые ООО «ЭКАН» приборы нового поколения, способные «срочно заменить морально устаревшее оборудование».

Мы создали инструменты, которыми гордимся, которые оценены и отечественным научным сообществом и имеют награды международных выставок.

По целому ряду причин мы зачастую не можем оказывать заметного влияния на процесс разработки и гармонизации национальных стандартов. Поражает количество организаций, комитетов и других структур, которые решают абсолютно схожие задачи. Многие новые стандарты, и это в лучшем случае, дублируют друг друга, а иногда содержат противоречия. Поэтому гармонизировать надо не только с внешним миром, но ,прежде

всего, навести порядок в собственном доме. В большинстве случаев обескураживает медлительность процессов согласований, обсуждений и утверждений новых документов. Успокаивает то, что по действующему законодательству почти все эти стандарты носят всего лишь рекомендательный характер. Вместе с тем, в сознании простого российского лаборанта еще долго будет присутствовать желание следовать строго «букве закона» и, честно говоря, это хорошее желание и его надо ценить и беречь.

Иногда нам удаётся найти взаимопонимание. Так, например, наша многолетняя работа с учеными ВНИИЖ привела к созданию ГОСТ Р 53600-2009. Семена масличные, жмыхи, шроты. Определение влаги, жира, протеина и клетчатки методом спектроскопии в ближней инфракрасной области, на основе опыта, после применения которого был разработан и введён в действие межгосударственный стандарт ГОСТ 32749-2014. Мы уверены, что метод ИК-спектроскопии может быть законодательно распространён и на определение аналогичных показателей в зерне и продуктах его переработки. Следует отметить, что в первой редакции такой документ был принят ещё в 2006 году.

Являясь членом ТК стандартизации 426 «Измерение влажности твёрдых и сыпучих веществ» беру на себя смелость утверждать, что объединив усилия, мы можем в короткое время успешно решить проблемы гармонизации российских и международных стандартов при определении влажности зерна. Привести законодательную базу в соответствие с современной технической базой. И это могло бы рассматриваться в дальнейшем как один из подходов для решения других подобных задач.

Список литературы

1. Штейнберг Т. С., Леонова Т. А. Система измерения влажности зерна и зернопродуктов. – Методы оценки соответствия, 2009 – С.8-10.

УДК 664.762:633.12

Л.Г. Приезжева, *к.б.н. ФГБНУ «ВНИИЗ»*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМЫ СВЕЖЕСТИ И ГОДНОСТИ ПРОДЕЛА ГРЕЧНЕВОГО БЫСТРОРАЗВАРИВАЮЩЕГОСЯ ПО ВЕЛИЧИНЕ КИСЛОТНОГО ЧИСЛА ЖИРА

В статье приведены результаты исследований по использованию показателя кислотное число жира для определения норм свежести и годности продела гречневого. Норма свежести, определяющая срок безопасного хранения, составила 13 мг КОН на 1 г жира; норма годности, определяющая срок реализации – 17 мг КОН на 1 г жира. Эти результаты использованы при разработке ГОСТ Р 55290-2012 «Крупа гречневая ядрица. ТУ».

Ключевые слова: продел гречневый, кислотное число жира, норма свежести, норма годности, кусочно-линейная аппроксимация.

L. G. Priezjeva

DETERMINATION OF LEVEL OF FRESHNESS AND SHELF LIFE BUCKWHEAT BYSTRORAZVARIVAYUSCHAYASYA SLIPPED ON THE VALUE OF ACID NUMBER OF FAT

The results of studies on the use of the acid number of fat to

determine the standards of freshness and life slipped buckwheat. Norma freshness that defines the term safe storage, was 13 mg KOH per 1 g of fat; norm of life, determines the term of implementation - 17 mg KOH per 1 g of fat. These results are used in the development of GOST R 55290-2012 «Buckwheat unground. TU».

Keywords: buckwheat, the acid number of the fat, the rate of the freshness, the rate of life, piecewise linear approximation.

Показатели свежести и годности зернопродуктов (запах, цвет, вкус) являются одними из основных для всех целевых стандартов. Согласно требованиям целевых стандартов на зернопродукты их свежесть определяется органолептически. Работами отечественных учёных установлено, что потеря свежести зернопродуктов связана с изменениями в их липидном комплексе, обусловленными гидролитическими процессами. Основанием для такого заключения служит то обстоятельство, что при влажности ниже 13,5% в зернопродуктах плесени уже не развиваются [1], а окислительные процессы идут при очень низкой влажности – до 5% [2].

Гидролиз триглицеридов приводит к образованию свободных жирных кислот, представленных в зерновых культурах ненасыщенными – олеиновой, линолевой, линоленовой с одной, двумя, тремя двойными связями соответственно. Установлено, что «…расщепление молекул триглицеридов с одновременным образованием свободных жирных кислот с более короткими углеводородными остатками обуславливает понижение порога восприятия вкуса и аромата, появление посторонних привкусов, запаха и прогорклости» [3]. Авторы назвали этот процесс гидролитическим прогорканием. Следовательно, накопление свободных жирных кислот определяет свежесть зернопродуктов.

Определить степень свежести по современным требованиям путём дегустации, как это предусмотрено целевыми стандар-

тами – трудная задача. Она требует участия квалифицированных дегустаторов по нормам Минздрава РФ (МУК 4.21847-04) не менее 7 человек, а по международным нормам от 10 до 25 [4]. В связи с тем, что степень свежести зернопродукта определяет сроки его хранения, встаёт вопрос о замене дегустаций объективным показателем. Это актуально ещё и потому, что в требованиях целевых стандартов на зернопродукты срок хранения, а в регламенте «О безопасности пищевых продуктов» срок хранения и годности должен определять производитель продукции, однако последний на сегодня не обеспечен показателем и методом определения свежести.

В исследованиях Козьминой Н.П. [5], Трисвятского Л.В. [6] предлагалось использовать для определения сроков хранения зернопродуктов показатель кислотное число жира (КЧЖ), однако ни гостированного метода, ни методики по определению свежести разработано не было.

В международной практике ограничение на содержание свободных жирных кислот принято ФАО/ВОЗ для пшеничной муки – приказ № 152 - 50 мг КОН на 1 г жира.

Исследованиями ФГБНУ ВНИИЗ, проведёнными в последнее время, установлено, что КЧЖ может быть использовано для определения сроков безопасного хранения и годности зернопродуктов. Институтом был разработан метод определения КЧЖ ГОСТ Р 52466-2005 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения кислотного числа жира», который с 2013 года действует как межгосударственный стандарт за № 31700-2012, а также методика определения норм свежести и годности [7].

Согласно принятой нами терминологии свежесть – показатель качества зернопродуктов, который характеризует его органолептические свойства и определяется КЧЖ – количеством свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира, и выражается в мг КОН на 1 г жира.

Норма свежести – это такое значение КЧЖ, при котором продукт сохраняет свойственные ему органолептические показатели – вкус, запах, цвет. Превышение установленной для каждого продукта нормы свежести свидетельствует о появлении вследствие гидролитических процессов несвойственных этому продукту запаха, вкуса, а также об изменении цвета. Такой продукт дальнейшему хранению не подлежит и должен быть реализован.

Необходимо отметить, что при достижении значения КЧЖ, равном норме свежести, органолептические свойства конечного продукта, - хлеба и каши практически не изменяются. Однако при значительном увеличении времени реализации или при неблагоприятных условиях хранения во время реализации значения КЧЖ могут достигать больших величин и отражаться на органолептических свойствах хлеба и каши.

Это обстоятельство привело к необходимости введения понятия «годность зернопродукта».

Годность – показатель качества зернопродуктов, который характеризует уровень снижения органолептических свойств конечных продуктов – хлеба и каши. Определяется этот показатель также значением КЧЖ.

Норма годности – это такое значение КЧЖ, выше которого органолептические свойства хлеба и каши, полученные из этих зернопродуктов, не соответствуют стандартным требованиям по показателям цвет, вкус, запах. Зернопродукт, имеющий значение КЧЖ выше нормы годности, не должен использоваться по прямому назначению.

В настоящей работе приведены результаты исследований, проведенных ФГБНУ ВНИИЗ, с целью установления норм безопасного хранения и годности по величине КЧЖ продела гречневого быстроразваривающегося (далее по тексту «продел»).

Для проведения данной работы пробы продела были получены с различных крупозаводов: Увельская крупяная компания,

ОАО «Ядрица», ОАО «Советский гречезавод», «Балашихинский гречезавод» различных лет урожая, всего 27 проб с диапазоном значений КЧЖ от 6,0 до 20,0 мг КОН на 1 г жира.

Полученный материал позволил провести несколько дегустаций продела. На каждую дегустацию представлялись пробы продела с различными значениями КЧЖ. Дегустацию проводили 9 экспертов по 5-ти бальной шкале для оценки каждого признака – цвет, вкус, запах, консистенция каши – с использованием уточнённой бальной оценки [8]. Такой подход соответствует требованиям Минздрава РФ (МУК 4.21847-04) не менее 7 экспертов и пятибалльная система оценки показателей.

Исследования проводили по ранее разработанной методике [7], согласно которой нормы свежести и годности зернопродуктов устанавливаются по величине КЧЖ после статистической обработки результатов дегустаций проб с возможно широким диапазоном значений КЧЖ. Основным показателем статистической обработки является значение комплексной органолептической оценки для каждой дегустируемой пробы. Комплексная органолептическая оценка является суммой среднеарифметических экспертных оценок по каждому из оцениваемых признаков: цвет, вкус, запах для зернопродукта и цвет, вкус, запах, консистенция для каши из зернопродукта с учётом весовых коэффициентов. Весовые коэффициенты определялись методом ранжирования и составили для продела: цвет – 4, запах – 7, вкус – 9; для каши: цвет – 2, запах – 6, вкус – 8, консистенция – 4. Статистическая обработка проводилась только при высокой согласованности мнений экспертов по каждому признаку и по дегустации в целом. В настоящем исследовании средняя согласованность мнений экспертов при проведении дегустаций продела составила 88,3%, при дегустации каши 87,3%. Высокая согласованность мнений экспертов позволила признать результаты дегустации представительными и провести статистическую обработку полученных данных.

Проведенная статистическая обработка результатов дегустаций продела показала нелинейный характер зависимости комплексной органолептической оценки от значения КЧЖ, как и при исследованиях других зернопродуктов [9, 10, 11, 12].

На рисунке 1 представлен результат статистической обработки проведенных дегустаций продела в виде зависимости комплексной органолептической оценки от значения КЧЖ.

По результатам ранее проведенных исследований различных зернопродуктов установлено, что наиболее адекватно эту зависимость отражает тренд в виде полинома третьего порядка для случая, когда представлен весь возможный диапазон изменения значений КЧЖ зернопродукта.

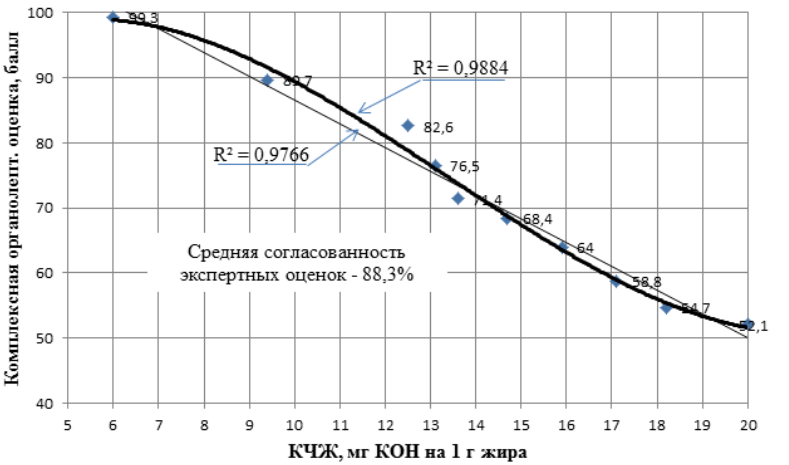


Рис.1. Зависимость комплексной органолептической оценки продела гречневого быстроразваривающегося от величины КЧЖ

Полученная для гречневого продела аппроксимирующая зависимость является также полиномом третьего порядка (рис. 1). Достоверность полученной нелинейной зависимости комплексной органолептической оценки от величины КЧЖ составила

0,988; достоверность линейной зависимости – 0,976.

Для определения границ свежести и годности продела нелинейная аппроксимирующая зависимость комплексной органолептической оценки от значения КЧЖ заменяется адекватной кусочно-линейной, представленной на рисунке 2 в соответствии с методикой [7].

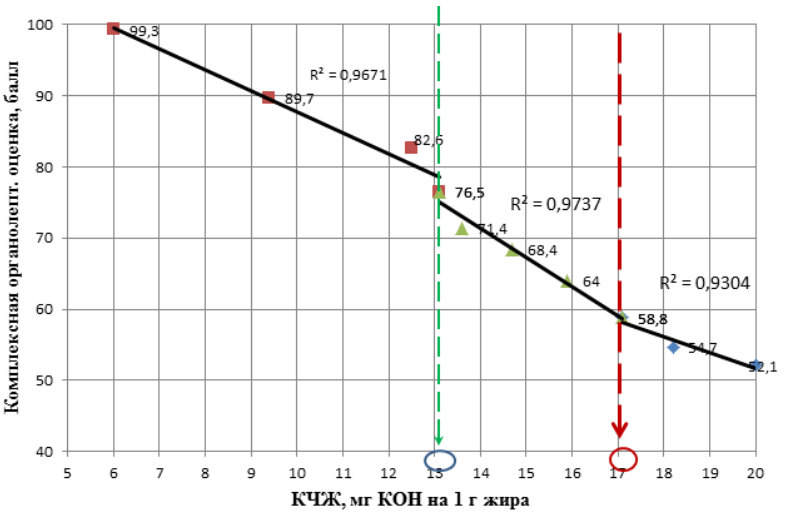


Рис. 2. Кусочно-линейная аппроксимация зависимости комплексной органолептической оценки продела быстроразваривающегося от величины кислотного числа жира

Анализ данных, приведенных на рисунке 2, позволяет охарактеризовать три линейных участка:

- первый участок с величиной КЧЖ от 6,0 до 13,0 мг КОН на 1 г жира, комплексной органолептической оценкой от 99,3 до 76.5,0 балла и значением производной – 2,57 балл/мг КОН на 1 г жира;

- второй участок составили пробы продела с величиной КЧЖ от 13,0 до 17,0 мг КОН на 1 г жира, комплексной органолептической оценкой от 76,5 до 58,8 баллов и значением производной –

4,28 балл/мг КОН на 1 г жира;

- третий участок - пробы с величиной КЧЖ от 17,0 до 20,0 мг КОН на 1 г жира, комплексной органолептической оценкой от 58,8 до 52,1 баллов и значением производной – 2,06 балл/ мг КОН на 1 г жира.

Проведенные дегустации показали, что до величины КЧЖ гречневого продела 13 мг КОН на 1 г жира комплексная органолептическая оценка составляет не менее 80 баллов (рис. 2). При такой оценке каждый из признаков оценивается на уровне 4 - 5 баллов. Продел с величиной КЧЖ до 13 мг КОН на 1 г жира может и храниться и реализовываться.

Продел, имеющий величину КЧЖ от 13 до 17 мг КОН на 1 г жира, имеет дегустационную оценку от 80 до 60 баллов. Такой продел должен реализовываться, так как дальнейшее увеличение КЧЖ может негативно отразиться на органолептических свойствах каши, сваренной из него. Пробы продела с величиной КЧЖ выше 17 мг КОН на 1 г жира получили комплексную органолептическую оценку ниже 60 баллов.

Для уточнения границы 2-го и 3-го участков (17 мг КОН на 1 г жира) проводилась дегустация каши, сваренной из образцов продела, имеющего различные значения КЧЖ с последующей статистической обработкой полученных результатов.

Исследования показали, что зависимость комплексной органолептической оценки каши от величины КЧЖ продела является нелинейной, имеющей 2 квазилинейных участка, как и для конечных продуктов (хлеба, каши) для других культур [9, 10, 11, 12].

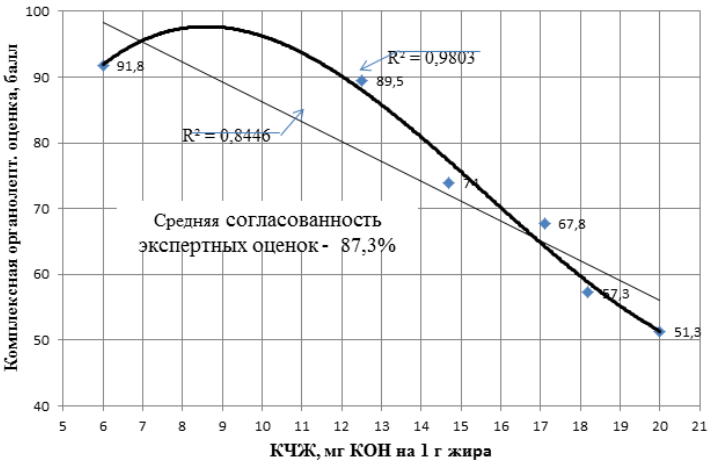


Рис.3. Зависимость комплексной органолептической оценки каши из продела быстроразваривающегося от величины кислотного числа жира

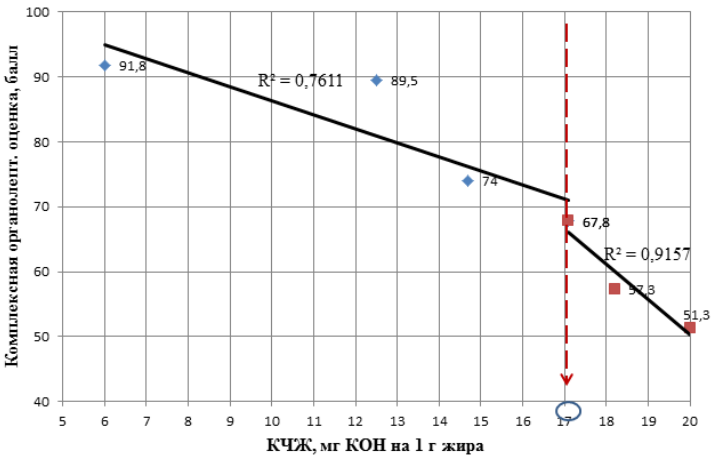


Рис.4. Кусочно-линейная аппроксимация зависимости комплексной органолептической оценки каши из продела быстроразваривающегося от величины кислотного числа жира

Кусочно-линейная аппроксимация зависимости комплексной органолептической оценки каши от величины КЧЖ гречневого продела приведена на рисунке 4.

На рисунке представлено два участка прямой:

- 1-ый участок составили экспериментальные точки с величиной КЧЖ от 6,0 до 17,0 мг КОН на 1 г жира, комплексной экспертной оценкой от 91,8 до 67,8 баллов, достоверностью – 0,76 и значением производной – 2,14 балл/ мг КОН на 1 г жира;

- 2-ой участок составили пробы каши, сваренной из продела с величиной КЧЖ от 17 до 20,0 мг КОН на 1 г жира, комплексной экспертной оценкой от 67,8 до 51,3 балла, достоверностью – 0,92 и значением производной – 5,5 балл/ мг КОН на 1 г жира.

Резкое изменение органолептических свойств каши отмечено на уровне КЧЖ продела - 17 мг КОН на 1 г жира.

Анализ полученных результатов показывает, что каша, сваренная из продела, с величиной КЧЖ до 17 мг КОН на 1 г жира получила оценку дегустационной комиссии от 92,8 до 70 баллов. При величине КЧЖ гречневого продела более 17 мг КОН на 1 г жира комплексная органолептическая оценка резко снижается, прежде всего, за счёт ухудшения вкуса и запаха каши, что оценивает данный продел как не соответствующий требованиям целевого стандарта.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить для продела гречневого быстроразваривающегося нормы свежести и годности по величине КЧЖ:

- норма свежести – 13 мг КОН на 1 г жира; продел гречневый с величиной КЧЖ до этого значения можно и хранить и реализовывать;

- норма годности – 17 мг КОН на 1 г жира; продел гречневый с величиной КЧЖ от 13 мг КОН на 1 г жира до этого значения необходимо реализовывать. При величине КЧЖ продел гречневый свыше 17 мг КОН на 1 г жира его нельзя использовать для пищевых целей, так как он не соответствует целевому стандарту по органолептическим показателям.

Результаты данной работы использованы при разработке ГОСТ Р 55290-2012 «Крупа гречневая ядрица. ТУ».

Список литературы

1. Дэвис С. Ферментативное окисление липидов // В кн.: Срок годности пищевых продуктов / Под ред. Р.Стеле; пер. с англ. - СПб.: Профессия, 2006. – С. 183 – 205.

2. Козьмина Н.П., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки - М.: Заготиздат, 1950. - 359 с.

3. Сингх Р.П., Андерсен Б.П. Основные виды порчи пищевых продуктов // Срок годности пищевых продуктов / под ред. Р.Стеле: пер. с англ. - СПб.: Профессия, 2006. – С. 17 – 40.

4. Кантаре В.М., Матисон, Фоменко Н.А., Крюкова Е.В. Основные методы сенсорной оценки продуктов питания / В.М. Кантаре, В.А. Матисон, Н.А. Фоменко, Е.В. Крюкова // Пищевая промышленность. – 2003. – №10. – С.6-13.

5. Козьмина Н.П. Проблема улучшения качества муки - М.: Заготиздат, 1940. – 155 с.

6. Трисвятский Л.А. Выявление признаков устойчивости муки против прогорканий при её хранении // Опыт хранения зерна, муки и крупы // М., 1946. – С. 111-136.

7. Приезжева Л.Г. Методика определения норм свежести и годности зернопродуктов (мука, крупа) по величине кислотного числа жира // Хлебопродукты № 2. – М., 2012. – С. 50 – 53.

8. Приезжева Л.Г., Леонова Т.А., Мелешкина Е.П., Панкратьева И.А., Очеретенко Т.И. Совершенствование методики бальной оценки зернопродуктов // Хлебопродукты № 1 – М., 2012. – С. 61 - 63.

9. Приезжева Л.Г. Установление норм свежести и годности пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта по кислотному числу жира // Хлебопродукты № 2, – М., 2013. – С. 56 – 59.

10. Приезжева Л.Г. Нормы свежести и годности ржаной обдирной муки по кислотному числу жира // Хлебопродукты № 7, – М., 2013. – С. 52 – 55.

11. Приезжева Л.Г. Кислотное число жира – показатель возможности хранения и реализации рисовой крупы // Хлебопродукты № 7,– М., 2012. – С. 46 – 49.

12. Приезжева Л.Г. Пшено как объект хранения // Хлебопродукты № 10, – М., 2013. – С. 58 – 60.

УДК 664.731.1; 664.681.15

***С.О. Смирнов**, к.т.н., **С.А. Урубков**, к.т.н., **О.Н. Бердышникова**, к.т.н. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», г. Москва*

СПОСОБ КОНЦЕНТРАЦИИ БЕЛКОВЫХ И УГЛЕВОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ МЕТОДОМ ПНЕВМОКЛАССИФИКАЦИИ

В данной статье приведены результаты разработки нового способа производства концентратов нативных белков на основе «сухого» способа извлечения их из эндосперма зерна, а также рассматривается характеристики новых видов тритикалевой муки при возможном их использовании в качестве обогатителей.

Ключевые слова: тритикале, пневмоклассификация, мука тритикалевая белковая, мука тритикалевая углеводная.

***S.O. Smirnov,** Ph.D., **S.A. Urubkov,** Ph.D., **O.N. Berdyshnikova,** Ph.D. Federal State Scientific Institution "Research Institute of the baking industry", Moscow.*

A METHOD OF THE CONCENTRATION OF PROTEIN AND CARBOHYDRATE COMPONENTS OF FLOUR TRITIKALE AIR-CLASSIFICATION METHOD

The results of the new method of the concentration of the native proteins based on the "dry" method of extracting them from the endosperm of the grain and presents the characteristics of the new flour from triticale grain with their possible use as additives.

Keywords: triticale, air-classification, protein flour from triticale, carbohydrate flour from triticale.

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.

В настоящее время в качестве источника растительного сырья с повышенным содержанием белка большой практический интерес приобретает зерно тритикале. Это создаёт условия для расширения и совершенствования ассортимента различных продуктов питания общего и специального назначения.

По содержанию белка мука из зерна тритикале почти в 1,5 раза превосходит рожь, и в 1,2 раза пшеницу, кроме этого в ней несколько выше содержание незаменимых аминокислот, минеральных веществ и витаминов группы В [1, 5, 6, 7].

Использование тритикалевой муки в кондитерской промышленности, позволяет получать печенье, пряники, кексы, бисквиты высокого качества. При производстве хлебобулочных изделий из муки тритикале они имеют приятный аромат и специфический вкус, дольше не черствеют, отличаются более высоким содержанием белка и незаменимых аминокислот - лизина и триптофана [3].

На стендовом оборудовании лаборатории технологии и техники мукомольного производства ГНУ ВНИИЗ проведены комплексные исследования, в результате которых разработан «сухой» способ концентрации белковых и углеводных фракций из тритикалевой муки с сохранением их нативных свойств, позволяющий получать высокобелковую муку с содержанием белков в 1,5-2 раза превышающим содержание этого макронутриента в исходной муке [2, 4].

Проведенные исследования позволили определить основные принципы разделения частиц продукта при обработке в центробежно-роторном пневмоклассификаторе, а также по-

добрать рациональные режимы его работы, которые позволили получать продукт стабильного качества [4].

Реализация способа производства высокобелковых и крахмалистых видов муки осуществлялась в рамках структурной схемы, представленной на рисунке 1, и предусматривает следующие этапы: подготовку зерна; размол зерна на вальцевых станках и последующее фракционирование; извлечения белковых, углеводных и белково-углеводных фракций муки на основе центробежно-роторной пневмоклассификации.

На данный способ получен патент Патент RU 2560593 РФ МПК A23J 1/00 (2006.01) A23J 1/12 (2006.01) «Способ концентрации частиц белка и крахмала тритикалевой муки методом пневмоклассификации».

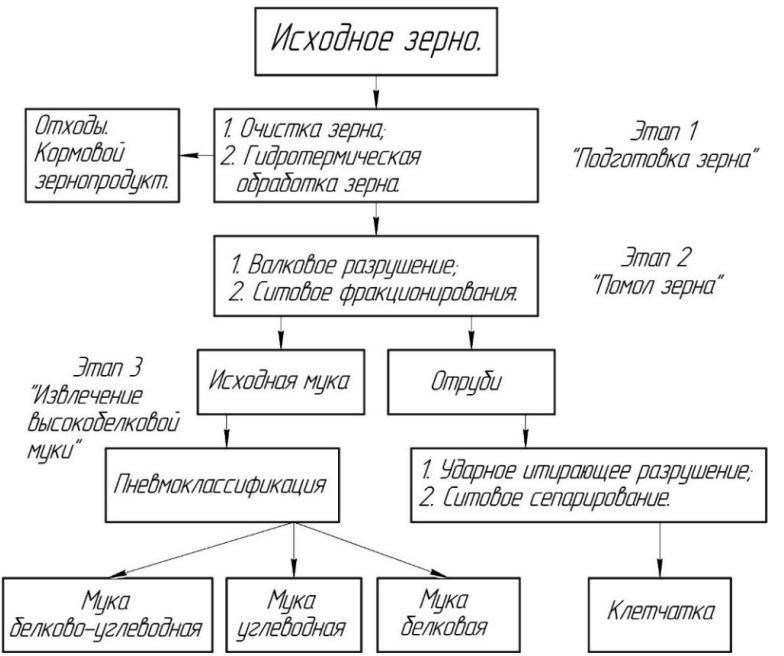


Рисунок 1. Структурная схема технологии производства нативных пищевых ингредиентов целевого назначения

Принцип действия пневмоклассификатора заключается в разделении частиц муки на основе различия аэродинамических свойств, которое обусловлено разными размерами и плотностью частиц крахмала и белка.

Основой способа является разделение муки на три фракции с определенным гранулометрическим составом: первая фракция со среднеэквивалентным размером частиц в пределах 30 мкм (мука белковая), вторая (мука белково-углеводная) – 50 мкм и третья (мука углеводная) – 80 мкм.

Применительно к исследуемым сортам зерна тритикале сортов «Корнет» и «Трибун» было установлено, что общий выход белковой муки из тритикале сорта «Корнет» составил 12,6% с концентрацией белка 25,9%, при этом получено 39,3% углеводной муки и 48,1% муки белково-углеводной. Общий выход из тритикале сорта «Трибун»: муки белковой – 14,8% с концентрацией белка 28,6%, муки углеводной – 34,2%, муки белково-углеводной – 51,0%. (табл.1)

Таблица 1. Выход и химический состав новых видов муки из зерна тритикале сортов «Корнет» и «Трибун», полученных способом пневмоклассификации

Наименование продукта	Выход, %	Влажность, %	Содержание, %		
			Жир	Белок	Крахмал
Сорт «Корнет»					
Мука углеводная	39,3	15,0	0,9	9,6	84,4
Мука белково-углеводная	48,1	14,6	1,5	15,2	65,7
Мука белковая	12,6	14,1	3,1	25,9	44,2
Сорт «Трибун»					
Мука углеводная	34,2	15,2	1,0	10,2	81,5
Мука белково-углеводная	51,0	14,7	1,7	17,6	63,9
Мука белковая	14,8	14,2	3,3	28,6	43,4

В результате анализа технологических свойств полученных продуктов из сортов «Корнет» и «Трибун» определена характеристика новых видов муки, обусловливающая состояние их макрокомплекса: углеводно-амилазного, белково-протеиназного и липидо –гидролизно-липоксигеназного комплексов. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2. Характеристика новых видов муки из зерна тритикале

Наименование продукта	Число падения, с	Количество сырой клейковины, %	Количество сухой клейковины, %	Качество клейковины, ед.пр.ИДК.	Кислотность, град	Средний размер частичек, мкм	Зольность, %	Водопоглотительная способность муки (ВПС), %	Газообразование		
									Общий объем, мл	Объём потерянного CO_2, мл	Объём удержания, мл
Сорт «Корнет»											
Мука углеводная	148	15,7	10,4	63,4	1,9	73,1	0,54	62,4	1620	271	1349
Мука белково-углеводная	154	20,5	11,0	69,8	2,1	48,6	0,70	61,8	1627	305	1321
Мука белковая	141	24,6	12,4	70,9	2,8	40,5	1,60	72,4	2121	236	1885
Сорт «Трибун»											
Мука углеводная	182	25,7	11,3	61,3	1,7	78,4	0,56	65,7	1315	136	1179
Мука белково-углеводная	194	32,6	11,8	67,6	1,9	56,3	0,73	63,9	1492	70	1422
Мука белковая	173	33,9	12,7	69,2	2,6	44,2	1,84	76,1	1791	342	1449

При анализе данных таблицы 2 можно выделить повышенную водопоглотительую способность (72,4%) муки белковой при сравнении с другими видами муки, у которых значение ВПС схожее между собой. Данные показатели существенно влияют на свойства теста, а также на выход и качество готовых изделий. Из таблицы видно, что новые виды муки могут использоваться целевым образом для изменения химического состава продуктов, производимых из муки.

В таблице 3 приведены результаты анализа теста из новых видов муки, полученные на приборе альвеограф.

Таблица 3. Упругие и пластичные свойства теста из новых видов тритикалевой муки

Определяемые показатели	Мука тритикалевая белковая	Мука тритикалевая белково-углеводная	Мука тритикалевая углеводная
Максимальное избыточное давление (P), мм H_2O	89	58	63
Длина кривой (L), мм	24	32	41
Индекс раздувания (G)	10,9	12,6	14,3
Энергия деформации теста (W), 10^{-4} Дж	92	60	73
Форма кривой (P/L)	3,71	1,81	1,54

На рисунке 2 представлены альвеограммы теста новых видов муки из зерна тритикале сорта «Корнет».

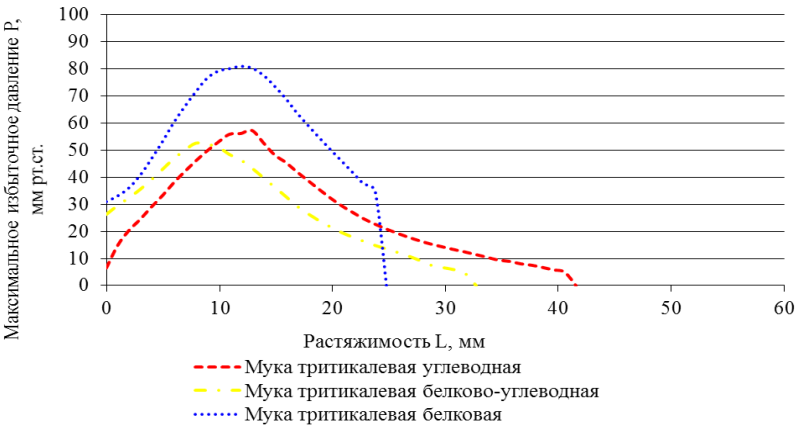


Рисунок 2. Упругие и растяжимые свойства теста из новых видов тритикалевой муки

Результаты анализов показали, что мука тритикалевая белковая, при сравнении с другими видами муки из тритикале, обладает более высокими упругими свойствами и более низкими растяжимыми свойства. Соотношение упругих и пластичных свойств (P/L) у белковой тритикалевой муки в 2 раза выше, чем у других образцов.

Таким образом, можно сделать вывод, что тесто из муки тритикалевой углеводной и белково-углеводной имеет более низкие упругие свойства, более высокую пластичность, что способствует его лучшей формовке и разделке, а также увеличивает его газоудерживающую способность и показатель удельного объема хлеба.

Анализ полученных видов муки с помощью Реоферментометра F3 позволил установить скорость изменения давления диоксида углерода при созревании теста (рисунок 3). Результаты проведения испытания отображаются в виде двух временных зависимостей: кривая расширения теста и кривая газовыделения.

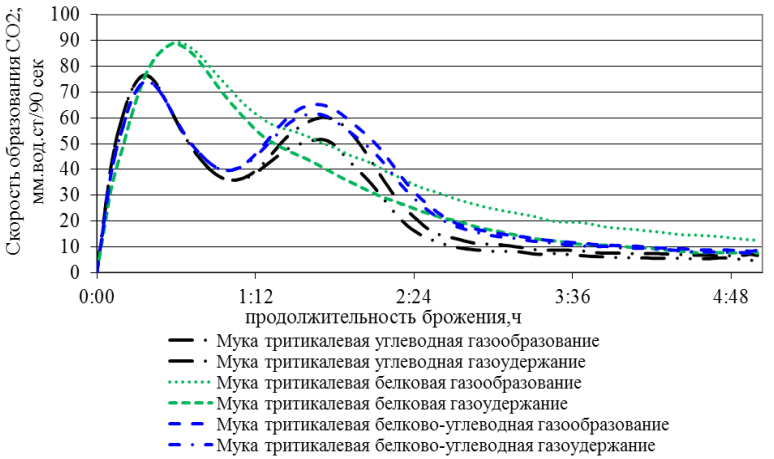


Рисунок 3. Скорость изменения давления диоксида углерода при созревании теста из новых видов тритикалевой муки

Полученные данные, характеризующие технологические и хлебопекарные свойства новых видов муки из зерна тритикале, позволят различным отраслям пищевой промышленности использовать данные продукты по целевому назначению в качестве самостоятельных продуктов или в качестве обогатителей при составлении композитных мучных смесей.

Список литературы

1. Гризо, В.А., Содержание макро- и микроэлементов в зерне тритикале и продуктах его переработки / В.А. Гризо, Н.Е. Погирной, В.И. Орлова, Н.Д. Богочева // «Научно-технический реферативный сборник», Серия «Мукомольно-крупяная промышленность», М.: ЦНИИИТЭИ МинзагаСССР, 1979, вып. 1, с.10-13.

2. Дулаев, В.Г. Научно-технические аспекты создания зернопродуктов нового поколения с заданным содержанием основных питательных и биологически активных веществ // Хране-

ние и переработка сельхозсырья / В.Г. Дулаев // – М., 1999. - №1. – с. 25.27.

3. Еркинбаева, Р.К. Исследование хлебопекарных свойств муки из зерна тритикале: автореф. дис. канд. техн. наук / Р.К. Еркинбаева // – М.: Московский технологический институт пищевой промышленности, 1980. – 24 с.

4. Смирнов, С.О. «Сухой» способ концентрации белковых и углеводных фракций из зерна с сохранением их нативных свойств. / С.О. Смирнов, С.А Урубков // 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.

5. Тертычная, Т.Н. Изучение особенностей углеводно-амилазного и белково-протеиназного комплексов тритикалевой муки с обогатителями / Т.Н. Тертычная, В.С. Агибалова // Хранение и переработка зерна /г. Днепропетровск/. – 2010. – №2 (128). - С. 62-64.

6. Chen C.H., Bushuk W. Nature of protein in Triticale and its parental species. I. Solulibity characteristics and amino acid composition of endosperms proteins // Can. I. Plant Sci. – 1980. – Vol. 50. – Lan. -P. 914.

7. Hraska → S. → Heritabitita → aminokyselin → Triticale. // Polnohospodarstvo. – 1975. – R. 21. – C. 4/5. – S. 295-300.

УДК 338.439.66

С.Е. Уланин, *директор,* ***С. Л. Белецкий*** *к.т.н. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

НАУКА О ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ – КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР В РАЗВИТИИ АРКТИКИ

Статья посвящена научно-методическому развитию продовольственной безопасности арктических зон Российской федерации, перспективным проектам МЧС по новым местам организации хранения государственных запасов, позициям и их нормам, а также эксперименту по длительному хранению продовольственных запасов в зоне вечной мерзлоты.

Ключевые слова: государственный резерв, институт, длительное хранение, наука, исследования, Арктика, МЧС, запасы, Таймыр, эксперимент.

S.E. Ulanin, S. L. Beletskiy

THE SCIENCE OF LONG-TERM STORAGE IS A KEY FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF THE ARCTIC

Abstract: the article is devoted to scientific and methodological development of food security of the Arctic zone of the Russian Federation, the promising projects of the MES of new places to store state stocks, positions and their standards, as well as the experiment on long-term storage of food stocks in the permafrost zone.

Keywords: state reserve, Institute, extended storage, science, research, Arctic, MES, inventory, Taimyr, experiment.

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

Это универсальный инструмент руководства страны для преодоления ресурсных ограничений в различных обстоятельствах, стабилизирующий фактор развития экономики и важный элемент системы обеспечения национальной безопасности.

Наука о длительном хранении материальных ценностей является одним из ключевых факторов развития системы государственных резервов. НИИПХ Росрезерва по-прежнему остается единственным в РФ и постсоветском пространстве многопрофильным научно-исследовательским институтом, который имеет современные аккредитованные испытательные лаборатории, оснащенные уникальным экспериментальным оборудованием и приборами, а также высокий научный потенциал ученых и специалистов. Институт постоянно ведет поиск и разработку высокоэффективных инновационных технологий и методов, которые могут быть использованы в деятельности государственного материального резерва и всей страны в целом [1].

Более половины исследований, проводимых в Институте, направлены на решение задач по обеспечению качественной сохранности продовольственной продукции при длительном хранении.

В 2008 году Президентом Российской Федерации был утвержден документ «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» [2]. Этим документом определяются главные

цели, основные задачи, стратегические приоритеты и механизмы реализации государственной политики Российской Федерации в Арктике, а также система мер стратегического планирования социально-экономического развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности России. В том же документе среди стратегических приоритетов государственной политики Российской Федерации в Арктике названо совершенствование системы государственного управления социально-экономическим развитием Арктической зоны Российской Федерации, в том числе за счет расширения фундаментальных и прикладных научных исследований в Арктике.

В этом году в Росрезерв поступил проект Предложения от МЧС России по созданию запасов материальных ценностей государственного материального резерва на сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации. В нём определены предполагаемые места хранения запасов государственного материального резерва, а также номенклатура и нормы накопления материальных ценностей для каждого места хранения.

Практически все предложенные МЧС позиции продовольственных товаров Институт исследует на предмет сохранения качества при длительном хранении в зоне вечной мерзлоты благодаря эксперименту, начало которому было положено в 1900 г. Эдуардом Толлем.

Летом 1973 года участниками экспедиции «Комсомольская правда» на Западном побережье п/о Таймыр в районе п/о Заря был обнаружен продуктовый склад Первой русской полярной экспедиции Академии наук России, заложенный в грунте вечной мерзлоты в 1900 году начальником этой экспедиции Эдуардом Толем. В дальнейшем этим складом экспедиция не воспользовалась [3, 4].

Обнаруженный склад с продуктами, пролежавшими более 70 лет в вечной мерзлоте, явился уникальной находкой и

представлял большой научно-практический интерес как для пищевиков-технологов, так и для специалистов по длительному хранению продуктов питания. Был проведён анализ отобранных из склада продуктов (консервы мясо-растительные, шоколад, чай, сахар, ржаные сухари, овсяная крупа типа «Геркулес»), который показал хорошую сохранность этих продуктов питания.

В 1974 году рядом научно-исследовательских институтов, из которых головным являлся НИИПХ Росрезерва, была разработана и утверждена научная Программа по исследованию возможности длительного хранения пищевых продуктов в условиях вечной мерзлоты на п/о Таймыр, в соответствии с которой в этом же году Минпищепромом СССР и газетой «Комсомольская правда» была организована специальная экспедиция на мыс Депо по выемке части продуктов из склада и закладке современных отечественных продуктов в исследовательских целях.

В числе вновь заложенных продуктов были также продукты Госрезерва (консервы - говядина тушеная различных мясоконсервных заводов и комбинатов, мясо-растительные, сгущенное молоко с сахаром, чай черный байховый, кофе зеленый, какао-бобы). Перед закладкой по всем продуктам были определены основные показатели качества и органолептические характеристики. Продукты были заложены в деревянных ящиках, на которых были указаны годы следующих выемок: 1980, 2000 и 2050.

В 1980 году состоялась следующая экспедиция к месту склада продовольствия Э. Толля. Была осуществлена выемка ящика с продуктами, на котором был трафарет «1980». Дополнительно к 24 видам продуктов, заложенных в 1974 году, в 1980 были заложены 34 вида новых продуктов, в том числе часть из них была представлена Госрезервом.

Очередной этап исследований был проведен в 2004 году

− совместно Росрезервом и Россельхозакадемией. В соответствии с научной программой Росрезерва часть продуктов, предназначенная для изъятия, была привезена в Москву, где продукты были исследованы в лабораториях НИИПХ; также были заложены образцы новой продукции в различных видах тары и упаковки.

Последняя экспедиция состоялась в 2010 году, в рамках которой были заложены новые продукты питания и исследованы часть с предыдущих закладок – всего более 70 наименований. В 2010 году впервые на длительное хранение в условиях вечной мерзлоты на полуострове Таймыр были заложены крупы гречневая (ядрица) и рисовая (шлифованная) в различных видах упаковки, зерна пшеницы и ржи продовольственных, семена злаковых культур. Причем не просто семена, а селекционные образцы, своего рода, − минибанк злаковых культур.

Все это будет храниться в таймырской земле до 2050 г., с промежуточным отбором образцов в 2016 и 2025 гг.

Основными задачами нашей программы являются:

- продолжение накопления научных знаний по длительному хранению пищевых продуктов в условиях вечной мерзлоты;
- расширение ассортимента исследуемой продукции (продовольственное зерно, хлебопродукты, семена);
- разработка предложений по созданию государственных запасов продуктов питания в арктической зоне.

Таким образом, эксперимент, начавшись в 1900 году, был продолжен в 1974, 1980, 2004 и 2010 годах. На основании проведённых исследований после экспедиций 1974, 1980 и 2004 гг. доказана возможность длительного хранения (более 100 лет) большинства классических и современных продуктов питания без существенных изменений показателей их качества и потребительских свойств.

Положительные результаты по хранению продуктов в вечной мерзлоте дают основание для проведения глубокого на-

учного анализа с целью определения возможности создания государственного стратегического запаса пищевых продуктов, сырья и семян в арктической зоне [4].

Обладая достаточным опытом и научным потенциалом Институт готов к сотрудничеству по проведению исследований в области хранения материальных ценностей (а это продовольственная и промышленная продукция, нефтепродукты и товары, предназначенные для ликвидации последствий ЧС) в естественных условиях Арктического региона.

Список литературы

1. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу / Документ РФ.

2. Белецкий С. Л. Инновации Росрезерва в сфере длительного хранения материальных ценностей//Хлебопродукты.− 2011 г., № 10, с. 64.

3. Д. И. Шпаро, В. П. Леденёв, Н. Д. Лукин, С. Л. Белецкий Хранение продовольственных товаров на Таймыре продолжается (от Э. В. Толля до века нанотехнологий). 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»

4. «Вечная мерзлота на страже качества продуктов» (от экспедиции Эдуарда Толля в будущее). История, результаты и перспективы уникального эксперимента по длительному хранению пищевых продуктов в условиях вечной мерзлоты / Под общей редакцией А. Б. Лисицина. Д. Ю. Гогина; составители: Д. И. Шпаро, А. А. Семёнова, А. Н. Рогова. − М.: Эдиториал сервис, 2011.− 222 с., 129 ил.

УДК 546.21:547.514.4:637.146.4

Е.В. Фатьянов, *к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», г. Саратов*

ЗНАЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ «АКТИВНОСТЬ ВОДЫ» ПРИ ХРАНЕНИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

В статье рассмотрены аспекты применения показателя «активность воды» при хранении пищевых продуктов. Приведены основные элементы барьерной технологии пищевых продуктов. Приведены значения активности воды в различных видах пищевых продуктов. Даны рекомендации по применению активности воды при сушке и замораживании пищевых продуктов. Проведен анализ технических возможностей различных методов определения активности воды.

Ключевые слова: активность воды, мясные, молочные, пищевые продукты, хранение, качество, сушка, холодильная обработка.

E.V. Fatyanov

VALUE OF THE INDEX “WATER ACTIVITY” WITH THE STORAGE OF FOOD

Consider aspects the application of the indicator “water activity” when storing food. Presents the basic elements of the hurdle food technology. Shows values of water activity in various kinds of foods. Recommendations on the use of water activity during drying and freezing foods. The analysis of the technical capabilities of the various methods for determining the water activity.

Keywords: water activity, meat, dairy, food, storage, quality,

drying, refrigeration processing.

Проблемы сохранения сельскохозяйственного сырья и готовых пищевых продуктов имеют многовековую историю и актуальны и поныне. В настоящее время при определении стойкости пищевых продуктов при хранении общепризнана, так называемая «барьерная технология», разработанная в последней трети XX века немецкими учеными из Федерального центра исследования мяса (ныне Институт Макса Рубнера, г. Кульмбах, Германия) [1]. Согласно этой концепции для предотвращения порчи пищевых продуктов, прежде всего микробиологического характера, используется ряд барьеров. В первую очередь к этим барьерам относятся:

- повышенная температура F (стерилизация и пастеризация);
- пониженная температура t (обработка и хранение в охлажденном и замороженном виде);
- пониженные значения показателя активной кислотности (pH);
- пониженное значение показателя активности воды (a_w);
- пониженное значение окислительно-восстановительного потенциала rH_2 (Eh);
- наличие консервантов (K);
- наличие конкурирующей микрофлоры – стартовых и защитных культур (S).

Позднее [2] барьерная технология была дополнена таким важным элементом, как гигиенический статус (H), то есть начальной микробной обсемененностью ингредиентов пищевых продуктов. Следует отметить, что в последние десятилетия доминирующее значение в технологии хранения пищевой продукции занял характер используемой упаковки.

При хранении пищевых продуктов имеет важное значение рациональное сочетание разных барьеров с разной степенью их

интенсивности.

Значительный интерес представляет показатель «активность воды», который при определении условий хранения пищевых продуктов высокой и промежуточной влажности обычно применяется в сочетании с показателем pH [3]. Однако диапазон применения активности воды в технологии пищи шире, и этот показатель используется при определении условий хранения пищевых продуктов низкой влажности. На рис. 1 представлена, так называемая «Карта стабильности пищевых продуктов в зависимости от активности воды» (Labuza T.P., 1974 г.).

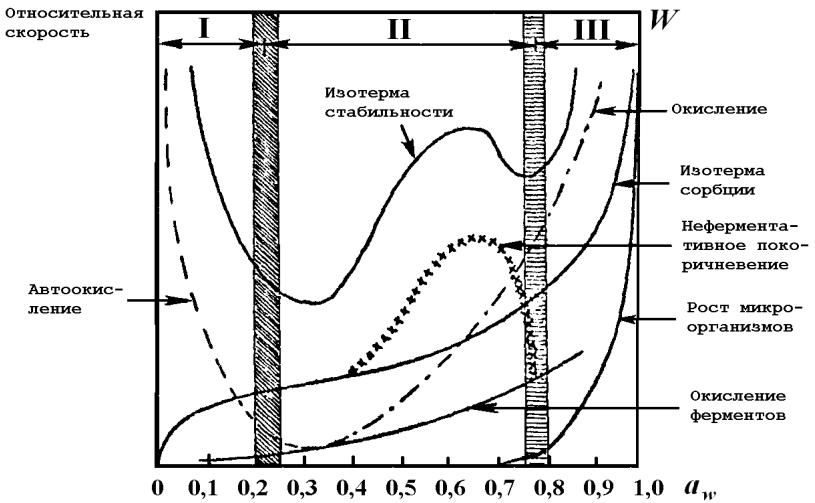


Рис. 1. Карта стабильности пищевых продуктов

Карта стабильности условно отображает кинетику протекания различных биохимических и микробиологических процессов, обуславливающих порчу пищевых продуктов в зависимости от активности воды в продуктах. При этом на схеме приведена и изотерма стабильности, имеющая два оптимальные для хранения диапазона активности воды – от 0,25 до 0,35 и от 0,70 до 0,80.

Активность воды определяется как отношение парциального давления водяного пара p над поверхностью продукта к давлению насыщенного водяного пара p_0 при той же температуре:

$$a_w = p/p_0 = РОВ/100, \quad (1)$$

где РОВ – равновесная относительная влажность, %.

Общепринято, что абсолютно сухой материал имеет a_w = 0, а дистиллированная вода – a_w = 1.

Известно, что отношение p/p_0 входит в основную термодинамическую формулу, примененную П.А. Ребиндером для описания энергии связи влаги с сухим скелетом материала:

$$-\Delta F = L = RT \ln p/p_0 = -RT \ln \varphi, \quad (2)$$

где ΔF – уменьшение свободной энергии (при постоянной температуре T);

L – работа отрыва 1 моль воды от сухого скелета материала (без изменения состава);

R – универсальная газовая постоянная;

φ – относительная влажность парогазовой среды.

Активность воды в сельскохозяйственном сырье и пищевых продуктах зависит в первую очередь от массовой доли влаги и количественного и качественного состава водорастворимых веществ, прежде всего солей и углеводов. При этом известно, что согласно закону Рауля низкомолекулярные вещества сильнее понижают активность воды, чем высокомолекулярные. Особняком здесь стоит хлорид натрия, являющийся основным веществом пищевой поваренной соли и имеющий аномальную эффективность снижения активности воды в пищевых продуктах и по этой причине с давних пор использующийся как наиболее распространенный химический консервант (в широком

смысле этого термина) [4]. На рис. 2 показана зависимость активности воды от концентрации ряда солей и углеводов в их водных растворах [5, 6].

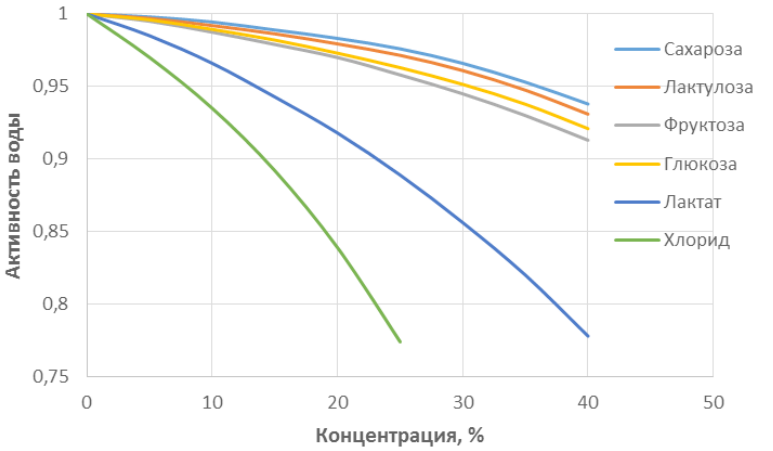


Рис. 2. Активность воды растворов солей и углеводов

Активность воды сельскохозяйственного продовольственного сырья, как животного, так и растительного происхождения, за исключением семян злаковых культур обычно лежит в диапазоне от 0,950 до 0,996. Активность воды большинства обработанных пищевых продуктов, как правило, ниже, чем активность воды основного исходного сырья и лежит в пределах от 0,750 до 0,990 (табл. 1-3) [7, 8, 9].

Таблица 1. Активность воды сырья растительного и животного происхождения и некоторых пищевых продуктов

Наименование	a_w	Наименование	a_w
Мясо	0,983-0,991	Кетчуп и майонез	0,955-0,975
Овощи	0,975-0,995	Хлеб пшеничный	0,890-0,940
Фрукты	0,970-0,985	Пшеница	0,550-0,750
Сельдь специального посола	0,905-0,915	Мука пшеничная	0,700-0,740
Закуски мясные	0,675-0,810	Масло подсолнечное	0,480-0,530
Зефир	0,658-0,668	Сухари	0,440-0,495
Рыба солено-сушеная	0,640-0,700	Печенье сдобное	0,350-0,440
Мед	0,560-0,650	Лапша быстрого приготовления	0,130-0,170
Конфеты шоколадные	0,470-0,600	Сахар	0,100-0,150

Таблица 2. Физико-химические характеристики мясных продуктов

Виды колбасных изделий	Массовая доля, % не более:		a_w	Соотношение воды и белка
	влаги	соли		
Вареные	55-74*	2,0-2,5	0,96-0,97	4,8-5,4
Полукопченые	40-57	3,0-3,5	0,94-0,96	2,3-3,4
Варено-копченые	41-51	4,0	0,90-0,93	1,3-3,0
Сырокопченые полусухие	35-42	5,0	0,89-0,91	2,3-3,4
Сырокопченые сухие	25-35	6,0	0,80-0,86	1,9-2,1

* - для вареных колбас по ГОСТ Р 52196-2003

Таблица 3. Активность воды молочных продуктов

Продукты	Массовая доля влаги, %	a_w
Молоко цельное	88,0-89,9	0,994-0,996
Сливки	55,0-59,0	0,982-0,988
Ряженка жирностью 3,2 %	88,0-88,3	0,987-0,989
Сметана жирностью 25 %	68,0-69,0	0,960-0,970
Сыры твердые и полутвердые	36,0-44,0	0,913-0,942
Сгущенное молоко с сахаром	25,5-27,0	0,821-0,846
Сухое молоко	3,80-4,20	0,225-0,265

Наряду с применением при химическом консервировании водорастворимых веществ для понижения активности воды используются обезвоживание и замораживание.

Для обезвоживания чаще всего применяются различные виды сушки. При проектировании процессов сушки необходимо знание гигроскопических характеристик материалов и в первую очередь зависимости изменения активности воды от влажности при ее снижении (изотерма десорбции). В то же время при определении конечной влажности высушиваемого материала и условий хранения – относительной влажности среды, ее температуры и способа упаковки наряду с изотермой десорбции следует знать и изотерму адсорбции, получаемую при увлажнении высушенного материала в условиях повышенной относительной влажности газовой среды. На рис. 3 показана изотерма десорбции-адсорбции пищевых продуктов в координатах влажность (W, %) – активность воды (a_w).

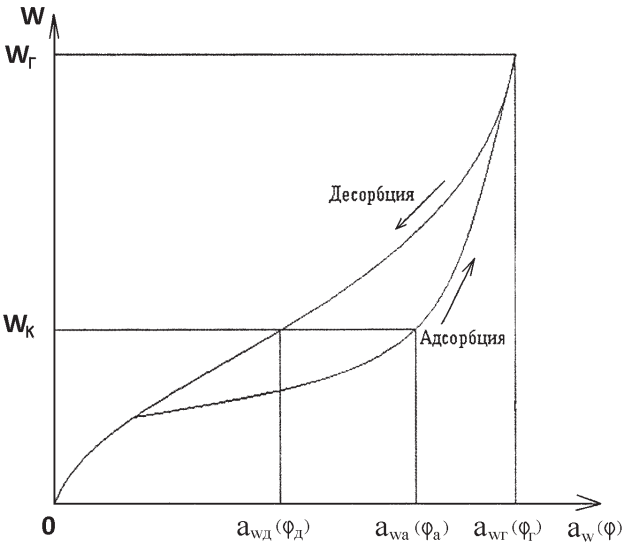


Рис. 3. Типичная изотерма десорбции-адсорбции пищевых продуктов

Изотерма имеет типичный для коллоидных капиллярно-пористых материалов сигмоидальный вид, при этом ветви десорбции (сушки) и адсорбции (поглощения влаги) не совпадают вследствие наличия сорбционного гистерезиса. При сушке влажность снижается от гигроскопической ($W_г$), до конечной ($W_к$), а активность воды – от $a_{wг}$, до $a_{wк}$. При этом в интервале относительной влажности от $\varphi_д$ до φ_a отсутствует процесс поглощения влаги продуктом из парогазовой среды, влажность системы не меняется и только при превышении относительной влажности выше φ_a, начинается сорбция влаги.

При понижении активности воды в пищевых продуктах происходит и понижение температуры начала замерзания (криоскопической температуры) [10]. На рис. 4 представлена зависимость криоскопической температуры от уровня активности воды в пищевой системе.

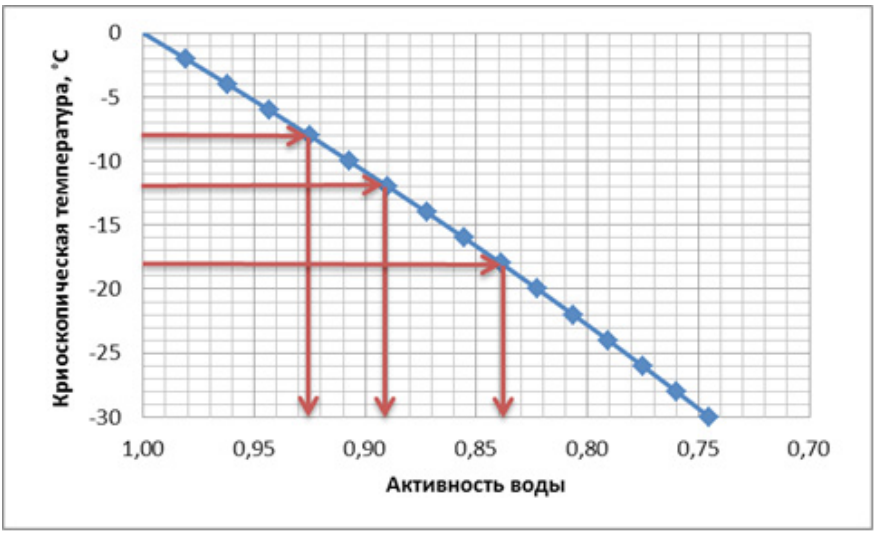


Рис. 4. Зависимость криоскопической температуры от активности воды

Наиболее характерным в холодильной технологии значениям отрицательных температур: минус 8, 12 и 18 °С – соответствует активность воды равная 0,925, 0,890 и 0,840. Сопоставляя «Карту стабильности» (рис. 1) и вышеприведенную зависимость (рис. 4) видно, что с позиции более полного сохранения качества мяса наиболее рациональной температурой хранения является диапазон от минус 24 °С до минус 30 °С и несколько ниже.

В соответствии с Международным стандартом ISO 21807-2012 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Определение активности воды», введенным в действие в нашей стране с 1 июля 2013 года, предполагается применение 8 прямых и косвенных методов определения активности воды. Из этих методов в настоящее время практически используются только четыре: «точки росы», гигрометрический электролитический и электросорбционный,

а также криоскопический метод, основанный на измерении температуры замерзания продукта [12].

Ведущими производителями приборов для измерения активности воды являются швейцарские компании Rotronic, Novasina, американская Decagon и немецкая Nagy Instruments [13].

Гигрометрический метод реализован в линейках приборов Rotronic и Novasina. Приборы Rotronic комплектуются емкостными датчиками влажности, Novasina – электролитическими. Компания Decagon специализируется на выпуске приборов «точки росы», но в то же время производит и приборы гигрометрического типа. Компания Nagy Instruments выпускает приборы, основанные на гигрометрическом принципе действия, приборы «точки росы», а также криометры серии AWK. В табл. 4 приведены основные технические характеристики этих приборов.

Таблица 4. Технические характеристики приборов для измерения a_w

Характеристики	Метод измерения:		
	гигрометрический	«точки росы»	криоскопический
Диапазон измерения	0,00…1,00	0,03…1,00	0,80…1,00
Точность	±(0,02…0,003)	±0,003	±0,001
Воспроизводимость	±(0,002…0,005)	Нет данных	±0,0003
Разрешение	0,01…0,001	0,001…0,0001	0,0001
Продолжительность измерения, мин.	5*…120	Около 5	5…20

* – при использовании программы экстраполяции

Для определения показателя активности воды в высоковлажных пищевых продуктах и ряда пищевых продуктах промежуточной влажности имеет определенные преимущества

криоскопический метод определения. Это обусловлено высокой точностью и воспроизводимостью измерений, обусловленных, в первую очередь, исключением влияния окружающей среды на процесс измерения. На рис. 5 показан внешний вид анализатора активности воды, разработанного сотрудниками Саратовского ГАУ при участии автора статьи [14, 15].

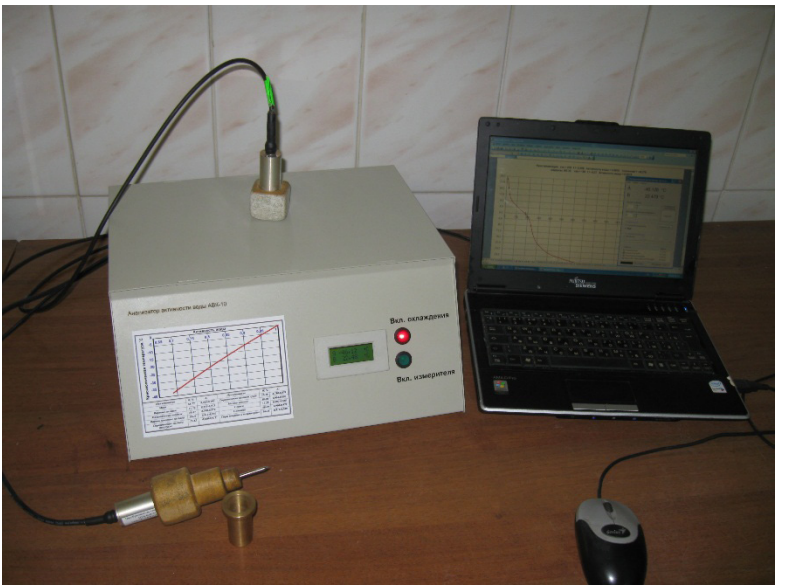


Рис. 5. Анализатор активности воды АВК-10

Проведенные нами исследования показали, что в перспективе нижний диапазон активности воды в пищевых продуктах, определяемый этим методом, может быть расширен до 0,75 и даже ниже [7], так как использование трехкаскадных термоэлектрических холодильников (элементы Пельтье) и специальных процедур – понижение температуры окружающей среды и/или предварительное охлаждение холодильника анализатора, позволяет обеспечить необходимый темп замораживания и достижения минимальной температуры холодильника до минус 45-55 °С.

Таким образом, контроль показателя «активность воды» имеет важное значение для повышения стабильности при хранении пищевых продуктов, консервированных различными методами, как химическими (посол, засахаривание), так и физическими (сушка, замораживание). Контроль активности воды позволяет обеспечить безопасность и качество пищевых продуктов при применении минимальной интенсивности используемых «барьеров» при обработке пищевых продуктов. Следует отметить, что показатель активности воды уже больше пятидесяти лет используется за рубежом в качестве обязательного показателя безопасности пищевых продуктов, в то время, как в нашей стране, так и странах Таможенного Союза он ограничено применяется только для научных исследований.

Список литературы

1. Ляйстнер Л., Гоулд Г. Барьерные технологии: комбинированные методы обработки, обеспечивающие стабильность, безопасность и качество продуктов питания. – М.: ВНИИМП, 2006. – 236 с.

2. Hechelmann, H. Microbiologische Kriterien für stabile Produkte / H. Hechelmann, R. Kasprowiak // Fleischwirtschaft. – 1991. – № 4. – S. 374-389.

3. Food Code / U.S. Public Health Service: FDA, 2013. – Режим доступа: www.fda.gov.

4. Люк Э., Ягер М. Консерванты в пищевой промышленности. – СПб: ГИОРД, 2000. – 256 с.

5. Фатьянов Е.В., Царьков И.В., Тё Р.Е. Влияние водных растворов углеводов на активность воды // Молочная промышленность. – 2011. – № 12. – С. 52-53.

6. Фатьянов Е.В., Евтеев А.В., Те Р.Е. Зависимость активности воды от концентрации соли и углеводов // Научное обозрение. – 2011. – № 5. – С. 69-74.

7. Фатьянов Е.В., Алейников А.К., Евтеев А.В. Разработка

макетного образца прибора для измерения активности воды: отчет о НИР № 10751р/19751 от 13.08.2012. – 80 с.

8. Фатьянов Е.В. Активность воды молочных продуктов // Молочная промышленность. – 2011. – № 2. – С. 61-62.

9. Фатьянов Е.В. Значение показателя «активность воды» в технологии продуктов животного происхождения // Пища. Экология. Качество: Труды XII МНПК. – М., 2015. – С. 343-348.

10. Вода в пищевых продуктах / под ред. Р.Б. Дакуорта : [пер. с англ.]. – М.: Пищевая пром-сть, 1980. – 374 с.

11. Фатьянов Е.В. Холодильная обработка мясных продуктов: взаимосвязь активности воды и криоскопической температуры // Теоретические и практические аспекты управления технологиями пищевых продуктов в условиях усиления международной конкуренции. – М., 2014. – С. 222-224.

12. Алейников А.К., Фатьянов Е.В. Методы контроля показателя активности воды в пищевых продуктах // Пища. Экология. Качество. – М., 2015. – С. 51-55.

13. Фатьянов Е.В., Алейников А.К. Анализ современного состояния средств определения показателя активности воды в пищевых продуктах // Вавиловские чтения – 2005. – Саратов, 2005. – С. С. 177-180.

14. Патент на полезную модель 75049 РФ. Устройство для измерения активности воды в пищевых продукта / Е.В. Фатьянов, А.К. Алейников. – заявл. 26.02.2008 , опубл. 20.07.2008.

15. Алейников А.К., Фатьянов Е.В., Евтеев А.В. Разработка прибора для определения активности воды в пищевых продуктах криоскопическим методом // Аграрный научный журнал. – 2013. – № 8. – С. 38-41.

УДК 664.724:658.512.011.56

***В.Б. Фейденгольд**, д.т.н., проф. НОУ ДПО МПА, **В.Л. Серебряный, С.Л. Белецкий**, к.т.н., доц. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭФФЕКТИВНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЛИНИЙ ПРИЁМКИ И ОТПУСКА ЗЕРНА В ВАГОНЫ НА ЭЛЕВАТОРАХ РОСРЕЗЕРВА

В статье приводятся основные рекомендации по эксплуатации и проектированию приёмки и отпуска зерна через железнодорожные пути на элеваторах Росрезерва.

Ключевые слова: элеваторы, Росрезерв, зерно, операции, оборудование, сроки, железнодорожный транспорт, маршруты, вагоны, схемы, нормативная документация, проектирование, нормы.

V.B. Feidengold, W.L. Serebryanniy, S.L. Beletskiy

PROCESS DESIGN AND EFFECTIVE OPERATION OF THE LINES RECEIVING AND DISPATCH OF GRAIN ON THE WAGONS AT SILOS ROSREZERVA

Abstract: the article presents basic recommendations on expoloitation and design acceptance and release of grain over the railroad tracks at the grain elevators of the reserve.

Keywords: elevators, reserve, grain, operations, equipment, terms, railway transport, routes, wagons, diagrams, normative documentation, design, standards

Для элеваторов Росрезерва работы по приемке и отпуску вагонов являются наиболее ответственными внешними операциями с зерном.

Правильно подобранное оборудование приёмно-отпускных устройств, их расположение на территории, структура железнодорожных путей и организация взаимодействия предприятия с железной дорогой определяют эффективность выполнения задач, решаемых элеватором в обычных условиях эксплуатации и, что особенно важно, в период чрезвычайных обстоятельств, связанных с необходимостью в сжатые сроки отгружать с предприятия или принимать из вагонов десятки, а то и сотни тысяч тонн зерна.

Существующая нормативная база, определяющая организацию работ элеватора с железной дорогой, подразделяется на общеотраслевую, которая обязательна для всех участников работ на железнодорожном транспорте, на путях общего пользования – это Устав железных дорог, Положения, Инструкции и Методические рекомендации МПС РФ и документы, устанавливающие на договорной основе порядок взаимодействия между конкретными железнодорожными станциями и элеваторами на путях не общего пользования, т.е. на путях непосредственно примыкающих к элеватору. При дальнейшем изложении под железнодорожными путями будут подразумеваться пути не общего пользования.

Железнодорожные станции производят прием маршрутных, полумаршрутных поездов и отдельных вагонов и обслуживание элеваторов, которое включает:

- предварительный подбор вагонов на сортировочных станциях по видам и назначению грузов, разделение маршрута на подачи с однородными грузами или порожними вагонами для их подачи на предприятие под выгрузку или погрузку;

- объединение вывезенных с элеваторов групп вагонов в подачи или отправительские маршруты, а также, в необходимых

случаях, сортировку порожних с выделением уже использованных вагонов под погрузку и взвешивание вагонов. Некоторые виды сортировочной работы могут производиться также и на железнодорожных путях, примыкающих к элеватору или внутри его территории.

Непосредственное взаимодействие элеватора с железнодорожными станциями осуществляется на основании ежегодно заключаемого Договора, разграничивающего права и обязанности сторон, а также совместно разработанной Инструкции о порядке обслуживания и организации движения на железнодорожных путях не общего пользования. Инструкция должна соответствовать положениям Договора и дополнительно включает разделы, уточняющие порядок работ в конкретных ситуациях:

1. Характеристика железнодорожного пути: принадлежность подъездного пути, место примыкания к станции и его граница, характеристика путевого развития и стрелочного хозяйства железнодорожного пути, его длина и длина отдельных участков пути, обслуживание локомотивами, наличие предохранительных устройств для предотвращения ухода вагонов с железнодорожного пути, допустимые скорости движения маневровыми средствами, характеристика устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), характеристика грузового хозяйства, ответственные лица.

2. Порядок и согласование подачи-уборки вагонов со станции на подъездной путь до элеватора и обратно, включающий порядок обслуживания локомотивами, а также величину максимального состава по длине и весу.

3. Порядок расстановки вагонов по фронтам погрузки-выгрузки, их уборка с фронтов погрузки и выгрузки, допускаемые скорости движения маневрового локомотива, ведомость мест погрузки-выгрузки зерна с указанием наименования грузовой операции и груза, механизма погрузки, разгрузки и его производительности, затраты времени на грузовые и маневровые опера-

ции по каждому месту погрузки, выгрузки.

4. Регламент выполнения операций с вагонами на всех производственных участках элеватора и железнодорожных путях до станции.

Помимо этого Инструкция включает разделы по технике безопасности, мероприятиям при возникновении аварийных ситуаций, обязанностям работника станции и работников элеватора, связанных с подачей-уборкой вагонов, местные особенности, а также приложение со схемой железнодорожного пути не общего пользования, ведомости железнодорожного пути и стрелочных переводов, продольными профилями пути.

По железной дороге зерно на предприятие поступает и отправляется, как правило, маршрутами, полумаршрутами, величина которых может достигать 40 и более вагонов. Разместить такое количество вагонов на приемных (выставочных) и разгрузочных путях элеватора целиком не всегда удается, поэтому его приходится разбивать на отдельные подачи и группы вагонов.

На рис.1 представлен вагон-зерновоз (хоппер) модели 19-752, из которого видно, что для его размещения необходимо иметь порядка 15 м длины железнодорожного пути. Для установки 8 вагонов потребуется порядка 120 м, а 40 вагонов, это уже 600 м пути.

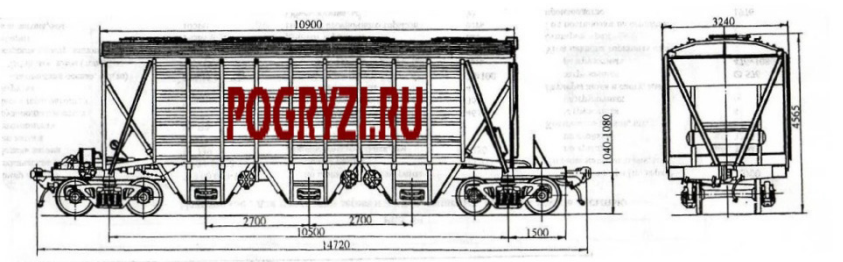


Рис. 1. Четырехосный крытый вагон-хоппер для зерна, модель 19-752

Подачу вагонов со станции на выставочные пути элеватора осуществляют локомотивом, а на погрузочно-разгрузочных участках пути, чаще всего, используют мотовозы и лебёдки элеватора, различные по мощности и возможностям обслуживать подачи вагонов по весу и длине. Характеристики лебёдки, на примере устройства МУ-12М2А-УМ, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики маневрового устройства МУ-12М2А-УМ

Максимальное тяговое усилие, Н (кгс)	98066 (10000)
Длина откатки, м, не более	200
Установленная мощность двигателя лебедки, кВт	30
Максимальное количество перемещаемых вагонов, шт.	10…12

То есть, величина подачи (количество вагонов и их вес) напрямую связана с протяжённостью, состоянием отдельных участков пути и используемыми маневровыми средствами.

Для полноценного обеспечения работ с вагонами элеватор должен в своём составе иметь железнодорожные пути следующего назначения:

- выставочный путь (фронт подачи) - часть железнодорожного пути, используемую для перемещения группы одновременно подаваемых со станции вагонов до их оформления и взвешивания;
- погрузочно-разгрузочный (грузовой) фронт, оснащенный комплексом погрузо-разгрузочных устройств;
- тупиковый путь, куда вагоны перемещаются после разгрузки;
- обходной путь, по которому обработанные вагоны могут перемещаться вновь на взвешивание и отправляться через вы-

ставочный путь на станцию.

Помимо этого могут быть построены обгонные пути (для ухода локомотива с рабочих путей), тупик для мотовоза, депо и другое.

В силу того, что обработка подач вагонов на каждом из перечисленных путей носит циклический характер, количество одновременно подаваемых на элеватор вагонов определяется наименьшей длинной пути.

На Рис. 2. представлены принципиальные схемы железнодорожных путей на территории элеватора, обладающие определёнными достоинствами и недостатками, оценить которые можно на примере схем, используемых для выполнения работ по приёмке зерна из вагонов.

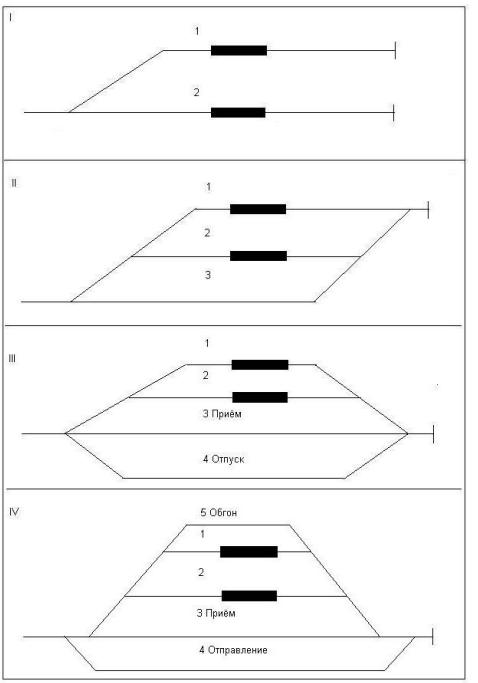


Рисунок 2 Схемы железнодорожных путей элеватора
(фронт приёмки вагонов)

Схема I. Железнодорожные пути элеватора имеют два или более разгрузочных устройства. Локомотив подаёт вагоны, толкая их впереди себя. При подаче он расставляет их по разгрузочным путям, устанавливая их по одну сторону от приёмного устройства, после чего он может уходить на станцию. По мере разгрузки вагоны тяговыми устройствами элеватора (лебёдкой или мотовозом) откатываются в другую сторону путей по отношению к разгрузочному устройству, причём последний из разгружаемых вагонов может оставаться на устройстве. По окончании разгрузки, по запросу с элеватора на станцию, приходит локомотив и забирает порожние вагоны и во главе состава уводит их на станцию, а оттуда приводит следующую подачу, толкая перед собой.

Такая схема применима тогда когда:

- станция находится настолько близко, что возможна подача состава с локомотивом в хвосте поезда;
- ветка может служить вытяжкой, т.е. имеет уклон не круче 4/1000;
- на станции имеются пути для сбора и отстоя вагонов элеватора.

Работа совершается с интервалами по времени и требует двух заездов локомотива.

Схема II. Данная схема алогична схеме 1, но кроме разгрузочных путей имеет еще один путь, по которому локомотив впереди состава подает его на третий путь, оставляет их и убирает с первого и второго пути пустые вагоны, двигаясь в конце состава. Смена состава по этой схеме совершается одним заездом локомотива. Переброска вагонов на разгрузочные пути совершается маневровыми средствами элеватора: по уходе локомотива поданный состав разбивается на части (группы) по числу разгрузочных путей; вагоны устанавливаются по одну сторону разгрузочных устройств, включая и сами устройства. По мере разгрузки

вагонов они передвигаются на свободную часть разгрузочных путей, причем последний вагон остается на месте разгрузки.

Схема III. Число путей равно числу разгрузочных путей плюс два. Локомотив в голове состава подает состав с гружеными вагонами на приемный путь и забирает порожние вагоны с отправного пути, оставаясь в конце состава, в то время как на разгрузочных путях продолжаются работы по разгрузке вагонов.

Подача груженых вагонов на разгрузочные пути и уборка порожняка на отправной путь осуществляется маневровыми средствами элеватора по мере необходимости. Поэтому длина разгрузочных путей может быть короче, чем на схемах I и II и полностью зависит от работы локомотива и графика маневров.

Эта схема может быть применена при напряженной работе приемных устройств элеватора, но в то же время, когда уборка состава с локомотивом, находящимся в его конце, неудобна, применяется схема 1V.

Схема IV. Схема имеет добавочный путь, используемый только для обгона. На этом пути, локомотив, доставивший состав, обходит группу уже стоящих на путях вагонов, чтобы занять место в голове состава с порожними вагонами.

Все указанные схемы путей работоспособны: по схеме I смена состава осуществляется в два заезда локомотива, по схеме II – в один заезд; по схеме III смена состава может производиться во время разгрузки вагонов на разгрузочных путях; схема IV имеет дополнительные преимущества - локомотив находится всегда в голове состава.

При обосновании и расчете железнодорожных путей элеватора следует учитывать рекомендации, приведенные в «Пособии по проектированию промышленных железнодорожных станций» (СНиП 2.05.07.85).

Вагоны, поступившие подачей на выставочный путь,

взвешиваются на вагонных весах с предварительной расцепкой, снятием пломб, изучением транспортных документов, последующей сцепкой и разбиваются на группы, в зависимости от груза, мощности маневровых механизмов и полезной длины погрузочно-разгрузочных путей.

Необходимая длина выставочного пути при проектировании определяется по формуле:

lв.п. = Nв.п.*lв + lл + lв, м,

где: - Nв.п. - число вагонов в подаче, шт.;

lв - средняя длина вагона, м;

lл – длина локомотива или другого маневрового средства, м;

lв – длина весовой платформы, м.

Исходя из допустимой скорости движения вагонов на железнодорожных путях не общего назначения (V=10-12 км/ч), можно определить время маневровых работ по доставке и уборке вагонов от станции до предприятия и обратно:

$$t\text{пс} = \frac{\text{lв. п.}}{\text{V} * 1000}.$$

Интервал между подачами вагонов ($t_{под.ваг.}$) можно принять по Нормам равным 2 ч.

Время, затраченное на взвешивания вагона с остановкой и расцепкой (τвз) можно принять равным 3 мин.

Длины по каждому приемно-разгрузочному устройству ($L_{пру}$) и тупиковому lт пути вычисляются по формулам:

$L_{пру}$ = Nв.г.*lв + lл + lд.р.ф., м;

lт = Nв.г.*lв + lл + lд.т., м,

где: Nв.г.- количество вагонов в группе (после разбивки подачи вагонов на устройства), шт;

lд.р.ф.и lд.т - дополнительная длина на неточность установки вагонов, м.

Время затрачиваемое на перестановку вагонов от весов

до разгрузочного устройства и передвижение их в тупик, а также из тупика путей за ворота территории элеватора (tпер) рассчитывается исходя из длины этих участков пути, скорости перемещения вагонов (V=5-7 км/ч), а также от типа маневрового устройства (табл.2).

Таблица 2. Время на маневровые работы

Маневровые средства	Продолжительность перемещения, мин			
	1 вагон	2вагона	3 вагона	более 3-х вагонов
Лебёдка	2	3	5	-
Мотовоз	1,5	2,5	3	-
Локомотив (тепловоз)	-	2,5	3	4

Для проектируемых элеваторов длины у всех трех участков ж.д. пути - выставочного, погрузочно-разгрузочного и тупикового целесообразно принимать равными между собой. В этом случае общая длина пути будет наименьшей. Если это условие не может реализоваться в сложившейся структуре железнодорожных путей, количество вагонов в подаче и в группах определяют по участку пути с минимальной длиной.

Время, необходимое на погрузку и выгрузку определяется по каждому месту погрузки, выгрузки исходя из среднесуточного поступления вагонов и норм времени, предусмотренных «Методикой по разработке и определению технологических норм погрузки в вагоны и выгрузки грузов из вагонов, утвержденной Приказом МПС РФ № 70 от 10.11.2003 г.» (таб.3).

Таблица 3. Нормы времени на выгрузку и погрузку вагонов зерном, ч.

Выгрузка из крытого вагона			
Наименование груза	Вагоноразгрузчиками 100 т/ч и более		Механическими лопатами
Зерно	0,64		0,80
Подсолнечник, семена хлопковые, комбикорм, отруби	0,63		0,78
Выгрузка из вагона-зерновоза			
	Транспортирующее оборудование, т/ч		
	100	175	350
Зерно	0,80	0, 52	0,30
Погрузка нориями через отпускные емкости при производительности оборудования			
		до 50 т/ч	свыше 50 т/ч
Тяжеловесное зерно		0,67	0,57
Легковесное зерно (овес, ячмень)		0,50	0,45

Общая продолжительность обработки одной подачи задается едиными технологическими нормами: на погрузку подачи вагонов - 3 часа 40 мин., на выгрузку - 3 часа 10 мин.

Технологические нормы (T) на грузовые операции (погрузка, выгрузка) включают в себя время собственно на погрузку или выгрузку грузов ($t_{груз}$) и затраты времени на все виды подготовительных ($t_{под}$) и заключительных ($t_{закл}$) операций:

$$T = t_{под} + \frac{n}{m} t_{груз} + t_{закл} \quad ,$$

где: n- число одновременно погружаемых или разгружаемых вагонов при использовании нескольких механизмов - m.

Время на подготовительные операции включает затраты на снятие пломб, закруток, открывание дверей, люков, установку башмаков, проверку документов и отбор проб зерна. Заключительные операции включают затраты, связанные с закрыванием люков вагона, постановкой закруток и пломб, очисткой вагонов после выгрузки, разравниванием груза.

Подготовительные операции со всеми вагонами, кроме первого вагона и заключительные операции кроме последнего, должны совмещаться по времени с другими операциями погрузки-выгрузки.

Затраты на выполнение операций собственно погрузки-выгрузки:

$$t_{груз} = \frac{G_в 60}{П_{ус}} + t_{всп} \quad ,$$

где $G_в$ - средняя масса зерна в вагоне, т;

$П_{ус}$ - производительность погрузочно-разгрузочного механизма (т/ч);

$t_{всп}$ - затраты времени на вспомогательные операции в процессе погрузки-выгрузки, не входящие в рабочий цикл, мин. Производительность оборудования $П_{ус}$ устанавливается из расчёта количества груза, которое может быть переработано за 1 час непрерывной работы.

Бункерные устройства, применяемые при погрузке зерна в вагоны, являются средствами механизации непрерывного действия и при расчете времени погрузки необходимо руководствоваться следующими положениями:

- после подачи и установки вагонов под бункера подготовительными операциями являются лишь операции открывания бункерных затворов или лотка погрузочной воронки бункера;

- для затворов с механическим приводом время открывания и закрытия указывается в техническом паспорте и не должно пре-

вышать 3¸5 с. Время открытия челюстных и секторных затворов вручную составляет не более 2 с, время открывания шиберных и лотковых затворов - 3¸5 с.

Погрузка зерна в вагоны-зерновозы осуществляется устройствами для подачи зерна сверху с помощью отпускных труб. Обязательное условие нормальной работы - своевременная подготовка всех технических устройств и наличие достаточного количества груза, предназначенного для погрузки.

Время на дозировочные операции должно совмещаться с основными операциями погрузки, для чего места погрузки оснащаются весоизмерительными и дозирующими устройствами, обеспечивающими загрузку массы груза, соответствующей технической норме загрузки вагона.

Технологические схемы загрузки вагонов зерном имеют два решения: поточные линии, работающие в режиме, когда зерно из хранилища через коммуникации подаётся сразу в вагоны, и линии, работающие в режиме прерывистого потока - через отпускные бункера, установленные над вагонами. Технологическая схема поточной линии должна иметь пропускную способность оборудования для непосредственной загрузки зерна в вагоны не ниже производительности транспортирующего оборудования.

Исходя из технологии раздельной обработки зерна каждого вагона, путь зернового потока от вагона до места его складирования, или в обратном направлении, условно делится на два участка:

- участок внешней работы - от вагона до задвижек оперативных или надвесовых бункеров в элеваторе, или наоборот, (время, затраченное на этот путь, определяет период внешней работы – Т1);

- участок внутренней работы – от задвижки бункеров до силоса, или в обратном направлении (период внутренней работы – Т2.).

Работа технологической схемы элеватора определяется периодом, который имеет наибольшее значение. Пропускная способность этого участка лимитирует общую работу линии.

В табл. 4 приведен хронометраж операций при отпуске зерна перемещаемого в вагоны напрямую из хранилища.

Таблица 4. Продолжительность внешних и внутренних операций при работе отпускного устройства, мин.

Операции	Производительность транспортирующего оборудования, т/ч		
	100	175	350
Внутренняя работа			
1. Передача сигнала о пуске зерна	0,5	0,5	0,5
2. Открывание задвижки под силосом	0,1	0,1	0,1
3. Перемещение зерна по транспортной цепочке	1,0	1,0	1,0
4. Загрузка основной массы зерна	48,7	29,8	15,8
5. Передача сигнала о прекращении сыпи	0,5	0,5	0,5
6. Закрывание задвижки под силосом	0,1	0,1	0,1
7. Транспортирование остатков зерна	1,0	1,0	1,0
8. Перенастройка маршрута	1,5	1,5	1,5
ИТОГО	54,73	33,68	24,6
Внешняя работа			
1.Открывание крышек вагона	2,0	2,0	2,0
2. Опускание телескопических труб	4,0	4,0	4,0
3. Передача сигнала о пуске зерна и ожидание поступления зерна	1,6	1,6	1,6
4. Загрузка основной массы зерна в вагон	48,7	29,8	15,8
5. Ожидание прекращения сыпи	1,6	1,6	1,6
6. Подъем телескопических труб	4,0	4,0	4,0
7. Закрытие крышек люков вагона	2,0	2,0	2,0
8. Смена вагона (маневры)	2,0	2,0	2,0
ИТОГО	65,9	47,0	33,0

Из приведенных данных следует, что диктующим периодом является внешняя работа. Применение в этой схеме транспортирующего оборудования 100 т/ч является достаточным.

Схема загрузки вагонов через отпускные бункера обеспечивает относительную независимость работы транспортирующего оборудования и устройств, позволяет во время проведения подготовительно-заключительных операций и маневров работать транспортирующему оборудованию. На основании графиков работы отпускного устройства с различным транспортирующим оборудованием определена эксплуатационная производительность отпускного устройства и минимально-необходимая вместимость отпускных бункеров при загрузке вагона (табл. 5).

Таблица 5. Производительность отпускных устройств и необходимая вместимость бункеров

Транспортирующее оборудование, т/ч	Время обработки, мин.	Производительность устройства		Необходимая вместимость бункера, т
		т/ч	ваг/ч	
При использовании телескопических труб типа - ЛД				
100	52	75	1,15	18
175	34	115	1,77	28
350	29	135	2,08	56
500	28	139	2,14	65

Из приведенных данных следует, что при погрузке вагонов зерном через накопительные ёмкости появляется необходимость в транспортирующем оборудовании не менее 175 т/ч.

Данные хронометража операций загрузки вагона-зерновоза приведены в табл. 6 , из которых можно сделать вывод о том, что при загрузке вагонов из-под весов элеватора через ЛД-5 продол-

жительность периода внешней работы составляет в среднем 18 мин. 25 сек. То есть производительность загрузки составляет 218 т/ч или 3,24 ваг/ час. При указанной производительности внутренняя работа элеватора должна быть обеспечена транспортирующим оборудованием производительностью не менее 350 т/ч.

Таблица 6. Хронометраж загрузки вагона-зерновоза с помощью устройства ЛД-5

Операции	Продолжительность, мин.		
	min	max	среднее
Открывание крышек загрузочных люков	1,60	3,00	2,16
Установка вагона на отпускном устройстве	0,50	0,50	0,50
Отпускание в люки 4-х труб с одновременным открыванием задвижек (пуск зерна)	1,33	1,50	1,41
Загрузка зерном	12,50	12,75	12,61
Подъем труб и досыпка остатков зерна	3,00	3,75	3,38
Закрытие крышек люков и запоров	1,50	1,75	1,61
Итого	18,00	18,83	18,41

Таким образом, проектирование транспортно-технологических линий приемки (отпуска) зерна элеватором с железной дороги и установление их эксплуатационной производительности сопряжено с решением многофакторных задач связанных со следующими условиями:

- схемой железнодорожных путей и расположением на тер-

ритории элеватора приёмно-отпускных устройств, определяющих величину погрузочного (отпускного) фронта;

- типом обрабатываемых вагонов;
- временем производства маневровых работ;
- технологической схемой устройств (производительность, количество, увязка оборудования, вместимость приёмных и отпускных бункеров);
- производительностью транспортирующего оборудования;
- системой автоматизации процессов.

С целью увязки всех перечисленных параметров и условий в единую методику обоснования необходимого состава и размещения приёмно-отпускных устройств для работы с железнодорожными вагонами на территории элеватора, а также расчёта эксплуатационной производительности работающих технологических линий разработана компьютерная программа, реализация которой позволяет значительно быстрее и, что особенно важно, с большей достоверностью решать задачи технологического проектирования и эффективной эксплуатации элеваторов.

Список литературы

1. Фейденгольд В.Б. Методы технологического проектирования и научного обеспечения эффективной эксплуатации заготовительных элеваторов.: Монография.- М.: Издательский комплекс МГУПП, 2005.- 340 с.

2. Методические рекомендации по определению технологического времени на выполнение погрузочно-разгрузочных операций с грузовыми вагонами./ Утв. Указанием МПС России от 06.03 2001 г. № Е-313 у.-59 с.

3. Нормы технологического проектирования хлебоприемных предприятий и элеваторов ВНТП-05-88 Минхлебопродуктов СССР пр. №133 от 03.07.89 г. - 138 с.

4. Технологические и транспортирующие линии хлебопри-

емного 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. ГОСТ « Вагоны грузовые магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Общие требования по обеспечению сохранности при производстве погрузочно-разгрузочных и маневровых работ».

6. «Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах РФ.».

7. «Инструкция по обеспечению безопасности движения и охране труда, сохранности вагонного парка».

8. «Инструкция о порядке обслуживания и организации движения на подъездном железнодорожном пути не общего пользования».

9. «Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах РФ».

10. Пособие по проектированию промышленных железнодорожных станций (к СНиП 2.05.07.85).

11. Приказ МПС № 15ц от 25.05.2000г. «Правила обслуживания железнодорожных подъездных путей».

12. Приказ МПС РФ № 26 от 18.06.2003г. «Правила эксплуатации и обслуживания железнодорожных путей не общего пользования».

13. Приказ МПС РФ №67 от 29.09.2003г. «Порядок разработки и определения технологических сроков оборота вагонов и технологических норм погрузки грузов в вагоны и выгрузки грузов из вагонов».

14. Приказ МПС РФ № 70 от 10.11.2003 г. «Методика по разработке и определению технологических норм погрузки в вагоны и выгрузки грузов из вагонов».

15. Распоряжение МПС РФ № 747 от 27.11.2002 г. об утверждении типов и основных параметров локомотивов.

16. Устав железнодорожного транспорта РФ.

УДК 664.71 – 12:633.14

***Л.В. Чиркова**, к.т.н. ФГБНУ ВНИИЗ*

РОЖЬ – ДОБРЫЙ РЕЗЕРВ ПИТАНИЯ

Аннотация: история древнейшей российской злаковой культуры, насчитывающая тысячи лет, её урожайность, характеристики, сравнительные показатели относительно пшени-цы, этапы её изучения и становления производства ржи приведены в научно-популярной статье.

Ключевые слова: рожь, история, урожайность, биохимический состав, пшеница, ржаные каши.

L.V. Chirkova

RYE – GOOD POWER RESERVE

Abstract: the history of the oldest Russian grain crops, with those thousand years, its yield, characteristics, comparative indicators of relative millet-s, stages of its study and development of the production of rye can be found in a popular science article.

Key words: rye, story, yield, biochemical composition, wheat rust and cereal.

Рожь – традиционно русская зерновая культура. Ещё 100 лет тому назад, в начале XX века, белый пшеничный хлеб ели только по праздникам, а повседневно питались чёрным ржаным хлебом. Ржаной хлеб всегда был обязательным на столе. Питание простого населения России только чёрным хлебом никогда

не приводило к авитаминозам потому, что в нём содержатся все необходимые для человека вещества.

Популярностью пользовалась русская национальная каша *вараховица* из зелёной недозрелой ржи молочно-восковой спелости: недозрелые колосья опускали в кипяток на несколько секунд, высушивали и шелушили. На порцию хватало 10 – 15 колосков. Её называли зелёной кашей, а не ржаной, и это считалось лакомым блюдом.

Замечено совпадение периодов расцвета Руси с большими посевами и урожаями ржи, а экономический спад и ухудшение здоровья населения России связывают с уменьшением посевов ржи.

По действующим нормам [3] в общем рационе потребления хлеба, крупы и макаронных изделий рожь продовольственного назначения составляет около 30%, что соответствует 40 кг/год на душу населения. В царской России этот показатель был вдвое выше, до 60% (100 – 150 кг/чел. год), а в наши дни вдвое ниже норм, 10 – 13%. Валовый сбор ржи в России в 1913 г. составлял 23,2 млн. т, что обеспечивало потребление 142 кг/душу населения в год при этом потребление пшеницы было 114 кг/душу населения. В 1940 г. валовый сбор ржи был не на много ниже, 21,1 млн. т, в 1969 г. он существенно снизился, до 12,2 млн. т, а в 2013 г. упал до 3,4 млн. т, при этом только 2/3 урожая ржи было признано продовольственным.

Причина снижения производства ржи в нашей стране кроется, с одной стороны, в недооценке её как сельскохозяйственной культуры, а с другой – в узком ассортименте ржаных продуктов.

Рожь выращивают на всех континентах: и в Африке, и в Азии, и в Австралии. Но в мировом балансе Россия остаётся ведущей, как по производству ржи, так и по её экспорту. Основными экспортёрами ржи после нас являются Канада, Франция, Дания, ФРГ, Швеция, - в пределах 100 – 200 тыс. т, а главный импортёр ржи - Япония.

Рожь имеет яровые и озимые формы. Озимые формы наиболее распространены, а яровую рожь высевают в незначительных количествах в Сибири. Озимая рожь малотребовательна к почве и климатическим условиям. Она может расти на верховых и низинных почвах, торфяноболотных, песчаных, тяжелых глинистых, бедных, кислых почвах, непригодных для выращивания пшеницы. Озимая рожь устойчивее пшеницы к засухе и даёт более стабильные урожаи независимо от погодных условий.

Рожь самая зимостойкая зерновая культура. Семена ржи начинают прорастать при температуре 1-2 ^{o}C, а всходы появляются при температуре 4-5 ^{o}C. Для нормального колошения и цветения необходима среднесуточная температура всего 14-15°C.

Зерно ржи, как и пшеницы, имеет овальную вытянутую форму с глубокой бороздкой на брюшке, с зародышем со стороны спинки и бородкой на противоположном конце. Снаружи зерно ржи покрыто плодовой оболочкой, под которой лежат семенные оболочки и один ряд клеток алейронового слоя. Внутренняя часть зерна занята мучнистым эндоспермом [5].

Содержание пищевых веществ в анатомических частях зерна ржи различно. Эндосперм ржи обеднён белком и состоит в основном из крахмала, а алейроновый слой и зародыш наоборот, богаты белком, жиром, минеральными веществами и витаминами. Семенные оболочки содержат больше белка, чем плодовые, а плодовые богаче клетчаткой. Удаление оболочек, алейронового слоя и зародыша при переработке зерна ржи в муку ведёт к потерям 16% белка, 68% жира, 79% минеральных веществ и 19% витамина B_1.

Среднее содержание белка в зерне ржи меньше, чем в зерне пшеницы, но он легче переваривается и усваивается человеческим организмом. По мнению проф. В.Ф. Голенкова, «Биологическая ценность суммарного белка ржи заметно выше пшеничного, он лучше сбалансирован по содержанию незаменимых аминокислот».

Важно знать, что белок ржи лучше сбалансирован по незаменимым аминокислотам, чем белок пшеницы, богаче важными для человека микроэлементами: K, Ca, Mg, Si, Fe, богаче пищевыми волокнами, способствующими укреплению иммунитета человека к проблемным заболеваниям века раку и диабету. Особенностью углеводного комплекса ржи является наличие слизистых веществ, хорошо растворимых и набухающих в воде.

В таблице представлена характеристика пищевой ценности ржи в сравнении с пшеницей.

Показатели	Зерно		
	Рожь	Пшеница	
		мягкая	Твёрдая
Белок, % в том числе альбумин и глобулин незаменимые аминокислоты: валин лейцин лизин треонин фенилаланин	9.9 4,9 480 620 430 415 638	11.8 2.3 535 850 350 375 575	13.0 2,6 580 970 340 370 620
Углеводы,% в том числе крахмал пищевые волокна сахара	73,9 56,0 13,4 4,5	72,1 58,3 10,8 3,0	70,2 56,4 11,3 2,5
Жир,%	2,2	2,1	2,8
Микроэлементы, мг в 100 г зерна: калий кальций магний натрий кремний железо	424 59 120 22 85 5,38	323 50 108 24 65 5,14	325 62 114 21 70 5,26

Особенности углеводного комплекса ржи, состоящие в наличии слизистых веществ, хорошо набухающих в воде, и в высоком содержании пищевых волокон, нормализующие работу кишечника, способствуют очищению организма, выводя из него яды, токсины, радионуклиды. По мнению диетологов, пищевые волокна являются основной пищей для микрофлоры кишечника человека, а кишечные бактерии синтезируют недостающие в организме витамины, гормоны, аминокислоты и формируют таким образом его иммунитет.

По содержанию минеральных веществ рожь имеет преимущества перед пшеницей по калию, магнию, кремнию, железу - особо важным микроэлементам для организма человека.

Рожь – единственная зерновая культура, из которой не вырабатывают крупу. Расширение продукции изо ржи призвано оздоровить рацион питания людей.

Вопрос расширения ассортимента продуктов изо ржи рассматривался ещё в 1908 г. в книге «Мукомольное дело» К. Вебера. В разделе «Помолы ржи» рассмотрены режимы работы вальцевых станков «специально для размола ржи на крупу». Рекомендуются рифлёные вальцы диаметром 300 – 500 мм с дифференциальной скоростью 1:3.

Самый простой способ получения ржаной крупы – это отбор дроблёного ядра на первых драных системах мельницы ржаного помола с применением кондиционирования зерна перед помолом [6,7]. Выход крупы при этом составляет 15 – 47 %, остальное - мука и отруби.

Появившиеся на рынке продукты из зерна ржи – это промежуточный продукт размола ржи в муку; крупа в виде цельного зерна, прошедшего шелушение и шлифование; мелко измельчённое зерно, дроблённое и сплющенное; ржаные хлопья. Это энергоёмкие технологии по выработке нетрадиционных продуктов.

Фирма Диамарт предлагает кашу ржаную «Диамарт» с отрубями и зародышем и «Плющёнку» из разных зерновых культур,

в том числе и из ржи. Лавка здоровья «Славна» производит крупку ржано-пшеничную с отрубями и ростками. Крупа ржаная «Терра» вырабатывается путём шелушения и шлифования целого зерна ржи без дробления. Выпускают хлопья ржаные, не требующие варки; рожь молотую жареную.

Учёные Восточно-Сибирского государственного университета (Улан-Удэ) обращают нас к технологии отбора ржаной крупы на мельнице сортового помола ржи в сеяную муку [6]. Они предлагают отбор крупы лечебно-профилактического действия двух номеров крупности с выходом 7 - 14%.

Коллектив учёных МГУПП, возглавляемый профессором Е.М. Мельниковым, высоко оценивая пищевую и биологическую ценность ржаных продуктов, предлагает вырабатывать ржаную крупу аналогично ячневой и пшеничной трёх номеров крупности с выходом 42 – 26 – 24% [5].

По данным фирмы Миллин Парас (Финляндия) из зерна ржи вырабатываются в производственных масштабах помимо ржаной муки дроблёные, резанные и плющёные продукты. «Рожь дроблёную» получают путём дробления качественного цельного зерна ржи и рекомендуют использовать для приготовления помимо диетического хлеба и хлебозерновых смесей также и для приготовления каш. «Рожь резанную» изготавливают из очищенных цельных порезанных зёрен ржи, прошедших тепловую обработку и рекомендуют для приготовления каш, гарниров, начинок, киселей. «Хлопья ржаные плющёные» и «Хлопья ржаные» из цельных и порезанных зёрен ржи изготавливают с применением тепловой обработки и плющения и рекомендуют использовать для приготовления различных каш и мюсли.

Учёные ГНУ НИИ пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии предлагают экструзионный вариант технологии производства новых видов пищевых продуктов из зерна ржи (2005 г.). Помимо основного компонента, ржаной муки, они добавляют в рецептуру муку пшеничную, пшённую,

крупку кукурузную, рис, сухое молоко, яичный порошок и ржаные отруби, а также пряности – тмин, чёрный перец и др.

Определённый интерес вызывают последние работы учёных ВСГТУ г. Улан-Удэ в части исследования технологических свойств яровой ржи, выращиваемой в Бурятии [6]. Проведённые исследования позволяют рекомендовать дроблёную крупу, выработанную из яровой ржи, больным сахарным диабетом и ожирением. Учёными установлено, что ржаная крупа по сравнению с ржаной мукой обладает большей пищевой и биологической ценностью.

Медико-биологические исследования на базе Института общей и экспериментальной биологии СО РАН выявили благоприятное влияние ржаной крупы на липидный обмен, что позволяет рекомендовать её для производства диетических продуктов питания.

Анализ рассмотренных здесь результатов научных исследований показывает, прежде всего, важность и перспективность работ в области расширения ассортимента продуктов питания на основе зерна ржи.

Работы в этом направлении можно разделить на два русла, - создание новых пищевых продуктов, получаемых ИК-обработкой зерна ржи или экструзией в виде сухих завтраков, и выработка ржаной дроблёной крупы 2-3 номеров крупности по образу традиционных пшеничной или ячневой крупы.

Отметим, что глубокая переработка зерна всегда более энергоёмка, чем традиционная. Кроме того, сухие завтраки – это уже не крупа, а специфический пищевой продукт. С другой стороны, выработка номерной дроблёной крупы изо ржи по традиционной схеме или отбор её после драных систем перед размолом ржи в муку с применением холодного или горячего кондиционирования тоже связано с повышенной энергоёмкостью процесса и снижением пищевой ценности продукта. Положительным фактором термообработки зелёнозёрных сортов ржи является «нормализация» её цвета, голубоватый оттенок зерна под действием тепла желтеет и принимает привычный цвет пшеничной крупы. Но голубоватый

оттенок имеют поверхностные оболочки, а их можно ошлифовать, придав готовому продукту округлую выравненную форму, воспринимаемую потребителем положительно. При этом шлифованная крупа быстрее варится и имеет лучшие вкусовые качества.

Крупяная лаборатория ВНИИЗ разработала технологию выработки ржаной крупы в условиях крупозавода путём измельчения шлифованного зерна ржи с последующим сортированием крупы по номерам крупности без энергоёмких приёмов обработки зерна или крупы [2].

Технология ВНИИЗ близка к традиционным технологиям выработки крупы из ячменя и пшеницы, исключая термообработку зерна.

Принципиальная схема технологического процесса выработки крупы из зерна ржи включает очистку зерна от крупных, мелких и лёгких примесей на ситовоздушном сепараторе типа БИС и отбор минеральных примесей на камнеотборнике БКТ. Трудноотделимые примеси такие, как рожки спорыньи и овсюг, можно отделить по комплексу свойств на концентраторе БЗК в сочетании с триерами куколе- и овсюгоотборниками: тяжёлая проходовая фракция концентратора поступает на куколеотборник для отбора коротких семян сорных растений, а более лёгкая проходовая фракция – на овсюгоотборник, очищающий зерно ржи от звеньев дикой редьки, склероций спорыньи, семян вязеля разноцветного и от мелкого овсюга. В конце зерноочистки обоечная машина очистит поверхность зёрен от пыли и грязи, а ситовоздушный сепаратор окончательно проконтролирует очищенное зерно.

В шелушильном отделении зерно после магнитного контроля поступает в шелушильно-шлифовальную машину типа ЗШН. Продукт шелушения отделяют от мучки в просеивателе и после обязательного магнитного контроля направляют в дробилку типа ДМР. Дроблёное ядро сортируют на три номера крупы с отбором неподробившегося ядра на заворот и мучной проходовой фракции, которую можно разделить на продукт типа манки и муку по типу

обойной.

Общий выход ржаной крупы составляет 70% при распределении по номерам крупности 25-25 и 20% и мучной продукт 30%.

Время варки ржаной крупы 15-10-7 минут в зависимости от крупности.

Цвет каши серовато-беж, консистенция полувязкая нерассыпчатая, вкус, свойственный кашам из традиционных крупяных культур. Ржаная каша хорошо сочетается с овощами. Внешний вид зерна ржи, крупы и каши из неё видны на рисунке.

Рис. Фото зерна ржи, ржаной крупы и каши из ржаной крупы

С учётом дешевизны сырья такая технология обеспечит низкую себестоимость продукта и низкую розничную цену полезной и питательной крупы, богатой микроэлементами, пищевыми волок-

нами и необходимой для различных социальных групп населения.

Разработана техдокументация на ржаную крупу: Технологический регламент, Технические условия и Стандарт организации.

Технология выработки ржаной крупы защищена патентом РФ [1].

Список литературы

1. Панкратьева И.А., Политуха О.В., Сокол Е.Н., Чиркова Л.В. Патент РФ №2510294. Способ производства крупы из зерна ржи / приоритет от 02.11.2012 /.

2. Панкратьева И.А., Политуха О.В., Сокол Е.Н., Чиркова Л.В. Рожь - благодатное крупяное сырьё // Хлебопродукты 2015, №2, с. 54-55.

3. Российский статистический ежегодник 2011.Федеральная служба государственной статистики, с. 392; 418.

4. Голенков В.Ф., Панкратьева И.А.,П риезжева Л.Г. и др. Биохимические особенности основных сортов озимой ржи. // ВНИИЗ труды, вып.69, с. 161.

5. Голенков В.Ф. Химический состав анатомических частей зерна ржи. В книге «Биохимия зерна и хлебопечение», м. 1964, сб. 7, с. 159-166.

6. Козлова Т.С., Марзаева М.Х.Разработка технологии новых продуктов переработки ржи // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009 - №1, с.

7. Мельников Е.М., Сергеева Е., Елисеева Т. Крупяные продукты из зерна ржи //Хлебопродукты. – 2001 - №6, с. 24.

УДК 613.2;339.1/5

У.Ч. Чоманов, *профессор, академик НАН РК ТОО «Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности»*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ДЛИТЕЛЬНЫМ СРОКОМ ХРАНЕНИЯ В ВИДЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СУХИХ ПАЙКОВ ДЛЯ СПЕЦКОНТИНГЕНТА

В данной статье ставится задача по увеличению сроков хранения продуктов питания путем применения технологии сублимационной сушки, а также разработка технологии продуктов питания функционального назначения с длительным сроком хранения в виде индивидуальных сухих пайков для спецконтингента.

Ключевые слова: спецконтингент, паёк, микроэлемент, консервированные продукты, сублимированные продукты, выпарной аппарат.

Медицинской наукой установлено, что пища человека должна содержать более 600 веществ, примерно 96% которых в той или иной степени обладают лекарственными свойствами. В связи с этим каждый продукт питания должен иметь функциональное назначение.

В природе нет идеальных продуктов питания, которые содержали бы комплекс всех питательных веществ, необходимых человеку. При разнообразном питании, состоящем из продуктов животного и растительного происхождения, т.е. комбинированных продуктов, в организм человека поступает вполне достаточ-

но питательных веществ.

Минеральные вещества и витамины, жизненно необходимые для организма человека, и являются обязательной составной частью рациона питания. При составлении рецептур продуктов питания, предназначенных для спецконтингента, необходимо учесть какое воздействие оказывает той или иной микроэлемент на организм человека. Ниже приведены примеры, какие продукты питания можно создавать для спецконтингентов.

№	Технология продуктов питания	Назначение
1	Продукты питания с высоким содержанием железа Fe (мясные консервы, тушенка, паштет, гречневая и перловая каша, полу- копчёные колбасы, галеты, сухари и крекеры, хлебцы) с применением тыквы, моркови, пивных дрожжей, топинамбура, пшеничные проростки и другие пищевые источники содержания Fe.	Для повышения сопротивляемости организма инфекциям, появлению головокружения, головной боли, снижение памяти и концентрации внимания, появление мышечной слабости, уменьшение выносливости и силы мышц.
2	Продукты питания с высоким содержанием кальция Ca: галеты, сухари, крекеры, хлебцы, молочные продукты, сыр, творог с применением фасоли, капусты, петрушки и других пищевых источников содержания Ca.	Для повышения сопротивляемости организма склонности к переломам, разрушению зубов, боли в мышцах, снижению иммунитета, повышению возбудимости, повышению артериального давления.
3	Продукты питания с высоким содержанием магния Mg: галеты, сухари, крекеры, хлебцы с применением пшеничных отрубей, семян подсолнечника, фасоли, зеленых листовых овощей, чечевицы, сои, пророщенных зерен пшеницы и другие пищевые источники содержания магния.	Для повышения сопротивляемости организма развитию сердечнососудистых и онкологических заболеваний, сахарного диабета.
4	Продукты питания с высоким содержанием фосфора P: галеты, сухари, хлебцы, крекер, гречневая, овсяная и пшеничная каши с применением фасоли, гороха, круп всех видов, сыра, рыбных продуктов и др.	Для повышения сопротивляемости организма утомлению, боли в мышцах, сердце, нарушению функции печени.

№	Технология продуктов питания	Назначение
5	Продукты питания с высоким содержанием калия K: галеты, сухари, хлебцы, крекеры, гречневая, овсяная и пшеничная каши с применением картофеля, фасоли, сои, кабачков, печени, помидоров, и других источники калия.	Для повышения сопротивляемости организма мышечной слабости, утомляемости, понижению артериального давления, аритмии сердца, появлению эрозии слизистой оболочки желудка.
6	Продукты питания с высоким содержанием цинка Zn: галеты, сухари, крекеры, хлебцы, полукопченные колбасы, мясные консервы, сыры с применением семян тыквы, овес, лук, семена подсолнечника, чечевица, соя, яичный желток.	Для повышения сопротивляемости организма желудочно-кишечным заболеваниям, болезни почек, снижению умственной утомляемости, для повышения физической выносливости.
7	Продукты питания с высоким содержанием меди Cu: галеты, сухари, крекеры, хлебцы, полукопченные колбасы, мясные консервы с применением свиной печени, пивных дрожжей, плоды шиповника, пшеничные зародышы, мясо птицы, яйца, грибы, зелень.	Для повышения сопротивляемости организма расстройству нервной системы, печени, почек, боли в мышцах.
8	Продукты питания с высоким содержанием селена Se: галеты, сухари, крекеры, хлебцы, полукопченные колбасы, мясные и рыбные консервы с применением чеснока, морской рыбы, пшеничных отрубей, белых грибов, яйца, соя.	Для повышения сопротивляемости организма снижению иммунной системы, воспалительным заболеваниям, болезни сердца, нарушению функциям печени и поджелудочной железы.
9	Продукты питания с высоким содержанием марганца Mn: галеты, сухари, крекеры, хлебцы, каши из круп с применением цельного зерна, круп, зеленых овощей, бобы, свекла.	Для повышения сопротивляемости организма утомляемости, остеопорозу, артриту, артрозу, сахарному диабету, поражению поджелудочной железы.
10	Продукты питания с высоким содержанием йода J: галеты, сухари, крекеры, хлебцы, каши из крупяных изделий с применением морской рыбы, морской капусты, печень трески и других источников.	Для повышения сопротивляемости организма заболеваниям щитовидной железы, умственной отсталости.

№	Технология продуктов питания	Назначение
11	Продукты питания с высоким содержанием кремния Si: галеты, сухари, крекеры, хлебцы, каши из крупяных изделий, мясные консервы с применением топинамбура, овса, свеклы, сои, неполированный рис, цельная пшеница, бобовые культуры.	Для повышения сопротивляемости организма болезням костей, связок, хрящей, сосудов, легких, остеопорозу, артрозу.
12	Производство: - сухого молока; - сыров; - сгущенного молока; - консервов; - колбасных изделий с длительным сроком хранения; - сублимированных и сушеных продуктов (сухие супы быстрого приготовления); - макаронные изделия.	

Для составления рецептуры комбинированных продуктов питания функционального назначения из различных компонентов животного и растительного сырья, которые хранились бы долгое время важное значение имеет определения энергетического состояния воды находящихся в сырье и продуктах. Для этой цели учеными введен новый термодинамический показатель активности воды Aw, который объективно определяет энергетическое состояние молекулы воды в продуктах. Приоритет в разработке теории и средств измерения данного показателя принадлежит ученым Казахского научно-исследовательского института перерабатывающей и пищевой промышленности (КазНИИППП).

Анализ состава сухих пайков Российской и Американской Армий показал, что Американский сухой паёк более разнообразен и витаминизирован и имеет функциональное назначение, так как включает различные компоненты овощных и фруктовых культур.

Основу сухих пайков Российской и Американской Армии

составляют:

- консервированные продукты (сгущенное молоко, мясные и рыбные консервы, галеты, сухари, крекеры, хлебцы, сухое молоко, сыры, сухофрукты, печенье), которые хранятся до 2 лет;
- сублимированные продукты (мясные изделия, сухое молоко, сухие супы быстрого приготовления с содержанием овощей, мяса и других ингредиентов) - хранятся до 5 лет.

Учеными КазНИИППП также разработаны приборы и системы определения, регулирования температуры, относительной влажности воздуха в хранилищах с применением нового термодинамического показателя активности воды в продуктах.

молекула H_2O в продукте
показатель Aw

молекула H_2O в воздухе
показатель φ

Это дает возможность контролировать и регулировать температурный режим и влияние относительной влажности воздуха j в зависимости от Aw продукта, что позволяет не допускать развития микроорганизмов при хранении и ухудшение качества, порчу продукта, вызываемую окислением жиров.

Сельскохозяйственное сырье, выращиваемое в Республике Казахстан, к примеру: пшеница и другие зерновые культуры, мясо и молоко по своим биологическим и пищевым свойствам намного превосходит аналоги, производимые в других странах. В связи с этим, производство продуктов питания для спецконтингентов в Республике Казахстан имеет важное значение, т.к. они будут иметь высокую биологическую ценность и питательные свойства.

Для производства отечественных продуктов питания пред-

назначенных для спецконтингента необходимо:

1. Создать конструкторское бюро по пищевому машиностроению;

2. Создать экспериментальный цех для изготовления опытных образцов нового пищевого оборудования;

3. Закупить самое необходимое современное оборудование малой мощности и передать его ученым и конструкторам, которые будут совершенствовать его, и разрабатывать более современное оборудование для массового выпуска отечественными машиностроительными заводами.

Необходимое оборудование:

- выпарной аппарат для производства сгущенного и концентрированного молока;
- сушильную установку для производства сухого молока;
- оборудование для производства сыров;
- оборудование для производства продуктов из сыворотки;
- оборудование для производства колбасных изделий;
- оборудование для производства продуктов питания по экструзионной технологии;
- оборудование для макаронных изделий;
- оборудование для производства ингредиентов;
- оборудование для производства дрожжей и закваски;
- оборудование для производства чипсов, крекера, хлебцев и галет;
- оборудование для производства комбинированных продуктов питания на основе сырья растительного и животного происхождения.

УДК 664.66:663.252.61

Л.А. Шлеленко, *к.т.н.,* ***О.Е. Тюрина,*** *к.т.н.,* ***Т.Б. Цыганова,*** *д.т.н., профессор,* ***А.В. Грекова,*** *аспирант ФГБНУ НИИ хлебопекарной промышленности*

ПРИМЕНЕНИЕ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ КАЧЕСТВА СДОБНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

Целью исследования являлось изучение влияния новых видов упаковочных материалов на сохранение свежести и на изменение показателей качества сдобных хлебобулочных изделий в процессе хранения. Установлено изменение физико-химических и органолептических показателей качества сдобных хлебобулочных изделий в зависимости от вида упаковочного материала. По результатам проведенных исследований определены наиболее эффективные виды упаковочных материалов.

Ключевые слова: сдобные хлебобулочные изделия, упаковочный материал, сохранение свежести.

L.A. Shlelenko, O.E. Tyurina, T.B. Tsyganova, A.V. Grekova
Federal State Scientific Institution "Research Institute of Baking Industry"

APPLICATION PACKAGING TO PRESERVE THE QUALITY BUNS BAKERY PRODUCTS LONG-TERM STORAGE

The aim of the study was to explore the impact of new packaging to preserve the freshness and the change of quality indicators of rich baked goods during storage. The change of physico -

chemical and organoleptic quality buns bakery products depending on the type of packaging material. The results of the study identified the most effective types of packaging materials.

Keywords: fancy bakery products, packaging material, freshness.

Вводная часть. При воздействии факторов окружающей среды в пищевых продуктах происходят процессы, приводящие к ухудшению их качества и безопасности. На современном уровне развития техники и технологии невозможно решить эту задачу без рационального использования современных упаковочных материалов.

Рынок тары и упаковки является одним из наиболее динамично развивающихся в мире. Ежегодно появляется большое количество новых упаковочных материалов, что требует изучения их влияния на качество и безопасность хлебобулочных изделий в процессе хранения. Потребительская упаковка предусматривает защиту продукта от механических, физических, химических, климатических и биологических воздействий.

Упаковывание хлебобулочных изделий - один из наиболее эффективных способов сохранения их потребительских свойств, органолептических и физико-химических показателей.

На хлебопекарных предприятиях широкое распространение получила полипропиленовая пленка, которая позволяет сохранять свежесть изделий в течение 3-4 суток. Хлебобулочные изделия упаковывают в потребительскую тару из полиэтиленовой пищевой пленки (ГОСТ 10354-82), полиэтиленовой термоусадочной пленки (ГОСТ 25951-83), целлюлозной пленки (ГОСТ 7730-89), полипропиленовой пленки (ГОСТ 31752-12).

Развитие упаковочной отрасли способствует появлению

на зарубежном и отечественном рынке инновационных упаковочных материалов, в том числе с антимикробным действием. В связи с этим, изучение эффективности их использования для увеличения срока годности хлебобулочных изделий в сочетании с другими технологическими приемами является перспективным направлением в хлебопечении.

В НИИ молочной промышленности [1] разработана «Пленка полиэтиленовая антимикробная, модифицированная экстрактом коры березы». Экстракт коры бересты получен из верхнего слоя коры березы, он обладает широким диапазоном свойств (в том числе и антимикробным) и имеет температуру плавления достаточно высокую, чтобы не разлагаться при переработке полиэтиленовой пленки. Существует ряд полимерных упаковочных материалов, модифицированных различными веществами, обладающими бактерицидными и консервирующими свойствами: лаурилтиодипропионатом, фосфатом или роданитом серебра, пищевыми консервантами и другими веществами. Использование природных соединений представляется наиболее перспективным.

Основная часть. При проведении исследований изучали влияние различных видов упаковочных материалов на сохранение свежести сдобных хлебобулочных изделий и на изменение показателей качества в процессе хранения.

Изделия упаковывали в полипропиленовую пленку (контроль); пленки фирмы INNOVIA: из целлюлозы с нанесением специального покрытия с добавлением поливинилхлорида (Nature Flex 23 NK); биаксильно ориентированную полипропиленовую пленку с нанесением поливинилиденхлорида (Propafilm RXP); из регенерированной целлюлозы с нанесением поливинилиденхлорида (Cellophane 440XS); пленка полиэтиленовая антимикробная, модифицированная экстрактом коры березы (ТУ 2245-464-00419785-11).

Безопасность всех пленочных материалов подтверж-

дена в установленном порядке в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 005/2011.

Опытные образцы готовили по рецептуре сдобы праздничной (ТУ 9110-341-05747152-00). В состав рецептуры включены пищевые добавки и ферментные препараты, обеспечивающие сохранение свежести изделий: ферментный препарат амилолитического действия – Alphamalt Fresh 15, гидроколлоид – гуммиарабик, эффективность которых подтверждена ранее проведенными исследованиями [2].

Тесто готовили опарным способом, продолжительность брожения которого составила 60 мин. Тесто делили на заготовки по 165 г, формовали, укладывали на листы и направляли в расстойную камеру при t = 35-40 ˚С и W = 70-75%, продолжительность расстойки составляла 50-55 минут. Выпечку осуществляли при t = 175 ˚С, продолжительность составляла 20 минут. После остывания в течение 40-60 минут изделия упаковывали в вышеуказанные виды пленочных материалов и хранили при комнатной температуре до появления признаков плесневения. Через 3, 5, 7 суток хранения изделия анализировали по органолептическим, физико-химическим и реологическим показателям таким как: влажность, кислотность, общая деформация мякиша. Визуально определяли наличие или отсутствие плесени. На рис. 1 и в табл. 1 представлены изменение влажности и потери массы сдобных хлебобулочных изделий.

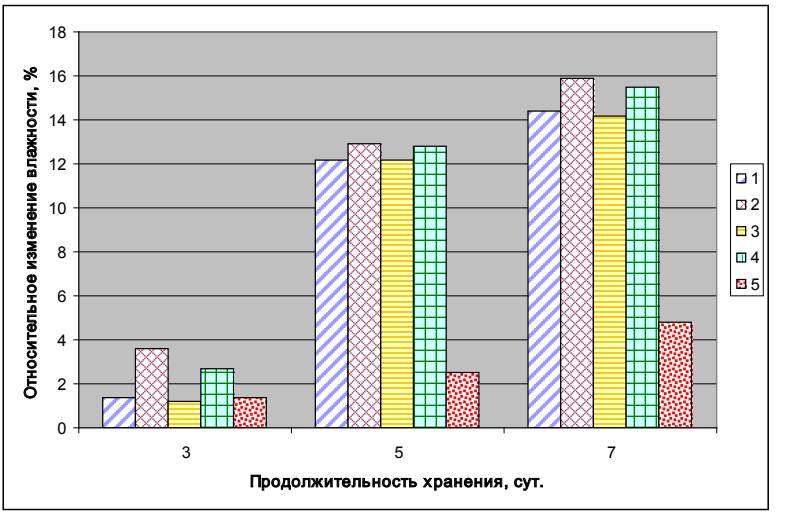


Рисунок 1. Изменение влажности сдобных хлебобулочных изделий, упакованных в различные виды пленочных материалов в процессе хранения: 1 – полипропиленовая пленка (контроль); 2 – пленка из целлюлозы с нанесением специального покрытия с добавлением поливинилхлорида (Nature Flex 23 NK); 3 – биаксильно ориентированная полипропиленовая пленка с нанесением поливинилиденхлорида (Propafilm RXP); 4 – пленка из регенерированной целлюлозы с нанесением поливинилиденхлорида (Cellophane 440XS); 5 – пленка полиэтиленовая антимикробная, модифицированная экстрактом коры березы.

Таблица 1. Потери массы сдобных хлебобулочных изделий в процессе хранения, упакованных в различные пленочные материалы

Вид пленочного материала	Потери массы (%) упакованных образцов хлебобулочных изделий, хранившихся в течении, сутки		
	3	5	7
1. Полипропиленовая пленка (контроль)	0,02	0,03	0,30

Вид пленочного материала	Потери массы (%) упакованных образцов хлебобулочных изделий, хранившихся в течении, сутки		
	3	5	7
2. Пленка из целлюлозы с нанесением специального покрытия с добавлением поливинилхлорида	0,09	1,64	2,37
3. Биаксиально ориентированная полипропиленовая пленка с нанесением поливинилиденхлорида	0,02	0,15	0,23
4. Пленка из регенерированной целлюлозы с нанесением поливинилиденхлорида	0,03	0,58	0,93
5. Пленка полиэтиленовая антимикробная, модифицированная экстрактом коры березы	0,02	0,14	0,2

Влажность изделий снижалась в течение всего периода хранения при использовании всех пленочных материалов. Наиболее интенсивно изменение влажности происходило у изделий, упакованных в пленочные материалы на основе целлюлозы. У этих же образцов наблюдали наиболее существенные потери массы в процессе хранения. Самыми низкими изменениями показателя влажности характеризовались изделия, упакованные в пленку полиэтиленовую антимикробную, модифицированную экстрактом коры березы (вариант 5). У изделий, упакованных в пленочные материалы на основе полипропилена после 3 суток хранения, изменения влажности составили 1,4 %; 1,2% (вариант 1,3), на основе целлюлозы – 3,6%; 2,7 % (вариант 2,4).

В процессе хранения кислотность изделий увеличивалась с 2,6 град до 3,6 град. При этом кислотность сдобы праздничной после 7 суток хранения соответствовала требованиям технической документации.

С целью изучения влияния вида упаковочного материала на сохранение свежести сдобных хлебобулочных изделий ис-

следовали изменение структурно - механических свойств их мякиша в процессе хранения. На рис. 2 представлено изменение показателя общей деформации мякиша сдобных хлебобулочных изделий в зависимости от вида упаковочного материала.

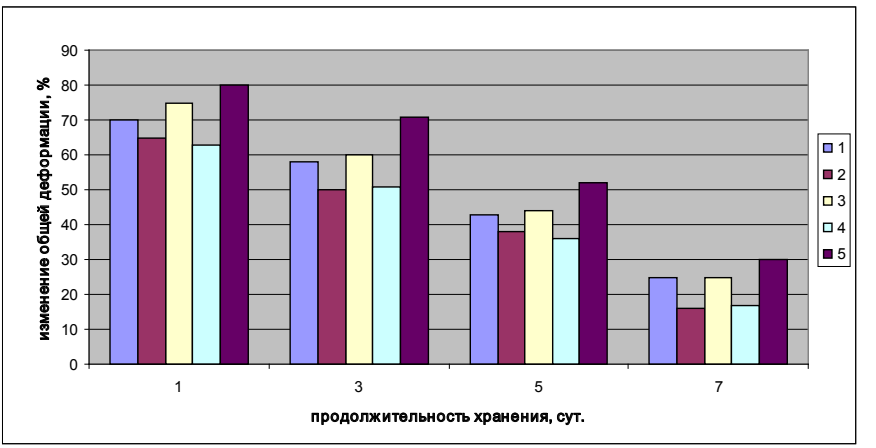


Рисунок 2. Влияние упаковочных материалов на изменение общей деформации мякиша сдобных хлебобулочных изделий в процессе хранения: 1 – полипропиленовая пленка (контроль); 2 – пленка из целлюлозы с нанесением специального покрытия с добавлением поливинилхлорида (Nature Flex 23 NK); 3 – биаксильно ориентированная полипропиленовая пленка с нанесением поливинилиденхлорида (Propafilm RXP); 4 – пленка из регенерированной целлюлозы с нанесением поливинилиденхлорида (Cellophane 440XS); 5 – пленка полиэтиленовая антимикробная, модифицированная экстрактом коры березы

Установлено, что через 7 суток хранения наибольшим значением показателя общей деформации, характеризующего свежесть изделия, отличались образцы, упакованные в пленку полиэтиленовую антимикробную, модифицированную экстрактом коры березы (образец 5) и биаксильно ориентированную полипропиленовую пленку с нанесением поливинилиденхлорида (образец 3). Величина этого показателя была выше на 14-20 % по сравнению с образцами, упакованными в пленочные материалы на основе целлюлозы.

Заключение

Данные пленочные материалы оказывали различное влияние на микробиологическую устойчивость изделий. Первые признаки плесневения у образцов, упакованных в пленку полиэтиленовую антимикробную, модифицированную экстрактом коры березы, появлялись на 2 суток позже, чем у остальных образцов.

Наиболее эффективными (по мере убывания) являются: пленка полиэтиленовая антимикробная, модифицированная экстрактом коры березы, биаксильно ориентированная полипропиленовая пленка с нанесением поливинилиденхлорида (Propafilm RXP), пленка из целлюлозы с нанесением специального покрытия с добавлением поливинилхлорида (Nature Flex 23 NK), пленка из регенерированной целлюлозы с нанесением поливинилиденхлорида (Cellophane 440XS), что обусловлено барьерными свойствами пленок.

В результате проведенных исследований установлено положительное влияние всех пленочных материалов на сохранение потребительских характеристик сдобных хлебобулочных изделий в процессе хранения. Получены экспериментальные данные по влиянию упаковочных материалов на сохранение свежести, физико-химические, реологические и микробиологические показатели качества изделий.

Список литературы

1. Шалаева, А.В. Хранение творожных продуктов в упаковочном материале с антимикробными свойствами: сб. науч. тр./ А.В. Шалаева, О.Б. Федотова.// Научное обеспечение молочной промышленности. – 2012. - С. 239-242.

2. Шлеленко, Л.А. Современные подходы к созданию сдобных хлебобулочных изделий длительного хранения / Л.А. Шлеленко [и др.] // Хлебопродукты – 2015. – 7. - С. 38-41.

УДК 664.713, 664715

***Т.С. Штейнберг**, к.т.н., **Шведова О.Г**. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки» (ФГБНУ «ВНИИЗ»), г. Москва*

АЛГОРИТМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОМОЛЬНЫХ СМЕСЕЙ И СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ПО ФОТОМЕТРИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

В статье приведены фотометрические характеристики зерна пшеницы I, IV, III типов здорового, поврежденного и продуктов его размола, свидетельствующие о значительной разнокачественности зерна по этим показателям. Представлена разработанная математическая модель формирования по белизне помольной смеси, обеспечивающая получение готовой продукции с заданными показателями белизны из сырья различного качества.

Ключевые слова: белизна, фотометрические характеристики, пшеница, помольная смесь, формирование, математическая модель, аддитивность, поврежденное зерно.

T. S. Steinberg, O. G. Shvedova

THE ALGORITHM OF MATHEMATICAL MODELING OF THE FORMATION OF THE GRINDING OF THE BLENDS AND THE ESTABLISHMENT OF A DATABASE ON PHOTOMETRIC CHARACTERISTICS OF WHEAT GRAIN

The photometric characteristics of wheat I, IV, III types of healthy, damaged and products of milling, indicating significant

heterogeneity for these indicators. The developed mathematical model of whiteness by grinding the mixture, providing the production of finished products with the specified parameters of the white grain raw materials of varying quality.

Keywords: white, photometric, wheat, grinding the mixture formation, mathematical model, additively, damaged grain.

Разнокачественность партий зерна усложняет и снижает эффективность процесса переработки, требует корректировки режимов работы технологических систем, приводит к выработке муки с различными показателями качества.

Одним из основных действенных технологических приемов, позволяющих направленно изменять свойства зерна, а, следовательно, регулировать качество муки, является формирование помольных смесей.

Формирование помольных смесей - придание сырью определенных свойств, позволяющих осуществлять выработку стандартной продукции и требуемого выхода муки, обеспечивающих равномерное и рациональное использования зерна за счет экономного расходования высококачественного зерна и рационального использования зерна пониженного качества, устойчивость режима размола зерна на предприятии, исключающих необходимость в переналадке технологического оборудования [1, 5]. Основное условие успешного проведения формирования помольных смесей (смешивания) - объективный “диагноз” партий, предназначенных для переработки и разработка рецептуры смесей [1, 5, 6].

В настоящее время большинство мукомольных предприятий различной производительности и различных форм собственности перешли на выработку и отпуск муки по белизне, взамен зольности [7]. В случае контроля качества только готовой продукции по белизне полученная измерительная ин-

формация с точки зрения управления качеством муки является мало полезной, т.к. повлиять на формирование показателей качества муки (при их отклонении за пределы норм) уже нет возможности. Белизна муки формируется буквально на всех этапах производства муки, начиная от этапа формирования помольных смесей зерна пшеницы, подготовки зерна к помолу и заканчивая формированием сортов муки по белизне. До настоящего времени мукомольные предприятия по показателю белизна проводят оперативный контроль и управление технологическим процессом производства муки, формирование сортов муки и отпуск муки по этому показателю.

Однако на этапе формирования помольных смесей зерна только отдельные предприятия формирование проводят с учетом белизны компонентов.

Разнообразие типов и сортов зерна пшеницы, наличие зерна, поврежденного неблагоприятными погодными условиями, послеуборочной обработкой и хранением, приводят к значительной разнокачественности зерна по фотометрическим и цветовым характеристикам. Разнокачественность зерна пшеницы подтверждена фундаментальными исследованиями ВНИИЗ, проведенными в течение многих лет, по изучению фотометрических характеристик зерна пшеницы разного качества – здорового и поврежденного [8,9] с широким диапазоном основных показателей, характеризующих хлебопекарные свойства муки [3].

Работа проведена на зерне товарной пшеницы I, III, IV типов с показателями: массовая доля клейковины от 19,0 до 32,0 при среднем значении 24,8%, качество клейковины от 27 до 115 ед. ИДК при среднем значении 71 ед. ИДК и по числу падения пределы колебаний составили 180÷450 с при среднем значении – 313,7 с. Также изучены фотометрические характе-

ристики эндосперма, цельносмолотого зерна и отрубей различных сортов пшеницы. Изучено более 80 проб зерна пшеницы, из них: 70 - 75% проб – здоровое зерно, 9 проб – зерно, подвергшееся сушке при разных режимах, 8 – проросшее и смесь здорового с проросшим, 5 – зерно, поврежденное рисовым долгоносиком (I, III, IV и V степеней зараженности), 2 пробы – со 100% содержанием обесцвеченных зерен и одна проба, пораженная клопом-черепашкой.

Динамика изменения фотометрических характеристик зерна (измельченного) пшеницы различного качества, его анатомических частей (эндосперма) и муки высшего сорта по годам представлена на рисунке 1.

Анализ динамики изменения фотометрических характеристик зерна пшеницы различного качества по годам (2001 – 2012) показал значительное ухудшение (понижение) этих характеристик (рисунок 1), что согласуется с результатами исследований ученых ВНИИЗ по изучению технологических свойств зерновых ресурсов [3, 4], отмечающих устойчивую тенденцию к понижению качества, выражающуюся в снижении производства пшеницы высших классов и увеличении в валовом сборе доли зерна 4-го и 5-го классов.

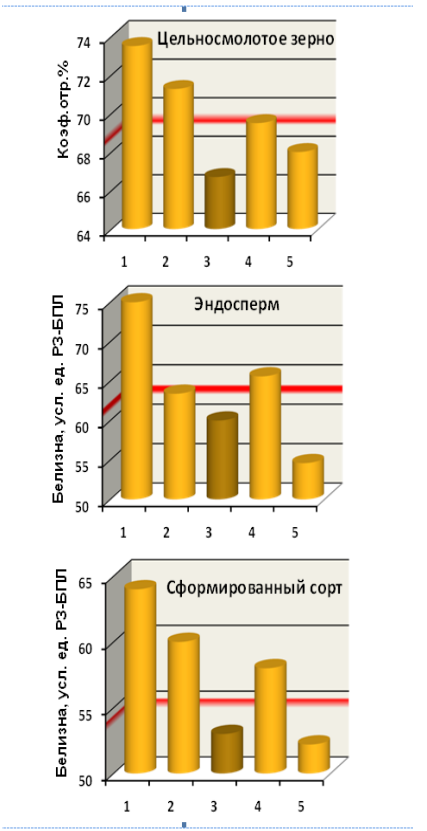


Рисунок 1. Динамика изменения фотометрических характеристик зерна различного качества и продуктов его переработки

Примечание – по оси абсцисс диаграмм указаны временные промежутки проведения исследований:

1 – 2001 год – здоровое;

2 – 2006÷2012 гг. – здоровое;

3 – 2006÷2010 гг. – повреждённое;

4 – 2010 год – производственная проверка нормативов на зерне 2009 г.;

5 – 2010 год – урожай 2010 года (аномально жаркое лето).

На основе проведенных исследований сформирована база (банк) данных по пробам зерна различного качества, содержащая информацию по физико-химическим показателям зерна, по белизне и выходам муки с систем, отобранной при лабораторных помолах зерна на лабораторной мельнице фирмы Бюлер**,** сформированных до постоянного выхода сортов муки, а также по качеству хлеба.

Фрагмент из созданной базы (банка) данных по отдельным пробам муки представлены в таблице 1.

Таблица 1. Фрагмент пополняемой базы данных с информацией по показателям качества зерна пшеницы и его фотометрическим характеристикам

Показатели качества		Номера проб зерна пшеницы									
		№12		№13		№14		№17		№24	
Массовая доля клейковины сырой, %		20,0		28,0		24,0		26,0		21,9	
Качество клейковины	ед. ИДК	115		75		70		70		27	
	группа	III		I		I		I хор		III неуд. крепкая	
Число падения, с		412		265		320		239		254	
Мука с систем Б		Белизна (Б, усл. ед. РЗ-БПЛ) и выход (В, %) муки с систем при лабораторных помолах проб зерна									
		В	Б	В	Б	В	Б	В	Б	В	
1 р.с.		58,6	49,72	56,8	48,56	54,2	45,54	62,3	31,09	63,4	41,72
2 р.с.		40,5	6,29	39,9	6,22	38,1	7,63	59,2	16,91	58,6	11,11
3 р.с.		-	-	-	-	-	-	47,2	8,00	39,5	3,90

Показатели качества		Номера проб зерна пшеницы									
	№12		№13		№14		№17		№24		
I др.		52,9	5,87	52,4	6,40	51,2	5,89	54,5	5,09	64,8	5,85
II др.		52,6	11,60	51,2	11,11	48,5	10,84	58,0	11,09	61,6	10,92
III др.		40,1	1,95	39,9	2,12	37,6	2,28	47,0	1,64	50,8	1,55
Итого		-	75,43	-	74,41	-	72,18	-	73,82	-	75,05
Сформированный сорт муки		56,0	72,0	53,0	72,0	46,0	72,0	58,0	72,0	60,0	72,0
Цельносмолотое зерно		67,7	-	64,8	-	66,7	-	68,7	-	69,1	-
Объемный выход хлеба, см^3/100г муки		428		439		428		508		360	
Формоустойчивость хлеба		0,47		0,40		0,37		0,65		0,60	

Примечание –проба №14 – представитель зерна пшеницы урожая 2010 года (аномально жаркое лето)

Предложена модель программного обеспечения полученной базы (банка) данных, предназначенная для обработки и передачи информации многим потребителям (рисунок 2), что дает возможность пользователям не только обмениваться исходными данными, объединять данные, полученные на различных предприятиях, но и способствует образованию представительных выборок, необходимых для создания централизованной базы данных. Продавец зерна и Производитель муки, перешедший на выработку и отпуск муки по белизне, взамен зольности, чрезвычайно заинтересованы располагать данными, представленными в Пополняемом банке (базе) по фотометрическим характеристикам зерна пшеницы, продуктов его размола и получаемых при этом выходах муки.

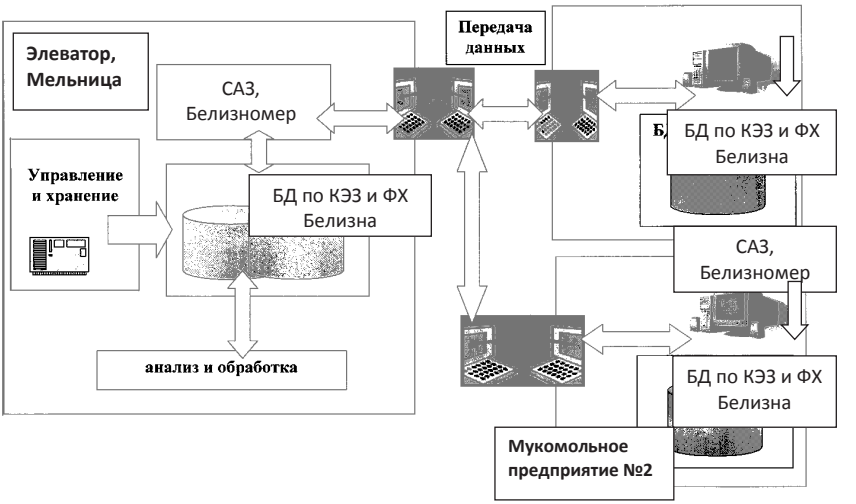


Рисунок 2. Система накопления, обработки, анализа и передачи данных

Примечание – САЗ – сканирующий анализатор зерна.

БД по КЭЗ и ФХ – база данных компьютерных эталонов зерна по цветовым и фотометрическим характеристикам

На основании математической обработки экспериментальных данных по фотометрическим характеристикам зерна пшеницы и алгоритма формирования помольных смесей по белизне разработана математическая модель способа формирования помольных смесей с учетом белизны продуктов размола зерна [10].

Математическая модель формирования помольных смесей зерна основана на решении симплекс-методом систем линейных уравнений с учетом:

– поправочных коэффициентов, учитывающих неаддитивность белизны, определенных экспериментально;

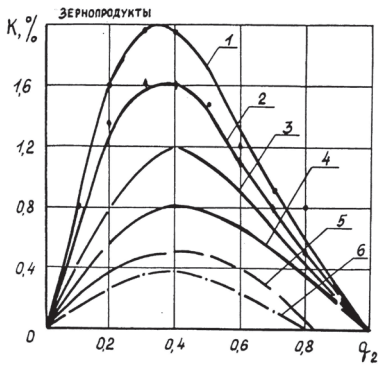
– нормативов (ограничений) на белизну цельносмолотого зерна;

– нормативного значения белизны муки высшего сорта

заданного выхода;

– критерия оптимизации, выбранного для конкретного предприятия.

Белизна муки не подчиняется закону аддитивности [2]. Поправочные коэффициенты, учитывающие неаддитивность белизны при смешивании компонентов с различной белизной, и установленные экспериментально зависимости их величин от содержания в смеси темного компонента и разницы в белизне смешиваемых компонентов представлены на рисунке 3. Чем больше разница в белизне смешиваемых компонентов, тем больше величина поправки и максимального значения она достигает при содержании темного - 0,4 (40%). Установленные величины поправок в % коэффициента отражения для использования на практике при расчетах рецептуры помольных смесей имеются в лаборатории Института.



1 – $\rho_1 - \rho_2$ = 12,6 ÷ 15,0, %
2 – $\rho_1 - \rho_2$ = 10,1 ÷ 12,5, %
3 – $\rho_1 - \rho_2$ = 7,6 ÷ 10,0, %
4 – $\rho_1 - \rho_2$ = 5,1 ÷ 7,5, %
5 – $\rho_1 - \rho_2$ = 2,6 ÷ 5,0, %
6 – $\rho_1 - \rho_2$ = 0 ÷ 2,5, %

Рисунок 3. Зависимость величин поправок для уравнения смешивания по показателям белизны от содержания в смеси темного компонента

Необходимым условием реализации расчета рецептуры помольной смеси с учетом белизны является уравнение смешивания по белизне для измельченного зерна и продуктов его раз-

мола. Для возможности использования любого вида приборов для измерения белизны муки все ниже приведенные уравнения даны в % коэффициента отражения и усл. ед. РЗ-БПЛ:

$$p_{см.} = \rho_1 + q_2\Delta r - к, \quad (1)$$
$$Б_{см} = Б_1 + q_2\Delta Б - к,$$

где $p_{см}$ – коэффициент отражения бинарной смеси, %;

$Б_{см}$ – белизна бинарной смеси, усл.ед.;

ρ_1 – коэффициент отражения первого компонента, %;

$Б_1$ – белизна первого компонента, усл. ед.;

$\Delta p=\rho_1 - \rho_2$ – разница в коэффициентах отражения смешиваемых компонентов, %;

$\Delta Б=Б_1 - Б_2$ – разница в белизне смешиваемых компонентов, усл.ед.;

q_2 – относительное содержание в смеси второго более темного ($\rho_2<\rho_1$, $Б_2<Б_1$) компонента, в %, либо доли ед.;

$к$ – поправка, учитывающая отклонение формы уравнения от линейной, в последующих формулах обозначается D.

Пересчет показаний прибора от условных единиц (белизны) в коэффициент отражения – r проводится по формуле (2):

$$p = A \times N + B, \quad (2)$$

где ρ – коэффициент отражения , %;

N – показания прибора (белизна) в условных единицах;

A = 0,294; B = 68,2 – коэффициенты, рассчитанные на основе большого объема статистической информации.

При формировании помольной смеси зерна пшеницы различного качества по фотометрическим характеристикам (здорового, поврежденного) должны соблюдаться ограничения.

1. На белизну смеси цельносмолотого зерна, характеризуемую спектральным коэффициентом отражения (3):

$$p_{з.см.} \geq [p_{з.см}] \quad (3)$$

2. На белизну смеси муки высшего сорта, соответствую-

щую плановому выходу для предприятия, и определяемую по кумулятивной кривой «белизна-выход», она не должна превышать значений предельных норм белизны сорта (4):

$$Б_{м.см.в.с.} \geq [Б_{м.в.с.(N)}] \quad (4)$$

В неравенствах 3, 4 спектральные коэффициенты отражения и белизна смесей могут быть определены для зерна, муки из нижеследующих уравнений (5, 6) соответственно:

$$\rho_{з.см.} = \sum_{i=1}^{i=n} q_i \rho_{з.i} - \Delta_з \ , \quad (5)$$

$$Б_{м.см.} = \sum_{i=1}^{i=n} q_i Б_{м.i} - \Delta_м, \quad (6)$$

где ***1 i, n*** – индекс компонентов, из которых составляется помольная смесь зерна;

q_i – количество ***i***-го компонента, входящего в смесь, в %, либо в долях единицы от смеси;

$p_{з.i}$ – спектральный коэффициент отражения (при ***l***=530 ± 10 нм) цельносмолотого зерна соответствующего компонента, %;

$Б_{м.i}$ – белизна (при ***l***=530±10 нм), сформированного высшего сорта муки с выходом, равным плановому для данного предприятия, усл. ед.;

$p_{з.см.}$ – спектральный коэффициент отражения (при ***l***=530 ± 10 нм) смесей цельносмолотого зерна, %;

$Б_{м.см.в.с.}$ – белизна смесей (при ***l***=530±10 нм) муки сформированного высшего сорта, усл. ед.;

$[p_{з.см}]$ – предельные значения спектральных коэффициентов отражения (при ***l***=530±10нм) смесей цельносмолотого зерна, %;

$[Б_{м.в.с.(N)}]$ – предельное нормативное значение белизны муки высшего сорта, усл. ед.

В зависимости от бизнес-стратегии предприятия расчет необходимо производить по различным критериям (например, критерий минимизации стоимости помольной смеси при заданных ограничениях; критерий минимизации отклонения качества от эталона для получения продукции стабильного качества [5, 6]).

В качестве критерия оптимизации нами принят показатель, применение которого направлено на улучшение качества и повышение однородности муки по белизне [10]. За оптимальный вариант выбрали тот, при котором разница в белизне муки первого сорта, рассчитанной как средневзвешенная для каждого из вариантов (на основе экспериментально определенной белизны муки первого сорта каждого компонента), и белизны, планируемой для района, – минимальна. Планирование для любого района страны белизны муки первого сорта должно исходить из задач: рациональное использование зерна, перерабатываемого в районе, и получение продукции стабильного и высокого качества.

Критерий оптимизации (7):

$$\left| Б_{м.см.1с.к} - Б_{м.1с.з.} \right| \rightarrow min+ \qquad (7)$$

$$n = 1, 2, \ldots m,$$

где $Б_{м.см.1с.к}$ – расчетная средневзвешенная белизна первого сорта n-го варианта рецептуры помольной смеси, усл. ед.;

$Б_{м.1с.з.}$ – белизна муки первого сорта, принятая (заданная) для данного района страны, усл. ед.;

m – количество вариантов рецептур помольной партии.

При условии $D_{м.i} = const$ и $D_{з.i} = const$ (часто принято для практических расчетов), а также в случае, если при расчете участвуют показатели качества, которые при смешивании подчиняются закону аддитивности (клейковина, стекловидность), решение по такой модели может осуществляться методами линейного программирования.

Требования (ограничения) на белизну зерна помольной смеси (таблица 2) определили расчетным путем. В качестве исходных данных для расчета использовали:

- нормы белизны на сорта муки (ГОСТ Р 52189-2003);

- выход муки по сортам (выборочно по отдельным видам помолов, предусмотренных «Правилами организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах») [11], а также достигнутый предприятиями с отбором высшего сорта до 65% при трехсортном 75% помоле.

Расчет проводили по уравнению смешивания бинарных смесей при следующем выборе компонентов: высший сорт – первый; высокие сорта – второй; общая мука – отруби. Так как в настоящее время – время рыночных отношений - предприятие-производитель муки гибко реагирует на спрос потребителя – при расчетах белизну высшего сорта принимали на уровне 56,0 усл. ед. и 60,0 усл. ед., белизна отрубей принята на уровне – 40,4% коэф. отр.(экспериментально определена по17 пробам отрубей).

Таблица 2. Рассчитанные ограничения по белизне для формировния помольных смесей при переработке зерна по традиционным схемам помола

Вид помола	Выход муки по сортам, %			Белизна, % коэф. отр.	
	высший	первый	второй	Цельносмолотое зерно	Эндосперм
Трехсортный 73%	55	15	3	69,3	87,0
Трехсортный 75%	65	5	5	69,1	87,0
	40	30	5	67,9	87,7
Двухсортный 75%	30	45	-	67,3	87,0
	15	60	-	66,0	88,4
Двухсортный 78%	60	-	18	69,3	88,4
мин ÷ макс	15÷65	5÷60	3÷18	66,0÷69,3	87,0÷88,4

Нормативы к качеству помольных смесей по фотометрическим характеристикам, обеспечивающим выработку муки, стандартной по белизне, разработаны на основе:

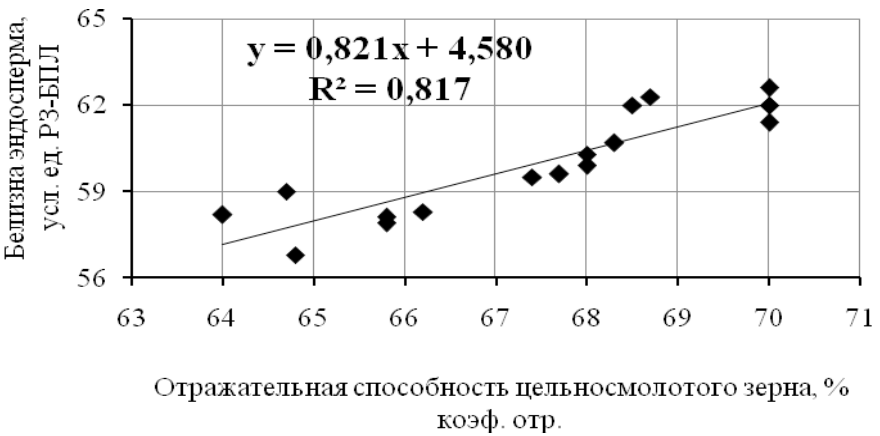
анализа и математической обработки информации созданного пополняемого банка данных по фотометрическим характеристикам;

разработанной математической модели формирования помольных смесей;

установленных наиболее значимых для формирования помольных смесей взаимосвязей между белизной сформированных сортов муки и белизной цельносмолотого зерна и его анатомических частей (эндосперма) (рисунок 4);

требований к помольным смесям, полученных расчетным путем (таблица 2).

На рисунке 4 представлены зависимости белизны эндосперма и муки высшего сорта от белизны цельносмолотого зерна, характеризируемые высокими коэффициентами корреляции.



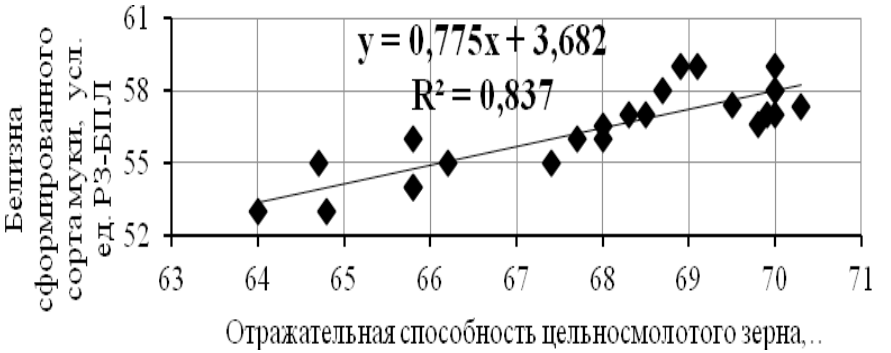


Рис.4. Взаимосвязи белизны эндосперма, сформированного сорта муки и цельносмолотого зерна

Формирование помольных смесей зерна пшеницы с белизной цельносмолотого зерна свыше 66,0% коэффициентов отражения и белизной эндосперма свыше 58,0 усл. ед. РЗ-БПЛ является обязательным условием выпуска стандартной муки по показателю белизна.

На рисунке 1 горизонтальной чертой, параллельной оси абсцисс, обозначены нормативы для эндосперма и цельносмолотого зерна для получения муки высшего сорта, стандартной по белизне с показанием 54,0 усл.ед. РЗБ-ПЛ.

Классификация зерна по фотометрическим характеристикам представлена в таблице 3.

Таблица 3. Классификация зерна пшеницы по фотометрическим характеристикам для формирования помольных смесей на мукомольном заводе, обеспечивающем выработку муки стандартной по белизне

Вид зерна	Отражательная способность цельносмолотого зерна, % коэффициента отражения	Белизна эндосперма, усл. ед. РЗ-БПЛ
Зерно пшеницы, пригодное для самостоятельной переработки	66,0*÷71,0	58,0÷63,0
Зерно пшеницы - улучшитель по белизне	Свыше 71,0	Свыше 63,0
Зерно, не пригодное для самостоятельной переработки	Ниже 66,0	Ниже 58,0

* - при очень низком уровне отбора высшего сорта до 10÷15% выхода.

Примечание - погрешность измерения: цельносмолотого зерна ± 0,6% коэф. отр., эндосперма и муки ±2,0 усл. ед. РЗ-БПЛ.

Для получения цельносмолотого зерна разработана методика, обеспечивающая крупность измельченного продукта на уровне крупности муки 2-ого сорта, регламентированную стандартом. При измерении белизны цельносмолотого зерна пшеницы измеряется смесь эндосперма с оболочками, содержание которых в зерне по данным Scott S.H. колеблется от 11,7% до 14,3%, видного российского ученого Е.Д.Казакова на долю плодовых семенных оболочек и алейронового слоя приходится от 12,4% до 17,7%.

Оценку белизны эндосперма предлагается проводить по белизне муки с лучшей системы (как правило, с 1 размольной), полученной при проведении лабораторных помолов каждого компонента зерна. Проведение лабораторных помолов при формировании помольных смесей предусмотрено «Правилами организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах» [11]. Повторяемость результатов лабораторных помолов по выходам муки с систем, по общему выходу 0,5% и показателям белизны муки с систем, сформированным сортам муки - 1,0 усл. ед. РЗ-БПЛ, что равно допускаемой величине сходимости (повторяемости), регламентируемой ГОСТ 26361-2013.

Предлагаемая модель (методика) не отбрасывает уже имеющиеся разработанные и внедренные методики, а является как бы надстройкой над ними. Предполагается, что практическая реализация методики будет осуществлена в виде автоматизированной компьютерной систем.

По результатам производственной проверки требований к помольной смеси по фотометрическим характеристикам, проведенной на 9-ти мукомольных заводах установлено, что на мукомольных заводах получена стандартная по показателям белизны мука различных сортов (таблица 4) при заданных выходах, например, для муки хлебопекарной высшего сорта выход находился в диапазоне от 45,45% до 57,04%. При этом белизна цельносмолотого зерна при производственной проверке, определенная по «сухой» пробе находится соответственно в диапазоне 65,4-69,0% коэффициентов отражения при среднем значении 66,5%.

Таблица 4. Пределы колебаний качества муки, выработанной мукомольными предприятиями при производственной проверке нормативов

Сорт муки	Белизна, усл. ед. РЗ-БПЛ					
	По данным предприятий		По данным ГНУ ВНИИЗ			
		измеренная		с поправками по ГОСТ 26361-84		
	мин.÷макс.	ср.	мин.÷макс.	ср.	мин.÷макс.	ср.
Высший	56,0÷60,0	58,0	55,0÷58,0	57,0	48,0÷58,0	55,4
Первый	40,0÷48,0	44,25	38,0÷46,0	42,0	34,0÷46,0	39,75
Второй	20,0÷21,0	20,3	16,0÷24,0	19,7	12,0÷17,0	15,0

Математическая модель по показателю белизна проста, оперативна и точна в смысле использования современного измерительного оборудования, позволяющего экспрессно и с высокой точностью определять качество исходного сырья, готовой продукции.

Список литературы

1. Карпов В.И., Морев С.Н. Применение математических методов и ЭВМ для оптимизации составления помольных партий зерна на мелькомбинате // Применение вычислительной техники и электроники в пищевой промышленности. – М., 1979. – С. 51 - 63.

2. Мамбиш И.Е. Взаимосвязь белизны смеси муки и ее компонентов /И.Е. Мамбиш, А.Т.Птушкин, Н.Б.Гержой, О.А. Новицкий, Т.С. Штейнберг // Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность. – 1973. – №8. – С. 21 - 24.

3. Мелешкина Е.П. Развитие системы оценки хлебопекарных свойств зерна пшеницы при его производстве и переработке: автореферат доктора техн. наук: 05.18.01 / Мелешкина Елена Павловна. – М., 2006. – 55 с.

4. Мелешкина Е.П. Комплексное решение вопросов оценки

качества зерна мягкой пшеницы // Научные основы хранения и переработки зерна в современных условиях // Монография к 80-летию ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии. – М.: Типография Россельхозакадемии, 2008. – С. 397 - 400.

5. Новицкий В.О. Оптимизация управления и планирования производства для повышения конкурентоспособности мукомольно-крупяных предприятий // Сб. материалов VII съезда мукомольных и крупяных предприятий России. – М.: МПА, 18-20 апреля 2006 г.

6. Новицкий В.О., Мерцалов А.Н. Повышение эффективности мукомольных компаний на основе современных методов и систем автоматизации планирования сырьевых ресурсов // Сб. материалов VIII съезда мукомольных и крупяных предприятий России. – М.: МПА, 25-26 сентября 2008 г.

7. Штейнберг Т.С., Оценка сортности муки по показателю «Белизна»/Т.С. Штейнберг, Л.И.Семикина, О.Г.Шведова, О.В.Морозова // Хлебопродукты. – 2011. №2. − С. 46-47.

8. Штейнберг Т.С. Фотометрические свойства зерна пшеницы и формирование помольных смесей с учетом белизны //Сб. материалов второго Всероссийского конгресса «Нивы России». – 2003. – С. 181-186.

9. Штейнберг Т.С. Влияние сушки на фотометрические характеристики зерна, показатели качества муки и хлеба /Т.С. Штейнберг, В.Ф. Сорочинский, Е.П. Мелешкина //Хлебопродукты. – 2010. − №2. − С.46-49, №3. − С. 47-49.

10. Штейнберг Т.С. Математическая модель формирования помольных смесей с учетом фотометрических характеристик зерна пшеницы различного качества/ Т.С. Штейнберг, Л.И. Семикина, О.Г. Шведова, О.В. Морозова //Хлебопродукты. – 2013. − №5. − С. 54-57.

11. Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах //М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов. − 1991. Часть 1. − 75 с.; часть 2. − 53 с.

Материалы, представленные в сборнике, даны в редакции авторов

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ХРАНЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ НУЖД

Международный научный сборник
Выпуск IV

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 21.12.2015 г.
Формат 60 x 90 1/16. Бумага офсетная
Печать офсетная
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