МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ВНИИМС - филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

XIII Международная научно-практическая конференция
молодых учёных и специалистов организаций
в сфере сельскохозяйственных наук

«Перспективные исследования и новые подходы к производству и переработке сельскохозяйственного сырья и продуктов питания»

29-30 октября 2019 г.
Углич

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

XIII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ ОРГАНИЗАЦИЙ В СФЕРЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ НАУК

«ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОИЗВОДСТВУ И ПЕРЕРАБОТКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ»

Сборник научных трудов

ВНИИ маслоделия и сыроделия –
филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

Углич, 29–30 октября 2019 г.

УДК 664

ББК 36:72

П 23 Перспективные исследования и новые подходы к производству и переработке сельскохозяйственного сырья и продуктов питания. Сборник научных трудов XIII Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов организаций в сфере сельскохозяйственных наук / ВНИИМС – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, 2019. – 382 с.

В сборнике опубликованы статьи молодых ученых и специалистов научно-исследовательских институтов, высших учебных заведений и организаций, занимающихся разработкой инновационных и совершенствованием традиционных технологий производства пищевой продукции и переработки сельскохозяйственного сырья, современными методами контроля качества и безопасности продуктов питания, разработкой оборудования, а также хранением, транспортированием и реализацией продуктов и сырья различных отраслей пищевой и перерабатывающей промышленностей. Материалы сборника представляют интерес для научных сотрудников, преподавателей, аспирантов, студентов и специалистов АПК.

© Коллектив авторов, 2019 г.

© ВНИИМС – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, 2019 г.

ISBN 978-5-6043305-1-7

9 785604 330517

Участникам и гостям XIII Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов

Уважаемые коллеги!

Рад приветствовать вас на нашей, уже тринадцатой по счёту, Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов.

В этом году она посвящена перспективным исследованиям и новым подходам к производству и переработке сельскохозяйственного сырья и продуктов питания, и тематика как нельзя лучше отражает направленность современной сельскохозяйственной науки. Действительно, без новых, принципиально иных подходов к проблемам переработки сельскохозяйственной продукции, мы не сможем развивать пищевую отрасль России и делать её одной из ведущих на мировой арене. И кому как не молодым учёным и специалистам предлагать свежие решения, оригинальные идеи и нетрадиционные концепции?

Отрадно, что каждый год уровень представляемых на конференцию работ растёт — это говорит об общем росте уровня подготовки молодых научных кадров, работающих в области сельскохозяйственных наук. Сейчас, когда учёному необходимо принимать участие в работе по грантам, публиковаться в высокорейтинговых научных журналах и внедрять разработки в отрасль, представление статей на конференцию молодых учёных и специалистов — прекрасная возможность отточить навыки сбора, систематизации, анализа и представления научных данных и результатов исследований.

Желаю всем участникам конференции плодотворной работы, надеюсь, что такие мероприятия станут отправной точкой для самых смелых совместных исследовательских проектов молодых учёных. Успехов вам в науке и в жизни!

Научный руководитель
ФГБНУ "ФНЦ пищевых систем
им. В.М. Горбатова" РАН,
академик РАН, д.т.н., профессор *А.Б. Лисицын*

Участникам и гостям
XIII Международной научно-практической конференции
молодых учёных и специалистов

Уважаемые коллеги!

Приветствую вас на конференции «Перспективные исследования и новые подходы к производству и переработке сельскохозяйственного сырья и продуктов питания»!

Уже в тринадцатый раз мы проводим конференцию, в которой принимают участие молодые специалисты в области сельскохозяйственных наук – и это говорит об исключительной её востребованности. Сегодня конференция стала важной дискуссионной площадкой для молодых учёных российских и зарубежных научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений.

Разработка инновационных технологий в пищевой промышленности – одна из основных задач, стоящих перед мировой наукой, и российские специалисты в её решении идут в ногу с западными и восточными коллегами. Это подтверждается ежегодным ростом производства продуктов питания в России, которое невозможно без внедрения прорывных разработок. И особенно радостно то, что молодые учёные играют важную роль в прогрессе, своими смелыми идеями двигая науку и отрасль вперёд.

Я желаю всем участникам конференции продуктивной работы, новых знакомств, совместных проектов, докладчикам – успешных выступлений, а участникам конкурса на лучшую научно-исследовательскую работу – победы!

Директор
ФГБНУ "ФНЦ пищевых систем
им. В.М. Горбатова" РАН, д.т.н. *О.А. Кузнецова*

Участникам и гостям
XIII Международной научно-практической конференции
молодых учёных и специалистов

Уважаемые коллеги!

Всероссийский институт маслоделия и сыроделия, отметивший в этом году свой 75-летний юбилей, рад принимать на своей площадке участников тринадцатой конференции молодых ученых и специалистов.

Надеемся, что созданная в стенах нашего института теплая, дружеская и одновременно деловая атмосфера позволит молодежи показать себя как пытливое, целеустремленное и грамотное поколение, способное решать в будущем серьезные вопросы пищевой науки и укреплять статус своих научных и учебных заведений как серьезных научных центров.

Тема конференции «Перспективные исследования и новые подходы к производству и переработке сельскохозяйственного сырья и продуктов питания» весьма актуальна, так как без новых научных подходов в решении производственных вопросов и без тесного межотраслевого взаимодействия невозможно движение вперед.

Желаем всем участникам успешно поделиться своими знаниями и получить полезные для себя подходы к решению научных проблем, познакомиться с современными производствами в сфере молочной и мясной переработки, приобрести новых друзей и приобщиться к истории древнего Углича!

Пусть встреча на площадке ВНИИМС способствует открытию новых талантов и их дальнейшему развитию!

Директор ВНИИМС – филиала
ФГБНУ "ФНЦ пищевых систем
им. В.М. Горбатова" РАН, д.т.н. *Е.В. Топникова*

Список организаций, принявших участие в XIII Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов «Перспективные исследования и новые подходы к производству и переработке сельскохозяйственного сырья и продуктов питания»

ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Углич

Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва

Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Московская обл., г. Видное

Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Московская обл., п. Красково

Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва

Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва

Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых добавок – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Санкт-Петербург

Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва

Федеральное государственное автономное научное учреждение «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», г. Москва

Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности – филиал ФГБНУ Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» РАН, Московская обл., пос. Ржавки

ФГБУ научно-исследовательский институт проблем хранения Росрезерва, г. Москва

Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», г. Москва

Научно-исследовательский институт пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Московская обл., пос. Измайлово

Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского Федерального исследовательского центра «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН, г. Москва

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Республика Беларусь, г. Жодино

ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», г. Москва

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», г. Санкт-Петербург

УО «Могилевский государственный университет продовольствия», Республика Беларусь, г. Могилев

ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», г. Москва

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева», г. Москва

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологии и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», г. Москва

ФГБОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва

ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет», г. Москва

ФГБОУ ВО «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия», г. Ярославль

ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина», Вологодская обл., пос. Молочное

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Республика Татарстан, г. Казань

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина», г. Тамбов

Воронежский филиал ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», г. Воронеж

ГБУ РО Рязанская областная ветеринарная лаборатория, г. Рязань

ОГЛАВЛЕНИЕ

Агафонкина И.А., Козырев И.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ДЕНАТУРАЦИИ БЕЛКОВ СВИНИНЫ РАЗНЫХ ГРУПП КАЧЕСТВА 16

Агейкина И.И. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СУХОГО МОЛОКА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭМУЛЬСИОННЫХ ЛИКЕРОВ С КОНЬЯКОМ 19

Алферьева А.А., Емелина Н.А., Невская Е.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОРОШКА ИЗ ПАСТЕРНАКА НА СВОЙСТВА ТЕСТА И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РЖАНО-ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА 24

Антонович А.М. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СКАРМЛИВАНИЯ ЭКСТРУДИРОВАННОГО БЕЛКОВОГО КОМПОНЕНТА В СОСТАВЕ КОМБИКОРМА ДЛЯ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА НА ОТКОРМЕ 28

Антонович А.М. ГРАНУЛИРОВАННЫЙ ЛЮПИН В СОСТАВЕ КОМБИКОРМА ДЛЯ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА НА ВЫРАЩИВАНИИ 34

Атнилов Э.С. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ СЫРНОЙ ГОЛОВКИ НА СТЕПЕНЬ ЗРЕЛОСТИ СЫРА 40

Балусова А.А., Молдованов Г.Г. РАНОЗАЖИВЛЯЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ 44

Бессараб О.В. КИНЕТИКА КОРРОЗИИ БЕЛОЙ ЖЕСТИ В ТОМАТОПРОДУКТАХ И ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ МОДЕЛЬНОЙ СРЕДЕ 48

Бигаева А.В. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОЛОКА КОРОВ С РАЗНЫМИ ГЕНОТИПАМИ $\varkappa$-КАЗЕИНА 52

Бирюлин С.И. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗ ПЛОДОВ ВИШНИ МЕТОДОМ ЗОННОГО КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА 57

Ветошкина О.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МУКИ И ПИЩЕВОЙ ДОБАВКИ ИЗ ЗЕРЕН ГОРОХА 62

Виноградова Ю.В., Музыкантова А.В. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНЦЕНТРИРОВАННОГО МОЛОЧНОГО ПРОДУКТА С САХАРОМ НА ОСНОВЕ КОНЦЕНТРАТА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ 67

Гайворонская И.С., Папахин А.А. ОПТИМИЗАЦИЯ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ БИОКОМПОЗИТОВ 71

Гамула О.О., Ермолаева Э.В. ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАРТОФЕЛЬНОГО КРАХМАЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ АМИЛАЗНОГО ПРЕПАРАТА ПРИ ВАРЬИРОВАНИИ ВРЕМЕНИ ВОЗДЕЙСТВИЯ 76

Герасина А.Ю. ТРАДИЦИОННЫЕ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ В ОЦЕНКЕ БИОПОТЕНЦИАЛА ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ 81

Гильманов Х.Х. ОЦЕНКА БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ С КОМПЛЕКСНЫМИ ГЕНОТИПАМИ CSN3 / INOS 87

Голионко Е.О., Носовская Л.П., Адикаева Л.В., Коваленок В.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БЕЛКА ИЗ СУСПЕНЗИИ ГОРОХОВОЙ МУКИ ВОЗДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ 91

Грызлова А.С. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИНКАПСУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ТАРГЕТНОЙ ДОСТАВКИ БИОЛОГИЧЕСКИ-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ 96

Данилова Е.С. ЖИРНО-КИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЖИРОВОЙ ФАЗЫ СЫРА КАК ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ЕГО НАТУРАЛЬНОСТИ 100

Дерина Д.С. К ВОПРОСУ КОНТАМИНАЦИИ ПТИЦЕПРОДУКТОВ КАМПИЛОБАКТЕРИЯМИ 105

Дмитриенко И.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛЕЦИТИНА НА ИЗМЕНЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОНЕНТОВ ЯИЦ 108

Донецких А.Г. РЕЗУЛЬТАТЫ МИКРОСТРУКТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И МУЛЬТИСЕНСОРНОГО АНАЛИЗА МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ АБЕРДИН-АНГУССОВ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ 113

Жильцова Н.С., Кириллова Е.В. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОЦЕНКИ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА МИКСОЛАБ 116

Заболотин Г.Ю., Мирошина С.Е. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЦИОНОВ КОРМЛЕНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА НА ИЗМЕНЕНИЕ ЖИРНО-КИСЛОТНОГО СОСТАВА МОЛОЧНОГО ЖИРА 121

Зайцева М.В. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭКСПРЕСС-БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЦИТО- И ГЕНОТОКСИЧНОСТИ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК 125

Захарова А.И. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ SOUS-VIDE ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ 131

Иванова Е.А. РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ПРОБОПОДГОТОВКИ МЯСНЫХ СЫРОВЯЛЕНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ МЕТОДИКИ SDS-PAGE НА ПРИМЕРЕ ХАМОНА 134

Казанцев Е.В., Осипов М.В. ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ИСПОЛЬЗУЕМОГО СЫРЬЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ДИОКСИДА СЕРЫ В МАРМЕЛАДЕ 138

Карасева О.М. РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К КЛУБНЕПЛОДАМ ТОПИНАМБУРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИНУЛИНА 142

Кечкин И.А. СХЕМА ВЕНТИЛИРОВАНИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ВЕНТИЛИРОВАНИЮ ЗЕРНА В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СИЛОСАХ БОЛЬШОЙ ЕМКОСТИ 146

Клименкова А.Ю. ТЕХНОЛОГИЯ КОАГУЛЯЦИИ ЯИЧНОГО БЕЛКА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ НА ЕГО ОСНОВЕ 151

Коршунова Н.А. ХАРАКТЕРИСТИКА БИОСИНТЕЗА МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА 157

Косачёв К.А., Абалдова В.А. РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЯСА ПТИЦЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБВАЛКИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ СОРТНОСТИ 163

Крюченко Е.В., Кузлякина Ю.А. БЕЛКИ-АЛЛЕРГЕНЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ОБЗОР АСПЕКТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ И БЕЗОПАСНОСТИ 166

Кузина Л.Б., Родионова А.В. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ СТЕПЕНИ РЕЗИСТЕНТНОСТИ КРАХМАЛОВ 171

Кулаков В.Г. ВЛИЯНИЕ β-КАРОТИНА НА СРОК ХРАНЕНИЯ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ 178

Куликов Д.С., Уланова Р.В., Гулакова В.А. БЕЛКОВЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ ИЗ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНОВЫХ И БОБОВЫХ КУЛЬТУР НА КРАХМАЛ 181

Купаева Н.В. СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К СКРИНИНГУ АНТИРАДИКАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ АНТИОКСИДАНТОВ С ПЕРСПЕКТИВОЙ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 184

Кучерова Е.Н. ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МУКИ ИЗ ЖМЫХА ЛЬНЯНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ 189

Лаврухин М.А., Белова И.А. ОЦЕНКА МАССОВОЙ ДОЛИ ФРУКТОВОГО СЫРЬЯ В КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЯХ МЕТОДОМ КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА 193

Лазарева Е.Г. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСТРАКЦИИ БАВ ИЗ ЦВЕТКОВ LAVANDULA ANGUSTIFOLIA ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 196

Ландиховская А.В., Закирова Р.Р. ЗАМОРОЖЕННЫЕ ДЕСЕРТЫ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ДЛЯ ПОСЕТИТЕЛЕЙ ФИТНЕС ЦЕНТРОВ 200

Левицкая И.А., Коваль Е.А., Зайнутдинова А.Р., Грибкова В.А., Черепова Т.И. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СУ-ВИД ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЛЮД ИЗ МЯСНОГО СЫРЬЯ 204

Левицкая И.А., Коваль Е.А., Зайнутдинова А.Р., Пенухина О.А, Хайруллин М.Ф., Черепова Т.И. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ СВИНИНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ СУ-ВИД 208

Летфуллина Д.Р. ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ БЕЛЫХ ВИНОГРАДНЫХ ВИН С ПОМОЩЬЮ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛПОЛИПИРРОЛИДОНА (ПВПП) 212

Мазукабзова Э.В. НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ШОКОЛАДНОГО ПОЛУФАБРИКАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ 217

Манжиева Б.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИСТОЧНИКА УГЛЕРОДА НА БИОСИНТЕЗ ГЛЮКАНСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ ПРОИЗВОДНЫХ МИКРОМИЦЕТОМ ASPERGILLUS NIGER 224

Махрова И.В. ВЛИЯНИЕ АЗОТИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА КАЧЕСТВО ИГРИСТЫХ ВИН, ПОЛУЧАЕМЫХ БУТЫЛОЧНЫМ СПОСОБОМ 227

Мизинчикова И.И., Герасимов Т.В. ОСОБЕННОСТИ В РАЗВИТИИ ТЕХНОЛОГИЙ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ 231

Мирошник А.С., Шарова Н.Ю. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТОК В ОБЛАСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 234

Мишугина Т.В. СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПОБОЧНОГО И НЕПИЩЕВОГО СЫРЬЯ 238

Муромцева Д.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЛОКНА БЕЛОГО БЕЗАЛКОЛОИДНОГО ЛЮПИНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛУКОПЧЕНЫХ КОЛБАС 243

Небежев К.В. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПОДГОТОВЛЕННОЙ ВОДЫ НА КАЧЕСТВО СПИРТНЫХ НАПИТКОВ ИЗ ПЛОДОВ МАНДАРИНА 249

Непомнящий А.П. БИОСИНТЕТИЧЕСКАЯ СПОСОБНОСТЬ ШТАММА STREPTOMYCES SP. 170 253

Пестерев М.А., Баженова А.Е. ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ВЛАГОПЕРЕНОСА НА ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ ЛИПАЗЫ В ГЛАЗИРОВАННЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ 256

Полищук Е.К. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ КАК СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ БЕЛКОВО-ПЕПТИДНЫХ ФАКТОРОВ ВРОЖДЕННОГО ИММУНИТЕТА 262

Принцева А.А. ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СУБСТРАТОВ ИЗ УГЛЕВОДСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНВЕРТАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ МИКРОМИЦЕТА ASPERGILLUS NIGER Л-4 267

Ржанова И.В. ТЕСТИРОВАНИЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПО ДНК-МАРКЕРАМ НАСЛЕДСТВЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ 272

Родионов Д.А. УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННОЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ СЫВОРОТКИ ИЗ КОРОВЬЕГО И КОЗЬЕГО МОЛОКА 277

Росликов Д.А., Дмитриенко И.С. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛАКТАТА КАЛИЯ И ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА НА ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЯСА КУР 280

Ротару И.А., Швец С.Д. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВНЫХ СУХИХ ДРОЖЖЕЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВТОРИЧНОГО БРОЖЕНИЯ В БУТЫЛКАХ 284

Рябова А.Е. ГЕТЕРОГЕННАЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ЛАКТОЗЫ – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ СЫРЬЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ 288

Рябова А.Е. ИННОВАЦИОННЫЕ ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ: ПРОБЛЕМА СОВМЕСТИМОСТИ КОМПОНЕНТОВ 292

Саги В.А.К. ВЛИЯНИЕ ПОРОШКА БАТАТА НА КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ИХ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ 296

Семипятный В.К. МЕТОДОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ 301

Сенченко М.А. ПРОИЗВОДСТВО КВАСА С РАСТИТЕЛЬНЫМ ЗАМЕНИТЕЛЕМ САХАРА 305

Ситникова П.Б. СОСТОЯНИЕ СТРУКТУРЫ МОРОЖЕНОГО ПЛОМБИР ПРИ ПОРОКЕ «КРУПИТЧАТОСТЬ» 309

Соломин Д.А., Соломина Л.С. ПОЛУЧЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЭФИРОВ ТРИТИКАЛЕВОГО КРАХМАЛА 312

Степаненко Д.С. ДОБАВКА НУТА В КРУПЕ ИЗ ТРИТИКАЛЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОЛНОЦЕННОСТИ БЕЛКА 318

Стрижко М.Н. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ 323

Стрижко М.Н. ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ АНАЛОГОВ МОЛОКА 328

Тюрина И.А., Борисова А.Е. РАЗРАБОТКА ХЛЕБОПЕКАРНОЙ КОМПОЗИТНОЙ СМЕСИ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ С УЧЁТОМ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ 333

Урубков С.А., Королёв А.А., Смирнов С.О. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКИ БОБОВЫХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ, НЕ ТРЕБУЮЩЕЙ ВАРКИ 338

Усанова Ю.Ю., Федосенко Т.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ИНВЕРСИЮ САХАРОЗЫ В МОНОКОМПОНЕНТНОМ ПЮРЕ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ 343

Усачев И.С., Сарджвеладзе А.С., Васильев И.Ю., Соломин Д.А. СОВЕРШЕСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРОИЗВОДСТВА БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ ЭКСТРУЗИИ 348

Утьянов Д.А., Князева А.С. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОВ В МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ С ПОМОЩЬЮ ВЭЖХ С УФ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ 353

Федянина Н.И., Мусатова А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ВЛИЯНИЯ ОБРАБОТКИ УСКОРЕННЫМИ ЭЛЕКТРОНАМИ, ГАЗОВОЙ СРЕДЫ И ОХЛАЖДЕНИЯ НА СОХРАНЕНИЕ КАЧЕСТВА ШАМПИНЬОНОВ 355

Хаба Н.А. ДИНАМИКА МУКОМОЛЬНО-ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ПОСЛЕ 5 ЛЕТ ХРАНЕНИЯ 360

Царева М.А. О СОСТАВЕ ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗНОГО КОМПЛЕКСА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПЛОДООВОЩНОГО СЫРЬЯ 363

Чикатуева М.А. НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЕ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МОЛОЧНОГО ЛАКТОЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГИГИЕНИЧЕСКИХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ 369

Шобанова Т.В. ОБОСНОВАНИЕ РОЛИ ЖИРА И СОМО В ТЕХНОЛОГИИ МОРОЖЕНОГО ПЛОМБИР С МОНОСТАБИЛИЗАТОРАМИ 372

Шухалова О.М. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАКВАСОЧНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ВИДОВ LACTOCOCCUS LACTIS И STREPTOCOCCUS THERMOPHILUS С ЦЕЛЬЮ ПОДБОРА СОСТАВА ЗАКВАСОК ДЛЯ СОЗРЕВАЮЩИХ СЫРОВ 376

УДК 637.073/637.5.04.07

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ДЕНАТУРАЦИИ БЕЛКОВ СВИНИНЫ РАЗНЫХ ГРУПП КАЧЕСТВА

Авторы: Агафонкина И.А.[a], Козырев И.В.[b]
[a] Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва, e-mail: iagafonkina@gmail.com
[b] Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва, e-mail: i.kozyrev@fncps.ru

RESEARCH OF PORK PROTEINS THERMAL DENATURATION OF DIFFERENT QUALITY GROUPS

Authors: Agafonkina I.A.[a], Kozyrev I.V.[b]
[a] All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Moscow, e-mail: iagafonkina@gmail.com
[b] V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Moscow, e-mail: i.kozyrev@fncps.ru

Ключевые слова: свинина, качество мяса, цвет, тепловая денатурация белков
Keywords: pork, meat quality, color, thermal denaturation of proteins

Аннотация: В статье представлены результаты исследований образцов свинины (*L. dorsi*) разных групп качества – NOR и PSE, изучен цвет мышечной ткани и показатели тепловой денатурации белков; установлено, что тепловая денатурация белков протекает по разным сценариям в группах качества PSE и NOR.

Abstract: The article presents the results of studies of pork samples (*L. dorsi*) from different quality groups – NOR and PSE, studied the color of muscle tissue and indicators of thermal denaturation of proteins; found that thermal denaturation of proteins occurs in different scenarios in the quality groups PSE and NOR.

Введение: За прошедшее десятилетие производство свинины в России значительно выросло и сейчас обеспеченность свининой собственного производства составляет более 90 %. В 2018 году в нашей стране было произведено 3,7 млн. тонн свинины (в убойном весе), что на 5 % превышает показатель 2017 года [1]. Тенденция к росту рынка свинины сохраняется и по сегодняшний день.

В условиях насыщенного рынка одним из важнейших вопросов конкурентоспособности является вопрос качества. Деление свинины на группы PSE, DFD и NOR традиционно для нашей промышленности, однако в мировой научной практике выделяют и пять, и даже семь групп качества [2]. Эти группы отличаются показателями качества как оцениваемыми на предприятиях мясной промышленности (величина pH, цвет мяса, влагоудерживающая способность), так и служащими для более глубокого понимания происходящих в мясе процессов.

Целью настоящей статьи была оценка взаимосвязи цвета свинины, величины pH и характера протекания процесса тепловой денатурации белков.

Материалы и методы исследования: Исследования проводили на длиннейшей мышце спины (L. dorsi) свиней-молодняка, переработанных в условиях действующего предприятия мясной промышленности. Условия транспортирования, предубойной подготовки и первичной переработки были идентичными для всех животных. Образцы отбирали от охлаждённых туш через 24 часа после убоя.

Измерение цвета мышечной ткани проводили спектрофотометром CM 2300d (Konica Minolta, Япония) при источнике освещения D65 с углом наблюдения 2°, каждое измерение проводили с двукратной повторностью, за результат измерения принимали среднее арифметическое двух измерений.

Измерение величины pH проводили портативным pH-метром testo 205 (Testo, Германия). За окончательный результат принимали среднее арифметическое значение трех единичных измерений, расхождение между предельными значениями трех результатов измерений не превышало 0,15 единиц pH.

Исследования процесса тепловой денатурации мышечных белков проводились на приборе NETZSCH DSC 204 F1 (NETZSCH-Geratebau GmbH, Германия, номер в Госреестре сведений об утвержденных типах средств измерений – 54912-13). При проведении исследований из образцов мышечной ткани вырезали диски массой 20–30 мг, соответствующие по размеру внутреннему диаметру стандартных алюминиевых тиглей (V = 25 мкл, d = 6 мм). В соответствии с разработанной температурной программой образцы нагревали со скоростью 5 К/мин от температуры минус 5 °С до 90 °С.

Результаты и обсуждение: Результаты исследования показателей качества свинины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Величина pH и цветовые характеристики свинины

№ образца	pH24	Показатели через 24 часа		
		L	a	b
1	6,0	46,84	2,23	6,07
2	5,60	53,50	4,03	8,99
3	5,34	55,97	4,48	9,98
4	5,27	54,98	4,85	9,67
5	5,28	59,51	4,70	12,03
6	5,83	57,79	1,59	8,70
7	5,61	52,22	0,94	11,32
8	5,61	51,65	3,18	8,74

Результаты измерения цвета в системе CIELab, где *L – светлота, *a – краснота, *b – желтизна свидетельствуют о том, что образцы с более низкой величиной pH24, относящиеся по этому показателю к качественной группе PSE, были более светлыми, показатель желтизны также был выше. Это согласуется с литературными данными, свидетельствующими о том, что свинина PSE обычно более бледная, нежели свинина NOR. Измерение цвета мышечной ткани позволило однозначно определить группы качества на основе двух объективных показателей (величина pH и цвет мышечной ткани).

Результаты исследований образцов свинины методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) представлены на рисунке 1. В диапазоне температур от 45 °С до 90 °С происходит процесс тепловой денатурации целого комплекса белков, входящих в состав исследуемых образцов. При нагревании образцов на термограммах наблюдаются ярко выраженные эндотермические пики, отображающие поглощение теплоты в ходе сложного процесса тепловой денатурации белков.

Из опубликованных научных работ [3–8] известно, что первый пик, находящийся в диапазоне от 50 до 65 °С связан с денатурацией миозина, который часто перекрывается несколькими недостаточно хорошо разделенными переходными процессами в диапазоне от 60 до 75 °С, в основном, связанными с денатурацией саркоплазматических белков и соединительной ткани. Эндотерма с пиковой температурой около 80 °С в значительной степени обусловлена денатурацией различных форм актина.

По полученным данным наблюдается снижение выраженности пиков тепловой денатурации миозина и саркоплазматических белков при снижении значений pH. Согласно данным, представленным в работе [9], при нагревании свинины качественной группы PSE степень денатурации саркоплазматических белков в диапазоне температур от 45 до 55 °С на 16,78 % выше, чем для образцов качественной группы NOR, что объясняет более растянутый вид термограмм для свинины с низкими значениями pH и отсутствие выраженных пиков денатурации миозина.

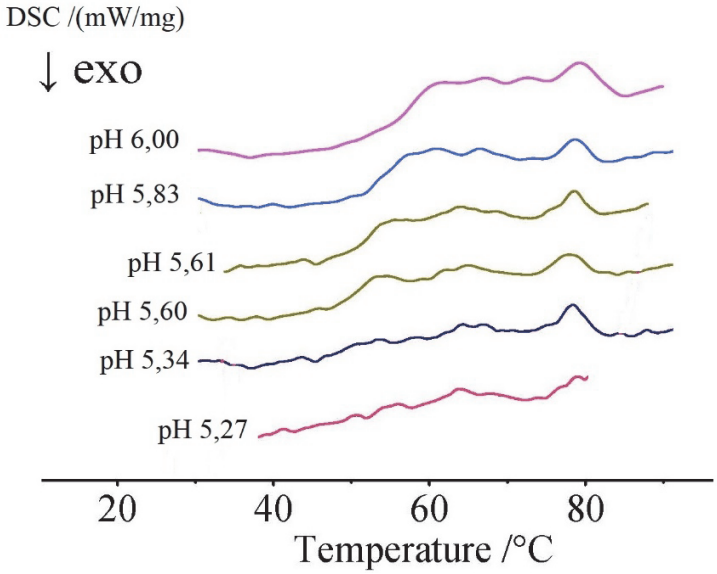


Рисунок 1 – ДСК-термограммы исследований мышечной ткани свинины

Выводы:

Результаты исследований позволили установить разный характер процесса тепловой денатурации белков свинины в зависимости от pH, что свидетельствует о различиях в протекающих в мясе процессах, в том числе автолитических. Дальнейшая работа в этом направлении позволит проводить сортировку свинины в условиях предприятий мясной промышленности и рационально использовать её для производства мясной продукции.

Список использованных источников

1. Рынок свинины в России в 2018 году: обзор Русагро [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://agrovesti.net/lib/industries/beef-cattle/rynok-svininy-v-rossii-v-2018-godu-obzor-rusagro.html. – Заглавие с экрана. – Дата обращения: 09.09.2019.

2. Faucitano, L. Shelf life of pork from five different quality classes / L. Faucitano [et al.] // Meat Science. – 2010. – Vol. 84, Issue 3. – С. 466–469. – https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.09.017.

3. Farkas, J. Application of differential scanning calorimetry in food research and food quality assurance / J. Farkas, C. Mohácsi-Farkas // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. – 1996. – Vol. 47. – № 6. – С. 1787–1803.

4. Findlay, CJ. Differential scanning calorimetry can determine kinetics of thermal denaturation of beef muscle proteins. / C.J. Findlay, K.L. Parkin, D.W. Stanley // Food Biochem. – 1986. – Vol. 10(1). – С. 1–15.

5. Kijowski, J.M. Effect of sodium chloride and phosphates on the thermal properties of chicken meat proteins / J.M. Kijowski, M.G. Mast // Journal of Food Science. – 1988. – Vol. 53. – № 2. – С. 367–370.

6. Tamilmani P. Thermal analysis of meat and meat products. / P. Tamilmani, M.C. Pandey // Therm Anal Calorim. – 2016. – Vol. 123 – С. 1899–1917.

7. Технология и оборудование производства колбас и полуфабрикатов / Л.В. Антипова, И.Н. Толпыгина, А.А. Калачев; под общ. ред. проф. Л.В. Антиповой. – СПб.: ГИОРД, 2011. – 600 с.

8. Agafonkina I.V., Korolev I.A., Sarantsev T.A. The study of thermal denaturation of beef, pork, chicken and turkey muscle proteins using differential scanning calorimetry. Theory and practice of meat processing. – 2019. – Vol. 4. – № 3. – PP. 19–23. DOI: 10.21323/2414-438X-2019-4-3-19-23

9. Радченко М.В. Исследование влияния длительной низкотемпературной тепловой обработки на качественные характеристики вареных продуктов из свинины с различным ходом автолиза: Дис. канд. техн. наук: 05.18.04 / Радченко Михаил Васильевич; ВНИРО. М., 2016. – 218 с.

References

1. Rynok svininy v Rossii v 2018 godu: obzor Rusagro [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: https://agrovesti.net/lib/industries/beef-cattle/rynok-svininy-v-rossii-v-2018-godu-obzor-rusagro.html. – Zaglavie s ekrana. – Data obrashcheniya: 09.09.2019.

2. Faucitano, L. Shelf life of pork from five different quality classes / L. Faucitano [et al.] // Meat Science. – 2010. – Vol. 84, Issue 3. – PP. 466–469. – https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.09.017.

3. Farkas, J. Application of differential scanning calorimetry in food research and food quality assurance / J. Farkas, C. Mohácsi-Farkas // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. – 1996. – Vol. 47. – № 6. – PP. 1787–1803.

4. Findlay, CJ. Differential scanning calorimetry can determine kinetics of thermal denaturation of beef muscle proteins. / C.J. Findlay, K.L. Parkin, D.W. Stanley // Food Biochem. – 1986. – Vol. 10(1). – PP. 1–15.

5. Kijowski, J.M. Effect of sodium chloride and phosphates on the thermal properties of chicken meat proteins / J.M. Kijowski, M.G. Mast // Journal of Food Science. – 1988. – Vol. 53. – № 2. – PP. 367–370.

6. Tamilmani P. Thermal analysis of meat and meat products. / P. Tamilmani, M.C. Pandey // Therm Anal Calorim. – 2016. – Vol. 123 – PP. 1899–1917.

7. Tekhnologiya i oborudovanie proizvodstva kolbas i polufabrikatov / L.V. Antipova, I.N. Tolpygina, A.A. Kalachev; pod obshch. red. prof. L.V. Antipovoj. – SPb.: GIORD, 2011. – 600 p.

8. Agafonkina I.V., Korolev I.A., Sarantsev T.A. The study of thermal denaturation of beef, pork, chicken and turkey muscle proteins using differential scanning calorimetry. Theory and practice of meat processing. – 2019. – Vol. 4. – № 3. – PP. 19–23. DOI: 10.21323/2414-438X-2019-4-3-19-23

9. Radchenko M.V. Issledovanie vliyaniya dlitel'noj nizkotemperaturnoj teplovoj obrabotki na kachestvennye harakteristiki varenyh produktov iz svininy s razlichnym hodom avtoliza: Dis. kand. tekhn. nauk: 05.18.04 / Radchenko Mihail Vasil'evich; VNIRO. M., 2016. – 218 p.

УДК 663.8

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СУХОГО МОЛОКА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭМУЛЬСИОННЫХ ЛИКЕРОВ С КОНЬЯКОМ

*Автор: Агейкина И.И.**
Научные руководители: Галстян А.Г.– д.т.н., профессор РАН, член-корреспондент РАН
Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва, e-mail: agira_@ro.ru

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF POWDERED MILK APPLICATION IN PRODUCTION OF EMULSION LIQUORS WITH COGNAC

*Author: Ageikina I.I.**
Scientific advisers: Galstyan A.G. – Dr. Tech. Sc., Prof. of the RAS, Corresponding Member of the RAS
All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Non-Alcoholic and Wine Industry – a branch of the Gorbatov's Federal Scientific Center for Food Systems of RAS, Moscow, e-mail: agira_@ro.ru

Ключевые слова: эмульсионные ликеры, коньяк, спиртово-молочные системы, термоустойчивость, коллоидная стабильность.

Keywords: emulsion liquors, cognac, alcohol-milk systems, thermal stability, colloidal stability.

Аннотация: Ассортимент алкогольной продукции весьма разнообразен, немалое место в нем занимают эмульсионные ликеры. В классическую рецептуру эмульсионного ликера входят виски и сливки. Для расширения ассортимента данной категории напитков была разработана технология ликера на основе коньяка и молока сгущенного с сахаром. Для производства молочной основы использовали сухое цельное молоко по технологии, предполагающей возможность ее внедрения на предприятиях, производящих алкогольную продукцию. Известно, что эмульсионные ликеры на молочной основе характеризуются низкой коллоидной стабильностью, что проявляется в расслоении продукта из-за процессов денатурации белка и сопутствующего отстоя жировой

фазы. В целях повышения стабильности в хранении готового продукта исследовано влияние термоустойчивости сухого цельного молока на качество ликера. Установлены временные закономерности понижения показателей в восстановленных молочных композициях в хранении от первой до пятой группы. Выявлено, что ликер, произведенный из сухого цельного молока с первой группой термоустойчивости, сохраняет стабильную консистенцию не более 80 суток. Обосновано применение стабилизационных систем.

Abstract: The range of alcoholic drinks is very diverse, emulsion liqueurs occupy a small place in it. Classic formulation of emulsion liquor includes whiskey and cream. To expand assortment of this drinks category, technology of liquor based on cognac and condensed milk with sugar was developed. For dairy base production, dried whole milk was used according to technology suggesting possibility of its implementation in enterprises producing alcoholic drinks. It is known that milk-based emulsion liqueurs are characterized by low colloidal stability, which is manifested in product stratification due to protein denaturation processes and accompanying sedimentation of fat phase. In order to increase stability in finished product storage, influence of thermal stability of dried whole milk on quality of liquor was investigated. Temporal patterns of lowering indicator in reconstituted milk compositions in storage from first to fifth group are established. It was revealed that liquor made from powdered milk with first group of thermal stability retains stable consistency of no more than 80 days. The use of stabilization systems is justified.

Введение. В настоящее время на потребительском рынке представлен широкий ассортимент алкогольных напитков, который сформирован в соответствии с вкусовыми приоритетами потребителей данной продукции [1]. Среди большого количества спиртных напитков существенное место занимают ликёры [2]. Существует множество версий происхождения термина, но наиболее вероятностной можно считать латинскую основу liquor – «жидкость» или liquescimus – «расплав», что непосредственно указывает на способ приготовления – растворение в алкоголе различных ингредиентов [3]. На протяжении долгого времени ликёры изготовлялись лишь из трав, ведь они предназначались для того, чтобы лечить, а не удовлетворять высокие запросы гурманов. Современный мир ликёров огромен – это сотни разновидностей напитков, производимых на всех континентах и практически во всех странах. В настоящее время одними из наиболее востребованных продуктов на потребительском рынке являются эмульсионные ликёры [4]. При всем этом производство данного продукта является затруднительным из-за процесса денатурации и коагуляции молочных белков в растворах этанола [5]. В связи с этим появляется необходимость в разработке новых технологических решений, способствующих получению поликомпонентных систем и повышению их стабильности, обеспечивающих устойчивость продукции при хранении [6]. Эмульсионные ликеры – продукт, изготавливающийся, в основном, по классической рецептуре, в которую входят виски и сливки [7]. Целью работы было не только расширение ассортимента данной продукции, но и разработка модельной рецептуры с использование продуктов, имеющих популярность в нашей стране – таких как коньяк и молоко сгущенное с сахаром.

Объекты и методы исследования. Исследования проведены на сухом цельном молоке (СЦМ) разных групп термоустойчивости. Схема проведения исследований включала:

– приготовление молока сгущенного с сахаром из ранее исследованных образцов СЦМ;

– проведение исследования влияния термоустойчивости СЦМ на стабильность молочно-спиртовой эмульсии;

– разработка модельной рецептуры эмульсионного ликера с использованием коньяка в качестве алкогольного компонента;

– исследование полученных модельных эмульсионных ликеров.

В работе были задействованы стандартные и общепринятые методы исследования, такие как:

• ГОСТ 29245-91 Консервы молочные. Методы определения физических и органолептических показателей;

• ГОСТ 25228-82 Метод определения термоустойчивости по алкогольной пробе;

• ГОСТ 32071-2013 Продукция алкогольная. Ликеры. Общие технические условия.

Результаты исследований. На первом этапе исследований осуществлен анализ динамики термоустойчивости восстановленных образцов сухого цельного молока во времени [8]. Исследуемые образцы были разделены на две группы: одна после восстановления хранилась при

комнатной температуре 20 °С, вторая группа образцов была охлаждена до 10 °С. При этом анализировалась динамика молока с начальным показателем термоустойчивости I группа. Результаты данного исследования представлены на рисунке 1.

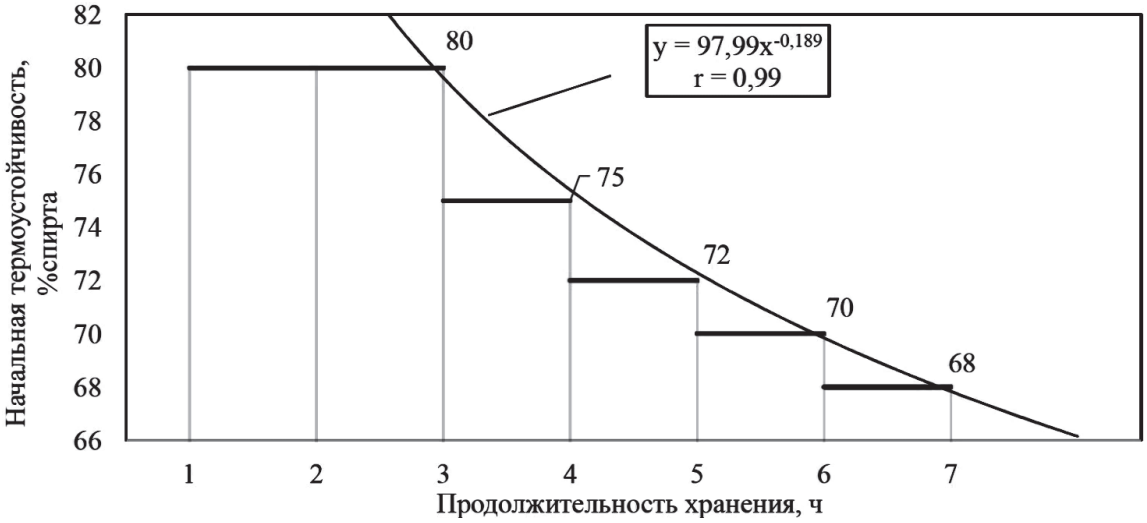


Рисунок 1 – Динамика изменения термоустойчивости сухого молока

Как видно из рисунка 1, образцы восстановленного молока сохраняли свою термоустойчивость порядка 3 часов. Затем происходило резкое снижение группа/час, что связанно с процессами, протекающими в сырье.

Следующим этапом было приготовление молока сгущенного с сахаром по технологии представленной на рисунке 2.

Рисунок 2 – Схема технологии производства молока сгущенного с сахаром.

Полученный продукт характеризовался следующими данными, представленными в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические показатели выработанного продукта

Вкус и запах	Сладкий, чистый с выраженным вкусом и запахом пастеризованного молока. Без каких-либо посторонних привкусов и запахов.
Внешний вид и консистенция	Однородная, вязкая по всей массе без наличия ощущаемых органолептически кристаллов молочного сахара.
Цвет	Равномерный по всей массе, со слегка кремовым оттенком.

Далее была рассчитана рецептура ликера по ГОСТ 32071-2013 с полученной крепостью не более 15 % и с массовой концентрацией сахара не менее 15 г/см^3 с добавлением пищевых продуктов, в нашем случае было использовано молоко сгущенное с сахаром. По итогам расчётов была получена модельная рецептура эмульсионного ликера, представленная в таблице 2.

Таблица 2 – Модельная рецептура эмульсионного ликера

Коньяк	21,5 г
Молоко сгущенное с сахаром	34,5 г
Вода питьевая	44,0 г

При приготовлении эмульсионного ликера по модельной рецептуре использовали молоко сгущенное с сахаром приготовленное из сухого цельного молока с разными группами термоустойчивости. Приготовление велось следующим образом: коньяк разбавляли питьевой водой, затем вносили молоко сгущенное с сахаром при постоянном перемешивании, до однородной консистенции готового продукта. Результаты исследования стабильности системы представлены на рисунке 3.

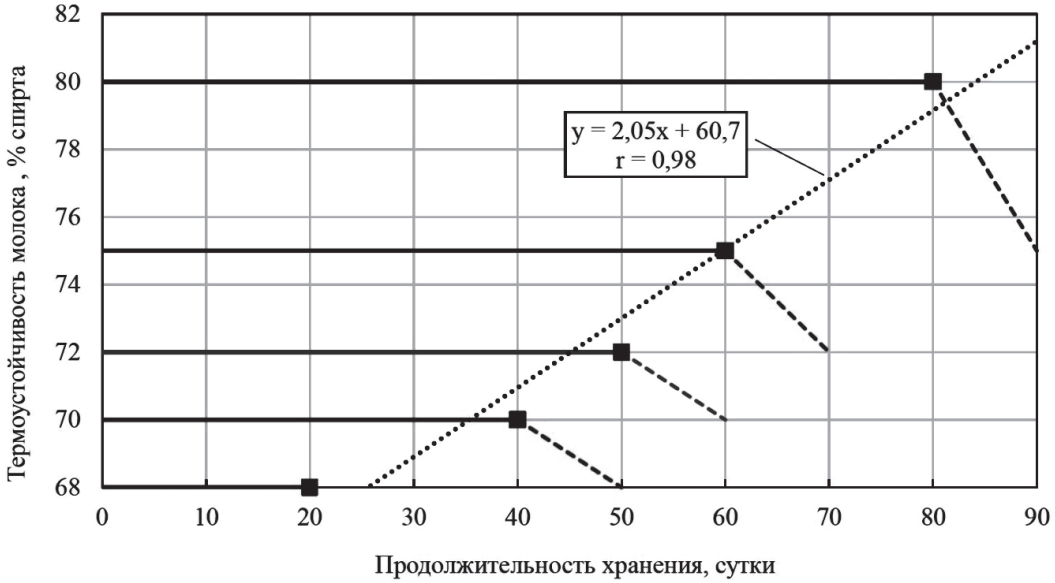


Рисунок 3 – Зависимость стабильности системы от группы термоустойчивости

Полученные молочно-спиртовые системы на основе молока сгущенного и коньяка были исследованы визуально [9, 10]. Из рисунка 3 видно, что стабильная консистенция продукта с I группой термоустойчивости начинает расслаиваться уже через 80 суток после его приготовления. Чем ниже группа термоустойчивости сухого цельного молока, тем меньше по времени продукт храниться в стабильной консистенции без расслоения и денатурации белка.

Выводы. Исследованием показано, что молочно–спиртовые системы, полученные на основе молока сгущенного с сахаром из СЦМ разных групп термоустойчивости, имеют диапазон стабильности от 20 до 80 суток. Данный срок является недостаточным для реализации продукции. Следовательно, дальнейшие исследования будут направлены на подбор вспомогательных компонентов, позволяющих повысить стабильность эмульсионных ликеров.

Список использованных источников

1. Галстян, А.Г. Контроль качества эмульсионных ликеров на молочной основе / А.Г. Галстян, С.А. Хуршудян // Контроль качества продукции. 2017. – № 8. – С. 14–16.

2. Петрова Н.А. Разработка технологии молочных ликеров с высокой коллоидной стабильностью. Дисс. на соиск. Уч. Ст. канд. техн. наук, СПб, 2008 г.

3. Михайлова М.А. Анализ научно-технической платформы эмульсионных ликеров // X Международная конференция молодых учёных и специалистов ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова». – Москва, 2016. – С. 237–240.

4. Хуршудян С.А. Разработка технологий эмульсионных ликеров / Хуршудян С.А., Семипятный В.К. // Сборник трудов «Актуальные вопросы индустрии напитков», ВНИИПБиВП. – Москва, 2017, С. 131–134.

5. Бирюкова З.А., Давидов Р.Б. Термоустойчивость молока. – М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1973. – С. 50

6. Галстян А.Г. и др. Краткий справочник специалиста молочно-консервного производства. – М.: Изд-во ООО «Ритм», 2011. – 152 с

7. Banks W and Muir DD (1985) Effect of alcohol content on emulsion stability of cream liqueurs. Food Chemistry 18(2): 139–152.

8. Липатов Н.Н., Тарасов К.И. Восстановленное молоко (теория и практика производства восстановленных молочных продуктов). – М.: Стройиздат, 1986.

9. Горбатова К.К. Химия и физика белков молока. – М.: Колос. 1993. – С. 191.

10. Рябова А.Е., Михайлова И.Ю., Семипятный В.К., Илларионова Е.Е. Исследование коагуляции белка в водно-спиртовых растворах // Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова. Москва, 2018. – С. 224–227.

References

1. Galstyan A.G., Hurshudyan S.A. Kontrol' kachestva emul'sionnyh likerov na molochnoj osnove [Quality control of milk based emulsion liquors]. Kontrol' kachestva produkcii [Product quality control]. 2017. 8:14–16. (In Russ.).

2. Petrova N.A. Razrabotka tekhnologii molochnyh likerov s vysokoj kolloidnoj stabil'nost'yu [Development of high colloidal stability milk liqueur technology]. The dissertation for the academic degree of candidate of technical sciences. Saint Petersburg, 2008. (In Russ.).

3. Mihajlova M.A. Analiz nauchno-tekhnicheskoj platformy emul'sionnyh likerov [Analysis of the scientific and technical platform of emulsion liquors]. X Mezhdunarodnaya konferenciya molodyh uchyonyh i specialistov FGBNU «VNIIMP im. V.M. Gorbatova [All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Non-Alcoholic and Wine Industry – a branch of the Gorbatov's Federal Scientific Center for Food Systems of RAS]. Moscow, 2016. 237–240. (In Russ.).

4. Hurshudyan S.A., Semipyatnyj V.K. Razrabotka tekhnologij emul'sionnyh likerov [Development of emulsion liquor technologies]. Sbornik trudov «Aktual'nye voprosy industrii napitkov» [Proceedings "Actual issues of the beverage industry"]. VNIIPBiVP, Moscow, 2017. 131–134. (In Russ.).

5. Biryukova Z.A., Davidov R.B. Termoustojchivost' moloka [Milk temperature resistant]. Moscow. CNIITEImyasomolprom. 1973. 50. (In Russ.).

6. Galstyan A.G., Radaeva I.A., Turovskaya S.N., Korchagina S.A., Chervetsov V.V., Illarionova E.E., et al. Kratkiy spravochnik spetsialista molochno-konservnogo proizvodstva [A quick reference specialist milk canning production]. Moscow: Ritm; 2011. 152. (In Russ.).

7. Banks W. and Muir D.D. (1985) Effect of alcohol content on emulsion stability of cream liqueurs. Food Chemistry 18(2): 139–152.

8. Lipatov N.N., Tarasov K.I. Vosstanovlennoe moloko (teoriya i praktika proizvodstva vosstanovlennyh molochnyh produktov) [Reconstituted milk (theory and practice of the production of reconstituted dairy products)]. Moscow. Strojizdat. 1986. (In Russ.).

9. Gorbatova K.K. Himiya i fizika belkov moloka [Chemistry and Physics of Milk Proteins]. Moscow. Kolos. 1993: 191. (In Russ.).

10. Ryabova A.E., Mihajlova I.Yu., Semipyatnyj V.K., Illarionova E.E. Issledovanie koagulyacii belka v vodno-spirtovyh rastvorah [The study of protein coagulation in water-alcohol solutions]. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, posvyashchennaya pamyati Vasiliya Matveevicha Gorbatova [International scientific-practical conference dedicated to the memory of Vasily Matveevich Gorbatov]. Moscow, 2018. 224–227. (In Russ.).

УДК 664.66

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОРОШКА ИЗ ПАСТЕРНАКА НА СВОЙСТВА ТЕСТА И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РЖАНО-ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА

Алферьева А.А., Емелина Н.А., Невская Е.В., к.т.н.
ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»,
г. Москва, Российская Федерация
E-mail: anastasia.alferyeva@gmail.com

INVESTIGATION OF PARSNIP POWDER ON THE DOUGH PROPERTIES AND QUALITY INDICATORS FOR REY-WHEAT BREAD

Alferyeva A.A., Emelina N.A., Nevskaya E.V., Cand. Sc. (Tech.)
FSASI «Scientific Research Institute of the Bakery Industry»
Moscow, Russian Federation
E-mail: anastasia.alferyeva@gmail.com

Ключевые слова: ржано-пшеничный хлеб, закваски, пастернак, порошок, нетрадиционное сырье.

Keywords: rye-wheat bread, sourdough, parsnip, powder, unconventional raw materials.

Аннотация: В статье исследовано влияние порошка пастернака на свойства теста и показатели качества ржано-пшеничного хлеба. Внесение добавки способствовало снижению количества клейковины по сравнению с контрольным образцом. Показатель ИДК также снижается по мере увеличения количества порошка пастернака. При внесении пастернака в ржано-пшеничное тесто было установлено, что с повышением процентного содержания порошка из пастернака увеличивается содержание молочнокислых бактерий и снижается количество дрожжей. Установлено, что изделия с внесением порошка пастернака от 5 до 10 % характеризовались лучшими органолептическими и физико-химическими показателями качества.

Abstract: The article investigated the effect of parsnip powder on the properties of the dough and quality indicators of rye-wheat bread. The introduction of additives contributed to a decrease in the amount of gluten compared with the control sample. The index of FDM also decreases as the amount of parsnip powder increases in comparison with the control sample. When adding parsnip in rye-wheat dough, it was found that with an increase in the percentage of powder from parsnip, the content of lactic acid bacteria increases and the number of yeast decreases. It was found that products with the introduction of parsnip powder from 5 to 10 % were characterized by the best organoleptic and physico-chemical quality indicators.

Введение: Внесение нетрадиционного сырья в рецептуру хлебобулочных изделий является актуальной задачей, так как оно является источником эссенциальных макро- и микронутриентов в питании человека [1]. Пастернак – корнеплод, обладающих рядом полезных свойств, а также являющийся пряно-ароматической добавкой в пищевом производстве. Порошковая форма растительного сырья имеет ряд преимуществ. Низкое значение влажности, в пределах 4–12 %, обеспечивает незначительный объем массы порошка и высокую концентрацию питательных веществ, существенно увеличивает срок хранения без значительных потерь полезных свойств исходного сырья. Порошок из корнеплодов пастернака позволит повысить не только пищевую ценность хлебобулочных изделий, но и микробиологическую безопасность, так как он обладает бактерицидными и фунгицидными свойствами за счет содержания флавоноидов (гиперозида) и эфирных масел [2,3].

Объекты и методы исследований. Место проведения исследований – ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности» и кафедра хранения, переработки и товароведения продукции растениеводства РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Объектом исследований являлся порошок пастернака по ТУ 9199-091-18711747-2014. Анализ органолептических и физико-химических показателей готовых хлебобулочных изделий

проводился в соответствии со стандартными методиками: ГОСТ 5667-65 Хлеб и хлебобулочные изделия. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий; ГОСТ 27839-2013 Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины (вручную); ГОСТ 26670-91 Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов; ГОСТ 10444.12-2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов; Определение удельного объема хлебобулочных изделий; ГОСТ 21094-75 Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности; ГОСТ 5669-96 Хлебобулочные изделий. Метод определения пористости; ГОСТ 5670-96 Хлебобулочные изделия. Метод определения кислотности.

Результаты исследований. Исследования проводили в центре технологических, биохимических и микробиологических исследований.

Хлебобулочные изделия готовили по рецептуре «Дарницкого» хлеба с добавлением порошка пастернака 5 %, 10 %, 15 %, 20 % к массе муки. Изделия были приготовлены с использованием густой ржаной закваски.

Всё сырьё по рецептуре замешивали в лабораторной тестомесильной машине в течение 7–10 мин. Брожение теста проводили в расстойном шкафу в течение 60–90 мин при температуре 28–30 °С до титруемой кислотности 7–10 град. Разделку и формовку осуществляли вручную. Разделанные тестовые заготовки укладывали в формы для выпечки. Расстойку тестовых заготовок проводили в расстойном шкафу при температуре 36–38 °С и влажности воздуха 75–80 %. Готовность тестовых заготовок к выпечке определяли органолептически. Изделия выпекали в лабораторной электропечи при начальной температуре 220 °С с дальнейшим постепенным снижением до температуры 160 °С в течение 30–40 минут.

Исследовано влияние порошка из пастернака на белково-протеиназный комплекс пшеничной муки – на качество и количество клейковины. Данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние порошка из пастернака на качество и количество клейковины

Наименование образца	Количество сырой клейковины, %	Качество клейковины		
		ед. ИДК	Группа качества	Характеристика клейковины
Контроль	32	81	II	Удовлетворительно слабая
5 % порошка из пастернака	29	64	I	Средняя (хорошая)
10 % порошка из пастернака	27	59	I	Средняя (хорошая)
15 % порошка из пастернака	24	55	I	Средняя (хорошая)
20 % порошка из пастернака	22	50	II	Удовлетворительная крепкая

Выявлено, что внесение добавки способствовало снижению количества клейковины на 31 % по сравнению с контрольным образцом при внесении максимальной дозировки. Показатель ИДК также снижался по мере увеличения количества порошка пастернака от 21 % до 38 % по сравнению с контрольным образцом.

Были проведены исследования влияния порошка пастернака на микрофлору ржано-пшеничного теста после брожения теста, приготовленного с использованием густой ржаной закваски. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние порошка пастернака на микрофлору ржано-пшеничного теста на густой ржаной закваске

№	Наименование образца	КМАФАнМ, КОЕ/г	Дрожжи, КОЕ/г	Молочнокислые бактерии, КОЕ/г
1	Контроль	$1,3*10^{11}$	$1,6*10^{9}$	$1,5*10^{6}$
2	5 % порошка пастернака	$1,6*10^{7}$	$2,8*10^{9}$	$2,0*10^{6}$
3	10 % порошка пастернака	$3,6*10^{6}$	$1,2*10^{9}$	$1,0*10^{7}$
4	15 % порошка пастернака	$6,0*10^{6}$	$1,6*10^{9}$	$5,3*10^{7}$
5	20 % порошка пастернака	$5,7*10^{6}$	$5,0*10^{8}$	$3,2*10^{9}$

В результате проведенных исследований выявлено, что внесение порошка пастернака способствует увеличению количества молочнокислых бактерий в 100 раз в зависимости от дозировки добавки. При внесении порошка из пастернака в количестве 20 % к массе муки происходило снижение дрожжевых клеток в 10 раз. Микробиологический показатель КМАФАнМ снижался во всех образцах теста с порошком пастернака.

Исследовано влияние порошка из пастернака в количестве от 5 до 20 % к массе муки на физико-химические и органолептические показатели качества хлеба (рисунок 1).

Рисунок 1 – Ржано-пшеничный хлеб на густой ржаной закваске с добавлением порошка из пастернака: 1 – контроль, 2 – 5 %, 3 – 10 %, 4 – 15 % и 5 – 20 % порошка из пастернака к массе муки

Органолептические показатели ржано-пшеничного хлеба на густой ржаной закваске с внесением порошка пастернака представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние порошка пастернака на органолептические показатели качества ржано-пшеничного хлеба на густой закваске

Наименование показателя		Ржано-пшеничный хлеб с добавлением порошка пастернака			
		5 %	10 %	15 %	20 %
Внешний вид	Форма (формовой хлеб):	Соответствует хлебной форме, без боковых выплывов	Соответствует хлебной форме, без боковых выплывов	Соответствует хлебной форме, без боковых выплывов	Соответствует хлебной форме, без боковых выплывов
	Поверхность	Шероховатая, без крупных трещин и подрывов	Шероховатая, без крупных трещин и подрывов	Шероховатая, имеются небольшие подрывы	Шероховатая, имеются небольшие подрывы
	Цвет	Темно-коричневый цвет	Темно-коричневый цвет	Темно-коричневый цвет	Темно-коричневый цвет

Продолжение таблицы 3

Наименование показателя		Ржано-пшеничный хлеб с добавлением порошка пастернака			
		5 %	10 %	15 %	20 %
Состояние мякиша	Пропечен-ность	Пропеченный, не липкий, не влажный на ощупь, эластичный	Пропеченный, не липкий, не влажный на ощупь, эластичный	Пропеченный, не липкий, не влажный на ощупь, эластичный	Пропеченный, не липкий, не влажный на ощупь, эластичный
	Промес	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса
	Пористость	Пористость развитая	Пористость развитая	Пористость развитая	Пористость развитая
Вкус		С легким привкусом добавки	С легким привкусом добавки	Со слабо-выраженным привкусом добавки	С ярко выраженным привкусом добавки
Запах		Свойственный запаху ржано-пшеничного хлеба	Свойственный запаху ржано-пшеничного хлеба	Свойственный запаху ржано-пшеничного хлеба со слабо-выраженным запахом пастернака	Свойственный запаху ржано-пшеничного хлеба со слабо-выраженным запахом пастернака

Установлено, что изделия с внесением порошка пастернака от 5 до 10 % характеризовались лучшими органолептическими показателями. При этом форма хлеба не ухудшалась, поверхность не имела трещин и подрывов, состояние мякиша имело хорошую пористость, пропеченный мякиш, а вкус и запах не имел ярко выраженного вкуса и запаха добавки.

Физико-химические показатели хлеба приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Влияние порошка пастернака на физико-химические показатели ржано-пшеничного хлеба на густой ржаной закваске

Наименование образца	Наименование показателя			
	Удельный объем, $см^3/г$	Пористость, %	Влажность, %	Кислотность, град
Контроль	1,9	57,0	46,7	6,9
5 % порошка из пастернака	1,5	52,2	46,4	7,6
10 % порошка из пастернака	1,5	49,8	46,8	7,8
15 % порошка из пастернака	1,2	44,2	47,9	8,6
20 % порошка из пастернака	1,1	45,6	46,6	9,5

Установлено, что при дозировке от 5 до 20 % к массе муки порошка пастернака удельный объем хлеба снижался на 20–42 %, пористость снизилась на 9–20 %, влажность практически не изменялась, кислотность увеличилась на 10–37 % по сравнению с контрольным образцом. Выявлено, что изделия с внесением порошка пастернака от 5 до 10 % характеризовались лучшими физико-химическими показателями.

Выводы:

Получены экспериментальные данные по влиянию порошка из пастернака на микрофлору и свойства теста и на показатели качества готовых изделий из смеси ржаной и пшеничной муки для дальнейшей разработки рецептуры и технологии хлебобулочных изделий с порошком из пастернака.

Список использованных источников

1. Афанасьева, Е.В., Ефремова, Е.Ф. Переработка натурального растительного сырья и использование его в качестве добавок при производстве хлебобулочных изделий / Е.В. Афанасьева, Е.Ф. Ефремова // Известия. – 2013. – №4. – С. 42–46.

2. Коломникова, Я.П. Разработка технологий устойчивого к микробиологической порче пшеничного хлеба с применением антибиотических фитодобавок: Автореф. дис. канд. тех. наук: 05.18.01 – Воронеж. 2009 – 20 с.

3. Дудченко, Л.Г., Козьяков, А.С., Кривенко, В.В. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: Справочник / Отв. ред. К.М. Сытник. – К.: Наукова думка, 1989. – 304 с.

References

1. Afanasyeva, E.V., Efremova, E.F. Processing of natural plant materials and its use as additives in the production of bakery products / E. V. Afanasyeva, E. F. Efremova // Izvestia. – 2013. – No. 4. – S. 42–46.

2. Kolomnikova, Y.P. Development of technologies for wheat bread resistant to microbiological spoilage using antibiotic herbal supplements: Abstract. dis. Cand. those. Sciences: 05.18.01 – Voronezh. 2009 – 20 p.

3. Dudchenko, L.G., Koziakov, A.S., Krivenko, V.V. Spice-aromatic and spice-flavoring plants: Handbook / Otv. ed. K. M. Sytnik. – K.: Naukova Dumka, 1989. – 304 p.

УДК 636.2.085.55:633.367

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СКАРМЛИВАНИЯ ЭКСТРУДИРОВАННОГО БЕЛКОВОГО КОМПОНЕНТА В СОСТАВЕ КОМБИКОРМА ДЛЯ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА НА ОТКОРМЕ

Автор: Антонович А.М. – аспирант
Научный руководитель: Радчиков В.Ф. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»
г. Жодино, e-mail: labkrs@mail.ru

EFFICIENCY OF FEEDING EXTRUDED PROTEIN COMPONENT IN COMPOSITION FOR FODDER FOR FEEDING CATTLE YOUNG

Author: Antonovich A.M. – graduate student
Scientific adviser: Radchikov V.F. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor
RUE "Research and Production Center
of the National Academy of Sciences of Belarus for Livestock Breeding"
Zhodino, e-mail: labkrs@mail.ru

***Ключевые слова*:** комбикорма, молодняк крупного рогатого скота, рацион, экструдирование, затраты корма, затраты протеина, живая масса, среднесуточный прирост, люпин.

***Keywords*:** compound feed, young cattle, diet, extrusion, feed costs, protein costs, live weight, daily average gain, lupine.

Аннотация: Скармливание экструдированного зерна люпина вместо молотого молодняку крупного рогатого скота оказало положительное влияние на продуктивность животных, способствует повышению эффективности продуктивного действия корма. Снизилось количество затраченных концентратов в опытной группе животных, потреблявших комбикорм с экструдированной белковой добавкой, и составило 2,84 кг, что на 6 % меньше по сравнению с контролем, который оказался на уровне 3,02 кг. Более высокая энергия роста отмечена в опытной группе – 920 г среднесуточного прироста, что на 8,3 % выше, чем в контрольной группе. В результате затраты кормов в опытной группе снизились на 6,65 % и составили 6,87 к.ед. на кг прироста. Затраты протеина кормов на получение прироста также снизились на 5,6%. В результате затраты кормов на получение прироста снизились на 7,79 %.

Absract: As a result of feeding young cattle with extruded lupine grain instead of ground grain had a positive impact on animals performance, contributes to efficiency of productive action of feed. The number of spent concentrates in the experimental group consuming feed with extruded protein additive decreased and amounted to 2.84 kg, compared with the control group, which was at the level of 3.02 kg, which is 6 % less.Higher growth energy was observed in experimental group – 920 g of the average daily weight gain, which is 8.3 % higher compared to the control group. As a result, feed costs decreased by

6.65 % and made 6.87 feed units per 1 kg of weight gain. Feed protein cost per getting of weight gain also decreased by 5.6 %. As a result, feed costs for weight gain decreased by 7.79 %.

Введение: Обеспечение протеином крупного рогатого скота является одним из наиболее важным вопросом в животноводстве. Решение этой проблемы достигается за счёт оптимизации протеинового питания для жвачных животных. Дефицит протеина составляет 40 % в организме, что резко снижает продуктивность. Не менее важную значимость имеет производство высококачественных белковых кормов, а также эффективность их использования [1–6].

Хорошим протеином для жвачных животных является тот протеин, который хорошо переваривается, лучше растворяется в рубце, имеет достаточно невысокую концентрацию аммиака и активную работу микроорганизмов в рубце. Для необходимого снабжения протеином молодняку крупного рогатого скота должно поступать определённое количество как расщепляемого, так и нерасщепляемого протеина. В рубце расщепляется более 40 % до пептидов, аминокислот и, в конечном итоге, до аммиака [7–10].

Одним из наиболее эффективных способов тепловой обработки высокобелковых кормов является экструдирование. В процессе экструдирования комбикормов снижается расщепляемость белка в рубце, устраняется или существенно уменьшается влияние антипитательных факторов, происходит желатинизация крахмала, что повышает его усвояемость. В процессе экструзии такие ферменты как липоксидаза, вызывающие прогоркание масел, разрушаются, а лецитин и токоферолы, являющиеся природными стабилизаторами, сохраняют полную активность, благодаря чему повышается стабильность жиров. Под действием температуры и давления происходит стерилизация кормов [11–13].

На практике можно использовать влияние экструдирования с целью повышения абсорбирования аминокислот, поступающих в составе кормосмеси, в тонком кишечнике и снижения баланса протеина в рубце, а в последующем и уровня сырого протеина. Практические примеры того, как использовать влияние экструдирования с целью защиты протеина от деструкции в рубце рассмотрены в работах [14, 15].

Цель работы: определить влияние скармливания белковых кормов на продуктивность и эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота возраста 3–9 месяцев.

Объекты и методы исследования. Экспериментальная часть исследований проведена на молодняке крупного рогатого скота в возрасте 3–9 месяцев в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области.

В процессе проведения исследований использованы зоотехнические, биохимические, математические методы исследований и изучены следующие показатели: количество заданных кормов и их остатков – методом контрольного кормления; химический состав и питательность кормов – путём общего зоотехнического анализа.

Для выполнения поставленной цели были отобраны образцы травяных и концентрированных кормов и проведен их анализ.

Отбор проб проводился по ГОСТ 27262-87. Химический анализ кормов проводили в лаборатории оценки качества кормов и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по схеме общего зоотехнического анализа: первоначальная, гигроскопичная и общая влага – по ГОСТ 27548-97; общий азот – по ГОСТ 134964-93; сырая клетчатка – по ГОСТ 13496.2-91; сырой жир – по ГОСТ 13496.15-97; сырая зола – по ГОСТ 26226-95; кальций, фосфор – по ГОСТ 26570-95; 26657-97; сухое и органическое вещество, БЭВ (по методике 1989 г.).

Интенсивность роста животных определяли путём контрольного взвешивания в начале и конце опыта.

Цифровой материал проведенных исследований обработан методом вариационной статистики на персональном компьютере с использованием пакета анализа табличного процессора Microsoft Office Excel 2010.

Формирование групп животных осуществляли по принципу пар-аналогов в соответствии со схемой исследований (таблица 1).

Таблица 1 – Схема исследований

Группа	Количество голов в группе	Продолжительность учетного периода, дней	Особенности кормления
I контрольная	50	180	Основной рацион (ОР) + комбикорм с включением 10 % молотого люпина (по норме)
II опытная	50	180	ОР + комбикорм с включением 10 % экструдированного люпина

Результаты исследований. Для обобщения результатов, полученных в научно-хозяйственных исследованиях при использовании в рационах кормления молодняка крупного рогатого скота экструдированных высокобелковых кормов, было сформировано две группы по 50 голов. Живая масса в начале экспериментального исследования составила 155–156 кг, в конце живая масса животных составила в контрольной группе 308 кг, опытной 319 кг. Период апробации результатов, полученных в научно-хозяйственном опыте, составил 180 дней. Выработаны опытные партии комбикорма КР-3 с включением молотого и экструдированного люпина.

В 1 кг приготовленных комбикормов – клетчатки 8,5 % от СВ, перевариваемого протеина на 1 к.ед. приходится 106,4–106,5 грамм, содержание сырого протеина в СВ составляет 180,8–180,6 грамм, перевариваемого протеина на 1 МДж ОЭ составляет 10,5 грамм, расщепляемого протеина на 1 МДж ОЭ составляет 11,8–11,67 грамма, нерасщепляемого протеина приходится на 1 МДж ОЭ – 2,43–2,65 грамма. Обменной энергии в 1 кг СВ – 12,9–12,9 МДж. Содержание крахмала в СВ составляет 40,7–40,2 %, кормовых единиц в 1 кг СВ – 1,3. Содержание сахара от СВ составляет 4,8–5,0 %. Содержание жира в СВ – 4,3 %, сахаро-протеиновое отношение – 0,4:1.

На протяжении всего опытного периода животные контрольной и опытной группы получали вволю силасо-сенажную смесь и 2,6 кг комбикорма с 10 % вводом молотого и экструдированного люпина соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Рацион по фактически съеденным кормам

Компоненты	Группа	
	I	II
Силоса-сенажная смесь	9,7	9,8
Комбикорм КР-3 + люпин молотый 10 % по норме	2,6	–
Комбикорм КР-3 + люпин экструдированный 10 % по норме	–	2,6
Итого кг:	13,89	14,01
В рационе содержится:		
кормовых единиц	6,26	6,30
обменной энергии, МДж	70,8	71,2
сухого вещества, кг	6,59	6,64
сырого протеина, г	871,2	875,6
нерасщепляемого протеина, г	1327,6	1327,5
перевариваемого протеина, г	594,8	597,4
сырого жира, г	51,2	51,9
сырой клетчатки, г	33,4	33,5
крахмала, г	3,9	3,9
сахара, г	12,7	23,4
кальция, г	51,2	51,9
фосфора, г	33,4	33,5
натрия, г	3,9	3,9
магния, г	12,7	23,4
калия, г	98,8	99,7
серы, г	14,9	14,8
железа, мг	971,6	976,3
меди, мг	61,8	63,6
цинка, мг	365,8	366,9

Продолжение таблицы 2

Компоненты	Группа	
	I	II
марганца, мг	324,7	325,9
кобальта, мг	4,190	4,190
йода, мг	1,320	1,326
каротина, мг	206,6	208,3
витамина А, тыс. МЕ	38550	38550
витамина D, тыс. МЕ	10604,6	10608,2
витамина Е, мг	440,1	444,3

За период проведения исследований среднее потребление комбикорма было в группах одинаковым – по 2,6 кг на голову в сутки, комбикорма животные потребляли в полном объеме. Были замечены незначительные отличия в количестве съеденной силоса-сенажной смеси, различие в потреблении кормов животными в рационах оказались незначительными и составляло всего 0,86 %.

Уровень кормления на 100 кг живой массы животных в контрольной и опытной группах было 2,30 и 2,23 ЭКЕ. Концентрация обменной энергии в 1 кг СВ рационов составила 10,74 и 10,73 МДж. На 1 МДж ОЭ в контрольной и опытной группах приходилось 8,4–8,39 грамм перевариваемого протеина, нерасщепляемого протеина 3,06–3,15 грамм. Перевариваемого протеина на 1 к.ед в рационах составляло 95,02–94,83 г. Содержание сырого протеина в СВ составило 131,5–131,3. Количество азота в рационе по группам составило 139,4–140,1 грамма. Уровень клетчатки от сухого вещества рациона составил в группах 20,52–20,55 % при норме не более 22 %. Са:Р отношение составило 1,5:1. Остальные контролируемые показатели питательности рациона были учтены и сбалансированы в пределах норм. Следует отметить количество затраченных концентратов на единицу продукции в группе потреблявшей комбикорм с включением молотой белковой добавки этот показатель составил 3,02 кг, а в группе с использованием экструдированной белковой добавки этот показатель был на уровне 2,84 кг, т.е. опытная группа потребляла на 12 % меньше комбикорма, чем животные из контрольной группы.

Изучение показателей энергии роста живой массы имеет большое значение в определении эффективности использования биологически активных веществ. Данные об изменении живой массы и среднесуточных приростов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели продуктивности животных

Показатель	Группа	
	I	II
Количество животных, гол	50	50
Продолжительность скармливания, дней	180	
Живая масса на начало опыта, кг	155±0,2	156±0,19
Живая масса на конец опыта, кг	308±0,3	321,6±0,7
Валовый прирост, кг	153±0,3	165,6±0,7
Среднесуточный прирост, г	849,9±1,5	920,2±4
% к контролю	100	108,3
Затраты кормов на получение прироста, корм. ед.	7,36	6,87
% к контролю	–	6,7
Затраты протеина на 1 кг прироста, г	1024	967,5
% к контролю	–	5,6

Скармливание экструдированного зерна люпина вместо молотого молодняку крупного рогатого скота положительно отразилось на продуктивности животных, способствовало повышению эффективности продуктивного действия корма в опытных группах. Более высокая энергия роста отмечена в опытной группе – 920 г среднесуточного прироста, что на 8,3 % выше, чем в контрольной группе. В результате затраты кормов в опытной группе снизились на 6,65 % и составили 6,87 к.ед. на кг прироста. Затраты протеина кормов расчёте на получение прироста также снизились на 5,6 %.

Выводы:

В результате обобщения результатов научно-хозяйственных исследований установлено, что скармливание в рационах молодняка крупного рогатого скота в составе комбикорма 10 % экструдированного люпина способствует повышению эффективности продуктивного действия корма. Среднесуточный прирост живой массы в опытной группе увеличился на 8,27 % по сравнению с аналогами, получавшими молотое зерно люпина. В результате затраты кормов на получение прироста снизились на 7,79 %.

Список использованных источников

1. Местные источники энергии и белка в рационах племенных телок / Н.А. Яцко, В.Ф. Радчиков, В.К. Гурин, В.П. Цай // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2011. – Т. 47, № 1. – С. 471–474.
2. Перевариваемость кормов и продуктивность телят при скармливании зерна рапса, люпина, вики / В.Ф. Радчиков, В.П. Цай, А.Н. Кот, В.Н. Куртина, О.Ф. Ганущенко // Инновации и современные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: материалы международной научно-практической конференции, посвящ. 80-летию почетного работника высшей школы РФ, заслуж. зоотехника Дагестана, д-ра с.-х. наук, проф. Исмаилова Исмаила Сагидовича (Ставрополь, 25 нояб. 2016 г.). – Ставрополь, 2016. – С. 460–468.
3. Рапсовый жмых в составе комбикорма для телят / В.Ф. Радчиков, А.М. Глинкова, Т.Л. Сапсалева, С.И. Кононенко, А.Н. Шевцов, Д.В. Гурина // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2014. – Т. 49, ч. 2: Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогигиена, содержание. – С. 139–147.
4. Сыворотка молочная казеиновая в кормлении молодняка крупного рогатого скота / А.М. Глинкова, В.Ф. Радчиков, Т.Л. Сапсалева, Е.А. Шнитко, Г.В. Бесараб // Новые подходы, принципы и механизмы повышения эффективности производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Волгоград, 5–6 июня 2014 г.). – Волгоград : Волгоградское науч. изд-во, 2014. – С. 26–28.
5. Радчиков, В.Ф. Использование новых кормовых добавок в рационе молодняка крупного рогатого скота / В.Ф. Радчиков, Е.А. Шнитко // Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных : сб. науч. тр. СКНИИЖ по материалам 6-ой междунар. науч.-практ. конф. (15–17 мая 2013 г.). – Краснодар, 2013. – Ч. 2. – С. 151–155.
6. Белково-витаминно-минеральные добавки в кормлении молодняка крупного рогатого скота: моногр. / В.Ф. Радчиков, В.П. Цай, В.К. Гурин, А.Н. Кот; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2010. – 157 с.
7. Повышение продуктивного действия комбикормов при производстве говядины / В.Ф. Радчиков, В.К. Гурин, С.Л. Шинкарева, О.Ф. Ганущенко, И.В. Сучкова // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. – Гродно : ГГАУ, 2016. – Т. 35: Зоотехния. – С. 144–151.
8. Особенности рубцового пищеварения нетелей при скармливании рационов в летний и зимний периоды / В.П. Цай, В.Ф. Радчиков, В.К. Гурин, А.Н. Кот, А.М. Глинкова, В.М. Будько // Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности животных и конкурентоспособности продукции животноводства в современных экономических условиях АПК РФ: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ульяновск, 2015. – Т. 1: Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов. – С. 300–303.
9. Радчиков, В.Ф. Кормовые концентраты из отходов свеклосахарного производства для крупного рогатого скота / В.Ф. Радчиков, А.М. Глинкова // Стратегия основных направлений научных разработок и их внедрения в животноводстве : материалы международной научно-практической конференции 15–16 октября 2014 г., г. Оренбург. – Оренбург, 2014. – С. 164–166.
10. Радчиков, В.Ф. Скармливаем жом деньги бережем / В.Ф. Радчиков, В.П. Цай, В.К. Гурин // Бел. сельское хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 58–59.
11. Рекомендации по применению кормовой добавки в рационах для ремонтных телок / В.Ф. Радчиков, В.Н. Куртина, В.К. Гурин, В.П. Цай, А.Н. Кот, Г.Н. Радчикова, Т.Л. Сапсалева, В.А. Люндышев; Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2014. – 13 с.

12. Рубцовое пищеварение бычков при разном соотношении расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе / В.Ф. Радчиков, В.О. Лемешевский, А.Я. Райхман, Е.П. Симоненко, Н.А. Шарейко, Л.А. Возмитель // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2013. – Т. 48, ч. 1. – С. 331–340.

13. Радчиков, В.Ф. Физиологическое состояние и продуктивность ремонтных телок при использовании в рационах местных источников белка, энергии и биологически активных веществ / В.Ф. Радчиков, В.Н. Куртина, В.К. Гурин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2012. – Т. 47, ч. 2. – С. 207–214.

14. Экструдированный обогатитель местных источников сырья при кормлении телят / В.К. Гурин, В.Ф. Радчиков, О.Ф. Ганущенко, С.Л. Шинкарева // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки, 2013. – Вып. 16, ч. 1. – С. 149–156.

15. Зависимость пищеварения в рубце бычков от соотношения расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе / В.Ф. Радчиков, И.В. Сучкова, Н.А. Шарейко, В.П. Цай, С.И. Кононенко, С.Н. Пилюк // Ученые записки УО «ВГАВМ». – 2013. – Т. 49, вып. 2, ч. 1. – С. 227–231.

References

1. Mestnyye istochniki energii i belka v ratsionakh plemennykh telok / N.A. Yatsko, V.F. Radchikov, V. K. Gurin, V. P. Tsay // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny. – 2011. – T. 47, № 1. – S. 471–474.

2. Perevarimost' kormov i produktivnost' telyat pri skarmlivanii zerna rapsa, lyupina, viki / V.F. Radchikov, V. P. Tsay, A. N. Kot, V. N. Kurtina, O. F. Ganushchenko // Innovatsii i sovremennyye tekhnologii v proizvodstve i pererabotke sel'skokhozyaystvennoy produktsii : materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashch. 80-letiyu pochetnogo rabotnika vysshey shkoly RF, zasluzh. zootekhnika Dagestana, d-ra s.-kh. nauk, prof. Ismailova Ismaila Sagidovicha (Stavropol', 25 noyab. 2016 g.). – Stavropol', 2016. – S. 460–468.

3. Rapsovyy zhmykh v sostave kombikorma dlya telyat / V.F. Radchikov, A.M. Glinkova, T.L. Sapsaleva, S.I. Kononenko, A.N. Shevtsov, D.V. Gurina // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi: sb. nauch. tr. – Zhodino, 2014. – T. 49, ch. 2: Tekhnologiya kormov i kormleniya, produktivnost'. Tekhnologiya proizvodstva, zoogigiyena, soderzhaniye. – S. 139–147.

4. Syvorotka molochnaya kazeinovaya v kormlenii molodnyaka krupnogo rogatogo skota / A.M. Glinkova, V.F. Radchikov, T.L. Sapsaleva, Ye.A. Shnitko, G.V. Besarab // Novyye podkhody, printsipy i mekhanizmy povysheniya effektivnosti proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaystvennoy produktsii : materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Volgograd, 5–6 iyunya 2014 g.). – Volgograd: Volgogradskoye nauch. izd-vo, 2014. – S. 26–28.

5. Radchikov, V.F. Ispol'zovaniye novykh kormovykh dobavok v ratsione molodnyaka krupnogo rogatogo skota / V.F. Radchikov, Ye.A. Shnitko // Nauchnyye osnovy povysheniya produktivnosti sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh: sb. nauch. tr. SKNIIZH po materialam 6-oy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (15–17 maya 2013 g.). – Krasnodar, 2013. – CH. 2. – S. 151–155.

6. Belkovo-vitaminno-mineral'nyye dobavki v kormlenii molodnyaka krupnogo rogatogo skota: monogr. / V.F. Radchikov, V.P. Tsay, V.K. Gurin, A.N. Kot; RUP «Nauchno-prakticheskiy tsentr Natsional'noy akademii nauk Belarusi po zhivotnovodstvu». – Zhodino, 2010. – 157 s.

7. Povysheniye produktivnogo deystviya kombikormov pri proizvodstve govyadiny / V.F. Radchikov, V. K. Gurin, S. L. Shinkareva, O. F. Ganushchenko, I. V. Suchkova // Sel'skoye khozyaystvo – problemy i perspektivy : sb. nauch. tr. – Grodno : GGAU, 2016. – T. 35: Zootekhniya. – S. 144–151.

8. Osobennosti rubtsovogo pishchevareniya neteley pri skarmlivanii ratsionov v letniy i zimniy periody / V.P. Tsay, V.F. Radchikov, V.K. Gurin, A.N. Kot, A.M. Glinkova, V.M. Bud'ko // Fundamental'nyye i prikladnyye problemy povysheniya produktivnosti zhivotnykh i konkurentosposobnosti produktsii zhivotnovodstva v sovremennykh ekonomicheskikh usloviyakh APK RF: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Ul'yanovsk, 2015. – T. 1: Kormoproizvodstvo, kormleniye sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i tekhnologiya kormov. – S. 300–303.

9. Radchikov, V.F. Kormovyye kontsentraty iz otkhodov sveklosakharnogo proizvodstva dlya krupnogo rogatogo skota / V.F. Radchikov, A.M. Glinkova // Strategiya osnovnykh napravleniy nauchnykh razrabotok i ikh vnedreniya v zhivotnovodstve: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 15–16 oktyabrya 2014 g., g. Orenburg. – Orenburg, 2014. – S. 164–166.

10. Radchikov, V.F. Skarmlivayem zhom den'gi berezhem / V.F. Radchikov, V.P. Tsay, V.K. Gurin // Bel. sel'skoye khozyaystvo. – 2012. – № 1. – S. 58–59.

11. Rekomendatsii po primeneniyu kormovoy dobavki v ratsionakh dlya remontnykh telok / V.F. Radchikov, V.N. Kurtina, V.K. Gurin, V.P. Tsay, A.N. Kot, G.N. Radchikova, T.L. Sapsaleva, V.A. Lyundyshev; Nauch.-prakticheskiy tsentr Nats. akad. nauk Belarusi po zhivotnovodstvu. – Zhodino, 2014. – 13 s.

12. Rubtsovoye pishchevareniye bychkov pri raznom sootnoshenii rasshcheplyayemogo i nerasshcheplyayemogo proteina v ratsione / V.F. Radchikov, V.O. Lemeshevskiy, A.Ya. Raykhman, Ye. P. Simonenko, N.A. Shareyko, L.A. Vozmitel' // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi: sb. nauch. tr. – Zhodino, 2013. – T. 48, ch. 1. – S. 331–340.

13. Radchikov, V.F. Fiziologicheskoye sostoyaniye i produktivnost' remontnykh telok pri ispol'zovanii v ratsionakh mestnykh istochnikov belka, energii i biologicheski aktivnykh veshchestv / V. F. Radchikov, V.N. Kurtina, V.K. Gurin // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi: sb. nauch. tr. – Zhodino, 2012. – T. 47, ch. 2. – S. 207–214.

14. Ekstrudirovannyy obogatitel' mestnykh istochnikov syr'ya pri kormlenii telyat / V.K. Gurin, V.F. Radchikov, O.F. Ganushchenko, S.L. Shinkareva // Aktual'nyye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva: sb. nauch. tr. – Gorki, 2013. – Vyp. 16, ch. 1. – S. 149–156.

15. Zavisimost' pishchevareniya v rubtse bychkov ot sootnosheniya rasshcheplyayemogo i nerasshcheplyayemogo proteina v ratsione / V.F. Radchikov, I.V. Suchkova, N.A. Shareyko, V. P.Tsay, S.I. Kononenko, S. N. Pilyuk // Uchenyye zapiski UO "VGAVM". – 2013. – T. 49, vyp. 2, ch. 1. – S. 227–231.

УДК 636.2.085.55-026.772

ГРАНУЛИРОВАННЫЙ ЛЮПИН В СОСТАВЕ КОМБИКОРМА ДЛЯ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА НА ВЫРАЩИВАНИИ

Автор: Антонович А.М. – аспирант
Научный руководитель: Радчиков В.Ф. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»
г. Жодино, e-mail: labkrs@mail.ru

GRANULATED LUPINE IN COMPOSITION OF FODDER FOR YOUNG CATTLE CATTLE ON GRAINING

Author: Antonovich A.M. – graduate student
Scientific adviser: Radchikov V.F. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor
RUE "Research and Production Center
of the National Academy of Sciences of Belarus for Livestock Breeding"
Zhodino, e-mail: labkrs@mail.ru

***Ключевые слова*:** гранулирование, люпин, молодняк крупного рогатого скота, комбикорм, рацион, живая масса, среднесуточный прирост, затраты корма, затраты протеина.

***Keywords*:** granulation, lupine, young cattle, mixed fodder, diet, live weight, average daily gain, feed costs, protein costs.

Аннотация: Скармливание молодняку крупного рогатого скота в составе комбикорма 10 % гранулированного люпина оказывает положительное влияние на физиологическое состояние животных, продуктивность, способствует повышению эффективности продуктивного действия корма, количество затраченных концентратов на единицу продукции в группе потреблявшей комбикорм с включением молотой белковой добавки этот показатель 2,74 кг, а в группе с использованием гранулированной белковой добавки этот показатель был на уровне 2,51 кг, т.е. опытная группа потребляла на 8,4 % меньше комбикорма, чем животные из контрольной группы. Живая масса по окончанию проведённых исследований у животных потреблявших 10 % гранулированного люпина в составе комбикорма оказалась выше на 13,6 кг или 4,6 %, валовой

прирост живой массы на 12,2 кг, по сравнению с контролем. Более высокая энергия роста отмечена в опытной группе – 939 г среднесуточного прироста, что на 7,81 % выше, чем в контрольной группе.

Absract. Feeding young cattle in the compound feed of 10% granular lupine has a positive effect on the physiological condition of animals, productivity, improves the efficiency of the productive action of the feed, the number of spent concentrates per unit of production in the group that consumed compound feed with the inclusion of ground protein supplement, this figure is 2.74 kg , and in the group using granular protein supplements, this indicator was at the level of 2.51 kg, i.e. the experimental group consumed 8.4 % less feed than animals from the control group. The live weight at the end of the studies in animals consuming 10 % of the granulated lupine in the compound feed was higher by 13.6 kg or 4.6 %, the gross increase in live weight by 12.2 kg, compared with the control. Higher growth energy was noted in the experimental group – 939 g of daily average growth, which is 7.81 % higher than in the control group.

Введение. Проблема кормового белка является актуальной и по сегодняшний день, от которого зависит дальнейшее развитие и поучения животноводческой продукции. Дефицит белка в рационах составляет до 30 %, что ведет к перерасходу кормов и увеличивает себестоимость животноводческой продукции в 1,5–2,0 раза. Решение проблемы кормового белка должно осуществляться, главным образом, за счет зернобобовых культур и их смесей, бобовых трав [1–4].

Изучение введения новых кормов или кормовых средств для замены белковых компонентов и обогащения существующих рецептов кормления минеральными элементами проводится давно [5–9].

Скармливание зерна люпина без его предварительной обработки не находит широкого распространения для кормления телят вследствие плохой растворимости и низкой доступности его питательных веществ для ферментных систем организма молодняка крупного рогатого скота. В натуральном зерне люпина содержатся в большом количестве ядовитые вещества – лупинин и спартеин [10–13].

Одним из приемов, улучшающих кормовое достоинство зерна люпина, является гидробаротермическая обработка. В процессе ее происходит деструкция целлюлозо-лигниновых образований, декстринизация крахмала и инактивация антипитательных веществ. В результате продукт приобретает микропористую структуру, что обеспечивает улучшение его вкусовых качеств и повышение переваримости [14–17].

Цель исследований – определить влияние скармливания комбикормов с молотым и гранулированным люпином на продуктивность и экономическую эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота в возрасте 6–12 месяцев.

В процессе проведения исследований использованы зоотехнические, биохимические, математические методы исследований и изучены следующие показатели: количество заданных кормов и их остатков – методом контрольного кормления; химический состав и питательность кормов – путём общего зоотехнического анализа. Анализ химического состава кормов проводили в лаборатории биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»: первоначальная, гигроскопичная и общая влага – по ГОСТ 27548-97; общий азот – по ГОСТ 134964-93; сырая клетчатка – по ГОСТ 13496.2-91; сырой жир – по ГОСТ 13496.15-97; сырая зола – по ГОСТ 26226-95; кальций, фосфор – по ГОСТ 26570-95, 26657-97; сухое и органическое вещество, БЭВ. Интенсивность роста животных определяли путём контрольного взвешивания в начале и конце опыта.

Цифровой материал проведенных исследований обработан методом вариационной статистики на персональном компьютере с использованием пакета анализа табличного процессора Microsoft Office Excel 2010.

Объекты и методы исследования. Экспериментальная часть исследований проведена на молодняке крупного рогатого скота в возрасте 6–12 месяцев в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области.

Формирование групп животных осуществляли по принципу пар-аналогов в соответствии со схемой исследований (таблица 1).

Таблица 1 – Схема исследований

Группа	Количество животных в группе	Продолжительность опыта, дни	Особенности кормления
I контрольная	50	180	Основной рацион (ОР) + комбикорм с включением 10 % молотого люпина (по норме)
II опытная	50	180	ОР + комбикорм с включением 10 % гранулированного люпина

На протяжении всего периода исследований животным контрольной и опытной группы скармливали зеленую массу злаковых культур, силосно-сенажную смесь и 2,4 кг комбикорма с 10 % вводом молотого и гранулированного люпина соответственно.

Результаты исследований. Для подтверждения результатов, полученных в научно-хозяйственных исследованиях при использовании в рационе кормления молодняка крупного рогатого скота гранулированного высокобелкового корма, было сформировано две группы по 50 голов. Живая масса в начале производственной проверки составила 141–142,5 кг, в конце производственной проверки живая масса животных составила в контрольной группе 297,8 кг, опытной 311,4 кг. Продолжительность выращивания молодняка крупного рогатого скота с использованием гранулированного высокобелкового корма в комбикорме рациона составила 180 дней.

В 1 кг приготовленных комбикормов – клетчатки 8,8 % от СВ, перевариваемого протеина на 1 к.ед. – 136,9–137 грамм, содержание сырого протеина в СВ на уровне 206–205,6 грамм, перевариваемого протеина на 1 МДж ОЭ – 13,2 грамма, расщепляемого протеина на 1 МДж ОЭ – 13,55–13,52 грамма, нерасщепляемого протеина приходится на 1 МДж ОЭ – 3,27–3,29 грамм. Обменной энергии в 1 кг СВ – 12,4 МДж. Содержание крахмала в СВ – 40,2–40,1%, кормовых единиц в 1 кг СВ – 1,2. Содержание сахара от СВ – 3,7–3,6 %. Содержание жира в СВ – 2,89–2,86 %.

В период проведения исследований среднее потребление комбикорма было в группах одинаковым – по 2,4 кг на голову в сутки, их животные потребляли в полном объеме. Отмечены незначительные отличия в количестве съеденной силосо-сенажной смеси (таблица 2).

Таблица 2 – Рацион молодняка крупного рогатого скота на откорме

Компоненты	Группа	
	I	II
Зеленая масса злаковых культур	5,65	5,65
Сенаж клеверо-тимофеечный	4,27	4,27
Силос кукурузный	4,8	5,03
Комбикорм КР-3+ люпин молотый 10% от СВ	2,4	-
Комбикорм КР-3 + люпин гранулированный 10% от СВ	-	2,4
Итого кг:	17,12	17,35
В рационе содержится:		
кормовых единиц	6,17	6,21
обменной энергии, МДж	70,7	71,2
сухого вещества, кг	6,868	6,922
сырого протеина, г	1001,0	1002,7
перевариваемого протеина, г	765,6	766,2
нерасщепляемого протеина, г	240,2	241,8
сырого жира, г	701,2	701,7
сырой клетчатки, г	213,0	214,9
крахмала, г	1194,5	1198,6
сахара, г	354,0	353,3
кальция, г	50,6	51,0
натрия, г	1,9	1,9
магния, г	17,6	25,3
фосфора, г	33,4	33,4

Продолжение таблицы 2

Компоненты	Группа	
	I	II
калия, г	113,2	114,7
серы, г	15,5	15,5
железа, мг	1360,4	1367,8
меди, мг	66,4	68,1
цинка, мг	352,0	352,4
марганца, мг	385,3	385,2
кобальта, мг	4,340	4,320
йода, мг	1,360	1,348
каротина, мг	397,4	400,6
витамина А, тыс.МЕ	35,87	35,42
витамина D, тыс. МЕ	9,77	9,67
витамина Е, мг	574,1	581,3

В структуре рациона контрольной и опытной группы концентрированные корма составляют 41,5 % по питательности, сочные и грубые 58 %. Суточное потребление животными сухого вещества 6,86 – 6,92 кг, в опытной группе, потреблявшей гранулированный белковый компонент в составе комбикорма, установлено увеличение потребление на 0,87 % СВ. Уровень кормления на 100 кг живой массы животных в контрольной и опытной группах было 2,37 и 2,29 к. ед. Концентрация обменной энергии в 1 кг СВ рационов 10,29 МДж., сырого протеина – 145,8–144,9 г, клетчатки – 22,6–22,7 %. Отношение Са:Р – 1,5:1, количество перевариваемого протеина на 1 к.ед в рационах 113,65–113 г.

Следует отметить количество затраченных концентратов на единицу продукции в группе, потреблявшей комбикорм с включением молотой белковой добавки, этот показатель 2,74 кг, а в группе с использованием гранулированной белковой добавки этот показатель был на уровне 2,51 кг, т.е. опытная группа потребляла на 8,4 % меньше комбикорма, чем животные из контрольной группы.

Изучение показателей энергии роста живой массы имеет большое значение в определении эффективности использования биологически активных веществ.

В таблице 3 представлены данные об изменении живой массы и среднесуточные приросты животных при использовании молотого и гранулированного высокобелкового корма.

Таблица 3 – Изменение живой массы и среднесуточные приросты

Показатель	Группа	
	I	II
Количество животных, гол	50	50
Продолжительность скармливания, дней	180	
Живая масса на начало опыта, кг	141±0,45	142,5±0,46
Живая масса на конец опыта, кг	297,8±0,6	311,4±0,78
Валовой прирост, кг	156,8±0,53	169±0,57
Среднесуточный прирост, г	871±2,94	939±3,18
% к контролю	–	7,78
Затраты кормов на получение прироста, корм.ед.	7,08	6,61
% к контролю	-	6,64
Затраты протеина на получение прироста, кг	1,149	1,067
% к контролю	–	7,05

Использование гранулированного зерна люпина вместо молотого молодняку крупного рогатого скота положительно отразилось на продуктивности животных, способствовало повышению эффективности продуктивного действия корма в опытной группе. Живая масса на начало опытного периода была фактически одинаковой, а уже по окончанию проведённых исследований у животных, потреблявших 10 % гранулированного люпина в составе комбикорма,

увеличилась на 13,6 кг или 4,6 %, валовой прирост живой массы – на 12,2 кг. Более высокая энергия роста отмечена в опытной группе – 939 г среднесуточного прироста, что на 7,81 % выше, чем в контрольной группе. В результате затраты кормов снизились на 6,64 % и составили 6,61 к.ед. на получение прироста. Затраты протеина на получение прироста также снизились на 7,05 %.

Стоимость рациона в обеих группах находилась на одинаковом уровне, для животных II группы затрачено наибольшее количество кормов за весь период исследований на 7,2 к.ед., также увеличились затраты и стоимость кормов на 1 голову – 1,6 %. Наблюдается снижение себестоимости получения прироста – 5,7 %.

Выводы:

Использование гранулированного высокобелкового корма в количестве 10 % в составе комбикорма КР-3 в рационах молодняка крупного рогатого скота оказывает положительное влияние на физиологическое состояние животных, продуктивность, способствует повышению эффективности продуктивного действия корма, позволяет увеличить среднесуточный прирост живой массы животных на 7,78 %, снизить затраты на получение прироста – 7,05 %.

Список использованных источников

1. Жом в кормлении крупного рогатого скота / В.Ф. Радчиков, В.К. Гурин, В.П. Цай, А.Н. Кот, Т.Л. Сапсалёва // Сахар. – 2016. – № 1. – С. 52–55.

2. Effect of feeding with organic microelement complex on blood composition and beef production of young cattle / I.F. Gorlov, V.I. Levakhin, V.F. Radchikov, V.P. Tsai, S.E. Bozhkova // Modern Applied Science. – 2015. – Vol. 9, № 10. – PP. 8–16.

3. Эффективность скармливания дефеката в рационах телят / В.Ф. Радчиков, А.М. Глинкова, Г.В. Бесараб, А.Н. Кот, В.И. Акулич, Н.А. Яцко, С.Н. Пилюк // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2015. – Т. 50, ч. 2: Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогигиена, содержание. – С. 36–43.

4. Использование органического микроэлементного комплекса (ОМЭК) в составе комбикорма КР-2 для молодняка крупного рогатого скота при выращивании на мясо / В.А. Люндышев, В.Ф. Радчиков, В.К. Гурин, В.П. Цай // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. – Гродно, 2014. – Т. 26: Зоотехния. – С. 163–168.

5. Новые комбикорма-концентраты в рационах ремонтных телок 4–6 месячного возраста / С.И. Кононенко, И.П. Шейко, В.Ф. Радчиков, В.П. Цай // Сборник научных трудов СКНИИЖ. – Краснодар, 2014. – Вып. 3. – С. 128–132.

6. Высококачественная говядина при использовании продуктов переработки рапса в кормлении бычков / В.Ф. Радчиков, Т.Л. Сапсалёва, С.Н. Пилюк, В.В. Букас, А.Н. Шевцов // Инновации и современные технологии в сельском хозяйстве: сб. науч. ст. по материалам междунар. науч.-практ. интернет-конф. (г. Ставрополь, 4–5 февраля 2015 г.). – Ставрополь: Агрус, 2015. – Т. 1. – С. 300–308.

7. Энергетическое питание молодняка крупного рогатого скота: моногр. / В.Ф. Радчиков, В.П. Цай, В.К. Гурин, В.О. Лемешевский, А.Н. Кот, Н.А. Яцко, Г.Н. Радчикова, Т.Л. Сапсалева, А.М. Глинкова, Ю.Ю. Ковалевская, С.И. Кононенко, В.Н. Куртина, С.Н. Пилюк, Е.П. Симоненко, Н.А. Шнитко, С.А. Ярошевич, В.М. Будько, А.Н. Шевцов, Г.В. Бесараб; Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2014. – 166 с.

8. Трансформация энергии рационов бычками в продукцию при использовании сапропеля / В.Ф. Радчиков, В.П. Цай, А.Н. Кот, В.Н. Куртина, Н.В. Пилюк, А.А. Царенок, И.В. Яночкин // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2014. – Т. 49, ч. 2: Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогигиена, содержание. – С. 148–158.

9. Шейко, И.П. Продуктивность бычков и качество мяса при повышенном уровне энергии в рационе / И.П. Шейко, И.Ф. Горлов, В.Ф. Радчиков // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2014. – Т. 49, ч. 2: Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогигиена, содержание. – С. 216–223.

10. Показатели рубцового пищеварения у молодняка крупного рогатого скота в зависимости от соотношения расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе / А.Н. Кот, В Ф. Радчиков, В.П. Цай, И.Ф. Горлов, Н.И. Мосолова, С.И. Кононенко, В.Н. Куртина, С.Н. Пилюк, А.Я. Райхман // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2016. – Т. 51, ч. 2. – С. 3–11.

11. Экструдированный обогатитель на основе льносемени и ячменной крупки в рационах телят / В.Ф. Радчиков, О.Ф. Ганущенко, В.К. Гурин, С.Л. Шинкарева, В.А. Люндышев // Весці Нацыянальная акадэміі навук Беларусі. Сер. аграрных навук. – 2015. – № 1. – С. 92–97.

12. Протеиновое питание молодняка крупного рогатого скота: моногр. / В.Ф. Радчиков, В.П. Цай, Ю.Ю. Ковалевская, В.К. Гурин, А.Н. Кот, Т.Л. Сапсалёва, А.М. Глинкова, В.О. Лемешевский; Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2013. – 119 с.

13. Приемы повышения продуктивности молодняка крупного рогатого скота: монография / В.Ф. Радчиков, В.К. Гурин, В.П. Цай, А.Н. Кот, А.И. Козинец, В.И. Акулич, В.В. Балабушко, О.Ф. Ганущенко, Е.П. Симоненко, Т.Л. Сапсалёва, Ю.Ю. Ковалевская, В.О. Лемешевский, В.Н. Куртина; Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2010. – 245 с.

14. Лемешевский, В.О. Влияние качества протеина на ферментативную активность в рубце и продуктивность растущих бычков / В.О. Лемешевский, А.А. Курепин // Нива Поволжья. – 2013. – № 4(29). – С. 72–76.

15. Показатели рубцового пищеварения и переваримости питательных веществ при скармливании бычкам в период доращивания кормов с разной расщепляемостью протеина / Ю.Ю. Ковалевская, В.Ф. Радчиков, А.Н. Кот, Л.А. Возмитель, В.В. Букас // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2011. – Т. 46, ч. 2. – С. 47–55.

16. Радчиков, В.Ф. Влияние скармливания люпина, обработанного разными способами на продуктивность бычков / В.Ф. Радчиков // Учёные записки ВГАВМ. – 2010. – Т. 46, вып. 1, ч. 2. – С. 187–190.

17. Местные источники энергии и белка в рационах племенных телок / Н.А. Яцко, В.Ф. Радчиков, В.К. Гурин, В.П. Цай // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2011. – Т. 47, № 1. – С. 471–474.

References

1. Zhom v kormlenii krupnogo rogatogo skota / V.F. Radchikov, V.K. Gurin, V.P. Tsay, A.N. Kot, T.L. Sapsalova // Sakhar. – 2016. – № 1. – S. 52–55.

2. Effect of feeding with organic microelement complex on blood composition and beef production of young cattle / I.F. Gorlov, V.I. Levakhin, V.F. Radchikov, V.P. Tsai, S.E. Bozhkova // Modern Applied Science. – 2015. – Vol. 9, № 10. – PP. 8–16.

3. Effektivnost' skarmlivaniya defekata v ratsionakh telyat / V.F. Radchikov, A.M. Glinkova, G.V. Besarab, A.N. Kot, V.I. Akulich, N.A. Yatsko, S.N. Pilyuk // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi: sb. nauch. tr. – Zhodino, 2015. – T. 50, ch. 2: Tekhnologiya kormov i kormleniya, produktivnost'. Tekhnologiya proizvodstva, zoogigiyena, soderzhaniye. – S. 36–43.

4. Ispol'zovaniye organicheskogo mikroelementnogo kompleksa (OMEK) v sostave kombikorma KR-2 dlya molodnyaka krupnogo rogatogo skota pri vyrashchivanii na myaso / V.A. Lyundyshev, V.F. Radchikov, V.K. Gurin, V.P. Tsay // Sel'skoye khozyaystvo – problemy i perspektivy : sb. nauch. tr. – Grodno, 2014. – T. 26: Zootekhniya. – S. 163–168.

5. Novyye kombikorma-kontsentraty v ratsionakh remontnykh telok 4–6 mesyachnogo vozrasta / S.I. Kononenko, I.P. Sheyko, V.F. Radchikov, V.P. Tsay // Sbornik nauchnykh trudov SKNIIZH. – Krasnodar, 2014. – Vyp. 3. – S. 128–132.

6. Vysokokachestvennaya govyadina pri ispol'zovanii produktov pererabotki rapsa v kormlenii bychkov / V.F. Radchikov, T.L. Sapsalova, S.N. Pilyuk, V.V. Bukas, A.N. Shevtsov // Innovatsii i sovremennyye tekhnologii v sel'skom khozyaystve: sb. nauch. st. po materialam mezhdunar. nauch.-prakt. internet-konf. (g. Stavropol', 4–5 fevralya 2015 g.). – Stavropol': Agrus, 2015. – T. 1. – S. 300–308.

7. Energeticheskoye pitaniye molodnyaka krupnogo rogatogo skota: monogr. / V.F. Radchikov, V.P. Tsay, V.K. Gurin, V.O. Lemeshevskiy, A.N. Kot, N.A. Yatsko, G.N. Radchikova, T.L. Sapsaleva, A.M. Glinkova, Yu.Yu. Kovalevskaya, S.I. Kononenko, V.N. Kurtina, S.N. Pilyuk, Ye.P. Simonenko, N.A. Shnitko, S.A. Yaroshevich, V.M. Bud'ko, A.N. Shevtsov, G.V. Besarab; Nauch.-prakticheskiy tsentr Nats. akad. nauk Belarusi po zhivotnovodstvu. – Zhodino, 2014. – 166 s.

8. Transformatsiya energii ratsionov bychkami v produktsiyu pri ispol'zovanii sapropelya / V.F. Radchikov, V.P. Tsay, A.N. Kot, V.N. Kurtina, N.V. Pilyuk, A.A. Tsarenok, I.V. Yanochkin // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi: sb. nauch. tr. – Zhodino, 2014. – T. 49, ch. 2: Tekhnologiya kormov i kormleniya, produktivnost'. Tekhnologiya proizvodstva, zoogigiyena, soderzhaniye. – S. 148–158.

9. Sheyko, I.P. Produktivnost' bychkov i kachestvo myasa pri povyshennom urovne energii v ratsione / I.P. Sheyko, I.F. Gorlov, V.F. Radchikov // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi: sb. nauch. tr. – Zhodino, 2014. – T. 49, ch. 2: Tekhnologiya kormov i kormleniya, produktivnost'. Tekhnologiya proizvodstva, zoogigiyena, soderzhaniye. – S. 216–223.

10. Pokazateli rubtsovogo pishchevareniya u molodnyaka krupnogo rogatogo skota v zavisimosti ot sootnosheniya rasshcheplyayemogo i nerasshcheplyayemogo proteina v ratsione / A.N. Kot, V.F. Radchikov, V.P. Tsay, I.F. Gorlov, N.I. Mosolova, S.I. Kononenko, V.N. Kurtina, S.N. Pilyuk, A.Ya. Raykhman // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi : sb. nauch. tr. – Zhodino, 2016. – T. 51, ch. 2. – S. 3–11.

11. Ekstrudirovannyy obogatitel' na osnove l'nosemeni i yachmennoy krupki v ratsionakh telyat / V.F. Radchikov, O.F. Ganushchenko, V.K. Gurin, S.L. Shinkareva, V.A. Lyundyshev // Vestsí Natsyyanal'naya akademíí navuk Belarusí. Ser. agrarnykh navuk. – 2015. – № 1. – S. 92–97.

12. Proteinovoye pitaniye molodnyaka krupnogo rogatogo skota: monogr. / V.F. Radchikov, V.P. Tsay, Yu.Yu. Kovalevskaya, V.K.Gurin, A.N. Kot, T.L.Sapsalova, A.M. Glinkova, V.O. Lemeshevskiy; Nauch.-prakticheskiy tsentr Nats. akad. nauk Belarusi po zhivotnovodstvu. – Zhodino, 2013. – 119 s.

13. Priyemy povysheniya produktivnosti molodnyaka krupnogo rogatogo skota: monografiya / V.F. Radchikov, V.K. Gurin, V.P. Tsay, A.N. Kot, A.I. Kozinets, V.I. Akulich, V.V. Balabushko, O.F. Ganushchenko, Ye.P. Simonenko, T.L. Sapsalova, Yu.Yu. Kovalevskaya, V.O. Lemeshevskiy, V.N. Kurtina; Nauch.-prakticheskiy tsentr Nats. akad. nauk Belarusi po zhivotnovodstvu. – Zhodino, 2010. – 245 s.

14. Lemeshevskiy, V.O. Vliyaniye kachestva proteina na fermentativnuyu aktivnost' v rubtse i produktivnost' rastushchikh bychkov / V.O. Lemeshevskiy, A.A. Kurepin // Niva Povolzh'ya. – 2013. – № 4(29). – S. 72–76.

15. Pokazateli rubtsovogo pishchevareniya i perevarimosti pitatel'nykh veshchestv pri skarmlivanii bychkam v period dorashchivaniya kormov s raznoy rasshcheplyayemost'yu proteina / Yu.Yu. Kovalevskaya, V.F. Radchikov, A.N. Kot, L.A. Vozmitel', V.V. Bukas // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi: sb. nauch. tr. – Zhodino, 2011. – T. 46, ch. 2. – S. 47–55.

16. Radchikov, V.F. Vliyaniye skarmlivaniya lyupina, obrabotannogo raznymi sposobami na produktivnost' bychkov / V.F. Radchikov // Uchonyye zapiski VGAVM. – 2010. – T. 46, vyp. 1, ch. 2. – S. 187–190.

17. Mestnyye istochniki energii i belka v ratsionakh plemennykh telok / N.A. Yatsko, V.F. Radchikov, V.K. Gurin, V.P. Tsay // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny. – 2011. – T. 47, № 1. – S. 471–474.

УДК 637.336.2

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ СЫРНОЙ ГОЛОВКИ НА СТЕПЕНЬ ЗРЕЛОСТИ СЫРА

Автор: Атнилов Э.С.
Научный руководитель: Мордвинова В.А., к.т.н.
Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Углич, e-mail: atnilov93@yandex.ru

STUDY THE INFLUENCE OF THE FORM OF THE CHEESE BLOCK ON THE DEGREE OF CHEESE RIPENING PROCESS

Author: Atnilov E.S.
Scientific adviser: Mordvinova V.A., Ph.D.
All-Russian Scientific-Research Institute of Butter– and Cheesemaking – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Uglich, e-mail: atnilov93@yandex.ru

Ключевые слова: сыр, форма сырной головки, способ формования, созревание, степень зрелости.

Keywords: cheese, the cheese block form, the method of formation, ripening, ripeness degree.

Аннотация. Целью работы являлось установление зависимости между формой сырной головки и формированием характерных органолептических показателей сыра в процессе созревания. Показано, что сыры, сформованные в головки традиционной для каждого наименования формы, имели в процессе созревания приоритетные показатели по степени зрелости, а готовый продукт – наилучшие органолептические показатели.

Absract. The aim of this article is to determine the link between the cheese block form and the formation of flavoring, aromatic and structural characteristics of cheese during ripening process. It was determined that cheese formed in traditional cheese form showed better characteristics in ripeness degree during ripening and as for product it showed the best flavoring, aromatic and structural characteristics.

Введение. После введения санкций на ввоз продукции сыроделия из ряда стран ассортимент сыров отечественных производителей существенно изменился. Были достаточно успешно освоены технологии большинства европейских полутвердых сыров. Но исследование потребительского рынка в сложившихся экономических условиях показало, что несмотря на широкий ассортимент продукции, присутствующий на торговой полке, покупатели отдают предпочтение сырам с традиционными наименованиями, такими как Российский, Костромской, Пошехонский. Кроме того, экспортоориентированное направление экономики сегодняшнего дня подразумевает экспорт продукции сыроделия с исконно российскими наименованиями.

В этих условиях главное значение приобретает качество готовой продукции. Одним из идентификационных показателей сыров, определенных ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции», являются органолептические показатели, которые должны соответствовать требованиям нормативной документации, в соответствии с которой изготовлен сыр. Указанные выше сыры, технологии которых относятся к категории традиционных, изготавливают по ГОСТ 32260-2013 «Сыры полутвердые. Технические условия». Результаты проверок различных контролирующих организаций показывают, что в большинстве случаев сыры не соответствуют установленным требованиям, в том числе и по органолептическим показателям [1].

Одним из основных направлений развития современного сыроделия является концентрирование сырьевых источников (молока) на одной площадке для переработки на высокотехнологичном современном оборудовании, чаще всего на автоматизированных линиях. Однако процесс изготовления сыра – это многоэтапное производство и воспроизведение всех технологических операций в условиях непрерывного процесса обуславливает определенное несоответствие в сравнении с традиционной технологией.

К таким несоответствиям можно отнести формование обработанного сырного зерна в блоки достаточно большой массы по сравнению с традиционными головками по 12–14 кг, прессование этого блока, дальнейшая посолка, обсушка и созревание сыра в блоках. Или другой вариант: формование сырной головки иной формы и меньшей массы, чем определено нормативной документацией. В то же время ГОСТом определена масса и индивидуальная форма сырной головки для каждого наименования сыра.

В исследованиях зарубежных ученых по данному вопросу приводятся сведения о существенной зависимости вкуса сыра от массы его сырной головки [2, 3].

Можно предположить, что отличия в общей площади поверхности между сырными головками различной формы окажут влияние на массообменные процессы при созревании сыров, изменяя интенсивность и направленность биохимических реакций, тем самым оказывая влияние на формирование вкуса сыра.

Целью исследований было установление влияния формы сырной головки на степень протеолиза (зрелости) сыра при созревании и формирование характерного вкусового букета.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследований были выбраны наиболее популярные (по данным статистики) сыры Российский и Костромской, вырабатываемые в соответствии с ГОСТ 32260 – 2013 в форме низкого цилиндра.

Экспериментальными вариантами этих сыров были сыры, изготовленные в форме прямоугольного бруска и шара.

Методы исследования – стандартизованные, принятые в молочной отрасли. Массовую долю общего белка и массовую долю водорастворимого белка, определяли методом Кьельдаля. Степень зрелости (степень протеолиза) сыра определяли по соотношению общего и растворимого белка.

В качестве контрольных точек были выбраны: сыр после прессования, сыр в возрасте 15, 30, 45 сут.

В таблицах приведены средние данные по трем выработкам.

Результаты исследований. Сыры вырабатывались по традиционной технологии в соответствии с [4].

Таблица 1 – Сыры после прессования

Наименование показателя	Российский			Костромской		
	Форма					
	Цилиндр (контроль)	Брусок	Шар	Цилиндр (контроль)	Брусок	Шар
pH, ед pH	5,48±0,06	5,51±0,06	5,52±0,06	5,65±0,06	5,58±0,06	5,60±0,06
Массовая доля влага, %	43±0,5	43,8±0,5	44,2±0,5	47,4±0,5	49±0,5	47,2±0,5

Результаты, приведенные в таблице 1, показывают, что в сырах после прессования независимо от формы головки активная кислотность и массовая доля влаги внутри одного вида сыра были близки между собой, т.е. сыры имели одинаковый химический состав.

Таблица 2 – Сыры в возрасте 15 сут

Наименование показателя	Российский			Костромской		
	Форма					
	Цилиндр (контроль)	Брусок	Шар	Цилиндр (контроль)	Брусок	Шар
pH, ед. pH	5,21±0,06	5,23±0,06	5,23±0,06	5,34±0,06	5,38±0,06	5,39±0,06
Массовая доля влага, %	40,0±0,5	41,0±0,5	39,0±0,5	42,0±0,5	43,2±0,5	44,0±0,5
Массовая доля лактозы, %	0,05±0,01	0,06±0,01	0,03±0,01	0,1±0,01	0,11±0,01	0,06±0,01
Массовая доля. общего азота, %	22,5±0,5	24,2±0,5	23,5±0,5	23,1±0,5	21,2±0,5	22,6±0,5
Массовая доля общего раство-римого азота, %	4,8±0,2	4,7±0,2	4,1±0,2	4,4±0,2	4,4±0,2	4,7±0,2

Данные таблицы 2 показывают, что при изготовлении Российского сыра интенсивность сбраживания лактозы была более активной в головках цилиндрической формы и в виде бруска. В случае Костромского сыра интенсивность сбраживания лактозы, так же как и в случае Российского сыра, была наименьшей в головке в форме шара.

Таблица 3 – Сыры в возрасте 30 сут

Наименование показателя	Российский			Костромской		
	Форма					
	Цилиндр	Брусок	Шар	Цилиндр	Брусок	Шар
pH, ед. pH	5,24±0,06	5,31±0,06	5,21±0,06	5,16±0,06	5,18±0,06	5,22±0,06
Массовая доля. общего азота, %	24,7±0,5	24,8±0,5	25±0,5	25,2±0,5	26,0±0,5	24,9±0,5
Массовая доля общего раство-римого азота, %	5,6±0,2	5,3±0,2	4,6±0,2	5,1±0,2	5,5±0,2	5,3±0,2

Таблица 4 – Сыры в возрасте 45 сут

Наименование показателя	Российский			Костромской		
	Форма					
	Цилиндр	Брусок	Шар	Цилиндр	Брусок	Шар
pH, ед. pH	5,34±0,06	5,30±0,06	5,30±0,06	5,21±0,06	5,20±0,06	5,20±0,06
Массовая доля. общего азота, %	32,2±0,5	32,7±0,5	33,5±0,5	31,2±0,5	31,5±0,5	32,7±0,5
Массовая доля общего раство-римого азота, %	7,6±0,2	7,2±0,2	7,2±0,2	7,4±0,2	7,0±0,2	7,1±0,2

Результаты, приведенные в таблицах 3 и 4, показывают, что массовые доли общего азота и растворимого азота в головках различной формы в процессе созревания изменяются с определенной закономерностью. Для более наглядного определения степени зрелости (степени протеолиза) сыра пользуются показателем отношения массовой доли общего растворимого азота к массовой доле общего азота. Полученная зависимость представлена на рисунках 1 и 2.

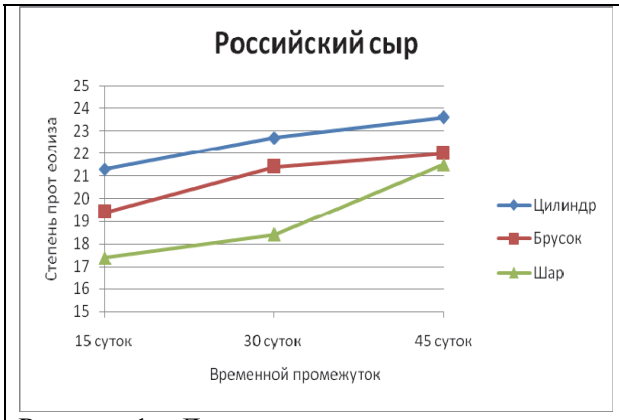


Рисунок 1 – Динамика степени зрелости сыра Российский

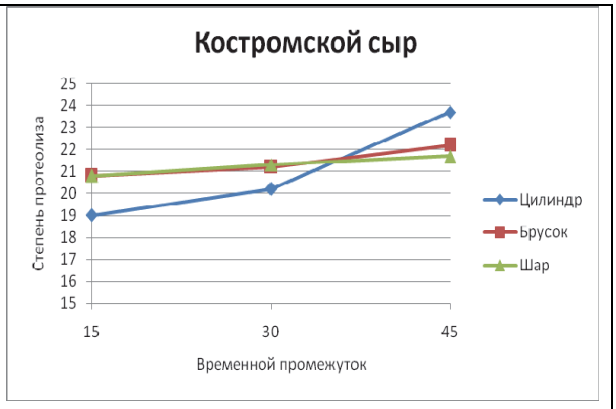


Рисунок 2 – Динамика степени зрелости сыра Костромской

Как видно из результатов исследования Российского сыра (рис.1), степень протеолиза в головках формы низкий цилиндр была выше по сравнению с головками другой формы на протяжении всего периода созревания. Это хорошо коррелирует и с органолептической оценкой сыра. Сыр в форме цилиндра имел в возрасте 45 сут выраженный сырный вкус с характерной кислинкой, оцененный в 43 балла, и отличную консистенцию, соответствующую требованиям ГОСТа, с максимальной балловой оценкой 25 баллов.

Аналогичная зависимость выявлена и при исследованиях Костромского сыра различной формы (рис.2, табл. 4). Сыр, изготовленный в форме цилиндра, в возрасте 45 сут имел наибольшую степень протеолиза и высокие органолептические показатели: вкус – выраженный сырный, чистый, 44 балла; консистенция отличная, соответствующая ГОСТу, 25 баллов.

Выводы:

1. Форма сырной головки значимо влияет на формирование органолептических характеристик сыров.

2. Сохранение характерного вкуса сыра, изготовленного по классической технологии, возможно при использовании традиционной для данного сыра формы сырной головки.

Список использованных источников

1. Мордвинова В.А. Традиционные технологии сыров в ассортиментной линейке / Мордвинова В.А., Свириденко Г.М. // Переработка молока. – Москва: Алеф Принт. – 2015. – №8 – С. 6–7.

2. A. Picon. Microstructural, Textural and Colour Characteristics During Ripening of Hispánico Cheese Made Using High-Pressure-Treated Ovine Milk Curd. / A. Picon, R. Alonso, K. H. M. van Wely, M. Nuñez. // Food and bioprocess technology. – Dublin: Springer Science+Business Media. –2015. – № 8.

3. Eva-Maria Dusterhoft. Cheese Ripening: Technological / Aspects. Eva-Maria Dusterhoft, Wim Engels, and Thom Huppertz // NIZO company. Ede: Elsevier inc. 2017

4. ГОСТ 32260-2013 «Сыры полутвердые. Технические условия». – М.: Стандартинформ, 2014. – С. 20.

References

1. Mordvinova V.A. Traditsionnyye tekhnologii syrov v assortimentnoy lineyke / Mordvinova V.A. Sviridenko G.M. // Pererabotka moloka. – Moskva: Alef Print. – 2015. – №8 – S 6–7.

2. A. Picon. Microstructural, Textural and Colour Characteristics During Ripening of Hispánico Cheese Made Using High-Pressure-Treated Ovine Milk Curd. / A. Picon, R. Alonso, K. H. M. van Wely, M. Nuñez. // Food and bioprocess technology. – Dublin: Springer Science+Business Media. 2015. №8.

3. Eva-Maria Dusterhoft. Cheese Ripening: Technological / Aspects. Eva-Maria Dusterhoft, Wim Engels, and Thom Huppertz // NIZO company. Ede: Elsevier inc. 2017
4. GOST 32260-2013 «Syry polutverdyye. Tekhnicheskiye usloviya». – M.: Standartinform, 2014. – S. 20.

УДК 619:616-001.4:615

РАНОЗАЖИВЛЯЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Балусова А.А.[1,2], Молдованов Г.Г.[1,3]
Научный руководитель: Федулова Л.В., к.т.н.
[1]ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. Горбатова» РАН, Москва,
[2]ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, [3]ФГАОУ ВО РУДН, Москва
e-mail: a.balusova@inbox.ru

WOUND HEALING EFFECT OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF ANIMAL ORIGIN

Balusova A.A., Moldovanov G.G.
Scientific adviser: Fedulova L.V., Ph.D.
[1]Gorbatov Research Center for Food Systems, Moscow,
[2]Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow,
[3]RUDN University, Moscow
e-mail: a.balusova@inbox.ru

Ключевые слова: жидкие кристаллы, ишемическая рана, площадь ран, морские свинки.
Keywords: liquid crystals, ischemic wound, wound area, guinea pigs.

Аннотация: Приведены данные по изучению ранозаживляющих эффектов самоорганизующихся наноструктур на основе лецитина с включенными биоактивными белково-пептидными комплексами на модели ишемической раны у морских свинок. Показано, что при терапии ран жидкими кристаллами наблюдалось усиление воспалительных процессов и интенсивная пролиферация, особенно при дополнительном внесении *P. Aeruginosa.* Это свидетельствует об активной репарации и доказывает целесообразность использования лиотропных жидких кристаллов в качестве системы доставки биоактивных молекул для терапии различных повреждений кожных покровов.

Abstract: The data on the wound healing effects of self-organizing lecithin-based nanostructures with bioactive protein-peptide complexes included on a model of ischemic wounds in guinea pigs are presented. It was shown that in the treatment of wounds with liquid crystals, intensification of inflammatory processes and intensive proliferation were observed, especially with the additional application of *P. Aeruginosa*. This indicates active repair and proves the feasibility of using lyotropic liquid crystals as a delivery system for bioactive molecules for the treatment of various skin lesions.

Введение. При различных повреждениях тканей в организме запускается массивный каскад репаративных процессов, направленных на восстановление гомеостаза. Важную роль в регуляции данного процесса играют молекулярные факторы (как внутритканевые, так и внутриклеточные), действие которых направлено (в случае повреждения ткани и убыли ее дифференцированных клеток) на активацию пролиферации и специализацию клеток.

Это свидетельствует о том, что в качестве терапии различных повреждений можно использовать функциональные веществ белковой природы, проявляющие системные и локальные эффекты. В настоящее время существует много различных препаратов для заживления ран, но не все они оказываются достаточно эффективными. Поэтому перед современной медициной всё ещё стоит такая задача, как поиск наиболее действенного ранозаживляющего средства с минимальным количеством побочных эффектов.

Системы доставки на основе самоорганизующихся наноструктур на основе лецитина обладают большим потенциалом в качестве ранозаживляющего средства, потому что помимо решения вопроса таргетированного белкового переноса биоактивных соединений в очаг поражения они обладают такими свойствами, как длительные сроки хранения, биосовместимость, возможность солюбилизации биологически активных веществ с сохранением их активности и контролируемой доставки.

Целью настоящего исследования являлось изучение ранозаживляющего эффекта биологически активных веществ животного происхождения, заключенных в систему жидких кристаллов.

Для проведения биологического эксперимента в качестве модельного объекта были выбраны морские свинки, так как их кожа имеет больше сходств с человеческой, чем кожа крыс или мышей. Она имеет большую толщину и одинаковое количество рядов клеток в соответствующих слоях эпителия, что позволяет более отчетливо наблюдать изменения при повреждении эпидермальных слоев и, как следствие, более точно оценивать эффекты ранозаживления, в то время как у крыс и мышей в шиповатом, зернистом и роговом слоях рядов клеток в 2–3 раза меньше, чем у человека [1].

Объекты и методы исследования. Объектами исследования были жидкие кристаллы без наполнения (ЖК-1) и жидкие кристаллы с добавлением биологически активных веществ животного происхождения (ЖК-2).

Биологически активные вещества получали путем водно-солевой экстракции иммунных органов свиней (тимуса, селезёнки, мезентеральных лимфатических узлов) и использованием воды с модифицированным изотопным составом [2–5].

Система жидких кристаллов для трансдермальной доставки биологически активных веществ была разработана на кафедре наноматериалов и нанотехнологий РХТУ им. Менделеева по методике, описанной в [6, 7]. Трехкомпонентная система включала в себя источник лецитина – концентрат «Мослецитин» (Витапром, Россия), содержащий фосфолипидный комплекс – 97 % (масс.), в том числе фосфатидилхолин (лецитин) – 22 % (масс.), масло авокадо (Persea gratissima) и эфирное масло чайного дерева (Melaleuca alternifolia) (Ботаника, Россия).

Биологический эксперимент выполнен на базе Экспериментальной Клиники-лаборатории биологически активных веществ животного происхождения ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

Исследования проводили на клинически здоровых разнополых помесных морских свинках (*Cavia porcellus*) возрастом 10–12 месяцев, содержавшихся в стандартных условиях вивария. В эксперименте участвовало 12 животных, разделенных на две группы по 6 животных в каждой – группа 1 и 2. Участвующие в эксперименте морские свинки были отобраны после проведения гематологического исследования периферической крови.

Эксперимент проводили следующим образом: каждому животному под ингаляционным наркозом (изофлурана «Аерран» (Бакстер Хелскэа Корпаарейшн, США)) на предварительно освобожденном от шерсти участке кожи моделировали раны площадью 20±2 мм^2. Дополнительно животным группы 2 во все раны вносили *Pseudomonas Aeruginosa* в количестве 1×10^6 КОЕ.

На следующие после моделирования ран сутки на них начали наносить мази ЖК-1 и ЖК-2. При этом две раневые поверхности каждого животного являлись контрольными и не подвергались лечению (рис.1).

Мази наносили однократно ежедневно в количестве 0,5 см^2 шпателем, перед каждой новой обработкой раневые поверхности фотографировали. На 3-и и 7-е сутки эксперимента для наблюдения за скоростью заживления раневой поверхности фиксировали площадь раны: к спине животного прикладывали файл и обводили контур раны.

Результаты исследования. По результатам визуальной оценки у животных группы 1 раны без лечения затягивались медленнее, чем у группы 2. На 3-и сутки отмечено подсыхание ран и выраженная гиперемия (значительное покраснение) вокруг раны; в 50% случаях незараженные раневые поверхности на 7 сутки значительно сокращались, во всех случаях образовывался плотный гипертрофический рубец.

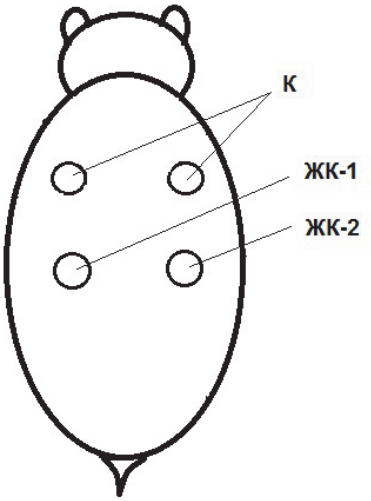


Рисунок 1 – Схема обработки ран

В отношении ран животных группы 1, обрабатываемых ЖК-1, отмечено, что на 3-и сутки струп образовывался в 17 % случаях, при этом на 7-е сутки все раны подсыхали. Небольшая гиперемия отмечена также в 17 % случаях, отеков и прочих изменений отмечено не было. При внесении в раны *P. Aeruginosa* и последующей обработке ЖК-1 выявлено, что на 3-и сутки раны были воспалены и гиперемированы, в 17 % случаев выявлен сильный отек, в 33 % случаев отмечен гнойный экссудат; подсыхание корочки отмечено только на 7-е сутки, тогда же отчетливо выявлялся рыхлый рубец, выходивший за пределы контура раны.

При обработке незараженных ран животных группы 1 образцом ЖК-2 выявлено отсутствие выраженной гиперемии и отеки, на 3-и сутки в 33 % случаев отмечено серозно-гнойное воспаление и в 33 % струп превышал область раны. На 7-е сутки в 33 % случаях раны затягивались. В отношении заживления ран, в которые вносили *P. Aeruginosa* и обрабатывали ЖК-2, отмечено выраженное воспаление и отек на 1-е сутки, на 3-и сутки отек и гиперемия сохранялся в 17 % случаях; на 7-е сутки в 100 % случаев образовывались рыхлые, гипертрофированные струпья.

Таким образом, визуальная оценка показала, что в необрабатываемых ранах не выявлено гнойно-экссудативных процессов, гиперемия отмечалась в случае заражения ран патогеном. При терапии ран ЖК-1 и ЖК-2 были выявлены случаи отечности и гиперемии. При внесении в раны *P. Aeruginosa* и последующей терапии ЖК-1 в 30 % случаях отмечено гнойно-экссудативное воспаление, при терапии ЖК-2 – в 17 % случаях.

Измерение площади раневых поверхностей показало, что на 3-и сутки площади ран без внесения *P. Aeruginosa* практически не отличались между контролем и группами сравнения (рисунок 2). При этом выявлено, что при заражении площадь ран значительно увеличивалась при терапии ЖК-1. Стоит отметить, что на 7-е сутки значительное сокращение площади ран, в которые вносили патоген, относительно ран без заражения при терапии ЖК-1 и ЖК-2. По среднему значению площадь рубца у животных, зараженных *P. Aeruginosa*, на 7-е сутки была меньше по сравнению со здоровыми животными.

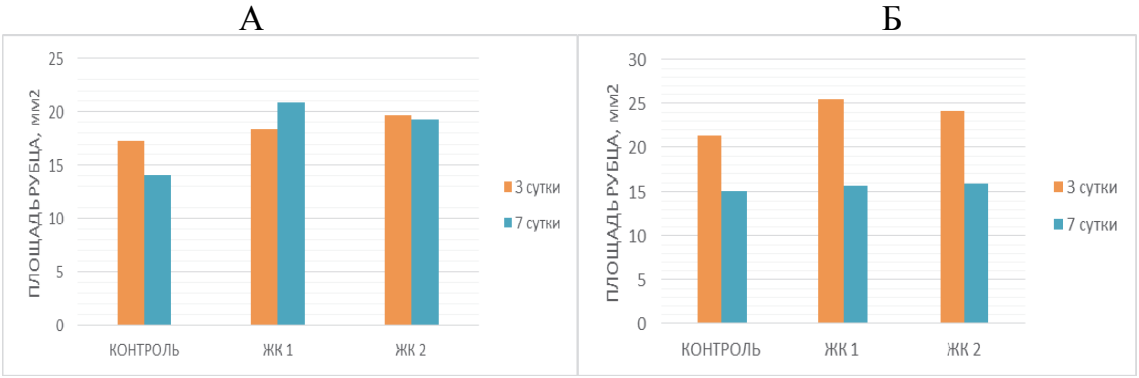


Рисунок 2 – Изменение площади рубца у животных. Условные обозначения: А – раневая поверхность без внесения *P. Aeruginosa*; Б – раневая поверхность с внесением *P. Aeruginosa*

Выводы:

Отмеченное усиление воспалительных процессов в ранах, особенно при дополнительном внесении *P. Aeruginosa,* свидетельствует об активной репарации при применении ЖК-2. Это доказывает целесообразность использования лиотропных жидких кристаллов в качестве системы доставки биоактивных молекул. В дальнейшем данные системы могут быть использованы для терапии различных повреждений кожных покровов, в том числе локальных ишемических ран.

Список использованной литературы:

1. Гущин Я.А. Сравнительная морфология кожи человека и лабораторных животных // Я.А. Гущин, М.А. Ковалева // Лабораторные животные для научных исследований. Русский врач. 2019. №2. С. 47–51.

2. Василевская Е.Р., Федулова Л.В. Тканеспецифичные биомолекулы-стимуляторы репаративной регенерации имунных компонентов крови // Гены и Клетки. 2017. № 3. С. 56.

3. Comparative study of biocorrective protein-peptide agent to improve quality and safety of livestock products // Chernukha I.M., Fedulova L.V., Vasilevskaya E.R., Kotenkova E.A. Potravinarstvo. 2017. № 1. PP. 539–543.

4. Лукинова Е.А., Котенкова Е.А., Полищук Е.К. Взучение антимикробных свойств биологически активных веществ животного происхождения в зависимости от методологии их выделения. Теория и практика переработки мяса. – 2018. – Т. 3. – № 3. – С. 27–35. DOI: 10.21323/2414-438X-2018-3-3-27-35

5. Василевская Е.Р. Комплексная оценка биологически активных веществ животного происхождения, обладающих иммунотропной активностью // Все о мясе. 2018. № 3. С. 32–35. DOI: 10.21323/2071-2499-2018-3-32-35

6. Микроэмульсии и жидкие кристаллы фосфолипидов для трансдермальной доставки лекарственных веществ / Е.С. Трофимова, Е.Д. Мезина, Д.Д. Ломакина, А.А. Новикова, Н.М. Мурашова // Успехи в химии и химической технологии. 2018. № 10 (206). С. 50–52.

7. Костюченко М.Ю., Юсупова Р.Н., Мурашова Н.М. Влияние растительных масел на вязкость жидкокристаллической композиции для трансдермальной доставки биологически активных веществ // Успехи в химии и химической технологии. 2016. № 12 (181). С. 34–36.

References:

1. Guschin Ya.A. Comparative morphology of Human and Laboratory Animals / Ya.A. Guschin, M.A. Kovaleva // Laboratorial animals for scientific researches. Russian Doctor. 2019. №2. P.

2. Vasilevskaya E.R., Fedulova L.V. Tissue-specific biologycal molecules-stimulants of immune blood component's reparative regeneration // Gens and Cells. 2017. №3. P. 56.

3. Vasilevskaya E.R., Ivanova E.A. Water with lowered substance deuterium as basis for reception biological active substance from immune organs *Sus scrofa* International scientific-practical dedicated to memory Vasilyi Matveevich Gorbatov. 2018. №1. PP. 43–45.

4. Lukinova E.A., Kotenkova E.A., Polischuk E.K. Influence of approaches to isolation of animal bioactive substances on antimicrobial action. Theory and practice of meat processing. – 2018. – Vol.3. №3. – PP. 27–35. DOI: 10.21323/2414-438X-2018-3-3-27-35

5. Vasilevskaya E.R. Complex assessment of biologically active substances of animal origin, possessing immunotropic activity // Vsyo o myase. 2018. № 3. PP. 32–35. DOI: 10.21323/2071-2499-2018-3-32-35

6. Microemulsions and liquid crystals of phospholipids for transdermal drug delivery / E.S. Trofimova, E.D. Mezina, D.D. Lomakina, A.A. Novicova, N.M. Murashova // Advances in Chemistry and Chemical Technology. 2018. № 10 (206). PP. 50–52.

7. Kostuchenko M.Yu., Yusupova R.N., Murashova N.M. Effect of vegetable oils on viscosity of liquid crystalline composition for transdermal delivery of bioactive substances // Advances in Chemistry and Chemical Technology. 2016. № 12 (181). PP. 34–36.

УДК 664.8.036.552

КИНЕТИКА КОРРОЗИИ БЕЛОЙ ЖЕСТИ В ТОМАТОПРОДУКТАХ И ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ МОДЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

*Автор: Бессараб О.В.**
Научный руководитель: Платонова Т.Ф., к.т.н.
Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал Федерального бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» Российской академии наук;
Московская обл., г. Видное, ул. Школьная, д. 78; upakovka@vniitek.ru

TINPLATE CORROSION KINETICS IN IN TOMATO PRODUCTS AND TWO-COMPONENT MODEL MEDIUM

*Author: Olga V. Bessarab**
Scientific adviser: Tat'yana F. Platonova, Candidate of Technical Sciences
All-Russian Scientific Research Institute of Canned Food Technology – a branch of the Federal Budget Scientific Institution "Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbatov " of the Russian Academy of Sciences
Moscow region, Vidnoe town, Shkol`naya street., 78; upakovka@vniitek.ru

Ключевые слова: белая консервная жесть, скорость коррозии, метод поляризационного сопротивления, модельная среда, коррозиметр «Эксперт-004», томатный сок.

Keywords: tinplate, corrosion rate, polarization resistance method, model media, corrosion-meter «Expert-004», tomato products.

Аннотация. Для рационализации коррозионных испытаний целесообразной является замена пищевых продуктов модельными средами. Однако следует учитывать, что ввиду наличия в составе продуктов веществ, оказывающих влияние на скорость коррозии, коррозионная агрессивность модельной среды и продукта может различаться. Целью настоящей работы являлось исследование кинетики коррозии белой консервной жести (ЭЖК) в томатном соке и водном растворе, содержащем щавелевую и лимонную кислоты. Состав модельной среды (0,4 % лимонной кислоты + 0,3 % щавелевой кислоты) был выбран на основании результатов предыдущих исследований. Скорость коррозии ЭЖК измеряли методом поляризационного сопротивления при помощи коррозиметра «Эксперт-004» в автоматическом режиме. Масса оловянного покрытия на контактной поверхности ЭЖК – 5,5–5,7 г/м^2. По результатам проведённых исследований было установлено, что кинетика коррозии ЭЖК при взаимодействии с томатным соком аналогична кинетике процесса при взаимодействии с модельной средой. При этом коррозионная агрессивность по отношению к ЭЖК для томатного сока в 2,4 раза меньше, чем для модельной среды (8,54 и 20,46 мкм/год, соответственно).

Abstract. For corrosion testing rationalization, it is advisable to replace food with model media. Note, however, that due to the presence in foods of substances that influence the rate of corrosion, the corrosivity of the model media and product may vary. The aim of this work was to study the white tinplate corrosion kinetics in tomato juice and aqueous solution containing oxalic and citric acids. The composition of the model medium (0.4 % citric acid + 0.3 % oxalic acid) was chosen based on the results of previous studies. The corrosion rate of the tinplate was measured by the polarization resistance method using the corrosion meter "Expert-004" in the automatic mode. The coating weight of on the contact surface of the tinplate is 5.5–5.7 g/m^2. According to the results of the studies, it was found that the tinplate corrosion kinetics in interaction with tomato juice is similar to the process kinetics in interaction with the model medium. While the corrosion aggressiveness for tomato juice in 2.4 times smaller than for a model medium (8,54 and 20,46 μm/year, respectively).

Введение. Банки из белой консервной жести электролитического лужения (ЭЖК) нередко используют для упаковки консервированных продуктов из томатов и в томатной заливке. В составе томатов содержатся лимонная, щавелевая и другие органические кислоты [1], которые

являются причиной электрохимической коррозии жести, в результате которой происходит миграция ионов металлов в продукт. Вследствие этого в процессе хранения происходит накопление солей олова и железа в консервированных продуктах, что приводит к ухудшению их потребительских свойств [2]. Таким образом, при выборе металлической упаковки следует учитывать коррозионную устойчивость материала. Для рационализации коррозионных испытаний металлической упаковки и упаковочных материалов целесообразной является замена пищевых продуктов модельными средами – водными растворами, содержащими коррозионно-активные вещества [3, 4]. Ввиду наличия в составе томатов и продуктов их переработки веществ, оказывающих влияние на скорость коррозии жести, таких как пектиновые вещества, пигменты, сахара [5], коррозионная агрессивность продукта и модельной среды может значительно различаться. Целью настоящей работы являлось исследование кинетики коррозии белой консервной жести (ЭЖК) в томатном соке и водном растворе, содержащем щавелевую и лимонную кислоты. По результатам ранее проведённых исследований нами было установлено, что в качестве модельной коррозионной среды, имитирующей овощные консервы, целесообразно использовать двухкомпонентный водный раствор, содержащий 0,4 % лимонной кислоты и 0,3 % щавелевой кислоты [6].

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

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

– водный раствор, содержащий 0,4 % лимонной кислоты и 0,3 % щавелевой кислоты (далее – модельная среда).

Скорость равномерной коррозии (*K)* определяли методом поляризационного сопротивления по двухэлектродной схеме. Сущность метода заключается в создании постоянной разности потенциалов (внешней поляризации) между двумя одинаковыми пластинами металла, служащими электродами, и измерении параметров возникающего при этом тока [7]. Измерения проводили при помощи микропроцессорного универсального автоматического коррозиметра «Эксперт-004». Испытания проводили в соответствии с методикой, разработанной во ВНИИТеК (ВНИИКОП) [8]. Продолжительность одного испытания составила 160–168 часов; запись значений скорости коррозии проводили в автоматическом режиме через каждые 4 часа. В настоящей работе использовали образцы белой консервной жести (ЭЖК) с массой оловянного покрытия на поверхности, контактирующей со средой, 5,5–2,7 г/м^2, что соответствует II классу покрытия по ГОСТ 13345-85. По результатам измерений были построены графики, отражающие кинетику коррозионного процесса – изменение скорости равномерной и коррозии ЭЖК в течение испытания. Исходя из анализа графиков, было рассчитано среднее стационарное значение скорости коррозии ЭЖК, характеризующее агрессивность коррозионных сред.

Результаты исследований. На рисунке 1 представлены графики, отражающие кинетику коррозионного процесса ЭЖК при взаимодействии с томатным соком и модельной средой.

При взаимодействии ЭЖК с модельной средой коррозионный процесс имеет следующий характер. Вначале испытания скорость коррозии имеет максимальное значение (65,8 мкм/год), затем происходит её снижение и через 20 часов от начала испытания достигается минимальное значение (15,2 мкм/год). Это объясняется осаждением на поверхности жести труднорастворимых продуктов коррозии – преимущественно оксалата и гидроксида олова [9]. Этот процесс преобладает над растворением пассивационного хроматного слоя, вследствие чего наблюдается уменьшение скорости коррозии. В течение последующих 20 часов скорость коррозии увеличивается и процесс переходит в стационарный режим. Увеличение скорости коррозии объясняется частичным растворением осадка в избытке кислоты вследствие образования комплексных ионов [10], а также увеличением площади катода вследствие растворения олова и обнажения участков стальной основы [11]. Переход коррозионного процесса в стационарный режим происходит при достижении равновесия между осаждением и растворением продуктов коррозии.

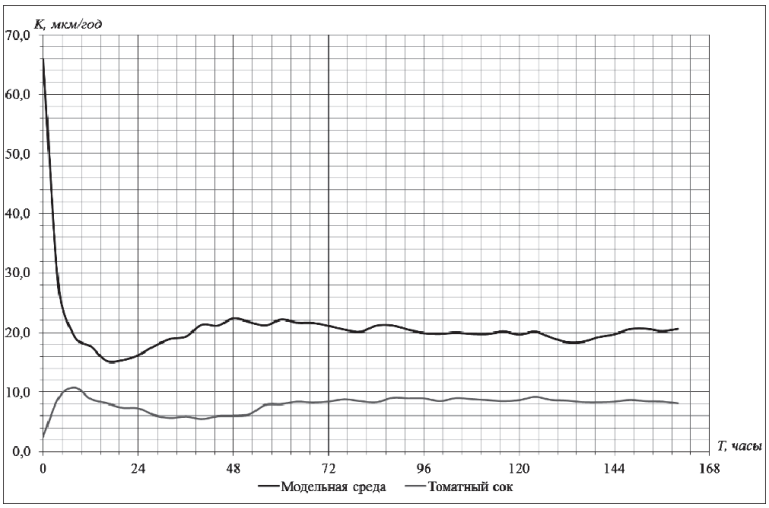


Рисунок 1 – Кинетика скорости коррозии

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

В таблице 1 приведены средние стационарные значения скорости коррозии ЭЖК при взаимодействии с модельной средой и томатным соком.

Таблица 1 – Средние стационарные значения скорости коррозии ЭЖК

Коррозионная среда	мкм/год		
	$K_{ст}$	S^*	ε^{**}
Модельная среда	20,46	1,00	0,37
Томатный сок	8,54	0,34	0,13
Примечания: * – среднее квадратическое отклонение ** – доверительные границы случайной погрешности			

Из данных таблицы 1 видно, что скорость коррозии ЭЖК при взаимодействии с томатным соком в 2,4 раза меньше, чем при взаимодействии с модельной средой, что объясняется ингибирующим эффектом пектина, содержащегося в томатном соке.

Выводы:

1. Кинетика коррозии ЭЖК при взаимодействии с томатным соком аналогична кинетике процесса при взаимодействии с двухкомпонентной модельной средой, содержащей 0,4 % лимонной кислоты и 0,3 % щавелевой кислоты.

2. Коррозионная агрессивность по отношению к ЭЖК для томатного сока меньше, чем для модельной среды.

3. При использовании модельных сред для оценки коррозионной устойчивости металлической упаковки и материалов следует учитывать коэффициент корреляции.

Список использованных источников

1. Salunkhe D.K. Quality and Nutritional Composition of Tomato Fruit as Influenced by Certain Biochemical and Physiological Changes / D.K. Salunkhe, S.J. Jadhav, M.H. Yu // Plant Foods for Human Nutrition. – Netherlands: Springer Science+Business Media B.V., Formerly Kluwer Academic Publishers B.V. – 1974. – Vol. 24, Iss. 1–2. – PP. 85–113; DOI: 10.1007/BF01092727

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

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

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

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

6. Бессараб О.В. Моделирование коррозионного процесса при взаимодействии белой жести с овощными консервами / О.В. Бессараб, Т.Ф. Платонова, И.В. Протункевич // Вестник ВГУИТ. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГУИТ». – 2019, Т. 81, № 1. – С. 149–159; DOI:10.20914/2310-1202-2019-1-149-159

7. Ануфриев Н.Г. Новые возможности применения метода линейного поляризационного сопротивления в коррозионных исследованиях и на практике. // Коррозия: материалы, защита. – Москва: ООО «Наука и технологии». – 2012, №1. – с. 36–43

8. Петров А.Н. Определение коррозионной стойкости внутренней поверхности жестяных банок для консервированных продуктов / А.Н. Петров, В.А. Шавырин, А.Ю. Базаркин, О.В. Бессараб // Пищевая промышленность. – Москва: ООО «Издательство «Пищевая промышленность». – 2013, №3. – с. 10–12.

9. Шейхет Ф.И. Материаловедение химикатов, красителей и моющих средств. – Москва: Легкая индустрия., 1969. – 324 с.

10. Характерные и специфические реакции катионов олова [Портал медицинских лекций]. – URL: https://medlec.org/lek2-50007.html (Дата обращения: 13.09.2019)

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

References.

1. Salunkhe D.K. Quality and Nutritional Composition of Tomato Fruit as Influenced by Certain Biochemical and Physiological Changes / D.K. Salunkhe, S.J. Jadhav, M.H. Yu // Plant Foods for Human Nutrition. – Netherlands: Springer Science+Business Media B.V., Formerly Kluwer Academic Publishers B.V. – 1974. – Vol. 24, Iss. 1-2. – PP. 85–113; DOI: 10.1007/BF01092727

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

3. Shavyrin V.A. Sootvetstvie mezhdu desyatiball'noj shkaloj korrozionnoj stojkosti metallicheskih tarnyh materialov i klassifikaciej konservov po stepeni korrozionnoj agressivnosti. / V.A. Shavyrin, N.S. Tovstokora, A.Sh. Chavchanidze, N.Yu. Timofeeva, A.Yu., Bazarkin, I.E. Rozenblat // Praktika protivokorrozionnoj zashchity. – Moskva: OOO «KARTEK». – 2011, №1. – s. 56–60

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

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

6. Bessarab O.V. Modelirovanie korrozionnogo processa pri vzaimodejstvii beloj zhesti s ovoshchnymi konservami / O.V. Bessarab, T.F. Platonova, I.V. Protunkevich // Vestnik VGUIT. – Voronezh: FGBOU VO «VGUIT». – 2019, T. 81, № 1. – S. 149–159; DOI:10.20914/2310-1202-2019-1-149-159

7. Anufriev N.G. Novye vozmozhnosti primeneniya metoda linejnogo polyarizacionnogo soprotivleniya v korrozionnyh issledovaniyah i na praktike. // Korroziya: materialy, zashchita. – Moskva: OOO «Nauka i tekhnologii». – 2012, №1. – s. 36–43

8. Petrov A.N. Opredelenie korrozionnoj stojkosti vnutrennej poverhnosti zhestyanyh banok dlya konservirovannyh produktov / A.N. Petrov, V.A. SHavyrin, A.YU. Bazarkin, O.V. Bessarab // Pishchevaya promyshlennost'. – Moskva: OOO «Izdatel'stvo «Pishchevaya promyshlennost'». – 2013, №3. – s. 10–12.

9. SHejhet F.I. Materialovedenie himikatov, krasitelej i moyushchih sredstv. – Moskva: Legkaya industriya., 1969. – 324 s.

10. Harakternye i specificheskie reakcii kationov olova [Portal medicinskih lekcij]. – URL: https://medlec.org/lek2-50007.html (Data obrashcheniya: 13.09.2019)

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

УДК 636.2.034:577.29

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОЛОКА КОРОВ С РАЗНЫМИ ГЕНОТИПАМИ ϰ-КАЗЕИНА

*Автор: Бигаева А.В.**
Научные руководители: Вафин Р.Р.– д.б.н., профессор РАН, Галстян А.Г.– д.т.н., профессор РАН, член-корреспондент РАН
Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва, e-mail: ada14-5@yandex.ru

COMPARATIVE ANALYSIS OF COW MILK TECHNOLOGICAL PROPERTIES WITH DIFFERENT GENES OF ϰ-CASEIN

*Author: Bigaeva A.V.**
Scientific advisers: Vafin R.R. – Dr. Biol. Sc., Prof. of the RAS, Galstyan A.G. – Dr. Tech. Sc., Prof. of the RAS, Corresponding Member of the RAS
All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Non-Alcoholic and Wine Industry – a branch of the Gorbatov's Federal Scientific Center for Food Systems of RAS, Moscow, e-mail: ada14-5@yandex.ru

Ключевые слова: корова, молоко, сыропригодность, термостабильность, аллель, генотип, *CSN3*, ПЦР, ПДРФ.

Keywords: cow, milk, cheese suitability, thermal stability, allele, genotype, *CSN3*, PCR, RFLP.

Аннотация: Цель настоящих исследований – провести сравнительный анализ влияния полиморфных вариантов гена ϰ-казеина (*CSN3*) на технологические свойства молока в объединённой выборке коров холмогорской породы татарстанского типа в условиях Республики Татарстан. В работе изучены два свойства молока, наиболее важных для его переработки – сыропригодность и термоустойчивость. У коров первого отёла определены генотипы по гену *CSN3* при помощи метода ПЦР-ПДРФ-анализа. Результаты исследований позволили установить, что наличие *B* аллеля гена *CSN3* в геноме коров приводит к улучшению сыродельческих свойств их молока, а наличие *A* аллеля повышает термоустойчивость их молока. Встречаемость коров желательных генотипов по гену *CSN3* с наилучшими показателями сыропригодности и термостабильности составило 38,2 % и 97,0 %, соответственно.

Abstract: The purpose of these studies is to conduct comparative analysis of polymorphic variants effect of ϰ-casein gene (*CSN3*) on milk technological properties in combined sample of Kholmogory

breed cows of Tatarstan type in Republic of Tatarstan. The paper studies two milk properties, the most important for its processing – cheese suitability and thermal stability. In cows of the first calving, genotypes of *CSN3* gene were determined using PCR-RFLP analysis method. The results of studies revealed that presence of *B* allele of *CSN3* gene in cow's genome leads to an improvement in cheese-making properties of their milk, and presence of *A* allele increases thermal stability of their milk. Cows occurrence of desired genotypes for *CSN3* gene with best cheese suitability indicators and thermal stability was 38.2 % and 97.0 %, respectively.

Введение. К молоку как к сырью для производства широкого спектра продуктов предъявляются повышенные требования в плане безопасности и соответствия определённым физико-химическим свойствам и технологическим качествам [1, 2]. Увеличение объемов производства молочной продукции и улучшение её качества непосредственно связано с максимально полным исследованием технологической пригодности молока-сырья [3].

Особый интерес представляют научные работы по изучению технологических свойств молока с привлечением современных молекулярно-генетических методов диагностики в животноводство. Во многих странах используют генетические маркеры, связанные с качественными признаками и технологическими свойствами молока коров. Одним из таких маркеров у крупного рогатого скота является ген ϰ-казеина (*CSN3*), оказывающий влияние на ключевые технологические качества молока – сыропригодность и термоустойчивость [4–8].

Цель работы – провести сравнительный анализ влияния полиморфных вариантов гена ϰ-казеина (*CSN3*) на технологические свойства молока в объединённой выборке коров холмогорской породы татарстанского типа в условиях Республики Татарстан.

Для достижения цели работы поставлены следующие задачи:

– обобщить результаты исследования генотипированной методом ПЦР-ПДРФ-анализа объединённой выборки коров в условиях Республики Татарстан по встречаемости аллелей *A* и *B* гена *CSN3*;

– обобщить результаты исследования объединённой выборки первотёлок с разными генотипами гена *CSN3* по сыропригодности и термостабильности молока.

Объекты и методы исследования. Исследования проведены на объединённой выборке СХПК им. Ленина и ООО «Дусым» Атнинского района, ООО им. Тукая Балтасинского района, ОАО «Племзавод «Бирюлинский» и ООО «Серп и Молот» Высокогорского района Республики Татарстан (608 гол.), представленных коровами-первотёлками холмогорской породы татарстанского типа.

ДНК экстрагировали из образцов крови животных консервированной ЭДТА с помощью комбинированного щелочного способа [9].

У животных определены генотипы по гену *CSN3* методом ПЦР-ПДРФ-анализа. Амплификацию гена *CSN3* выполняли на термоциклере «Терцик» (Россия) в объемах реакционных смесей по 20 мкл, содержащих соответствующий буфер (60 mM Tris-HCl (pH 8,5), 1,5 mM $MgCl_2$, 25 mM KCl, 10 мМ 2-Mercaptoethanol, 0,1 mM Triton X-100) 0,2 mM dNTPs, 1 U Taq DNA polymerase (СибЭнзим, Россия), по 0,5 mkM олигонуклеотидных праймеров К1 и К2 [10], 1 мкл ДНК-пробы в следующем режиме:

×1: 94 °C – 4 мин; ×40: 94 °C – 30 сек, 61 °C – 30 сек, 72 °C – 30 сек;

×1: 72 °C – 5 мин; хранение: 4 °C [8].

Этап ПДРФ-идентификации генотипов по аллельным вариантам *A* и *B* гена *CSN3* проводили путём обработки 20 мкл ПЦР-пробы 5 U и 10 U рестриктаз *Hinf*I и *Hind*III в 1× буфере «О» (СибЭнзим, Россия) в течение 8–12 часов при 37 °C. Количество генерируемых в процессе реакции генотип-специфичных ПДРФ-фрагментов представлено в таблице 1.

Для определения сыропригодности молока использовали сычужную и сычужно-бродильную пробы [11]. Продолжительность свёртывания молока определяют в мин., учитывая интервал времени с момента внесения сычужного фермента до образования плотного сгустка.

Определение термоустойчивости молока выполняли с помощью тепловой пробы [12]. Дополнительно определяли термостабильность молока, учитывая промежуток времени с момента помещения пробирок в ультратермостат до появления первых признаков коагуляции белков.

Таблица 1 – Используемые праймеры для генотипирования *Bos taurus* по аллельным вариантам *A* и *B* генов *CSN3*, генерируемые ПЦР-продукты и ПДРФ-фрагменты

Олигонуклеотидные праймеры	ПЦР-продукт (п.н.)	Генотип-специфичные *CSN3*-ПДРФ-фрагменты (п.н.)		
		AA	*BB*	*AB*
К1: 5/-GAAATCCCTACCATCAATACC-3/ (21 н.) К2: 5/-CCATCTACGCTAGTTTAGATG-3/ (21 н.)	271	*Hinf*I		
		131/91/49	222/49	222/131/91/49
		*Hind*III		
		271	182/89	271/182/89

Вариационно-статистический анализ результатов исследований проводили биометрическим методом. Достоверность полученных результатов исследований подтверждалась табличными данными критерия по Стьюденту.

Результаты исследований: Результаты генотипирования крупного рогатого скота по аллелям *A* и *B* гена *CSN3* с использованием наборов праймеров и эндонуклеаз рестрикции для проведения ПЦР-ПДРФ-анализа являются удовлетворительными в плане воспроизводимости и идентификации генотипов. Так, пара праймеров К1+К2 инициируют амплификацию участка *CSN3*-гена крупного рогатого скота длиной 271 bp, а последующая интерпретация генерируемых *CSN3*-ПДРФ-*Hinf*I (*BB* = 222/49 bp, *AA* = 131/91/49 bp и *AB* = 222/131/91/49 bp) и *CSN3*-ПДРФ-*Hind*III (*BB* = 182/89 bp, *AA* = 271 bp и *AB* = 271/182/89 bp) профилей позволяет распознать его генотипы (рисунок 1).

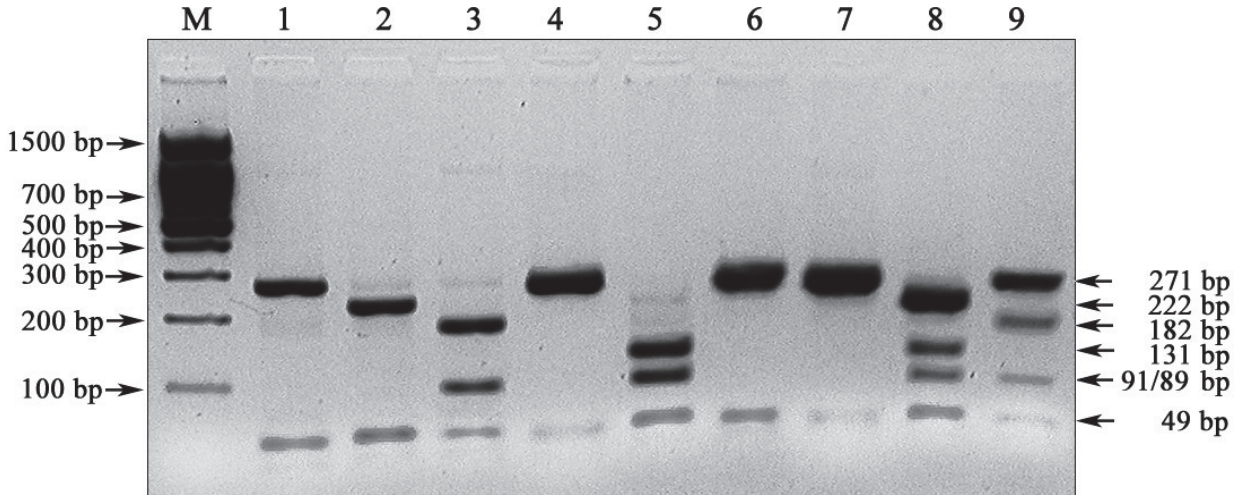


Рисунок 1 – Электрофореграмма результата ПЦР-ПДРФ-анализа по генотипированию *Bos taurus* по аллельным вариантам *A* и *B* гена *CSN3* с праймерами К1+К2 и эндонуклеазным расщеплением рестриктазами *Hinf*I и *Hind*III

Обозначения: М) ДНК-маркеры 100 bp + 1,5 kb (СибЭнзим); 1) цельный ПЦР-фрагмент генотипа *BB* гена ϰ-казеина (271 bp); 2) *Hinf*I-ПЦР-ПДРФ-профиль генотипа *BB* (222/49 bp); 3) *Hind*III-ПЦР-ПДРФ-профиль генотипа *BB* (182/89 bp); 4) цельный ПЦР-фрагмент генотипа *AA* гена ϰ-казеина (271 bp); 5) *Hinf*I-ПЦР-ПДРФ-профиль генотипа *AA* (131/91/49 bp); 6) *Hind*III-ПЦР-ПДРФ-профиль генотипа *AA* (271 bp); 7) цельный ПЦР-фрагмент генотипа *AB* гена ϰ-казеина (271 bp); 8) *Hinf*I-ПЦР-ПДРФ-профиль генотипа *AB* (222/131/91/49 bp); 9) *Hind*III-ПЦР-ПДРФ-профиль генотипа *AB* (271/182/89 bp).

После проведения ДНК-анализа популяции коров холмогорской породы татарстанского типа распределение генотипов по *CSN3*-гену было следующим: первотёлок с *AA*-генотипом 376 гол. (61,8%), с *AB*-генотипом – 214 гол. (35,2%) и с *BB*-генотипом – 18 гол. (3,0%). При этом встречаемость аллелей *A* и *B* *CSN3*-гена среди проанализированной выборки крупного рогатого скота составила 0,794 и 0,206, соответственно. Схожие результаты по встречаемости аллелей *A* и *B* *CSN3*-гена получены в популяциях молочного и мясного скота Республики Татарстан [13].

В таблице 2 представлены результаты исследования влияния генотипа по гену *CSN3* на сыропригодность и термостабильность молока отобранных коров.

Таблица 2 – Сыропригодность и термостабильность молока коров холмогорской породы татарстанского типа с разными генотипами по гену *CSN3*

Показатель		Распределение коров		В том числе с генотипом по гену *CSN3*					
		n = 608		*AA*, n = 376		*AB*, n = 214		*BB*, n = 18	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Состояние казеинового сгустка	плотное	392	64,5	197	52,4	177	82,7	18	100
	рыхлое	179	29,4	153	40,7	26	12,2	-	-
	дряблое	37	6,1	26	6,9	11	5,1	-	-
Продолжительность коагуляции молока	время, мин.	27,9±0,39		30,8±0,45*		23,8±0,61		17,4±1,88	
Термостабильность молока, мин.	время, мин.	–		63,5±0,70		60,4±0,98		34,4±1,36*	

Разность между генотипами *BB*, *AB* и *AA*: * – P <0,01.

Для производства сыров, особенно твёрдых сортов, оптимальным временем свёртывания молока под воздействием сычужного фермента считается 15–40 мин. Если свёртывание молока длится более 40 мин., повышается расход сырья и снижается выход продукта. В наших исследованиях наилучшее по продолжительности коагуляции молоко было отмечено у особей с генотипом *BB* гена *CSN3*, их молоко свёртывалось в среднем за 17,4 мин. При этом, как видно из представленной таблицы, наличие аллеля *B* гена *CSN3* в геноме первотёлок значимо повлияло на улучшение коагуляционных свойств молока. Доля гомозигот с генотипом *BB* по гену *CSN3*, у которых был казеиновый сгусток плотной консистенции, составляла 100%, тогда как у гетерозиготных животных с генотипом *AB* она составила 82,7 %.

Для получения стерилизованного, пастеризованного, сгущенного и сухого молока важным технологическим показателем является высокая стойкость к температурному нагреванию (63–150 °C). В связи с этим нами изучены показатели термоустойчивости и термостабильности молока коров с разными генотипами по гену *CSN3*. Исследованием выявлено, что молоко с генотипом *BB* по гену *CSN3* имело наименьший показатель термостабильности (34,4 мин.), а с генотипами *AB* и *AA* – наибольшие показатели термостабильности (60,4 мин. и 63,5 мин.).

Выводы:

Подобранный порядок генотипирования крупного рогатого скота по аллелям *A* и *B* генов *CSN3* на базе ПЦР-ПДРФ-анализа позволил точно генотипировать объединённую выборку первотёлок холмогорской породы татарстанского типа на территории Республики Татарстан. Исследованием объединённой выборки коров доказано, что наилучшими сыродельческими свойствами (выход плотного казеинового сгустка и наименьшая продолжительность свёртывания молока) обладало молоко от животных, имеющих в своём геноме *B* аллель гена *CSN3* по сравнению со сверстницами *AA* генотипа. А наибольшей термостабильностью обладало молоко от животных, несущих в своём геноме *A* аллель гена *CSN3* по сравнению с аналогами *BB* генотипа.

Список использованных источников

1. Galstyan, A.G. Theoretical backgrounds for enhancement of dry milk dissolution process: mathematical modeling of the system “solid particles-liquid” / A.G. Galstyan, A.N. Petrov, V.K. Semipyatniy // Foods and Raw Materials. – 2016. – V. 4. – №1. – PP. 102–109.

2. Donnik, I. Genetic identification of bovine leukaemia virus / I. Donnik, R. Vafin, A. Galstyan, A. Krivonogova, A. Shaeva, Kh. Gilmanov. R. Karimova, S. Tyulkin, Ja. Kuzmak // Foods and Raw Materials. – 2018. – V. 6. – № 2. – PP. 314–324.

3. Овсянникова, Г.В. Использование мирового генофонда молочного скота в создании сырьевой базы молочной промышленности Черноземья / Г.В. Овсянникова // Вестник международной академии холода. – 2017. – № 1. – С. 7–12.

4. Валитов, Ф.Р. Эффективность использования современных методов маркерной селекции в молочном скотоводстве: дис. д-ра. … с.-х. наук: 06.02.07 / Валитов Фарит Равилович. – Уфа, 2018. – 396 с.

5. Вельматов, А.П. Комплексное влияние генотипов каппа-казеина и бета-лактоглобулина на молочную продуктивность и технологические свойства молока коров красно-пестрой породы в Республике Мордовия / А.П. Вельматов, Н.О. Тельнов, Н.Н. Неяскин // Огарёв-ONLINE. – 2017. – № 1 (90). – С. 9.

6. Тюлькин С.В. Dлияние генотипа коров на их продуктивность и качество молока. Пищевые системы. – 2018. – Т. 1. – № 3. – С. 38–43. DOI: 10.21323/2618-9771-2018-1-3-38-43

7. Шайдуллин, Р.Р. Термоустойчивость молока коров с разными генотипом каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы / Р.Р. Шайдуллин. – Материалы всероссийской научно-практической конференции «Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации в АПК», посвящённой 145-летию Академии. Ученые записки КГАВМ. – Казань, 2018. – С. 203–206.

8. Tyulkin, S.V. Technological properties of milk of cows with different genotypes of kappa-casein and beta-lactoglobulin / S.V. Tyulkin, R.R. Vafin, L.R. Zagidulin, T.M. Akhmetov, A.N. Petrov, F. Diel // Foods and Raw Materials. – 2018. – V. 6. – № 1. – PP. 154–162.

9. Вафин, Р.Р. Оптимизация способов генотипирования крупного рогатого скота по гену каппа-казеина / Р.Р. Вафин, Т.М. Ахметов, Э.Ф. Валиуллина, О.Г. Зарипов, С.В. Тюлькин // Ветеринарная практика. – 2007. – № 2 (37). – С. 54–69.

10. Kaminski, S. Kappa-casein genotyping of Polish Black-and-White × Holstein-Friesian bulls by polymerase chain reaction / S. Kaminski // Genet. Pol. – 1993. – V. 34. – PP. 65–72.

11. Инихов, Г.С. Методы анализа молока и молочных продуктов / Г.С. Инихов, Н.П. Брио. – Москва: Издательство «Пищевая промышленность», 1971. – 422 с.

12. Башаева, Д.В. Термоустойчивость коровьего молока, ее генетическая и паратипическая изменчивость: автореф. дис. …канд. биол. наук: 06.02.07 / Диана Валерьевна Башаева. – Казань, 2010. – 24 с.

13. Тюлькин, С.В. Полиморфизм гена каппа-казеина в стадах крупного рогатого скота Республики Татарстан / С.В. Тюлькин, Т.М. Ахметов, Л.Р. Загидуллин, Е.Н. Рачкова, С.Ф. Шайдуллин, Х.Х. Гильманов // Ученые записки Казанской ГАВМ. 2016. – Т. 225 (1). – С. 148–151.

References

1. Galstyan AG, Petrov AN, Semipyatniy VK. Theoretical backgrounds for enhancement of dry milk dissolution process: mathematical modeling of the system «solid particles-liquid». Foods and Raw Materials. 2016;4(1):102–109. DOI: https://doi.org/10.21179/2308-4057-2016-1-102-109.

2. Donnik IM, Vafin RR, Galstyan AG, Krivonogova AS, Shaeva AV, Gilmanov Kh.Kh., et al. Genetic identification of bovine leukaemia virus. Foods and Raw Materials. 2018;6(2):314–324. DOI: https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2314-324.

3. Ovsyannikova GV. Ispol`zovanie mirovogo genofonda molochnogo skota v sozdanii sy`r`evoj bazy` molochnoj promy`shlennosti Chernozem`ya [Using global gene pool of cattle in the formation of raw materials base for dairy industry of Black Earth region]. Vestnik mezhdunarodnoj akademii holoda [Vestnik of International Academy of Refrigeration]. 2017; 1:7–12. (In Russ.).

4. Valitov FR. Effektivnost’ ispol’zovaniya sovremenny’x metodov markernoj selekcii v molochnom skotovodstve [Efficiency of using modern methods of marker breeding in dairy cattle breeding]. Dr. agricultural sci. diss. Ufa: Bashkir State Agrarian University; 2018. 396 p.

5. Vel’matov AP, Tel’nov NO, Neyaskin NN. Kompleksnoye vliyaniye genotipov kappa-kazeina i beta-laktoglobulina na molochnuyu produktivnost' i tekhnologicheskiye svoystva moloka korov krasno-pestroy porody v Respublike Mordoviya [The complex influence of the genotypes of kappa-casein and beta-lactoglobulin on milk productivity and technological properties of milk of red-motley cows in the Republic of Mordovia]. Ogarev-ONLINE [Ogaryov-ONLINE]. 2017;1 (90):9. (In Russ.).

6. Tyulkin S.V. The effect of cows genotype on their productivity and Milk quality. Food systems. – 2018. – Vol 1. – № 3. – PP. 38–43. (In Russ.) DOI: 10.21323/2618-9771-2018-1-3-38-43

7. Shajdullin RR. Termoustojchivost' moloka korov s razny'm genotipom kappakazeina i diacilglicerol O-aciltransferazy' [Thermostensibility of cow milk with different genotype of kappa-casein and diacilglycerol O-acyltransferase]. Materialy' Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Sovremenny'e nauchny'e issledovaniya: aktual'ny'e voprosy', dostizheniya i innovacii v APK», posvyashhyonnoj 145-letiyu Akademii. [Materials of the all-Russian Scientificpractical Conference "Modern scientific research: topical issues, achievements and innovations in agriculture", dedicated to the 145th anniversary of the Academy]; 2018; Kazan`. Kazan: Kazan SAVM; 2018. PP. 203–206. (In Russ.).

8. Tyulkin SV, Vafin RR, Zagidulin LR, Akhmetov TM, Petrov AN, Diel F. Technological properties of milk of cows with different genotypes of kappa-casein and beta-lactoglobulin. Foods and Raw Materials. 2018;6(1):154–162. DOI: https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-1-154-162.

9. Vafin RR, Axmetov TM, Valiulllina E`F, Zaripov OG, Tyul`kin SV. Optimizaciya sposobov genotipirovaniya krupnogo rogatogo skota po genu kappa kazeina [An optimization of cattle genotyping means by kappa-casein gene]. Veterinarnaya praktika [Veterinary practice]. 2007; 2(37):54–69. (In Russ.).

10. Kaminski S. Kappa-casein genotyping of Polish Black-and-White × Holstein-Friesian bulls by polymerase chain reaction. Genet. Pol. 1993; 34:65–72.

11. Inikhov GS, Brio NP. Metody analiza moloka i molochnykh produktov [Methods of analysis of milk and dairy products] Moscow: Food Industry; 1971.422 p. (In Russ.).

12. Bashayeva D.V. Termoustoychivost' korov'yego moloka, yeye geneticheskaya i paratipicheskaya izmenchivost' [Heat resistance of cow's milk, its genetic and paratypic variability]. Cand. biol. sci. diss. Kazan: Kazan SAVM; 2010.160 p.

13. Tyul`kin SV, Axmetov TM, Zagidullin LR, Rachkova EN, Shajdullin SF, Gil`manov XX. Polimorfizm gena kappa-kazeina v stadax krupnogo rogatogo skota Respubliki Tatarstan [Polymorphism for kappa-casein gene of cattle herds in Tatarstan Republic]. Ucheny`e zapiski Kazanskoj GAVM [Scientific notes Kazan SAVM]. 2016; 225(1): 148–151. (In Russ.).

УДК 543.422.3-76

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗ ПЛОДОВ ВИШНИ МЕТОДОМ ЗОННОГО КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА

Автор: Бирюлин С.И. младший научный сотрудник*
Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (ВНИИТеК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова»);
Россия, Московская область, г. Видное, ул. Школьная, д.78; labtech@vniitek.ru

DETERMINATION HEMICELLULOSIS COMPOSITION OF CHERRY FRUITS BY THE METHOD OF ZONE CAPILLARY ELECTROPHORESIS

Author: Stanislav I. Biruylin Junior Researcher
All-Russian Research Institute of Canning Technology –
Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS
(VNIITeK – Branch of Gorbatov Research Center for Food Systems)
78, Shkolnaya Street, Vidnoe, Moscow region, 142703, Russia; labtech@vniitek.ru

Ключевые слова: *капиллярный электрофорез, полисахариды, гемицеллюлозы, моносахариды, «Капель 105М».*

Keywords: *capillary electrophoresis, polysaccharides, hemicelluloses, monosaccharides, «Capel 105M».*

Аннотация: Одним из основных компонентов клеток всех живых организмов являются углеводы. Состав и строение углеводов определяет их биологические функции. Целью настоящей работы была разработка и апробация методики определения 6 восстанавливающих моносахаридов

в виде альдоз и уроновых кислот, присутствующих в природных гемицеллюлозах. В ходе работы была разработана методика с использованием зонного капиллярного электрофореза с предварительной дериватизацией и детектированием при длине волны 254 нм. В качестве буферного раствора использовали раствор тетрабората натрия с pH = 10,0. Диапазон градуировочной характеристики для каждого моносахарида лежал в пределах от 2,5 до 500 мг/л с наибольшим относительным стандартным отклонением 9,7 % для рибозы. В составе гемицеллюлоз, выделенных из плодов вишни, были обнаружены такие моносахариды как ксилоза, арабиноза, глюкоза в соотношении 19:1:0,88 соответственно. Общее содержание гемицеллюлоз в пересчете на сухое вещество составило 7,46 %. Полученные результаты соотносятся с данными из литературных источников, следовательно, метод зонного капиллярного электрофореза с предварительной дериватизацией целесообразно использовать для определения моносахаридного состава растительных полисахаридов.

Abstract: One of the main components of the cells of all living organisms is carbohydrates. The composition and structure of carbohydrates determines their biological functions. The aim of this work was to develop and test the methodology for determining 6 reducing monosaccharides in the form of aldoses and uronic acids present in natural hemicelluloses. In the course of the work, a technique was developed using zone capillary electrophoresis, with preliminary derivatization and detection at a wavelength of 254 nm. A solution of sodium tetraborate with pH = 10.0 was used as a buffer solution. The range of calibration characteristics for each monosaccharide ranged from 2.5 to 500 mg / L, with the largest relative standard deviation of 9.7 % for ribose. Monosaccharides such as xylose, arabinose, glucose, in a ratio of 19: 1: 0.88, respectively, were found in the composition of hemicelluloses isolated from cherry fruits. The total content of hemicelluloses in terms of dry matter was 7.46 %. The results obtained are correlated with data from literature; therefore, it is advisable to use the method of zone capillary electrophoresis with preliminary derivatization to determine the monosaccharide composition of plant polysaccharides.

Введение. Углеводы являются одним из основных компонентов клеток и тканей всех живых организмов [1]. Они являются важными составляющими клеточных стенок растений, а также внеклеточного матрикса тканей животных и человека. Такие углеводы как сахароза, глюкоза и фруктоза необходимы для протекания основных биохимических процессов. Основной структурной единицей углеводов и их производных являются моносахариды [2]. Полисахариды подразделяют на гомополисахариды (состоящие из одного мономера) и гетерополисахариды (состоящие из разных полисахаридов); которые могут быть линейными (например, целлюлоза и амилоза) или разветвленными в разной степени (например, амилопектин, гликоген и гуаран) [3].

Наиболее распространёнными группами растительных полисахаридов являются: крахмалы, целлюлозы, фруктаны, гемицеллюлозы, пектиновые вещества и каррагинаны. Тип моносахаридной композиции определяет биологические функции полисахаридов для организма [4]. Исследования химической структуры и биоактивности природных олигосахаридов и их сложных эфиров были рассмотрены группой авторов [4]. Однако в настоящее время в литературе отсутствуют данные о взаимосвязи между структурой молекулы углевода и ее биологической функцией. Для анализа состава полисахаридов используют атомную электронную микроскопию (АЭС) и высокоэффективную жидкостную хромотографию (ВЭЖХ). Недостаток метода АЭС заключается в сложности процедуры подготовки образца. Недостаток ВЭЖХ метода – высокая себестоимость единичного анализа. Целью данной работы стала разработка и апробация методики определения состава гемицеллюлоз с помощью зонного капиллярного электрофореза. Данный метод является относительно дешевым для единичного анализа, так как не требует большого расхода реактивов. Также возможно применение данного метода для определения состава таких групп как пектиновые вещества, растворимые полисахариды и свободные сахара, содержащиеся в плодоовощной продукции.

Анализ содержания углеводов в растительных объектах состоит из двух этапов:

– извлечение углеводов из матрицы растительного сырья

– подбор условий для идентификации компонентов.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования были плоды вишни урожая 2019 года, место произрастания –Московская область.

В настоящей работе использовались следующие реактивы: гидроксид калия по ГОСТ 24363-80, гидроксид натрия по ГОСТ 4328-77, соляная кислота по ГОСТ 3118-77, серная кислота по ГОСТ 4204-77, тетраборат натрия по ГОСТ 4199-76, гидроокись бария 8-водная по ГОСТ 4107-78, 1-Фенил-3-метил-5-пиразолон (PMP), D-(+)-Ксилоза, L-(+)-Арабиноза, D-(+)-Галактуроновая кислота, D-(−)-Рибоза, L-Рамноза моногидрат, D-(+)-Маноза, D-(+)-Глюкоза.

Использованное оборудование: система капиллярного электрофореза «Капель 105М» с кварцевым капилляром (внутренний диаметр 50 мкм, эффективная длина 65 см, общая длина 75 см), лабораторный pH-метр HANNA модель pH 211, водяная баня (точность установки температуры 0,1°С), центрифуга Eppendorf miniSpin.

Для приготовления градуировочных растворов вначале готовили растворы сахаров концентрацией 3000 мг/л в мерных колбах на 10 см^3. Навеска рамнозы составляла 32,7 мг, для остальных сахаров – 30 мг, навеску растворяли в 5 см^3 дистиллированной воды, доводили до метки дистиллированной водой. Растворы хранили в холодильнике. Градуировочный раствор №1 готовили в виале путем смешивания равных объемов каждого стандартного раствора, последующие градуировочные растворы готовили методом последовательного разбавления. Концентрации градуировочных растворов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Концентрация компонентов в градуировочных растворах

Компонент	Массовая концентрация компонентов в градуировочном растворе, мг/л				
	Раствор №1	Раствор №2	Раствор №3	Раствор №4	Раствор №5
Ксилоза	500	100	20	5	2,5
Арабиноза	500	100	20	5	2,5
Глюкоза	500	100	20	5	2,5
Рибоза	500	100	20	5	2,5
Рамноза	500	100	20	5	2,5
Галактуроновая кислота	500	100	20	5	2,5

Результаты исследований. Автором была разработана методика определения моносахаридного состава при помощи зонного капиллярного электрофореза, которая включала следующие этапы:

- предварительная подготовка растительного сырья;
- гидролиз раствора гемицеллюлоз;
- дериватизация;
- проведение анализа при помощи зонного капиллярного электрофореза.

Предварительная подготовка растительного сырья включала в себя выделение гемицеллюлоз, которое происходило по следующей схеме.

1) Выделение свободных углеводов. Навеску сырья массой 2,0 г измельчали, помещали в коническую колбу объемом 200 см^3, приливали 70,0 см^3 80 % этанола, соединяли с обратным холодильником, после чего колбу помещали в водяную баню при температуре 100 °С на 1 час. Раствор фильтровали через обеззоленный фильтр «синяя лента» по ТУ 6-09-1678-95.

2) Выделение водорастворимых полисахаридов. Полученный фильтрат количественно переносили в колбу вместимостью 200 см^3. Затем дважды проводили экстракцию водой объемом 100 см^3 при температуре 100 °С в течение 1 часа. После экстракции раствор фильтровали через фильтр «синяя лента».

3) Выделение пектиновых веществ. Так как пектиновые вещества растворимы при pH < 7, для их извлечения применяли раствор органических кислот. Остаток сырья после водной экстракции обрабатывали смесью 0,5 %-ных растворов щавелевой кислоты и оксалата аммония (1:1, 2 х 80 см^3, 100°С, 1,5 часа).

4) Извлечение гемицеллюлоз. Извлечение гемицеллюлоз проводили путем щелочной обработки 5,0 % раствором КОН. Экстракцию при комнатной температуре в течение 8 часов проводили дважды, сливая экстрагент в мерную колбу объемом 200 см^3. Объем использованной щелочи составил 80 см^3 для каждой экстракции. Объем в колбе доводили до метки 5,0 % раствором КОН.

После выделения гемицеллюлоз проводили их гидролиз, для которого в качестве окислительного агента использовали 7,0 %-ый раствор H_2SO_4. В виалу вносили 5,0 см^3 щелочного раствора гемицеллюлоз и 6 см^3 раствора H_2SO_4. Виалу закрыли крышкой, поместили в термостат и выдерживали при температуре 95 °С в течение 5 часов. После гидролиза раствор охлаждали до комнатной температуры, приливали 2 капли индикатора метилового красного и нейтрализовали 40 % раствором $Ba(OH)_2$. Цель данной процедуры – снизить электропроводность раствора. Для дальнейшего анализа использовали надосадочную жидкость.

Затем проводили дериватизацию, для чего в виалу типа Эппиндорф объемом 2 см^3 помещали 0,2 см^3 раствора (подготовленной раствор гемицеллюлоз или градуировочный раствор), добавляли 0,1 см^3 0,5М раствора 1-Фенил-3-метил-5-пиразолон в метаноле и 0,1 см^3 0,3М раствора NaOH. Виалу закрывали и помещали в водяную баню, нагретую до 70 °С, на 30 минут. Затем виалы охлаждали до комнатной температуры, приливали 0,1 см^3 0,3 М раствора HCl и 1 см^3 хлороформа. Далее виалы центрифугировали в течение 3 минут при 11000 об/мин. Для анализа использовали верхний водный слой.

Условия проведения зонного капиллярного электрофореза.

Промывку капилляра в начале рабочего дня проводили по следующей схеме:

1) 2 минуты деионизированной водой;
2) 10 минут 0,5М раствором NaOH;
3) 2 минуты деионизированной водой;
4) 10 минут буферным раствором (40 мМ раствор тетрабората натрия доведённый NaOH (1М) до pH 10,0);
5) 2 минуты деионизированной водой.

Перед анализом капилляр промывали в течение 3 минут свежей порцией буферного раствора.

Условия анализа:

1) Ввод пробы проводили гидродинамическим давлением 60 мбар в течение 5 секунд;
2) Разделение проводили при напряжение +24 kV и температуре 25 °С;
3) Детектирование проводили при длине волны 254 нм;

Промывку капилляра после анализа проводили следующим образом:

1) 30 секунд деионизированной водой;
2) 30 секунд 1М раствором HCl;
3) 90 секунд деионизированной водой.

Измерения по каждой градуировочой точке проводили в трех повторностях, построение градуировочной характеристики проводили при помощи ПО «Эльфоран», результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Уравнения градуировочной характеристики

Название компонента	Диапазон линейности, мг/л	Уравнение зависимости концентрации (y) от площади пика (x)	Коэффициент корреляции,	Максимальное отклонение, %
Ксилоза	2,5–500	y = 0,1471*x	0,999	5,9%
Арабиноза		y = 0,1407*x		5,3%
Глюкоза		y = 0,3149*x		6,6%
Рибоза		y = 0,1366*x		9,7%
Рамноза		y = 0,1828*x		7,8%
Галактуроновая кислота		y = 0,1467*x		5,9%

Анализ плодов проводили в трех параллелях. Каждый образец анализировали три раза, результаты измерений приведены в таблице 3. С1, С2, С3 – экспериментально установленные концентрации моносахаридов в анализируемых растворах.

Результаты, полученные по разработанной методике, соответствуют литературным данным [5, 6]. Таким образом, разработанная методика применима для анализа моносахаридного состава гемицеллюлоз. Содержание ксилозы превышает содержание остальных компонентов. По сумме всех моно-компонентов суммарное содержание гемицеллюлоз в плодах вишни составило 63,43 мг на 1 г сырья, влажность сырья при этом составила 15 %. В пересчете на сухую массу плодов содержание гемицеллюлоз составило 7,46 %.

Таблица 3 – Результаты анализа

Компонент	С1, мг/л	С2, мг/л	С3, мг/л	Среднее значение, мг/л	Среднее квадратическое отклонение, мг/л
Ксилоза	222	290,5	274,6	262,3667	35,85113
Арабиноза	13,74	14,4	13,2	13,78	0,600999
Глюкоза	10,6	13,06	12,92	12,19333	1,381642

Выводы:

1. Разработана и апробирована методика определения моносахаридного состава полисахаридов в плодоовощной продукции с применением зонного капиллярного электрофореза.
2. Метод применим для определения моносахаридного состава гемицеллюлоз в плодоовощной продукции.
3. В ходе дальнейшей работы планируется расширить перечень определяемых компонентов, а именно: получение градуировочных характеристик таких моносахаридов как манноза, галактоза и глюкуроновая кислота, которые также могут входить в состав гемицеллюлоз.

Список использованных источников

1. Eliasson, A.-C. Carbohydrates in Food. Third edition. Boca Raton, – USA? CRC Press/Taylor and Francis – 2017. – P. 322
2. Shallenberger, R.S. Sugar Chemistry / Birch, G.G., – Westport, AVI Publishing, CT, 1975. – P. 221
3. Chen Y, Polysaccharides from traditional Chinese medicines: extraction, purification, modification, and biological activity / Yao F, Ming K, Wang D // Molecules, – GB: RSC Advances 2016, 21(12), 1705. DOI: 10.3390/molecules21121705
4. Shi L. Bioactivities, isolation and purification methods of polysaccharides from natural products: a review // International Journal Biology Macromolecules, Elsevier, 2016, Vol. 92, pp.37–48.
5. Fabienne Guillon, Remodeling of pectin and hemicelluloses in tomato pericarp during fruit growth / Plant Science, Elsevier, 2017, Vol 257, pp. 48–62 DOI: https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2017.01.008
6. Safia Syazana Mohtar, An ionic liquid treatment and fractionation of cellulose, hemicellulose and lignin from oil palm empty fruit bunch // Carbohydrate Polymers, Elsevier Vol. 166, 2017, pp. 291–299

References

1. Eliasson, A.-C. Carbohydrates in Food. Third edition. Boca Raton, – USA? CRC Press/Taylor and Francis – 2017. – P. 322
2. Shallenberger, R.S. Sugar Chemistry / Birch, G.G. – Westport, AVI Publishing, CT, 1975. – P. 221
3. Chen Y, Polysaccharides from traditional Chinese medicines: extraction, purification, modification, and biological activity / Yao F, Ming K, Wang D // Molecules – GB: RSC Advances 2016, 21(12), 1705. DOI: 10.3390/molecules21121705
4. Shi L. Bioactivities, isolation and purification methods of polysaccharides from natural products: a review // International Journal Biology Macromolecules, Elsevier, 2016, Vol. 92, pp. 37–48.
5. Fabienne Guillon, Remodeling of pectin and hemicelluloses in tomato pericarp during fruit growth / Plant Science, Elsevier, 2017, Vol 257, pp. 48–62 DOI: https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2017.01.008
6. Safia Syazana Mohtar, An ionic liquid treatment and fractionation of cellulose, hemicellulose and lignin from oil palm empty fruit bunch // Carbohydrate Polymers, Elsevier Vol. 166, 2017, pp. 291–299

УДК 666.59

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МУКИ И ПИЩЕВОЙ ДОБАВКИ ИЗ ЗЕРЕН ГОРОХА

Автор: Ветошкина О.А.
Научный руководитель: Василенко З.В. – д.т.н., профессор
Могилевский государственный университет продовольствия,
Республика Беларусь, г. Могилев, e-mail:olga.homichuk@mail.ru

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF FLOUR AND FOOD SUPPLEMENT MADE FROM PEA GRAIN TECHNOLOGICAL PROPERTIES

Author: Olga A. Vetoshkina
Scientific adviser: Zoja V. Vasilenko. –Doctor of Technical Sciences, Professor
Mogilev State University of Food Technologies,
Republic of Belarus, Mogilev, e-mail:olga.homichuk@mail.ru

Ключевые слова: зерна гороха, пищевая добавка, водоудерживающая способность, жироудерживающая способность, водосвязывающая способность, эмульгирующая способность.

Keywords: pea grains, food supplement, water-holding ability, fat-holding ability, water-binding ability, emulsifying ability**.**

Аннотация: Исследованы основные технологические свойства муки из зерен гороха сорта «Фараон» и пищевой добавки из зерен гороха сорта «Фараон», разработанной на кафедре технологии продукции общественного питания и мясопродуктов. Установлено, что по органолептическим показателям качества исследуемые образцы значительно отличаются друг от друга. Показано, что водосвязывающая способность пищевой добавки из зерен гороха сорта «Фараон» в 1,8 раза выше, чем у муки из зерен гороха сорта «Фараон». Установлено влияние солевых растворов, продолжительности и температуры гидратации на водоудерживающую способность муки из зерен гороха сорта «Фараон» и пищевой добавки из зерен гороха сорта «Фараон».

Abstract: The basic technological properties of flour made from « Pharaoh » variety pea grain supplement made from « Pharaoh » variety pea grains, developed at the department of technology for the production of catering and meat products, were investigated. It was found that according to organoleptic quality indicators the studied samples differ from each other significantly. It was shown that the water-binding ability of a food supplement made from «Pharaoh» variety peas is 1,8 times higher than that of flour pea of the «Pharaoh» variety. The influence of salt solutions, the duration and hydration temperature on the water-holding capacity of flour made from peas of the «Pharaoh» variety peas and food supplement made from «Pharaoh» variety pea grains have been established.

Введение. В современном обществе мясные изделия благодаря исключительным свойствам стали одними из самых востребованных продуктов. Среди технологически обработанных мясных изделий колбаса – наиболее значительный вид продукта, производство которого постоянно увеличивается.

В дополнение к производству серии традиционных продуктов мясная промышленность стремится наиболее полно реализовать запросы растущего активного стиля жизни людей, которые хотят, чтобы мясные продукты имели сбалансированный уровень питательных веществ, жира, холестерина и натрия, а также набор альтернативных белков. Кроме того она занимается и производством немясных изделий, т.е. таким образом уделяет особое внимание потребителям, которые хотят сделать свой выбор в пользу здоровых продуктов растительного происхождения.

Использование природного растительного сырья в производстве продуктов питания – один из возможных путей решения этой проблемы.

В связи с вышеизложенным актуальным направлением исследований является разработка рецептур и совершенствование технологии мясорастительных вареных колбас с применением

добавок растительного происхождения, обладающих высокими технологическими и физиологическими свойствами.

Поэтому на кафедре «Технология продукции общественного питания и мясопродуктов» была разработана технология производства пищевой добавки из зерен гороха.

Цель данной работы – сравнить технологические свойства муки из зерен гороха сорта «Фараон» и разработанной пищевой добавки из зерен гороха сорта «Фараон».

Объекты и методы исследования. Объектами исследований являются:

– мука из зерен гороха сорта «Фараон»;

– пищевая добавка из зерен гороха сорта «Фараон».

Исследование технологических свойств муки из зерен гороха и пищевой добавки из зерен гороха проводили по стандартным и общепринятым методикам. Для определения водоудерживающей способности муку из зерен гороха и пищевую добавку из зерен гороха гидратировали водой t=20 °С и t=70 °С и выдерживали от 15 до 60 минут, термостатировали при t=74–76 °С 15 минут. Затем охлаждали холодной водой до комнатной температуры и центрифугировали при 1500 об/мин в течение 15 минут. После центрифугирования определяли количество надосадочной жидкости. Гидратацию проводили в дистиллированной воде, в 2,5 %-ном растворе хлорида натрия и в 5 %-ном растворе хлорида натрия, которые используются на производстве [2].

Результаты исследований и их обсуждение. В работе были исследованы органолептические и технологические свойства муки из зерен гороха сорта «Фараон», полученной размолом зерен гороха сорта «Фараон», предварительно тщательно очищенных и обрушенных, с последующим просеиванием через сито с диаметром отверстий 0,4 мм, и разработанной пищевой добавки из зерен гороха сорта «Фараон».

Результаты исследований представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Органолептические свойства муки из зерен гороха сорта «Фараон» и пищевой добавки из зерен гороха сорта «Фараон»

Наименование показателя (характеристика)	Мука из зерен гороха сорта «Фараон»	Пищевая добавка из зерен гороха сорта «Фараон»
Внешний вид	Мелкий, сыпучий порошок	Мелкий, сыпучий порошок
Цвет	Светло-желтый	Светло-желтый
Запах и вкус	Свойственный гороховым продуктам, без постороннего запаха и привкуса	Нейтральный. Отсутствует запах и вкус свойственный гороховым продуктам

Из данных, представленных в таблице 1, видно, что по внешнему виду и цвету образцы не отличаются между собой. Однако разработанная пищевая добавка из зерен гороха не обладает запахом и вкусом, свойственным гороху и продуктам из него.

Таблица 2 – Технологические свойства муки из зерен гороха сорта «Фараон» и пищевой добавки из зерен гороха сорта «Фараон»

Наименование показателя (характеристика)	Мука из зерен гороха сорта «Фараон»	Пищевая добавка из зерен гороха сорта «Фараон»
Эмульгирующая способность, %	58,4	56,8
Стабильность эмульсии, %	64	58
Жироудерживающая способность (ЖУС), %	45,9	82
Влагосвязывающая способность (ВСС), г/1 г	1,62	2,85

Из данных, представленных в таблице 2, видно, что эмульгирующая способность и стабильность эмульсии муки из зерен гороха сорта «Фараон» выше на 1,6 и 6 % соответственно по сравнению с пищевой добавкой из зерен гороха. Жироудерживающая способность муки из зерен гороха сорта «Фараон» ниже на 36,1 %, чем пищевой добавки из зерен гороха. Водосвязывающая способность (далее ВСС) пищевой добавки из зерен гороха приблизительно в 1,8 раза выше, чем

у муки из зерен гороха сорта «Фараон», что связано с тем, что при производстве пищевой добавки зерна гороха подвергаются дополнительной обработке, в результате которой происходит модификация веществ, входящих в его состав.

Одной из важнейших характеристик гороховой муки, используемой в производстве в качестве пищевой добавки, является водоудерживающая способность (далее ВУС), которая зависит от различных технологических факторов: степени измельчения, способа подготовки, температуры и pH среды. Поэтому, учитывая требования технологического процесса, считали целесообразным исследовать влияние продолжительности и температуры гидратации на ВУС муки из зерен гороха и пищевой добавки из зерен гороха, а также влияние солевых растворов на данный показатель [2].

Динамика изменения водоудерживающей способности исследуемых образцов в дистиллированной воде и в растворах хлорида натрия в зависимости от продолжительности гидратации и температуры приведены на рисунках 1–4.

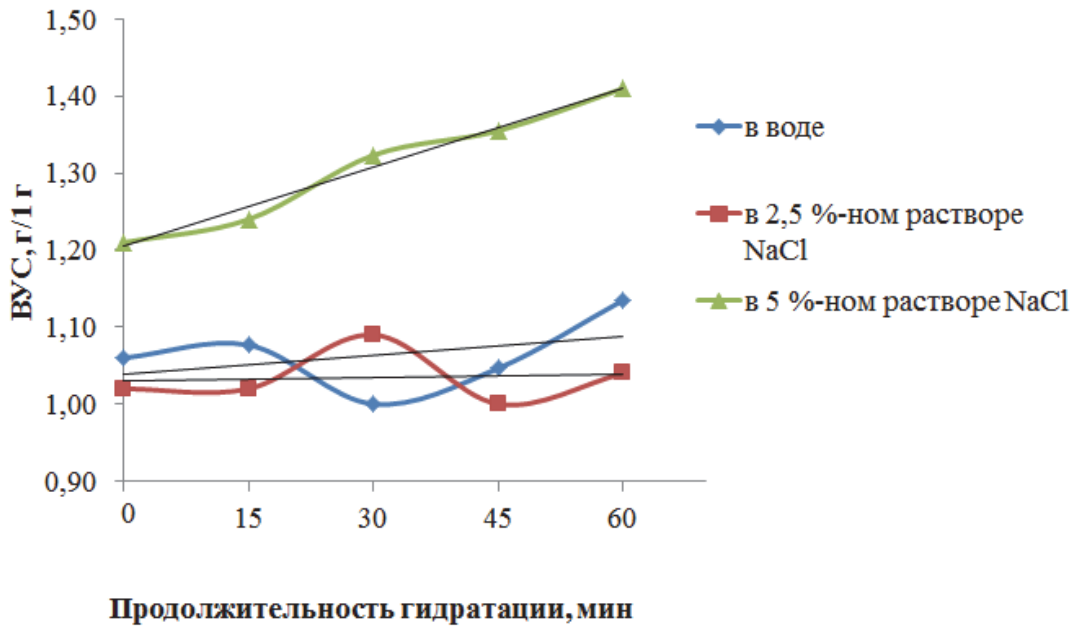


Рисунок 1 – Зависимость водоудерживающей способности муки из зерен гороха сорта «Фараон» от продолжительности гидратации при t=20±2 °С

Из данных, представленных на рисунке 1, видно, что при t=20±2 °С наибольшей ВУС обладает мука, полученная из зерен гороха сорта «Фараон», прогидратированная в 5 %-ном растворе хлорида натрия. Причем максимального своего значения она достигает после 60 минут предварительной гидратации. Вероятно, это можно объяснить тем, что из-за действия солевого раствора на солерастворимые белки и увеличения времени гидратации повышается количество активных центров, которые способны удерживать воду. В течение часа показатель ВУС увеличился с 1,21 г/1 г до 1,41 г/1 г. ВУС в воде и 2,5 %-ном растворе хлорида натрия изменяется со временем скачкообразно. Максимальное свое значение 1,14 г/1 г в дистиллированной воде она также достигает при предварительной гидратации в течение 60 минут. Причем разница между показателями ВУС в дистиллированной воде и 2,5 %-ном растворе хлорида натрия незначительна [2].

Из данных, представленных на рисунке 2, видно, что ВУС муки из зерен гороха сорта «Фараон», гидратированной как в солевых растворах, так и в дистиллированной воде при t=70±2°С, показывает свой максимум без предварительной выдержки для гидратации. А далее по мере увеличения продолжительности гидратации от 0 до 60 минут она снижается [2].

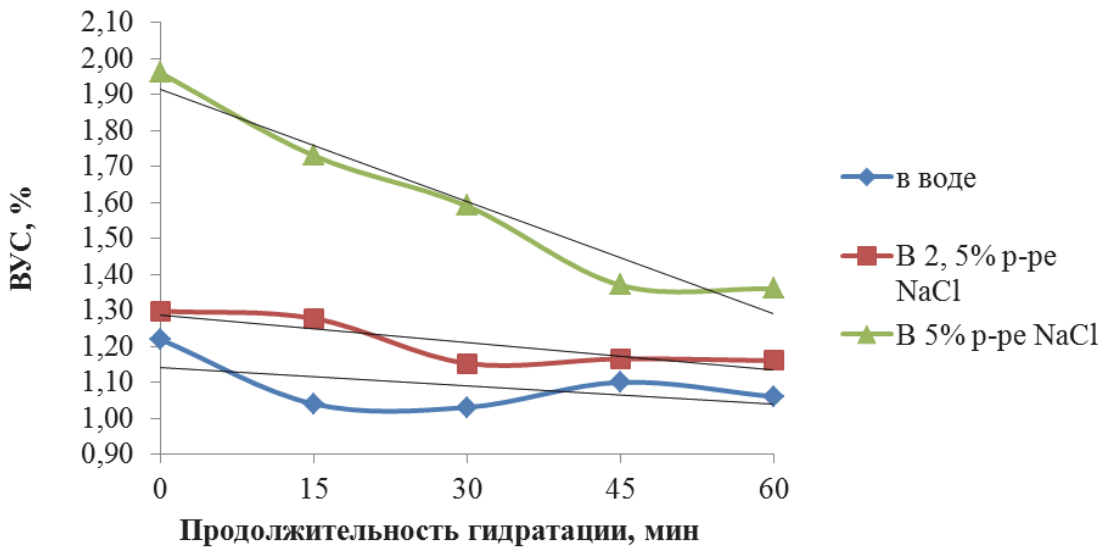


Рисунок 2 – Зависимость водоудерживающей способности муки из зерен гороха сорта «Фараон» от продолжительности гидратации при t=70±2 °С

Из данных, представленных на рисунке 3, видно, что при t=20±2 °С наибольшей ВУС обладает пищевая добавка из зерен гороха сорта «Фараон», прогидратированная в дистиллированной воде. Причем максимального своего значения она достигает без предварительной гидратации. В течение часа показатель ВУС снизился с 3,06 г/1 г до 2,64 г/1 г. ВУС в 2,5 %-ном и 5 %-ном растворе хлорида натрия изменяется со временем скачкообразно. Максимальное свое значение 2,36 г/1 г в 5 %-ном растворе хлорида натрия она также достигает без предварительной гидратации. Причем разница между показателями ВУС в 2,5 %-ном и 5 %-ном растворе хлорида натрия незначительна.

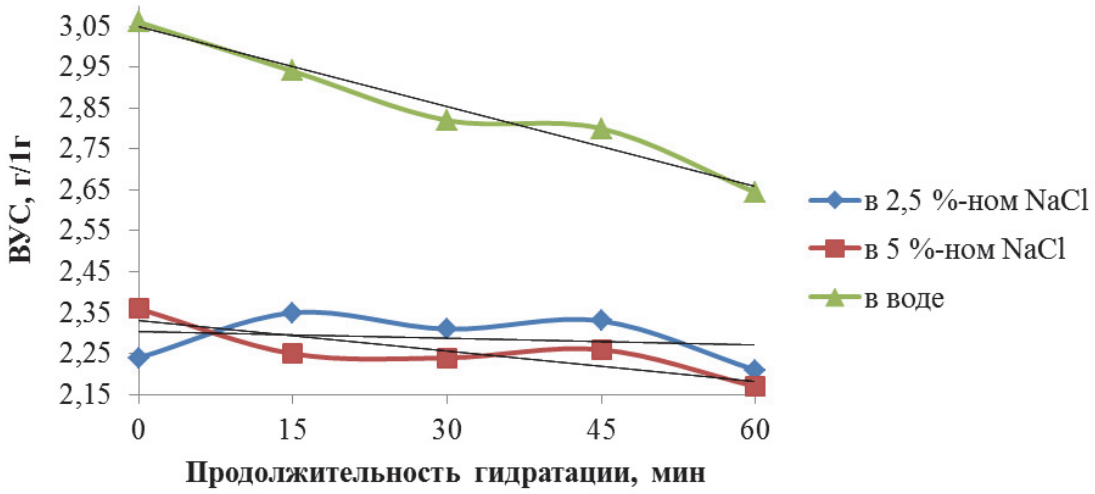


Рисунок 3 – Зависимость водоудерживающей способности пищевой добавки из зерен гороха сорта «Фараон» от продолжительности гидратации при t=20±2 °С

Из данных, представленных на рисунке 4, видно, что ВУС пищевой добавки из зерен гороха сорта «Фараон», гидратированной как в солевых растворах, так и в дистиллированной воде при t=70±2 °С, показывает свой максимум без предварительной выдержки для гидратации. А далее по мере увеличения продолжительности гидратации от 0 до 60 минут она снижается. Причем при t=70±2°С максимальной ВУС обладает пищевая добавка из зерен гороха, прогидратированная в 5 %-ном растворе хлорида натрия – 2,95 г/1 г. При этом, ВУС пищевой

добавки из зерен гороха, прогидратированной в дистиллированной воде, отличается незначительно – ниже на 0,6 г / 1 г.

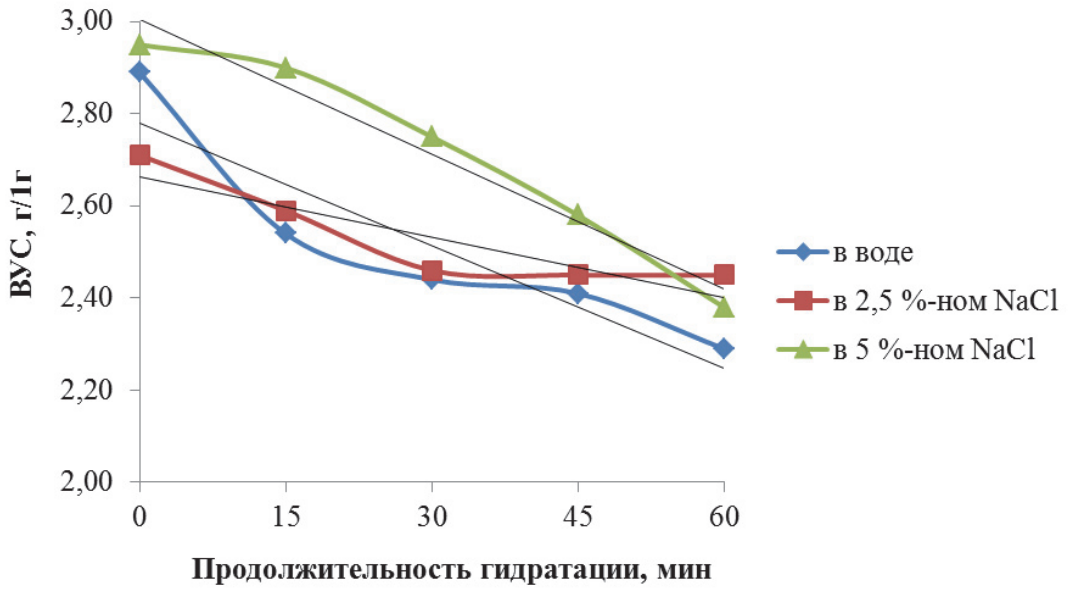


Рисунок 4 – Зависимость водоудерживающей способности пищевой добавки из зерен гороха сорта «Фараон» от продолжительности гидратации при t=70±2 °С

Выводы:

Результаты сравнительной характеристики технологических свойств муки из зерен гороха сорта «Фараон» и пищевой добавки из зерен гороха сорта «Фараон» позволяют заключить следующее: эмульгирующая способность и стабильность эмульсии муки из зерен гороха несколько выше, чем пищевой добавки из зерен гороха. Жироудерживающая и водосвязывающая способности пищевой добавки из зерен гороха превосходит данный показатель у муки из зерен гороха в 1,8 раза. Водоудерживающая способность пищевой добавки из зерен гороха сорта «Фараон» в 2,5–3,0 раза выше, чем у муки из зерен гороха сорта «Фараон» за счет модификации, происходящей при тепловой обработке.

Таким образом, на основании сравнительной характеристики показателей качества можно сделать вывод, что разработанная пищевая добавка из зерен гороха может быть рекомендована для производства мясо-растительных продуктов, так как она имеет более высокие технологические свойства и не обладает специфическим вкусом и ароматом бобовых.

Список использованных источников

1. Гурова Н.В. Методы определения функциональных свойств соевых белковых препаратов / Н.В. Гурова, И.А. Попелло, В.В. Сучков // Мясная индустрия, 2001. – №9. – С.30–32.

2. Василенко, З.В. Сравнительная характеристика функционально-технологических свойств гороховой муки марки «РЕАТЕХ» и муки из зерен гороха сорта «Фараон» / З.В. Василенко, П.А. Ромашихин, О.А. Ветошкина // Вестник МГУП. – 2016. – №1 (20). – С.46–51.

References

1. Gurova N.V. Metody opredeleniya funktsional'nykh svoystv soyevykh belkovykh preparatov / N.V. Gurova, I.A. Popello, V.V. Suchkov // Myasnaya industriya, 2001. – №9. – S.30–32.

2. Vasilenko, Z.V. Sravnitel'naya kharakteristika funktsional'no-tekhnologicheskikh svoystv gorokhovoy muki marki «REATEKH» i muki iz zeren gorokha sorta «Faraon» / Z.V. Vasilenko, P.A. Romashikhin, O.A. Vetoshkina // Vestnik MGUP. – 2016. – №1 (20). – S.46–51.

УДК 637.345

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНЦЕНТРИРОВАННОГО МОЛОЧНОГО ПРОДУКТА С САХАРОМ НА ОСНОВЕ КОНЦЕНТРАТА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ

Авторы: Виноградова Ю.В. – к.т.н., доцент, аспирант Музыкантова А.В.
Научный руководитель: Гнездилова А.И. – д.т.н., профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина, Вологда, vinogradova_vgmha@mail.ru

PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF CONCENTRATED MILK PRODUCT WITH SUGAR BASED ON WHEY PROTEIN CONCENTRATE

Author: Yuliya V. Vinogradova – candidate of technical sciences, associate professor, graduate student Anna V. Muzykantova
Scientific adviser: Anna I. Gnezdilova – Doctor of Technical Sciences, Professor
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin, Vologda, e-mail: vinogradova_vgmha@mail.ru

***Ключевые слова*:** концентрированный молочный продукт; концентрат сывороточных белков, физико-химические показатели; органолептические, биологическая ценность.

Keywords: concentrated dairy product; whey protein concentrate, physicochemical parameters; organoleptic, biological value

Аннотация: Целью данной работы является оценка физико-химических показателей качества и биологической ценности концентрированного молочного продукта с сахаром, в котором 10 % сухого обезжиренного молока заменялось на концентрат сывороточных белков. Выработанные образцы продукта хранились в течение 14 месяцев и периодически анализировались. В них были определены физико-химические и органолептические показатели качества. Для оценки хранимоустойчивости продуктов измерялась активность воды. Во всех образцах продукта этот показатель несколько ниже, чем пределы допустимых для сгущенного молока с сахаром значений (0,80–0,85) и составляет 0,78–0,79 ед. В результате установлено, что разработанный продукт в целом соответствует требованиям нормативной документации на традиционное сгущенное молоко с сахаром, а по биологической ценности превосходит его, так как коэффициент сбалансированности аминокислотного состава в рабочем образце на 15 % выше, чем в контрольном. Таким образом, концентрат сывороточных белков сухой рекомендуется в производстве консервированных молочных продуктов с сахаром для повышения их биологической ценности.

***Abstract*:**The aim of this work is to assess the physicochemical quality indicators and biological value of a concentrated dairy product with sugar, in which 10 % of skimmed milk powder was replaced with a whey protein concentrate. The developed product samples were stored for 14 months and periodically analyzed. They identified physicochemical and organoleptic quality indicators. To assess the shelf life of the products, water activity was measured. In all product samples, this indicator is slightly lower than the acceptable values for condensed milk with sugar (0.80–0.85) and is 0.78–0.79 units. As a result, it was established that the developed product as a whole meets the requirements of regulatory documentation for traditional condensed milk with sugar, and surpasses it in biological value, since the amino acid composition balance coefficient in the working sample is 15 % higher than in the control. Thus, whey protein concentrate dry is recommended in the production of canned dairy products with sugar to increase their biological value.

Введение. В настоящее время известно использование источников растительного происхождения для повышения биологической ценности молочных продуктов [1–3]. Сывороточные белки по содержанию практически всех аминокислот превосходят стандартный белок («идеальный» белок) и поэтому целесообразным является их использование для повышения биологической ценности разрабатываемых молочных продуктов. В настоящее время доказано, что

сывороточные белки являются природными антиоксидантами, повышающими защитные функции организма, снижающими риск сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Как было установлено в работе [4], антиоксидантная активность ультрафильтрационных концентратов выше, чем исходной сыворотки. Поэтому в данной работе для повышения биологической ценности концентрированного молочного продукта (КМП) с сахаром был использован сухой концентрат сывороточных белков (КСБ) [5, 6].

Целью данной работы является оценка физико-химических показателей качества и биологической ценности КМП с сахаром, разработанного на основе сухого концентрата сывороточных белков.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования явился концентрированный молочный продукт с сахаром с 10 % долей замены сухого обезжиренного молока (СОМ) сухим КСБ-80, выработанный согласно технологии и рецептуре, приведенной в работах [6, 7].

В выработанных образцах были определены физико-химические показатели качества: массовая доля влаги, средний линейный размер кристаллов лактозы, активная кислотность (pH), вязкость, активность воды, а также органолептические показатели. Массовая доля влаги измерялась рефрактометрически; вязкость – вискозиметром Гепплера; линейный размер кристаллов лактозы – с помощью микроскопа BIOLAR; активная кислотность – pH-метром, активность воды – с помощью гигрометра Rotronic HygroPalm.

Результаты исследований. Физико-химические показатели качества разработанного продукта в сравнении с контрольным образцом (без добавки КСБ) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели качества концентрированного молочного продукта с сахаром 8,5 %-ной жирности в процессе хранения

Образец продукта	Продол-жительность хранения, месяц	Показатель				
		Массовая доля влаги, % (±0,1)	Средний линейный размер кристаллов лактозы, мкм(±0,11)	pH, ед. (±0,05)	Вязкость, Па·с	Активность воды, ед. (±0,009)
Контрольный	0	26,5	4,45	5,92	3,40±0,06	0,804
	3	26,5	4,93	5,95	4,16±0,06	0,804
	6	26,5	5,49	5,96	7,14±0,09	0,804
	14	26,5	6,45	5,96	9,20±0,16	0,805
КМП, 10 % замены СОМ на КСБ	0	26,5	4,49	5,97	3,10±0,06	0,788
	3	26,5	4,80	6,01	4,12±0,11	0,785
	6	26,5	5,46	5,99	7,21±0,16	0,789
	14	26,5	6,34	6,02	9,81±0,28	0,791

Как следует из таблицы 1, массовая доля сухих веществ соответствует требованиям нормативной документации [8]. В процессе хранения наблюдается изменение активной кислотности в пределах погрешности измерений как в рабочих, так и в контрольном образцах. В целом значение pH находится в допустимом диапазоне значений для данных продуктов.

Вязкость и средний линейный размер кристаллов лактозы как рабочего, так и контрольного образцов в процессе хранения повышаются, но находятся в пределах, регулируемых ГОСТ на традиционное сгущенное молоко с сахаром [8].

Для оценки хранимоустойчивости продуктов измерялась активность воды. Во всех образцах продукта этот показатель несколько ниже, чем пределы допустимых для сгущенного молока с сахаром значений (0,80–0,85) и составляет 0,79–0,80 ед. Полученные результаты свидетельствовали о достаточно высокой хранимоустойчивости разработанного продукта.

Органолептические показатели качества продуктов соответствовали требованиям ГОСТ 31688-2012 [8]. Микробиологический анализ показал, что продукты соответствуют требованиям [9] и содержат КМАФАнМ $2 \cdot 10^2$ КОЕ/см^3; БГКП и *S. Aureus* в 1 г продукта, патогенные, в том числе сальмонеллы и *L. Monocytogenes* в 25 г продукта отсутствуют.

Аминокислотный скор молочного концентрированного продукта с сахаром, выработанного на основе сухого концентрата сывороточных белков, в сравнении с контрольным образцом представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Аминокислотный скор концентрированного молочного продукта с сахаром 8,5 %-ной жирности

Аминокислота	Контроль	КМП с заменой 10 %СОМ на КСБ
Лизин	136,4	144,9
Изолейцин	145,1	147,6
Валин	125,8	125,0
Треонин	105,6	112,8
Лейцин	67,1	84,7
Фенилаланин + тирозин	122,7	120,4
Метионин + цистин	83,3	101,6
Триптофан	132,0	168,0

Как следует из таблицы 2, лимитирующей аминокислотой и в контрольном образце, и в разработанном продукте является лейцин.

На основании полученных данных были рассчитаны показатели биологической ценности по методике [10, 11] (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели биологической ценности КМП с сахаром

Наименование показателя	Обозначение показателя	КМП с сахаром (контроль)	КМП с заменой 10 %СОМ на КСБ
Коэффициент сбалансированности аминокислотного состава	КСАС	0,602	0,709
Коэффициент разбалансированности аминокислотного состава	КРАС	0,398	0,291
Индекс незаменимых аминокислот	ИНАК	1,11	1,23

Выводы:

1. Введение концентрата сывороточных белков в КМП с сахаром при замене 10 % СОМ на КСБ позволяет повысить коэффициент сбалансированности аминокислотного состава продукта на 15 %.

2. По физико-химическим показателям качества продукт соответствуют требованиям ГОСТ 31688-2012.

3. Концентрат сывороточных белков сухой рекомендуется в производстве консервированных молочных продуктов с сахаром для повышения их биологической ценности.

Список использованных источников

1. Голубева Л.В. Молокосодержащий продукт, обогащенный ореховым наполнителем / Голубева Л.В., Долматова О.И., Губанова А.А., Чугуевская В.А. / Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология, Иркутск ГТУ, 2012, №2(3).-С. 159–160.

2. Шульвинская И.В. Композиционные белковые добавки из семян масличных и бахчевых растений / И.В. Шульвинская, О.А. Доля, О.В**.** Широкорядова // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5–6. – С. 40–42.

3. Аникеева Н.В**.** Перспективы применения белковых продуктов из семян нута / [Текст] / Аникеева Н.В**. /** Изв. вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5–6. – С. 33–35.

4. Станиславская, Е.Б. Антиоксидантная активность продуктов модификации молочной сыворотки / Е.Б. Станиславская, А.Н. Пономарев, Е.И. Мельникова, А.В. Гребенщикова // Молочная промышленность. 2017. – №11. – С. 50–51.

5. Пат. РФ №2668400, МПК А 23 С 9/18. Способ производства молочного концентрированного продукта с сахаром / Гнездилова А.И., Музыкантова А.В.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Вологодская ГМХА (RU). – №2017116352; заявл. 10.05.2017; опубл. 28.09.2018, Б.И. № 28.

6. Гнездилова, А.И. Консервированный молочный продукт с сахаром на основе концентрата сывороточных белков УФ / А.И. Гнездилова, Ю.В. Виноградова, А.В. Музыкантова // Молочная промышленность. 2018. – №2. – с.69–70.

7. Гнездилова, А.И. Структурно-механические свойства консервированного молочного продукта с сахаром на основе концентрата сывороточных белков / А.И. Гнездилова, Ю.В. Виноградова, Т.Ю. Бурмагина, А.В. Музыкантова / Пищевая промышленность. – 2019. – № 3. – С. 58–61.

8. ГОСТ 31688-2012.Консервы молочные. Молоко и сливки сгущенные с сахаром. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013. – 16 с.

9. Технический Регламент Таможенного союза от 09 октября 2013 г. 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013).

10. Лисин П.А. Оценка аминокислотного состава рецептурной смеси пищевых продуктов / П.А. Лисин [и др.] // Аграрный вестник Урала. – №3 (95) – 2012. – С. 26–28.

11. Лисин П.А. Методология оценки сбалансированности аминокислотного состава многокомпонентных пищевых продуктов / П.А. Лисин [и др.] // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2013. – №3(11). – С 53–58.

References

1. Golubeva L.V. Molokosoderzhashchij produkt, obogashchennyj orekhovym napolnitelem / Golubeva L.V., Dolmatova O.I., Gubanova A.A., CHuguevskaya V.A. / Izvestiya VUZov. Prikladnaya himiya i biotekhnologiya, Irkutsk GTU, 2012, №2(3). –PP. 159–160.

2. SHul'vinskaya I.V. Kompozicionnye belkovye dobavki iz semyan maslichnyh i bahchevyh rastenij / I.V. SHul'vinskaya, O.A. Dolya, O.V. Shirokoryadova // Izv. vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2007. – № 5–6. – PP. 40–42.

3. Anikeeva N.V. Perspektivy primeneniya belkovyh produktov iz semyan nuta / [Tekst] / Anikeeva N.V. / Izv. vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2007. – № 5–6. – PP. 33–35.

4. Stanislavskaya, E.B. Antioksidantnaya aktivnost' produktov modifikacii molochnoj syvorotki / E.B. Stanislavskaya, A.N. Ponomarev, E.I. Mel'nikova, A.V. Grebenshchikova // Molochnaya promyshlennost'. 2017. – №11. – PP. 50–51.

5. Pat. RF №2668400, MPK A 23 S 9/18. Sposob proizvodstva molochnogo koncentrirovannogo produkta s saharom / Gnezdilova A.I., Muzykantova A.V.; zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VO Vologodskaya GMHA (RU). – №2017116352; zayavl. 10.05.2017; opubl. 28.09.2018, B.I. № 28.

6. Gnezdilova, A.I. Konservirovannyj molochnyj produkt s saharom na osnove koncentrata syvorotochnyh belkov UF / A.I. Gnezdilova, Yu.V. Vinogradova, A.V. Muzykantova // Molochnaya promyshlennost'. 2018. – №2. – PP. 69–70.

7. Gnezdilova, A.I. Strukturno-mekhanicheskie svojstva konservirovannogo molochnogo produkta s saharom na osnove koncentrata syvorotochnyh belkov / A.I. Gnezdilova, Yu.V. Vinogradova, T.YU. Burmagina, A.V. Muzykantova / Pishchevaya promyshlennost'. – 2019. – № 3. – PP.58–61.

8. GOST 31688-2012.Konservy molochnye. Moloko i slivki sgushchennye s saharom. Tekhnicheskie usloviya. – M.: Standartinform, 2013. – P. 16.

9. Tekhnicheskij Reglament Tamozhennogo soyuza ot 09 oktyabrya 2013 g. 033/2013 «O bezopasnosti moloka i molochnoj produkcii» (TR TS 033/2013).

10. Lisin P.A. Ocenka aminokislotnogo sostava recepturnoj smesi pishchevyh produktov / P.A. Lisin [i dr.] // Agrarnyj vestnik Urala. – №3 (95) – 2012. – PP. 26–28.

11. Lisin P.A. Metodologiya ocenki sbalansirovannosti aminokislotnogo sostava mnogokomponentnyh pishchevyh produktov / P.A. Lisin [i dr.] // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – №3(11). – PP 53–58.

УДК 664.38: 644.53

ОПТИМИЗАЦИЯ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ БИОКОМПОЗИТОВ

Авторы: Гайворонская И.С., Папахин А.А*
Научный руководитель: Колпакова В.В. – д-р техн. наук, профессор;
Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов – филиал ФБГНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Красково, Россия 140051, Московская обл., Люберецкий район, п. Красково, ул. Некрасова, 11; email:irina_ivahnenko@bk.ru

OPTIMIZATION OF ENZYMATIC PROCESS OF PRODUCING PLANT BASED BIOCOMPOSITES

Authors: Gaivoronskaya I.S., Papakhin A.A.,*
Scientific adviser: Kolpakova V.V., Doctor of Technical Science, professor
All-Russian Research Institute for Starch Products – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Russia ; email:irina_ivahnenko@bk.ru

Ключевые слова: белковые композиции, растительные препараты, аминокислотный скор, биологическая ценность.

Keywords: protein compositions, plant-based preparations, amino acid score, biological value.

Аннотация*:* Целью работы явилась оптимизация процесса получения мультикомпонентных белковых композиций с заданной биологической ценностью и более высокими функциональными свойствами, чем исходные растительные белковые продукты. Первоначально выполнены исследования по получению биокомпозитов состава СПК-гороховый белок, СПК-картофельный белок, картофельный белок-овсяный белок. Композиты обогащены всеми тремя лимитирующими аминокислотами: лизином, треонином, серосодержащими аминокислотами. По каждой из незаменимых аминокислот скор составлял 100 % и выше. Для определения параметров биосинтеза композиций из СПК и белковых концентратов с ТГ исследовали влияние концентрации ФП и времени экспозиции на количество аминного азота, выделившегося в ходе реакции. Были определены оптимальные параметры проведения реакции: гидромодуль, время экспозиции, концентрация ферментного препарата. Дальнейшие исследования по изучению функциональных свойств композитов, физико-химических свойств белков, входящих в их состав, и структурных особенностей позволят определить направления использования в производстве пищевых изделий на основе их способности связывать жир, воду, образовывать пену и так далее.

Abstract: The aim of the work was to optimize the process of obtaining multicomponent protein compositions with high biological value and higher functional properties than the original vegetable protein products.Initially, studies were carried out to obtain a biocomposite composition of dry wheat gluten (DWG) – pea protein, DWG-potato protein, potato protein-oat protein. Composites are enriched with all three limiting amino acids: lysine, threonine, sulfur-containing amino acids. For each of the essential amino acids, amino acid score was 100 % and higher. To determine the parameters of the biosynthesis of the compositions of DWG and protein concentrates of various chemical nature with transglutaminase (TG) was investigated the effect of the concentration of enzyme preparations (EP) and the exposure time on the amount of amino nitrogen released during the reaction. Were determined optimal parameters of reaction: the hydromodule, the exposure time, the concentration of EP of the preparation, were obtained mathematical models. Studies on the functional properties of composites, the physicochemical properties of the proteins that make up their composition, and structural features will make it possible to determine the uses in the manufacture of food products based on their ability to bind fat, water, form foam, gels, and etc.

Введение. Увеличение численности населения планеты позволяет экспертам уже сегодня спрогнозировать прогрессирующий дефицит белковой пищи. Дефицит белка на планете оценивается в 10–25 млн. т в год. Приблизительно половина населения планеты страдает от

недостатка белка. Нехватка пищевого белка является не только экономической, но и социальной проблемой современного мира [1]. Биотехнологические процессы с использованием микроорганизмов пока не имели успехов в получении новых, альтернативных источников обязательного и ценного компонента пищи. Это резко повышает роль природных белков, усиливает значимость наукоемких технологических процессов в их получении и использовании в виде новых форм. Растительный рацион, содержащий полноценный белок в необходимом количестве, может быть создан на основе использования белковых препаратов, полученных из белоксодержащих источников различного химического состава и биологической ценности. Наиболее распространенным и доступным белком злаковых является сухая пшеничная клейковина (СПК). Большинство злаковых культур дефицитные по лизину, одной из важнейшей из незаменимых аминокислот в питании человека, в то время как бобовые и пасленовые содержат эту аминокислоту в достаточном количестве. С другой стороны, белки злаковых культур способны дополнять белки бобовых и пасленовых дефицитной аминокислотой метионином [2]. Наряду с соевыми белками, при соответствующих функциональных свойствах, гороховые и картофельные белки также можно успешно использовать для обогащения и повышения биологической ценности пищевых продуктов [3]. При использовании ферментного препарата трансглютаминазы для биосинтеза композитных белковых продуктов повышенной биологической ценности с технологической точки зрения важным может быть и различное содержание свободных аминогрупп в использованных растительных препаратах. Добавление белков с высоким содержанием свободных аминогрупп, в частности, лизиновых к белкам с низким их количеством будет увеличивать реактивность последних [4] и формировать модули с заданным составом и функциональными свойствами.

Целью данной работы является оптимизация параметров биосинтеза мульти-белковых полимеров на основе биологически неполноценной СПК с подбором состава композиций на основе данных аминокислотного состава для поступления полноценного белка в организм человека и расширения использования данного белкового продукта в производстве пищевых изделий.

Объекты и методы исследования. В качестве основных материалов использовали образцы СПК («БиоРосва», Калужская область, Россия) и белковые концентраты: картофельный Tubermine GP (Roquette, Франция), гороховый (Roquette, Франция). В качестве энзима использовали ферментный препарат (ФП) трансглютаминазу «классическую» (ТГ) (Novozymes, Дания).

О протекании реакции с ферментом трансглютаминазой между белками различной химической природы делали вывод по количеству выделившегося аминного азота. Аминный азот определяли методом формольного титрования.

Аминный азот (N) в мг/% рассчитывали по формуле: $N = A*0.7*100 / V$, где: A – количество см^3 0.05н NaOH, пошедшее на титрование; V – количество раствора для титрования; 0.7-количество азота в г, соответствующее 1 см^3 0.05 н раствора NaOH.

Результаты исследований: С помощью программы, разработанной нами на основе метода подсчета Монте-Карло, были составлены композиции белков с улучшенным аминокислотным профилем. При расчете использованы данные аминокислотного состава белковых продуктов для предполагаемых смесей, данные для эталонного белка базируются на рекомендациях ФАО ВОЗ 2011 г. [5]. Для СПК и горохового концентрата оптимальное соотношение белков в композиции составило 1:1.5 (таблица 1), для СПК и картофельного концентрата – 1:2. Данные соотношения обеспечивали оптимальный скор аминокислот и являлись экономически целесообразными в связи с низкой ценой СПК по сравнению с остальными белковыми концентратами.

Таблица 1 – Аминокислотный скор белков композиций из СПК и белковых концентратов, %

Показатели		Белковый концентрат		Белковые композиции	
	СПК	ГОРОХ	КАРТОФЕЛЬ	СПК / ГОРОХ	СПК / КАРТОФЕЛЬ
Массовая доля белка, %	83.0	84.0	78.0	84.5	80.5
Аминокислоты	Скор, %				
Валин	90	125	137	132	154
Лейцин	109	134	100	148	129
Изолейцин	113	156	153	166	177

Продолжение таблицы 1

Показатели		Белковый концентрат		Белковые композиции	
	СПК	ГОРОХ	КАРТОФЕЛЬ	СПК / ГОРОХ	СПК / КАРТОФЕЛЬ
Треонин	104	152	188	159	202
Лизин	31	148	129	121	123
Метионин+ цистин	60	47	147	63	151
Фенилаланин+ тирозин	214	125	224	263	278

Данные показывают, что самые высокие значения аминокислотного скора всех кислот имел картофельный концентрат, самые низкие – СПК. У горохового концентрата недостаточное количество серусодержащих аминокислот, что не противоречит литературным данным. Аминокислотный состав белковых композиций с СПК по сравнению с индивидуальными образцами значительно улучшался за счет картофельного и горохового концентратов. Особенно ценно это увеличение у всех двухкомпонентных композитов для лизина (101–107 %), треонина (98–122) и серусодержащих аминокислот (42–113), дефицит которых отмечен у большинства зерновых культур [6]. Самым сбалансированными является композит состава DWG/POC, самым несбалансированным (по серусодержащим аминокислотам) – композит состава DWG/PEC. Для полной оптимизации аминокислотного скора такого композита в его состав следует ввести картофельный концентрат.

Учитывая, что в реакциях с участием трансглютаминазы происходит перенос аминогрупп − NH_2 между молекулами с образованием новых ковалентных связей, то количество аминного азота в исследуемых системах уменьшается, поэтому по количеству непрореагировавших аминогрупп можно судить о протекании процесса синтеза между различными видами белков. Для получения результатов по влиянию различных факторов на содержание аминного азота для композиции СПК-гороховый белок использованы методы математического планирования эксперимента. pH – 6.8–7.0 (const), температура 50 °C (const). Время экспозиции (X3) изменяли в интервале 5÷30 мин, гидромодуль (X1) – в диапазоне 1:3 до 1:8 , концентрацию ФП (X2) – от 0.0005 до 0.003 U/g белка.

По данным эксперимента с помощью программы TableCurve 3D построены поверхности отклика для аминного азота (рисунок 1). Обработка данных в программах Matematika и Table Curve 3D.

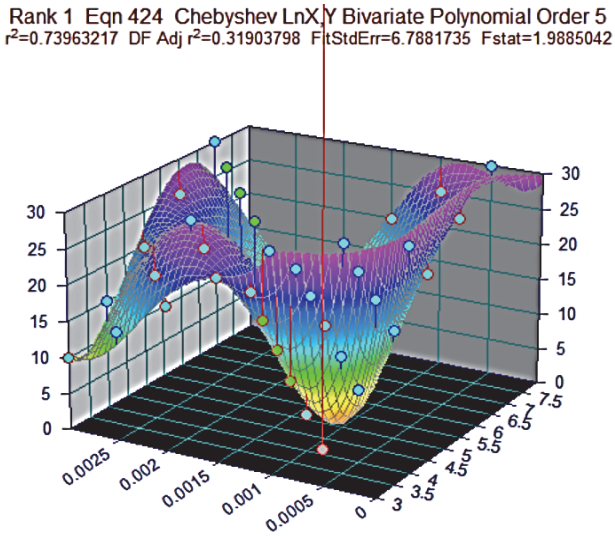


Рисунок 1 – Зависимость количества аминного азота от параметров реакции для композиции СПК-гороховый концентрат

Для получения результатов по влиянию различных факторов на содержание аминного азота для композиции СПК-картофельный белок использованы методы математического планирования эксперимента. С учетом данных, полученных в ходе эксперимента СПК-гороховый концентрат, выбраны наиболее эффективные параметры реакции: pH – 6.8–7.0 (const), температура 50 °C

(const). Время экспозиции (X3) изменяли в интервале 5÷20 мин, гидромодуль (X1) – в диапазоне 1:5 до 1:8 , концентрацию ФП (X2) – от 0.0015 до 0.003 U/g белка.

По данным эксперимента с помощью программы TableCurve 3D построены поверхности отклика для аминного азота (рисунок 2).

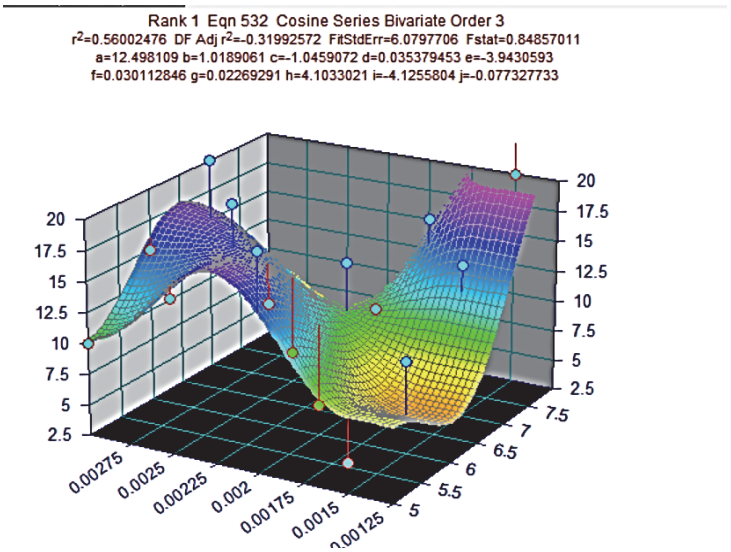


Рисунок 2 – Зависимость количества аминного азота от параметров реакции для композиции СПК-картофельный концентрат

Для композиции СПК с картофельным концентратом закономерности изменения количества аминного азота в процессе реакции были аналогичные закономерностям, характерным для композиции СПК-гороховый концентрат. Минимальное количество аминного азота после реакции с ТГ в композиции СПК-гороховый концентрат наблюдалось в реакционной среде при концентрации 0.002 г/г белка, времени экспозиции 15 минут и гидромодуле 1:5. Минимальное количество аминного азота после реакции с ТГ в композиции СПК-картофельный концентрат наблюдалось в реакционной среде при концентрации 0.0015 г/г белка, времени экспозиции 15 минут и гидромодуле 1:7.

***Выводы*:**

Трансглютаминаза, благодаря своим уникальным свойствам, достаточно широко применяется в мясной и молочной промышленности для агрегации белковых молекул при производстве реструктурированных продуктов из сырья различного качества [7–9]. Фермент безопасный, продуцируется недорогими источниками биосинтеза, что делает широким его применение.

Значительно меньше ТГ используется в производстве выпеченных изделий (хлеб, печенье) [4, 10, 11] и единичные исследования известны для получения композиций из растительных белков [12].

С помощью программы, разработанной на основе метода подсчета Монте-Карло, составлены композиции белковых концентратов с улучшенным аминокислотным составом. С учетом массовой доли белка и аминокислотного состава концентратов определены их соотношения и аминокислотный скор для композитов состава белок-белок, полученных из различных видов растительного сырья (пшеницы, гороха, картофеля, овса). Композиты обогащены лизином, треонином, серосодержащими аминокислотами относительно зерновых и зернобобовых культур. С использованием биотехнологической реакции при участии фермента класса трасфераз (трансглютаминазы) получены биокомпозиты состава: СПК-гороховый концентрат, СПК-картофельный конценрат, картофельный концентрат-овсяный концентрат. Экспериментальным путем с применением метода формольного титрования по данным количества аминного азота, остающегося в реакционной среде, определены оптимальные параметры реакции: продолжительность ее протекания, гидромодуль, pH и концентрация ферментного препарата. Для композиции СПК-гороховый концентрат минимальное количество аминного азота после реакции с ТГ в композиции СПК-гороховый концентрат наблюдалось в реакционной среде при

концентрации 0.002 г/г белка, времени экспозиции 15 минут и гидромодуле 1:5. Для композиции СПК-картофельный концентрат минимальное количество аминного азота после реакции с ТГ в композиции СПК-картофельный концентрат наблюдалось в реакционной среде при концентрации 0.0015 г/г белка, времени экспозиции 15 минут и гидромодуле 1:7. Эти данные указывали на большую интенсивность протекания реакции синтеза новых форм белков. Композиции концентратов с картофельным белком не содержали дефицитных незаменимых аминокислот, скор максимально приближался к эталонному белку, либо был выше. Дальнейшие исследования покажут какими функционально-технологическими свойствами будут обладать созданные белковые композиты и в каких пищевых изделия их можно будет использовать.

Список использованных источников

1. Донченко Л.В. Технология функциональных продуктов питания: учебное пособие для вузов. – 2 изд, Москва, Юрайт, 2018 – с. 101–102

2. Iqbal A, Khalil IA, Ateeq N and Khan MS, Nutritional quality of important food legumes. Food Chem, 97:331–335 (2006)

3. Tömösközi S, Lásztity R, Haraszi R and Baticz O, Isolation and study of the functional properties of pea proteins. Nahrung/Food 45:399–401 (2001).

4. Marco C, Rosell CM. Breadmaking performance of protein enriched, gluten-free breads. Eur Food Res Technol. 2008; 227:1205–1213. doi: 10.1007/s00217-008-0838-6.

5. Dietary protein quantity evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation. – Rome: FAO, 2013. – 66 pp.

6. Koehler P., Wieser H. Chemistry of Cereal Grains. In: M. Gobbetti and M. Gunzle (eds.). Handbook on Sourdough Biotechnology, 11. 2013. Chapter 2, Springer Science+Business Media New York . DOI 10.1007/978-1-4614-5425-0_2

7. Kuraishi C., Sakamoto J., Yamazaki K., Susa Y., Kuhara C., Soeda T. Production of restructured meat using microbial transglutaminase without salt or cooking. J. Food Sci. 1997. V. 62. PP. 488–490. doi: 10.1111 / j.1365-2621.1997.tb04412.x

8. Ozer B., Kirmaci H.A., Oztekin S., Hayaloglu A., Atamer M. Incorporation of microbial transglutaminase into non-fat yogurt production. Int. Dairy J. 2007. V. 17. PP. 199–207. doi: 10.1016/j.idairyj.2006.02.007

9. Lorenzen P.C., Neve H., Mautner A., Schlimme E. Effect of enzymatic cross-linking of milk proteins on functional properties of set-style yoghurt. Int. J. Dairy Technol. 2002. V. 55. PP. 152–157. doi: 10.1046/j.1471-0307.2002.00065.x

10. Lorenzen P.C., Neve H., Mautner A., Schlimme E. Effect of enzymatic cross-linking of milk proteins on functional properties of set-style yoghurt. Int. J. Dairy Technol. 2002. V. 55. PP. 152–157. doi: 10.1046/j.1471-0307.2002.00065.x

11. Kuraishi C., Yamazaki K., Susa Y. Transglutaminase: its utilization in the food industry. Food Rev. Int. 2001. V. 17. PP. 221–246. doi: 10.1081/FRI-100001258

12. Колпакова В.В., Гайворонская И.С., Гулакова В.А., Сарджвеладзе А.С., Композиция на основе растительных белков с использованием трансгютаминазы. Международная мультидисцилинарная научная гео-конференция SGEM, Албена, Болгария. 2018. с. 119–126.

References

1. Donchenko L.V. Technology of functional food products: textbook for high schools. – 2nd edition. – Moscow: Jurait, 2018. – PP.101–102

2. Iqbal A, Khalil IA, Ateeq N and Khan MS, Nutritional quality of important food legumes. Food Chem, 97:331–335 (2006)

3. Tömösközi S, Lásztity R, Haraszi R and Baticz O, Isolation and study of the functional properties of pea proteins. Nahrung/Food 45:399–401 (2001).

4. Marco C, Rosell CM. Breadmaking performance of protein enriched, gluten-free breads. Eur Food Res Technol. 2008; 227:1205–1213. doi: 10.1007/s00217-008-0838-6.

5. Dietary protein quantity evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation. – Rome: FAO, 2013. – 66 pp.

6. Koehler P., Wieser H. Chemistry of Cereal Grains. In: M. Gobbetti and M. Gunzle (eds.). Handbook on Sourdough Biotechnology, 11. 2013. Chapter 2, Springer Science+ Business Media New York . DOI 10.1007/978-1-4614-5425-0_2

7. Kuraishi C., Sakamoto J., Yamazaki K., Susa Y., Kuhara C., Soeda T. Production of restructured meat using microbial transglutaminase without salt or cooking. J. Food Sci. 1997. V. 62. PP. 488–490. doi: 10.1111/j.1365-2621.1997.tb04412.x

8. Ozer B., Kirmaci H.A., Oztekin S., Hayaloglu A., Atamer M. Incorporation of microbial transglutaminase into non-fat yogurt production. Int. Dairy J. 2007. V. 17. PP. 199–207. doi: 10.1016/j.idairyj.2006.02.007

9. Lorenzen P.C., Neve H., Mautner A., Schlimme E. Effect of enzymatic cross-linking of milk proteins on functional properties of set-style yoghurt. Int. J. Dairy Technol. 2002. V. 55. PP. 152–157. doi: 10.1046/j.1471-0307.2002.00065.x

10. Lorenzen P.C., Neve H., Mautner A., Schlimme E. Effect of enzymatic cross-linking of milk proteins on functional properties of set-style yoghurt. Int. J. Dairy Technol. 2002. V. 55. PP. 152–157. doi: 10.1046/j.1471-0307.2002.00065.x

11. Kuraishi C., Yamazaki K., Susa Y. Transglutaminase: its utilization in the food industry. Food Rev. Int. 2001. V. 17. PP. 221–246. doi: 10.1081/FRI-100001258

12. Kolpakova V.V., Gaivoronskaya I.S., Gulakova V.A., Sardzhveladze A.S., Composition on the basis of plant based proteins with the use of transgutaminase // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM (Bulgaria, Albena, 2018) – PP.119–126

УДК 664

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАРТОФЕЛЬНОГО КРАХМАЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ АМИЛАЗНОГО ПРЕПАРАТА ПРИ ВАРЬИРОВАНИИ ВРЕМЕНИ ВОЗДЕЙСТВИЯ.

Авторы: Гамула О.О., магистр 1 года, Ермолаева Э.В., магистр 1 года
Науч. руководитель: Никитина Е.В., к.б.н., доцент*
Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань,
ev-nikitina@inbox.ru

CHANGE IN THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF POTATO STARCH UNDER THE ACTION OF AN AMYLASE PREPARATION WITH VARYING EXPOSURE TIMES.

Authors: Gamula O.O., 1st year-master, Ermolaeva E.V., 1st year-master
Scientific adviser: Nikitina E.V., Ph.D., associate professor*
Kazan National Research Technological University, Kazan,
ev-nikitina@inbox.ru

Ключевые слова: картофельный крахмал, ферментная модификация, технологические свойства

Keywords: potato starch, enzyme modification, technological properties

Аннотация: Картофельные крахмалы, модифицированные амилазой *Bacillus licheniformis,* были изучены по технологическим параметрам. Обработка амилазой с пролонгацией времени обработки до 8 часов позволяет получить крахмал с высоким содержанием амилопектина. Такие крахмалы обладают высокой эмульгирующей емкостью и сорбционной активностью. Кроме того снижается температура желирования и повышается растворимость при температурах ниже кипения, что является удобным с точки зрения введения в рецептуры таких продуктов как кисломолочные напитки, соусы и пасты.

Abstract: Potato starches modified by *Bacillus licheniformis* amylase were studied by technological parameters. Treatment by amylase with a prolongation of processing time of up to 8 hours allows to obtain starch with a high content of amylopectin. Such starches have a high emulsifying

capacity and sorption activity. In addition, the gelation temperature decreases and the solubility increases at temperatures below boiling, which is convenient from the point of view of introducing into the formulations such products as fermented milk drinks, sauces and pastes.

Введение. Одним из направлений изменения свойств крахмала является осуществление реакции его полного или частичного гидролиза с использованием в качестве катализаторов амилолитических ферментов [1, 2, 3]. Ферментативные методы особенно интересны тем, что они более безопасны для организма людей, чем применение химической модификации, в результате которой происходят изменения в составе и структуре крахмала, посредством включения различных заместителей в цепи крахмала. Основным источником ферментов, необходимых для процесса модификации крахмалов, служат бактерии и микроскопические грибы. Среди бактерий для различных сфер применения широко используется бактерии рода *B. subtilis, B. stearothermophilus, B. amyloliquefaciens*, поскольку они вырабатывают амилазы. Бактерии рода *Bacillus* вырабатывают α- и β-амилазы, глюкозидазы, глюкозоизомеразы. Кроме бактерий на протяжении многих веков для производства амилаз широко использовались микроскопические грибы. В последние годы на мировом рынке появляются препараты амилолитических ферментов, проявляющих активное действие на крахмал при температуре ниже начальной точки его клейстеризации. Во ВНИИ крахмалопродуктов проводятся исследования по изучению действия препаратов амилаз нового поколения на нативный крахмал с целью разработки новых технологий, включающих процесс биоконверсии крахмала без предварительной клейстеризации, что обеспечивает расширение ассортимента крахмалопродуктов [4].

Объекты и методы исследования. Ферментно модифицированные крахмалы получали с применением экспериментального термостабильного ферментного препарата в виде свежей культуральной жидкости *Bacillus licheniformis*.

Модификацию осуществляли в воде при pH=7,5 в течение 4–8 часов. Концентрация крахмала в реакционной смеси 30 г/100 мл. Реакцию проводили при 40 °С.

Реакцию гидролиза останавливали путем добавления концентрированной серной кислоты до pH=2. Затем крахмал отделяли от жидкости фильтрованием и высушивали при 40 °С. Полученные крахмалы применяли для исследований (таблица 1).

Таблица 1 – Крахмалы, используемые в методах исследования

Условия биомодификации	Название крахмала
Нативный картофельный	
α-Амилаза Bacillus licheniformis, 4 ч	Bl-4
α-Амилаза Bacillus licheniformis, 6 ч	Bl-6
α-Амилаза Bacillus licheniformis, 8 ч	Bl-8

Йодная проба проводилась с 5 % крахмальным клейстером, выдержанном при 90 °С 5 мин, при этом указывался оттенок крахмального клейстера при нагревании.

Вязкость 5 % суспензии крахмального клейстера определяли на вискозиметре.

Содержание амилозы определяли следующим образом. Реактивы KJ 20 г и 2 г J_2 растворили в 100 мл дистиллированной воды (раствор А), затем 10 мл полученного раствора разводили водой до 100 мл в мерной колбе (раствор В). Для определения содержания амилозы 20 мг крахмала смешивали с 10 мл 0,5Н КОН в мерной колбе и перемешивали на магнитной мешалке 5 мин, затем доводили до 100 мл дистиллированной водой. От этого объема отбирали 10 мл и смешивали с 5 мл 1Н HCl и 0,5 мл йодного раствора В и доводили дистилированной водой до 50 мл. В течение 5 минут измеряли при 625 нм.

Расчет процентного количества амилозы проводили по формуле:

$$Y = 85{,}24 \cdot X - 13{,}19, \qquad (1)$$

где X – это величина поглощения при 625 нм.

Определение набухаемости и растворимости. Суспензию крахмала 1 % помещали в предварительно взвешенный стакан, нагревали 30 мин в температурном диапазоне от 55 °С до 95 °С погружением в водяную баню с помешиванием. После охлаждения в течение 15 мин при комнатной температуре стакан центрифугировали при 5000 оборотах 30 мин, сливали

выделившуюся воду в посуду известной массы ($м_1$), измеряли её объем (v_1), затем воду выпаривали до сухого остатка и взвешивали ($м_2$).

Растворимость определяли по формуле:

$$X = (м_2 – м_1) / v_1 \quad (2)$$

Оставшийся в стакане осадок взвешивали ($м_3$) и определяли набухающую способность по формуле:

$$Y = м_3 – м – (0,1 – (м_2 – м_1))] / 0,1 \quad (3)$$

и выражали ее в г воды/г крахмала.

Исследование эмульгирующей емкости и сорбционной активности. 10 мл воды или масла были добавлены к 1 г образца крахмала в центрифужную. пробирку известной массы ($м_1$). Смесь оставляли на 30 мин, потом центрифугировали (3500 оборотов, 15 мин) и супернатант был удален. Пробирку с остатком взвешивали ($м_2$) и определяли эмульгирующую емкость и сорбционную активность по формуле:

$$м=м_2 – м_1 – 1 \quad (4)$$

Выражали способность сорбировать воду или масло в г/г.

Результаты исследований. Вязкость крахмальных клейстеров имеет очень важное практическое значение. При этом вязкость амилопектиновой фракции выше, чем амилозной вследствие ветвистого строения молекулы амилопектина (внутреннее трение у растворов с такими объемными молекулами больше). Сначала увеличение температуры крахмального клейстера ведет к увеличению его вязкости, что связано с набуханием крахмальных зерен. Затем набухшие крахмальные зерна разрываются и дезинтегрируют, вызывая падение вязкости.

Результаты проведенных экспериментов показывают, что вязкость клейстера нативного крахмала выше, чем вязкость клейстеров ферментно обработанных крахмалов, причем чем больше время ферментативной обработки крахмала, тем меньше вязкость (таблица 2). Это связано с тем, что мультиферментная обработка расщепляет полисахаридную цепочку с образованием глюкозы и декстринов.

При внесении в раствор амилозы йода он окрашивается в синий цвет. Растворы амилопектина вязкие и стойкие при хранении, при действии на них йодом окрашиваются в красно-фиолетовый цвет. Результат йодной пробы доказывает, что нативный картофельный крахмал содержит достаточно большое количество амилозы – при добавлении раствора Люголя раствор изменил цвет на темно-синий (таблица 2). По цвету ферментно обработанных образцов можно судить о высоком содержании в них амилопектиновой фракции, так как они все имеют фиолетовый или фиолетово-красный цвет.

Таблица 2 – Физико-химические свойства ферментно модифицированных крахмалов

Вид крахмала	Вязкость, Т	Количество амилозы, %	Количество амилопектина, %	Йодная проба
Нативный	28,07	16,63	83,37	темно-синий
BL-4	1,17	0,8	99,2	светло-фиолетовый
BL-6	1,117	0,72	99,28	фиолетовый с бурым оттенком
BL-8	1,081	0,89	99,11	темно-фиолетовый

Растворимость – способность вещества образовывать с другими веществами однородные системы – растворы, в которых вещество находится в виде отдельных атомов, ионов, молекул или частиц. Нативный крахмал практически не растворим в холодной воде. Однако вследствие гидрофильности он может адсорбировать влагу до 30 % собственной массы. Низкомолекулярные полисахариды, в частности, амилоза, содержащие до 70 глюкозных остатков, растворимы в холодной воде. При увеличении длины молекулы полисахариды могут растворяться только в горячей воде. Процесс растворения крахмальных полисахаридов протекает медленно вследствие относительно большого размера молекул. Известно, что линейные полимеры перед растворением сильно набухают, поглощая большое количество растворителя, и при этом резко увеличиваются в объеме. Растворению крахмальных полимеров в воде также предшествует набухание.

Результаты экспериментов показали, что при 55° С наибольшая растворимость наблюдалась у образца Bl-6 крахмала, наименьшая – у нативного (рисунок 1). При 65 °С значение растворимости ферментно модифицированных крахмалов было на 40 % больше, чем у нативного. При 75 °С значение растворимости у всех крахмалов примерно одинаковое (в пределах 45 %).

Наибольшая растворимость наблюдалась у нативного картофельного крахмала при 85 °С – растворимость до 68 %. Также можно сделать вывод, что с увеличением времени ферментативной обработки растворимость крахмала по сравнению с нативным уменьшается при 85–95 °С.

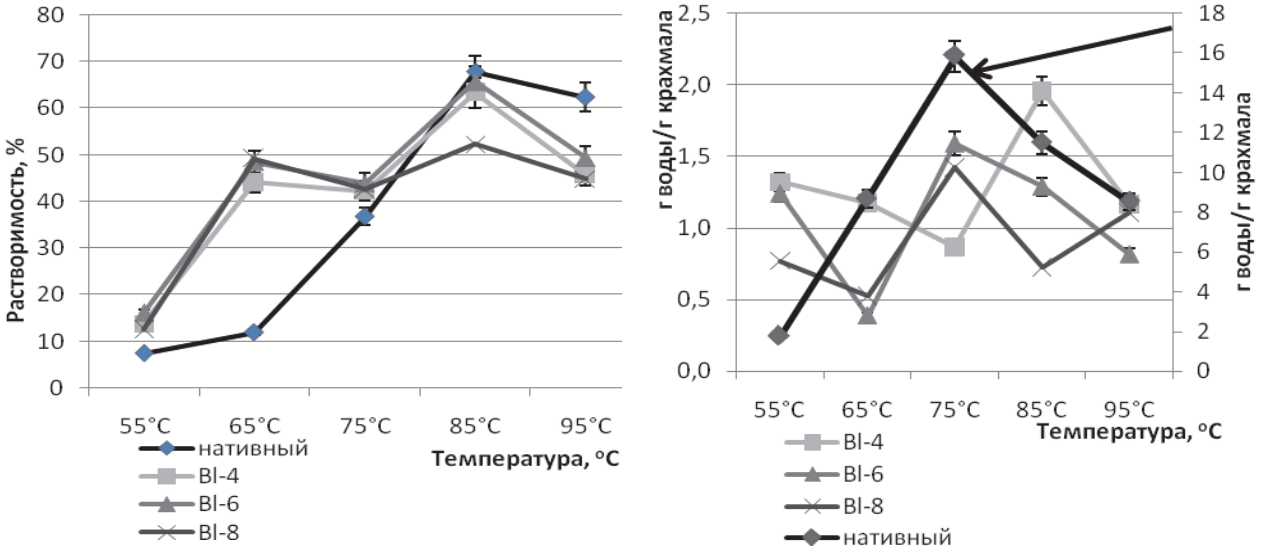


Рисунок 1 – Изменение растворимости и набухающей способности крахмалов при различных температурах

Таким образом, можно сделать вывод, что ферментативная обработка нативного картофельного крахмала *Bacillus licheniformis* ведет к увеличению растворимости крахмалов как при низких, так и при высоких значениях температур.

Способность крахмалосодержащих продуктов к набуханию влияет на консистенцию, форму, объем и выход готовых изделий. Степень набухания зависит от температуры среды и соотношения воды и крахмала. При нагревании водной суспензии крахмальных зерен до температуры 55 °С они медленно поглощают воду (до 50 %) и частично набухают. При этом повышение вязкости не наблюдается. При дальнейшем нагревании суспензии (в интервале температур от 60 до 100 °С) набухание крахмальных зерен ускоряется, причем объем их увеличивается в несколько раз.

Как видно из результатов исследований нативный картофельный крахмал при 55° С обладает наименьшей, а при 75 °С – наибольшей набухающей способностью. Набухающая способность Bl крахмалов имела скачкообразный характер в зависимости от температуры обработки (рисунок 1). Bl-4 крахмал обладает наименьшей набухающей способностью при 85 °С, что, возможно, свидетельствует о высокой температуре клейстеризации крахмала. Bl-6 и Bl-8 крахмалы имеют пик набухающей способности при температуре 75 °С.

Сорбция – поглощение твёрдым телом либо жидкостью различных веществ из окружающей среды. Из результатов экспериментов можно сделать вывод, что наибольшей сорбционной активностью обладал образец Bl-8 крахмалы, а наименьшей – Bl-4 и Bl-6 крахмалы (рисунок 2).

Эмульгирование – тонкое измельчение твёрдых тел или жидкостей, в результате чего получают порошки, суспензии, эмульсии. Наибольшая эмульгирующая ёмкость характерна для Bl-4 крахмалов, а наименьшая – для Bl-8 крахмала.

Необходимо заметить снижение эмульгирующей емкости и повышение сорбционной активности крахмалов, обработанных *Bacillus licheniformis,* в зависимости от длительности обработки ферментами.

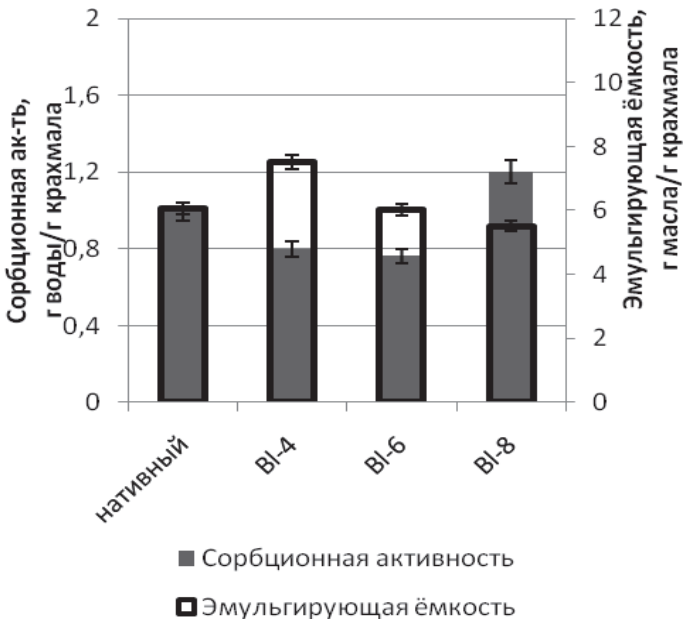


Рисунок 2 – Сорбционная активность и эмульгирующая ёмкость крахмалов

Выводы:

Нативный картофельный крахмал содержит обычно около 20–25 % амилозы и 75–80 % амилопектина. По сравнению с нативным картофельным крахмалом в ферментно обработанных крахмалах уменьшилась доля амилозной фракции, что, видимо, связано со ступенчатостью ферментативной гидратации и особенностью строения крахмальных зерен. Соответственно в ферментно обработанных крахмалах увеличивалась доля амилопектиновой фракции. Как известно от амилопектиновой фракции зависит вязкость крахмала. Разветвленная амилопектиновая фракция также может отвечать за способность полимера образовывать мицеллы эмульсии. Содержание амилозы в крахмале непосредственно зависит от размеров крахмальных гранул, в нашем случае под действием амилазы происходит расщепление крахмальных гранул, что и является причиной изменения соотношения амилоза/амилопектин. Крахмал, содержащий более мелкую фракцию гранул, характеризуется повышенным содержанием амилозы, что в свою очередь связано с водопоглощением и температурой желатинизации. Молекулы амилозы, будучи линейными, располагаются так, что образуют между собой большое число водородных связей. Следовательно, требуется больше энергии для разрыва этих связей и желатинизации такого крахмала. Обычно, чем больше содержание амилозы, тем выше температура желатинизации. С увеличением размеров гранул крахмала при нагреве в воде начальная температура его клейстеризации и температура максимальной вязкости уменьшаются, а максимальная вязкость клейстера возрастает.

Таким образом, обработка картофельного крахмала амилазой *Bacillus licheniformis* с пролонгацией времени обработки до 8 часов позволяет получить крахмал с высоким содержанием амилопектина. Это позволяет получить крахмал, обладающий заданными свойствами, а именно высокой эмульгирующей емкостью и сорбционной активностью. Кроме того снижается температуры желирования и повышается растворимость при температурах ниже кипения, что является удобным с точки зрения введения в рецептуры таких продуктов как кисломолочные напитки, соусы и пасты.

Список использованных источников

1. Никитина Е.В. Резистентность модифицированных картофельных крахмалов, обработанных альфа- и бета-амилазами // Е.В. Никитина, Л.З. Габдукаева, О.А. Решетник // Вестник Казанного технологического университета. – 2010. – №10. – С. 382–387.

2. Никитина Е.В. Влияние обработки альфа- или бета-амилазами на технологические и морфологические свойства картофельного крахмала / Е.В. Никитина, Л.З. Габдукаева, Р.А. Губайдуллин // Вестник Казанного технологического университета. – 2013. – №14. – С. – 148–150.

3. Vafina, A., Proskurina, V., Vorobiev, V., Evtugin, V.G., Egkova, G. Nikitina, E. Physicochemical and morphological characterization of potato starch modified by bacterial amylases for food industry applications // Journal of Chemistry. – 2018 – doi.org/10.1155/2018/1627540.

4. Папахин А.А. Изучение влияния технологических параметров на процесс низкотемпературной биоконверсии нативного крахмала в присутствии глюкоамилазы / А.А. Папахин, Н.Д. Лукин, З.М. Бородина // Научный вклад молодых ученых в развитие пищевой и перерабатывающей промышленности АПК: тезисы 7-й конф-ции / ГНУ ВНИИ крахмалопродуктов Россельхозакадемии. – Москва, – 2013. – С. 329–333.

References

1. Nikitina E.V., Rezistentnost modifitsirovannykh kartofelnykh krakhmalov. obrabotannykh alfa- i beta-amilazami / E.V. Nikitina, L.Z. Gabdukayeva, O.A. Reshetnik // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2010. – №10. – S. 382–387.

2. Nikitina E.V. Vliyaniye obrabotki alfa- ili beta-amilazami na tekhnologicheskiye i morfologicheskiye svoystva kartofelnogo krakhmala / E.V. Nikitina, L.Z.Gabdukayeva, R.A. Gubaydullin // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2013. – №14. – S. – 148–150.

3. Vafina. A. Physicochemical and morphological characterization of potato starch modified by bacterial amylases for food industry applications / A. Vafina, V. Proskurina, V. Vorobiev, V.G. Evtugin, G. Egkova, E. Nikitina // Journal of Chemistry. – 2018.– doi.org/10.1155/2018/1627540.

4. Papakhin A.A. Izucheniye vliyaniya tekhnologicheskikh parametrov na protsess nizkotemperaturnoy biokonversii nativnogo krakhmala v prisutstvii glyukoamilazy / A.A. Papakhin, N.D. Lukin, Z.M. Borodina // Nauchnyy vklad molodykh uchenykh v razvitiye pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK: tezisy 7-y konf-tsii / GNU VNII krakhmaloproduktov Rosselkhozakademii. – Moskva. – 2013. – S. 329–333.

УДК 664.788/ 664.668.9

ТРАДИЦИОННЫЕ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ В ОЦЕНКЕ БИОПОТЕНЦИАЛА ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ

Автор: Герасина А.Ю.
Научный руководитель: Витол И.С. – канд. биол. наук, доцент
ВНИИЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва,
e-mail: gerasina_ay@mail.ru

TRADITIONAL AND MODERN TECHNIQUES IN THE EVALUATION OF TRITICALE GRAIN BIOPOTENTIAL

Author: Gerasina A.Yu.
Scientific adviser: Vitol I.S., Ph.D., associate professor
VNIIZ – Branch of Gorbatov Research Center for Food Systems, Moscow,
e-mail: gerasina_ay@mail.ru

Ключевые слова: тритикале, зерно, мука, крупа, биоактивация, области применения
Keywords: triticale, grain, flour, cereal, bioactivation, applications

Аннотация:. На основании проведенных исследований технологических, биохимических и реологических свойств образцов зерна тритикале установлен достаточно высокий технологический потенциал, а также относительно высокая амилолитическая активность. Изучен белково-протеиназный комплекс зерна тритикале. В работе научно обоснованы возможные области применения зерна тритикале сорта Тимирязевская 150. Определены мукомольные свойства, на основании кумулятивной кривой зольности сформированы различные сорта тритикалевой муки, изучены показатели качества муки. Хлеб, выпеченный из тритикалевой муки с повышенной амилолитической активностью, имел достаточно хороший объёмный выход от 310 до

330 см^3/100 г муки и высокую формоустойчивость – от 0,44 до 0,59. Все образцы хлеба отличались низкой оценкой внешнего вида. Выявлены зависимости между технологическими показателями (выходом крупы, белизной, зольностью) и содержанием белка. Разработаны три варианта технологии переработки тритикале в крупу: целой, дроблёной, плющёной (хлопья) крупы. Установлено влияние увлажнения и подсушивания на ферментные системы зерна с целью получения биоактивированного зерна. Показано, что активность протеолитических и амилолитических ферментов зерна, прошедшего увлажнение и подсушивание, превосходит исходную на 5–25 %.

Abstract: Based on studies of the technological, biochemical and rheological properties of triticale grain samples, a fairly high technological potential and a relatively high amylolytic activity were established. The protein-proteinase complex of triticale grains was studied. The possible areas of application of triticale grains of the Timiryazevskaya 150 variety are scientifically substantiated in the work. Milling properties are determined, various varieties of triticale flour are formed on the basis of the cumulative ash curve, and flour quality indicators are studied. Bread baked from triticale flour with increased amylolytic activity had a fairly good volumetric yield from 310 to 330 cm^3 / 100 g of flour and high form stability – from 0.44 to 0.59. All bread samples were characterized by a low rating of appearance. Dependencies between technological indicators (cereal yield, whiteness, ash content) and protein content were revealed. Three versions of the technology for processing triticale into cereals were developed: whole, crushed, flattened (flakes) cereals. The effect of moistening and drying on the enzyme systems of grain in order to obtain bioactivated grain is established. It has been shown that the activity of proteolytic and amylolytic enzymes of grain that has been moistened and dried exceeds the initial one by 5–25%.

Введение. Тритикале – это первая зерновая культура, полученная скрещиванием пшеницы (*Triticum*) с рожью (*Secale*). Новый вид хлебных злаков обладает высоким биологическим потенциалом и пищевой ценностью. Биопотенциал зерна тритикале, как и всех сельскохозяйственных культур зависит от сортовых особенностей (генотипа) и от условий выращивания (фенотипа). Пищевая ценность связана с высоким содержанием белка, незаменимых аминокислот, а также сбалансированностью аминокислотного состава. Биологическая ценность зерна тритикале обусловлена преобладанием водо- и солерастворимых фракций над нерастворимыми фракциями белка и, как следствие, более высокой степенью усвоения белков тритикале по сравнению с пшеницей, а также наличием витаминов, макро- и микроэлементов.

Использование тритикале, как продовольственной культуры, в нашей стране остается до сих пор крайне ограниченным, тем не менее, это интересное, перспективное направление расширения сырьевой базы и ассортимента выпускаемой продукции для перерабатывающих отраслей пищевой индустрии [1].

Во ВНИИЗ разработаны межгосударственные стандарты на зерно (ГОСТ 34023-2016), муку (ГОСТ 34142-2017) и крупу (ГОСТ 34143) тритикале, в которых отражены требования к зерну, муке и крупе, предназначенных для продовольственных целей.

Цель исследований – определить возможные области применения зерна тритикале сорта Тимирязевская 150 в продовольственных целях на основе сравнительной оценки технологических, биохимических характеристик и реологических свойств образцов зерна тритикале с использованием традиционных и современных методов оценки биопотенциала зерна.

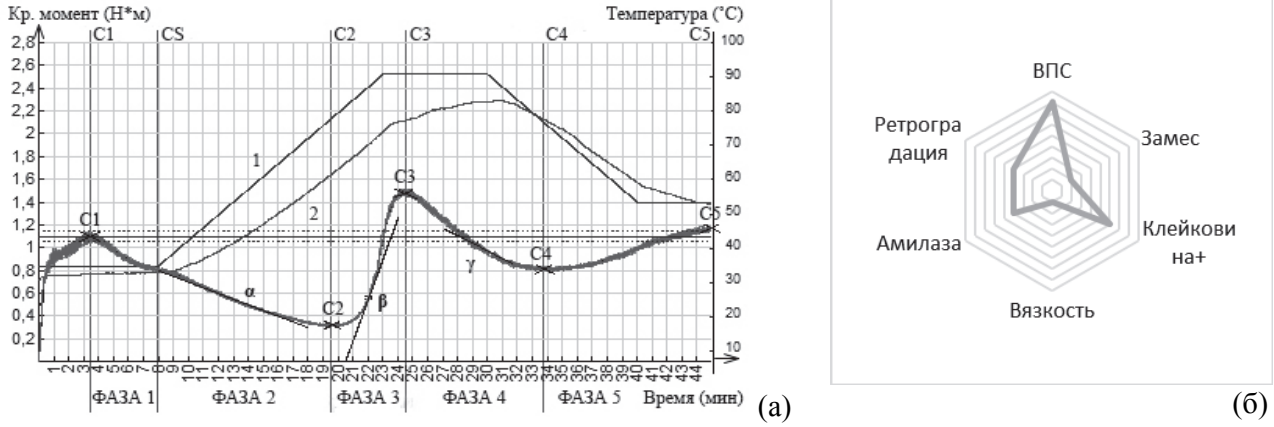
Объекты и методы исследования. В работе использовали зерно озимой тритикале сорта Тимирязевская 150 урожая 2015–2017 годов, предоставленное Селекционной станцией им. П.И. Лисицына РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Оценку технологических показателей качества и химического состава исходного зерна тритикале сорта Тимирязевская 150, а также продуктов его переработки проводили в соответствии с действующими ГОСТами, принятыми в отрасли. Оценку реологических свойств осуществляли на приборе миксолаб фирмы Chopin Technologies (Франция). Биохимические показатели определяли по методикам, описанным в издании [2].

Результаты исследований. Технологические показатели качества зерна тритикале сорта Тимирязевская-150 урожаев 2015–2017 годов, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества зерна тритикале сорта Тимирязевская 150

Год урожая	Влажность, %	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/дм^3	Стекловидность, %		Зольность, %
				общая	полная	
2015	9,9	41,26	785	53	7	1,94
2016	9,6	40,76	766	55	10	2,04
2017	9,2	37,06	792	52	12	1,96

Анализ реологических свойств зерна тритикале сорта Тимирязевская 150, урожая 2017 г. с использованием системы миксолаб, представленный на рисунке 1, позволяет дать интегральную оценку реологических свойств по 6-ти основным индексам: ВПС …8, Замес …2, Клейковина+ …6, Вязкость …1, Амилаза …4, Ретроградация крахмала …4.



(а) (б)

Рисунок 1 – Миксолабограмма (а) и круговая диаграмма (профайлер миксолаба) (б) зерна тритикале сорта Тимирязевская 150

Так, можно констатировать, что исследуемый образец зерна характеризуется высокой водопоглотительной способностью, так как содержит в отличие от муки большее количество белков, некрахмальных полисахаридов за счет присутствия периферийных частей зерновки. Низкий уровень индекса вязкости свидетельствует о высокой амилолитической активности, что коррелирует с индексом амилазы и подтверждается данными, полученными с использованием метода числа падения. Индекс ретроградации крахмала напрямую связан со способностью конечного продукта противостоять черствению. Исследуемый образец зерна имеет средний уровень индекса ретроградации крахмала, что позволяет предположить достаточно хорошую устойчивость к черствению продуктов после выпечки.

Состояние белково-протеиназного комплекса оценивали по общему содержанию белка, количеству и качеству клейковины (таблица 2), а также фракционному составу растворимых белков, активности кислых и нейтральных протеиназ зерна тритикале и их белковых ингибиторов.

Таблица 2 – Белковый комплекс зерна тритикале сорта Тимирязевская 150

Год урожая	Белок (N×6,25), %	Количество клейковины, %		Качество клейковины	
		сырой	сухой	ед. ИДК	группа
2015	9,9	8,40	3,24	35	II – удовлетворительная крепкая
2016	9,6	17,33	6,50	49	II – удовлетворительная крепкая
2017	9,3	12,0	4,20	40	II – удовлетворительная крепкая

Изучение фракционного состава растворимых белков показало, что процентное соотношение всех фракций примерно одинаково и составляет 20–25 %.

Использование метода гель-хроматографии на колонке с Toyopearl gel HW-55F позволило разделить альбумино-глобулиновую фракцию белков зерна тритикале сорта «Тимирязевская 150» по молекулярной массе (рисунок 2, таблица 3).

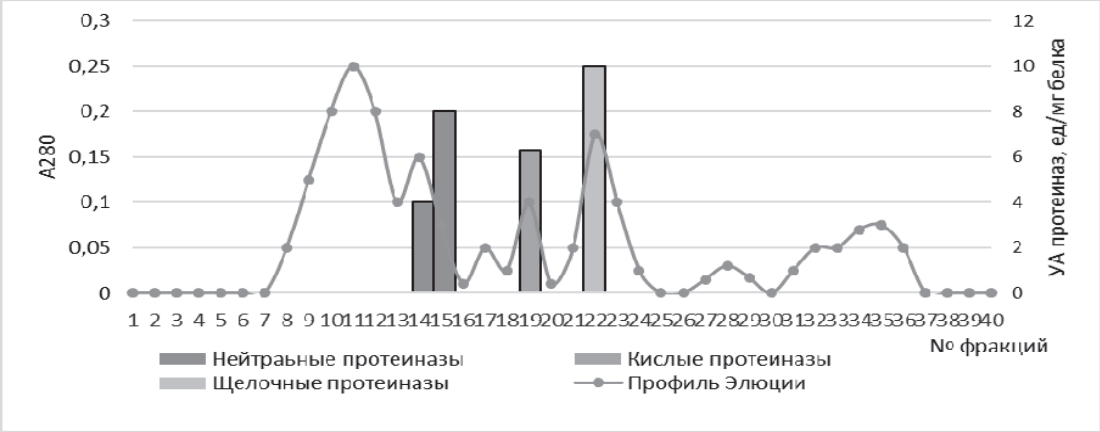


Рисунок 2 – Фракционирование комплексного препарата протеиназ из зерна тритикале методом гель-хроматографии на колонке с Toyopearl gel HW-55F

Таблица 3 – Соотношение белковых фракций, полученных с помощью гель-хроматографии на колонке с Toyopearl gel HW-55F

Фракция	Молекулярная масса, Дальтон	% от общего количества
I пик 6–12	≥ 700000 (выход декстрана синего)	31,28
II пик 13–15	450000 ÷ 350000	11,17
III пик 16–17	300000 ÷ 100000	2,06
IV пик 18–19	100000 ÷ 50000	4,12
V пик 20–25	50000 ÷ 25000	22,21
VI пик 26–29	25000 ÷ 1500	5,91
VII пик 30–33	1500 ÷ 1000	3,95
VIII пик 34–37	≤ 1000 (выход тирозина)	20,28

Установлено, что активность нейтральных протеиназ в 1,5–2,0 раза выше активности кислых и щелочных протеиназ. По результатам гель-хроматографии М.м. кислых протеиназ – 75000 Да, нейтральных – 250000 Да, щелочных – 50000 Да. Эндогенные белковые ингибиторы трипсина и щелочных протеиназ имеют М.м. 30000 ÷ 35000 Да; кислых и нейтральных протеиназ по данным метода гель-хроматографии – М.м. 15000 ÷ 20000 Да.

Возможность использования зерна тритикале сорта Тимирязевская 150 в различных отраслях пищевой и перерабатывающей промышленности изучали по следующим направлениям:

Производство муки. Для характеристики мукомольных свойств исходных образцов зерна с повышенной амилолитической активностью проводили лабораторные помолы с выделением в отдельный поток муки с каждой технологической системы. На основании кумулятивных кривых зольности были сформированы 3-и сорта муки (таблица 4).

Таблица 4 – Показатели качества сформированных сортов тритикалевой муки

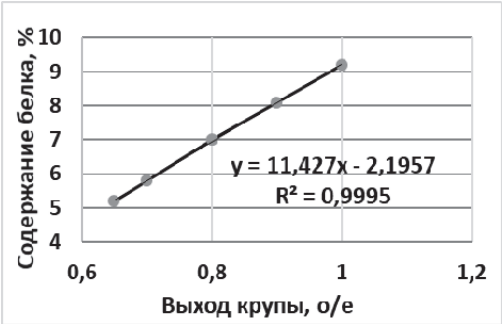
№ пробы	Системы*	Белизна, ед. пр.	Зольность,%	Число падения, с
4	1 р.с. + 2 р.с.+ 3 р.с. + 4 р.с.	61	0,54	167
5	I + II + III др.с. + 5 р.с. + 6 р.с.	49	0,89	136
6	IV др.с.+ 7 р.с.	25	1,51	130

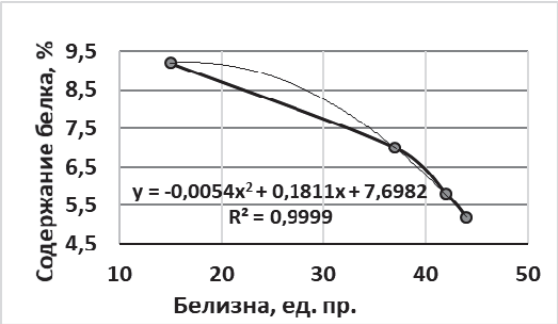
* р.с. – размольная система; др.с. – драная система

Хлеб, выпеченный из тритикалевой муки исследуемых образцов, несмотря на повышенную амилолитическую активность, имел относительно хороший объёмный выход от 310 до 330 см^3/100 г муки, а также высокую формоустойчивость – от 0,44 до 0,59 H/D, пористость – 74…75 %. Мука из зерна тритикале с высокой амилолитической активностью в отличие от пшеничной и ржаной муки с аналогичными показателями позволяет получить хлеб удовлетворительного качества. Суммарная органолептическая оценка составила 6–7 баллов (рисунок 3).

Рисунок 3 – Хлеб (формовой и подовый) из разных сортов тритикалевой муки сорта Тимирязевская 150

Производство крупы. Шлифование зерна тритикале осуществляли на лабораторном голлендере фирмы «Сатаки» (Япония) с абразивным кругом зернистостью 063. На рисунках 4 и 5 представлены зависимости между выходом тритикалевой крупы, белизной и содержанием белка.





а б

Рисунок 4 – Зависимость между выходом крупы (а), белизной (б) и содержанием общего белка для зерна тритикале сорта Тимирязевская 150

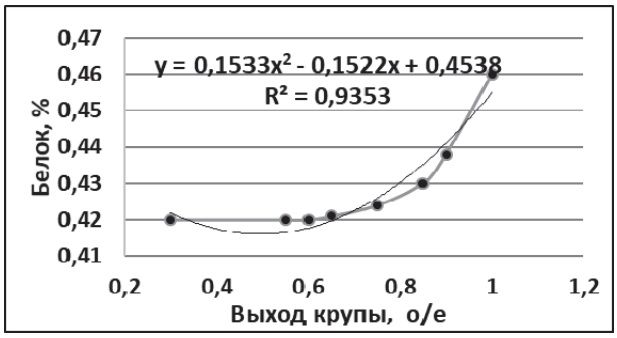
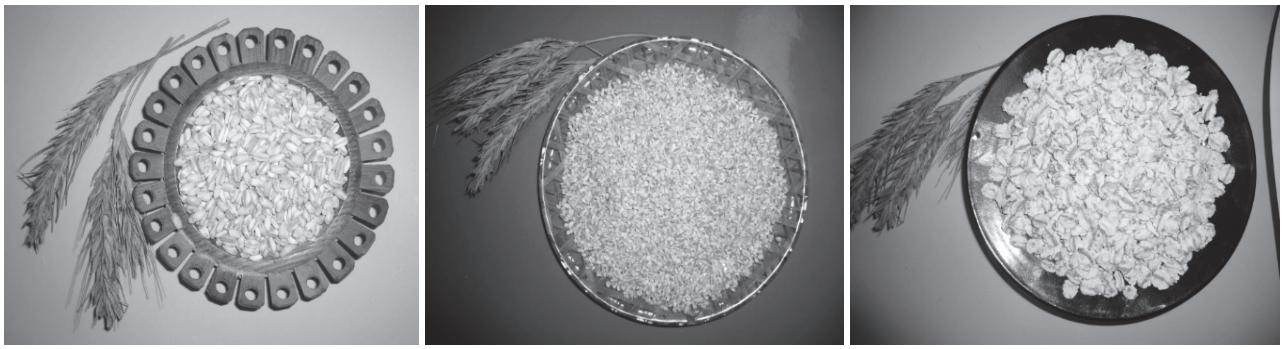


Рисунок 5 – Зависимость между выходом крупы и содержанием растворимого белка для зерна тритикале сорта Тимирязевская-150

Во ВНИИ зерна и продуктов его переработки разработаны следующие варианты три технологии переработки тритикале в крупу [1]. На рисунке 6 представлены фотографии крупы из зерна тритикале по разработанным технологиям в ассортименте.



а) б) в)

Рисунок 6 – Различные виды крупы из тритикале:
а) целая крупа, б) дробленая, в) плющеная (хлопья)

Дегустация каш из полученных образцов крупы проводилась в РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, а также в Федеральном Ростовском Аграрном Центре в рамках проводимых научно-практических конференций (2018 г.) и получило одобрение дегустационной комиссии.

Получение биоактивированного зерна тритикале. Повышение влажности зерна сопровождается интенсивным нарастанием активности ферментов. (рисунок 7).

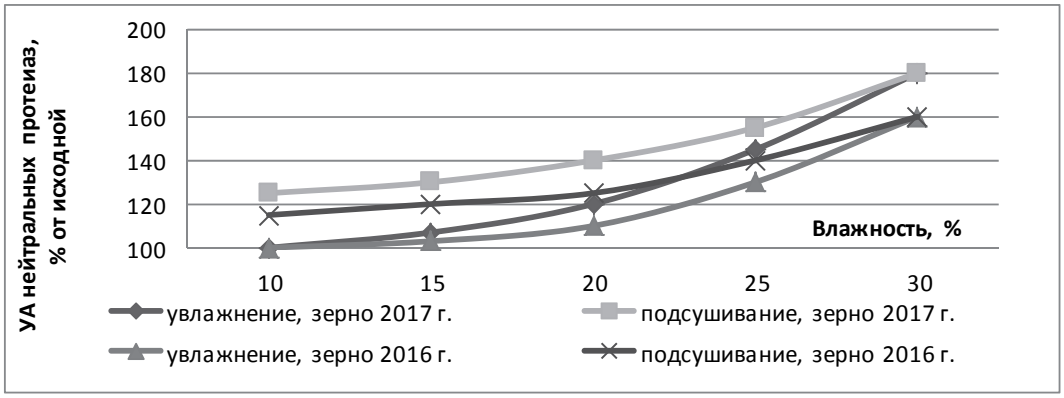


Рисунок 7 – Активность нейтральных протеиназ зерна тритикале сорта Тимирязевская 150

Активность нейтральных протеиназ на 15–25 %, а амилаз на 5 % выше активности в исходном зерне той же влажности.

Выводы:

На основании полученных экспериментальных данных научно обоснована возможность применения зерна тритикале сорта Тимирязевская 150 в следующих областях пищевой и перерабатывающей промышленности: производство муки для хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, с невысоким подъемом – слоеного теста, крекеров, лапши; использование в поликомпонентных зерновых и мучных смесях; производство различных видов крупы; получение биоактивированного зерна и продуктов его переработки.

Список использованных источников

1. Мелешкина, Е.П. Тритикале (технологии переработки). Монография / Е.П. Мелешкина, Г.Н. Панкратов, И.А. Панкратьева, Л.В. Чиркова, Р.Х. Кандроков, И.С. Витол, Н.А. Игорянова, О.В. Политуха, Д.Г. Туляков (под ред. Е.П. Мелешкиной). – М.: Изд-во ФЛИНТА. – 2018. – 188 с.

2. Нечаев, А.П. Пищевая химия. Лабораторный практикум / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова, В.В. Колпакова, И.С. Витол, И.Б. Кобелева. – СПб.: ГИОРД. – 2006. – 304 с.

References

1. Meleshkina, E.P. Tritikale (texnologii pererabotki). Monografiya / E.P. Meleshkina, G.N. Pankratov, I.A. Pankrat`eva, L.V. Chirkova, R.X. Kandrokov, I.S. Vitol, N.A. Igoryanova, O.V. Polituxa, D.G. Tulyakov (pod red. E.P. Meleshkinoj). – M.: Izd-vo FLINTA. – 2018. – 188 s.

2. Nechaev, A.P. Pishhevaya ximiya. Laboratorny`j praktikum / A.P. Nechaev, S.E. Traubenberg, A.A. Kochetkova, V.V. Kolpakova, I.S. Vitol, I.B. Kobeleva. – SPb.: GIORD. – 2006. – 304 s.

УДК 575.174.015.3:636.082:636.2

ОЦЕНКА БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ С КОМПЛЕКСНЫМИ ГЕНОТИПАМИ *CSN3* / *INOS*

*Автор: Гильманов Х.Х.**
Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва, e-mail: gilmanov.xx@mail.ru

ASSESSMENT OF BULL-PRODUCERS WITH COMPLEX *CSN3* / *INOS* GENOTYPES

*Author: Gilmanov Kh.Kh.**
All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Non-Alcoholic and Wine Industry – a branch of the Gorbatov's Federal Scientific Center for Food Systems of RAS, Moscow, e-mail: gilmanov.xx@mail.ru

Ключевые слова: бык-производитель, генотип, *CSN3*, *iNOS*, ПЦР, лейкоз крупного рогатого скота, молочная продуктивность.
Keywords: bull-producer, genotype, *CSN3*, *iNOS*, PCR, bovine leukosis, milk productivity.

Аннотация: Повышенная молочная продуктивность коров, как правило, сопряжена со снижением устойчивости к различным заболеваниям, включая лейкоз крупного рогатого скота. В данном исследовании изучена ассоциативная связь комплексных генотипов генов *CSN3* и *iNOS* быков-производителей с их племенной ценностью по показателям молочной продуктивности женских предков. Установлено, что наибольшие показатели по удою и выходу молочного жира женских предков оказались в группе исследуемых быков с комплексным генотипом *AB / BB* генов *CSN3* и *iNOS*. Полученная информация будет учитываться в селекционно-племенной работе при воспроизводстве молочного стада с генетической резистентностью к лейкозу крупного рогатого скота.
Abstract: The increased milk productivity is typically connected to decrease of various diseases resistance, including leukemia of cattle. The study analyzed the associative relation between complex genotypes of genes *CSN3* and *iNOS* of bull-producers with their breeding value on milk productivity indicators of immediate female ancestors. The research has been established that the highest rates of milk yield and fat amount of female ancestors were observed in studied bulls of complex genotype *AB / BB* genes of *CSN3* and *iNOS*. Information received will be considered in selection-breeding in the process of milking herd production with genetic resistance to bovine leukosis.

Введение: Серьезной проблемой интенсификации производства молочной продукции является обеспечение качества молока и его биологической безопасности, что непосредственно связано с повышением молочной продуктивности коров, как правило, сопряженной со снижением устойчивости к лейкозу крупного рогатого скота – широко распространенного заболевания, возбудителем которого является вирус бычьего лейкоза [1, 2].

Согласно отчету по эпизоотической ситуации в Российской Федерации за 2018 год [3] положительной динамики заболеваемости в отношении лейкоза крупного рогатого скота не наблюдается (рисунок 1).

Опыт многих стран указывает на использование в животноводстве генетических маркеров, связанных с качественными признаками молочной продуктивности крупного рогатого скота: каппа-казеин (*CSN3*), бета-лактоглобулин (*BLG*) [4, 5, 6]; а также связанных с генетической устойчивостью к лейкозу крупного рогатого скота: *BoLA-DRB3* [7], полиморфный маркер AH13-1 гена *iNOS* [8].

Исследования показали, что аллель *A* и гомозиготный вариант *AA* полиморфного маркера AH13-1 гена *iNOS* отвечает за устойчивость к инфицированию вирусом бычьего лейкоза, а за восприимчивость – аллель *B* и генотип *BB* [8].

Рисунок 1 – Динамика заболеваемости по лейкозу КРС за 4 квартала 2018 года

Ген каппа-казеина (*CSN3*) отвечает за продуктивные, физико-химические и технологические свойства молока. Анализ научных данных связи генотипов *CSN3* коров разных пород с показателями молочной продуктивности выявил следующие тенденции: удой (*AA*>*AB*>*BB*), массовая доля белка и жира в молоке (*BB*>*AB*>*AA*) [9].

В целом скрининг генетических маркеров хозяйственно-ценных признаков является составным звеном маркер-ориентированной селекции и может позиционироваться как элемент ДНК-технологии прижизненного формирования молочной продуктивности животных, а также состава и технологических свойств сырья-молока в контексте интенсификации молочного скотоводства.

Целью настоящей работы являлось изучение ассоциативной связи комплексных генотипов генов *CSN3* и *iNOS* быков-производителей с их племенной ценностью по показателям молочной продуктивности женских предков.

Для достижения цели решалась следующая задача:

– изучить ассоциативную связь комплексных генотипов генов *CSN3* и *iNOS* быков-производителей с их племенной ценностью по показателям молочной продуктивности женских предков.

Объекты и методы исследования: Исследования проводились на выборке из 60 быков-производителей молочного направления продуктивности, принадлежащих ГУП ГПП «Элита» Высокогорского района Республики Татарстан.

Для экстракции ДНК из цельной консервированной крови крупного рогатого скота использовали комплект реагентов «ДНК-сорб В» (ЦНИИ Эпидемиологии).

При постановке ПЦР для амплификации локуса гена *CSN3* длиной 265 п.н. использовали набор специфических праймеров: JK5: 5′-атсатттатggccattccaccaaag-3′ и JK3: 5′-gcccatttcgccttctctgtaacaga-3′.

Постановку ПЦР для амплификации локуса гена *iNOS* длиной 258 п.н. осуществляли набором специфических праймеров iNOS-F: 5′-aggcgggtttaagctcctag-3′ и iNOS-R: 5′-acactggacccatcagctgc-3′ [10].

Для последующего проведения ПДРФ-анализа образцы амплифицированного ПЦР-продукта обрабатывали 5 ед. эндонуклеазы рестрикции *Hinf*I в 1× буфере «О» при 37 °С в течение ночи.

Электрофоретическую детекцию образующихся ПЦР-ПДРФ-фрагментов проводили с использованием комплекта реагентов «ЭФ-генотип 200» (ЦНИИ Эпидемиологии) в 2 % агарозном геле в буфере ТБЕ, содержащим бромид этидия, с последующей визуализацией ДНК в УФ-трансиллюминаторе (Vilber Lourmat).

При изучении ассоциативной связи комплексных генотипов генов *CSN3* и *iNOS* быков-производителей с их племенной ценностью по показателям молочной продуктивности женских предков использованы также данные зоотехнического и племенного учета исследуемого хозяйства: племенные карточки (форма 1-МОЛ), каталоги, племенные свидетельства быков-производителей.

Результаты исследований: Результаты оценки аллельного полиморфизма генов *CSN3* и *iNOS* у исследуемой выборки животных представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Аллельный полиморфизм генов *CSN3* и *iNOS* у исследуемой выборки быков-производителей

	Частота встречаемости по гену *CSN3*									χ^2
	n = 60 гол.	генотипов						аллелей		
		AA		*AB*		*BB*		*A*	*B*	
		n	%	n	%	n	%			
*Быки-производители молочного направления продуктивности	H	44	73,3	13	21,7	3	5,0	0,84	0,16	1,09
	O	43	70,8	16	26,7	2	2,5			
	Частота встречаемости по гену *iNOS*									χ^2
	n = 60 гол.	генотипов						аллелей		
		AA		*AB*		*BB*		*A*	*B*	
		n	%	n	%	n	%			
	H	14	23,3	35	58,3	11	18,4	0,525	0,475	1,72
	O	16	26,7	30	50,0	14	23,3			

Примечание: Н – наблюдаемое распределение генотипов, О – ожидаемое распределение генотипов. *Помесный и чистопородный голштинский скот.

Распределение быков-производителей молочного направления продуктивности, представляющих собой помесный и чистопородный голштинский скот, по генотипам гена *CSN3* было следующим: *AA* – 44 гол. (73,3 %), *AB* – 13 гол. (21,7 %), *BB* – 3 гол. (5,0 %). Частота аллеля *A* составила 0,84, аллеля *B* – 0,16.

Распределение быков-производителей молочного направления продуктивности по генотипам гена *iNOS* было следующим: *AA* – 14 гол. (23,3 %), *AB* – 35 гол. (58,3 %), *BB* – 11 гол. (18,4 %). Частота аллеля *A* составила 0,525, аллеля *B* – 0,475.

Сравнительный анализ распределения частоты генотипов *CSN3* и *iNOS*, в исследуемой выборке быков-производителей, представлен на рисунке 2.

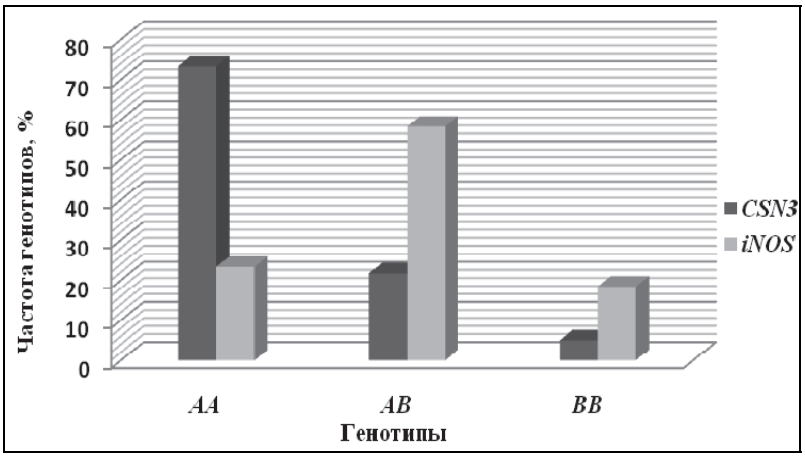


Рисунок 2 – Частота встречаемости генотипов *CSN3* и *iNOS* у быков-производителей

Для оценки быков-производителей по происхождению использовались показатели ближайших женских предков, расчет РИБ (родительский индекс быка) для каждого исследуемого животного по удою и жирномолочности представлен в таблице 2.

Оценка быков по родительскому индексу (РИБ) показала, что наибольший удой (10003,1) и выход молочного жира (387,9 кг) отмечен у быков с комплексным генотипом *AB / BB*, а более высокое содержание молочного жира (4,01 %) имел бык с комбинацией генотипов *BB / AA*.

При этом наименьший удой (7589,9 кг), содержание молочного жира (3,82 %) и выход молочного жира (290,5 кг) наблюдался у быков с комплексным генотипом *AB / AA* генов *CSN3* и *iNOS*, соответственно.

Таблица 2 – Характеристика быков-производителей с комплексными генотипами генов *CSN3* и *iNOS* по молочной продуктивности женских предков

Комплексные генотипы генов *BLG* / *iNOS*		Родительский индекс быка (РИБ)		
n=60		удой, кг	жир, %	жир, кг
AA / AA	11	8846,5±1744,6	3,93±0,23	348,1±77,0
AA / AB	25	8643,9±1587,0	3,93±0,19	340,1±74,9
AA / BB	8	9386,2±1950,8	3,94±0,18	371,1±77,0
AB / AA	2	7589,9±936,4	3,82±0,06	290,5±31,1
AB / AB	8	8693,4±905,2	3,85±0,16	335,5±42,0
AB / BB	3	10003,1±3385,1	3,86±0,05	387,9±126,8
BB / AA	1	8939,3±0,0	4,01±0,00	366,5±0,0
BB / AB	2	8255,9±465,1	3,92±0,27	324,1±2,7
BB / BB	-	-	-	-

Выводы:

Важным критерием предварительной оценки племенных качеств быка являются сведения о продуктивности ближайших женских предков (матери, матери матерей, матери отцов). По результатам исследования оценки быков-производителей по показателям молочной продуктивности женских предков, наибольшие показатели по удою и выходу молочного жира были у быков с комплексным генотипом *AB / BB* генов *CSN3* и *iNOS*. Данный факт согласуется с литературными данными, описывающими взаимосвязь повышенной молочной продуктивности со снижением устойчивости к инфицированию вирусом бычьего лейкоза.

Список использованных источников

1. Вафин, Р.Р. Генотипическая идентификация вируса бычьего лейкоза / Р.Р. Вафин, Н.З. Хазипов, А.Ю. Шаева, З.Р. Закирова, Л.И. Зайнуллин, С.В. Тюлькин, И.Р. Абдулина, А.М. Алимов // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. – 2014. – № 4. – С. 34–40.
2. Donnik, I. Genetic identification of bovine leukaemia virus / I. Donnik, R. Vafin, A. Galstyan, A. Krivonogova, A. Shaeva, Kh. Gilmanov. R. Karimova, S. Tyulkin, Ja. Kuzmak // Foods and Raw Materials. – 2018. – V. 6. – № 2. – PP. 314–324.
3. Эпизоотическая ситуация в Российской Федерации, 2018 год [Электронный ресурс]. Данные информационно-аналитического центра Россельхознадзора, 2018. – Режим доступа: http://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/iac/rf/2018/iac2018.pdf. Дата обращения: 06.09.2019.
4. Калашникова, Л.А. Возможности использования ДНК маркеров продуктивных качеств животных в практической селекционной работе / Л.А. Калашникова // Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных. – Дубровицы. – 2003. – С. 33–39.
5. Tyulkin, S.V. Technological properties of milk of cows with different genotypes of kappa-casein and beta-lactoglobulin / S.V. Tyulkin, R.R. Vafin, L.R. Zagidulin, T.M. Akhmetov, A.N. Petrov, F. Diel // Foods and Raw Materials. – 2018. – V. 6. – № 1. – PP. 154–162.
6. Тюлькин С.В. Dлияние генотипа коров на их продуктивность и качество молока. Пищевые системы. – 2018. – Т. 1. – № 3. – С. 38–43. DOI: 10.21323/2618-9771-2018-1-3-38-43
7. Russell, G.C. Structure of the BoLA DRB3 gene an promoter / G.C. Russell, J.A. Smith, R.A. Oliver // European Journal of Immunogenetics. – 2004. – N. 31. – PP. 145–151.
8. Чичинина, С.В. Роль аллельной вариабельности генов цитокинов в формировании резистентности крупного рогатого скота к лейкозу: дис. ... канд. биол. наук: 16.00.03, 03.00.23 / С.В. Чичинина. – Новосибирск, 2005. – 107 с.
9. Ozdemir, M. Relationships between milk protein polymorphisms and production traits in cattle: a systematic review and meta-analysis / M. Ozdemir, S. Kopuzlu, M. Topal, O.C. Bilgin // Arch. Anim. Breed. – 2018. – V. 61. – PP. 197–206.
10. Гильманов, Х.Х. Способ проведения ПЦР-ПДРФ для генотипирования крупного рогатого скота по аллельным вариантам полиморфного маркера AH13-1 гена iNOS / Х.Х. Гильманов, Р.Р. Вафин, Р.Г. Каримова, С.В. Тюлькин // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2018. – № 4. – С. 22–28.

References

1. Vafin, R.R. Genotipicheskaya identifikaciya virusa bych'ego lejkoza / R.R. Vafin, N.Z. Hazipov, A.YU. SHaeva, Z.R. Zakirova, L.I. Zajnullin, S.V. Tyul'kin, I.R. Abdulina, A.M. Alimov // Molekulyarnaya genetika, mikrobiologiya i virusologiya. – 2014. – № 4. – S. 34–40.
2. Donnik, I. Genetic identification of bovine leukaemia virus / I. Donnik, R. Vafin, A. Galstyan, A. Krivonogova, A. Shaeva, Kh. Gilmanov. R. Karimova, S. Tyulkin, Ja. Kuzmak // Foods and Raw Materials. – 2018. – V. 6. – № 2. – PP. 314–324.
3. Epizooticheskaya situaciya v Rossijskoj Federacii, 2018 god [Elektronnyj resurs]. Dannye informacionno-analiticheskogo centra Rossel'hoznadzora, 2018. – Rezhim dostupa: http://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/iac/rf/2018/iac2018.pdf. Data obrashcheniya: 06.09.2019.
4. Kalashnikova, L.A. Vozmozhnosti ispol'zovaniya DNK markerov produktivnyh kachestv zhivotnyh v prakticheskoj selekcionnoj rabote / L.A. Kalashnikova // Sovremennye dostizheniya i problemy biotekhnologii sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh. – Dubrovicy. – 2003. – S. 33–39.
5. Tyulkin, S.V. Technological properties of milk of cows with different genotypes of kappa-casein and beta-lactoglobulin / S.V. Tyulkin, R.R. Vafin, L.R. Zagidulin, T.M. Akhmetov, A.N. Petrov, F. Diel // Foods and Raw Materials. – 2018. – V. 6. – № 1. – PP. 154–162.
6. Tyulkin S.V. The effect of cows genotype on their productivity and Milk quality. Food systems. – 2018. – Vol 1. – № 3. – PP. 38–43. (In Russ.) DOI: 10.21323/2618-9771-2018-1-3-38-43
7. Russell, G.C. Structure of the BoLA DRB3 gene an promoter / G.C. Russell, J.A. Smith, R.A. Oliver // European Journal of Immunogenetics. – 2004. – N. 31. – PP. 145–151.
8. Chichinina, S.V. Rol' allel'noj variabel'nosti genov citokinov v formirovanii rezistentnosti krupnogo rogatogo skota k lejkozu: dis. ... kand. biol. nauk: 16.00.03, 03.00.23 / S.V. CHichinina. – Novosibirsk, 2005. – 107 s.
9. Ozdemir, M. Relationships between milk protein polymorphisms and production traits in cattle: a systematic review and meta-analysis / M. Ozdemir, S. Kopuzlu, M. Topal, O.C. Bilgin // Arch. Anim. Breed. – 2018. – V. 61. – PP. 197–206.
10. Gil'manov, H.H. Sposob provedeniya PCR-PDRF dlya genotipirovaniya krupnogo rogatogo skota po allel'nym variantam polimorfnogo markera AH13-1 gena iNOS / H.H. Gil'manov, R.R. Vafin, R.G. Karimova, S.V. Tyul'kin // Veterinariya, zootekhniya i biotekhnologiya. – 2018. – № 4. – S. 22–28.

УДК 664.2.03; 663.93

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БЕЛКА ИЗ СУСПЕНЗИИ ГОРОХОВОЙ МУКИ ВОЗДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ

Автор: Голионко Е.О., Носовская Л.П., Адикаева Л.В., Коваленок В.А.*
Научный руководитель: Гольдштейн В.Г., канд. техн. наук
Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М.Горбатова» РАН,
ул. Некрасова, 11, пос. Красково, Московская обл., 140051, Российская Федерация
e-mail: vakhanka_aria@mail.ru

DETERMINATION OF OPTIMUM PROTEIN EXTRACTION PARAMETERS FROM SUSPENSION OF PEA PEAR FLOW EXPOSED BY ULTRASONIC VIBRATIONS

Authors: Evgeniya.O. Golionko, Liliya.P. Nosovskaya, Larisa.V.Adikaeva, Vladimir.A.Kovalenok*
Scientific adviser: Goldshtein V.G., Ph.D.
All-Russian Scientific Research Institute for Starch Products – branch by FSBSI "FSC of Food Systems" V.M. Gorbatov» RAS, Kraskovo, Russia
e-mail: vakhanka_aria@mail.ru

Ключевые слова: ультразвуковая обработка, гороховый белок, суспензия гороховой муки, гидромодуль

Keywords: ultrasound treatment, pea protein, suspension of pea flour, flour / water ratio

Аннотация: Рядом исследований показано, что ультразвуковые колебания способны изменять агрегатное состояние вещества, диспергировать, эмульгировать его, изменять скорость диффузии, кристаллизации и растворения веществ, активизировать реакции, интенсифицировать технологические процессы. В результате проведенных исследований установлено, что существенное влияние на количество извлеченного белка из суспензии гороховой муки оказывают скважность и гидромодуль. Определены оптимальные параметры извлечения белка из суспензии гороховой муки: резонансная частота *rf*=19.5 кГц, продолжительность процесса *t*=10 мин., скважность *vp*=8.35 Гц, гидромодуль *gm*=3.7. При этих показателях достигается максимальное извлечение белка из гороховой муки – 79 % от массовой доли белка в гороховой муке.

Abstract: A number of studies have shown that ultrasonic vibrations can change the aggregate state of matter, disperse, emulsify it, change the rate of diffusion, crystallization and dissolution of substances, activate reactions, intensify technological processes. As a result of the conducted researches it is established that essential influence on quantity of the extracted protein from suspension of pea flour is rendered by a duty cycle and a flour / water ratio. The optimal parameters of extraction of protein from the suspension of pea flour: the resonant (rf) frequency=19.5 kHz, process duration (t)=10 min., duty cycle, (vp)=8.35 Hz, a flour / water ratio (gm)=3.7. With these indicators, the maximum protein extraction from pea flour is achieved 79 % of the mass fraction of protein in pea flour.

Введение. В пищевой промышленности применение ультразвуковой техники даёт значимый эффект в целом ряде технологических процессов, в т.ч. для стерилизации, пастеризации и дезинфекции продуктов. Благодаря ультразвуковым колебаниям повышается качество пищевых продуктов и интенсифицируются (улучшаются) технологические процессы их изготовления. Рядом исследований установлено, что ультразвуковые колебания способны изменять агрегатное состояние вещества, диспергировать, эмульгировать его, изменять скорость диффузии, кристаллизации и растворения веществ, активизировать реакции, интенсифицировать технологические процессы [1].

При высокоинтенсивной обработке ультразвуком жидкостей звуковые волны, которые распространяются в жидкой среде, приводят к чередованию циклов высокого давления (компрессия) и низкого давления (разряжение), причём их скорости зависят от частоты. Во время цикла низкого давления высокоинтенсивные ультразвуковые волны создают мелкие пузырьки вакуума, или пустоты в жидкости. Когда пузырьки достигают объёма, при котором они больше не могут поглощать энергию, они с силой лопаются во время цикла высокого давления. Данное явление носит название кавитации. Во время лопания местами достигаются очень высокие температуры (около 5000 K) и давление (около 2,000 атм.). Лопанье кавитационного пузырька также приводит к возникновению струй жидкости, обладающих скоростью до 280 м/сек. Возникшие силы сдвига механически разрушают оболочку ячейки и улучшают перенос материала [2].

Данный эффект может использоваться при ферментации, гидролизе и в других процессах преобразования органических веществ.

Ультразвуковая обработка часто используется для улучшения извлечения липидов и белков из семян растений, таких как соевые бобы (например, мука или обезжиренные соевые бобы) или прочих масличных семян.

При изучении влияния длительности ультразвукового воздействия на общий выход биологически активных веществ при экстрагировании березовых почек экстрагентами разной полярности установлено, что интенсификация процесса экстрагирования ультразвуком происходит независимо от используемого экстрагента. Наблюдается увеличение общего выхода экстрактивных веществ, в том числе и углеводов, содержание же аскорбиновой кислоты в экстрактах уменьшается [3].

При одновременном проведении экстракции и воздействии ультразвука наблюдается ускорение процесса извлечения таких биологически активных веществ, как экдистероиды и флавоноиды из растений семейства Caryophyllaceae [4]. Определено положительное влияние ультразвука при водной экстракции полифенолов и белков из зеленой массы рапса [5]. Определены оптимальные условия экстракции белка из сине-зеленых микроводорослей Spirulina platensis, которые проводили с помощью ультразвука: температура 45 °C, pH 7,46 и продолжительность 120 мин [6]. Установлено положительное влияние предварительной

ультразвуковой обработки на степень гидролиза и ингибирующую активность гидролизата белков стевии [7]. Ультразвуковая обработка шкур крупного рогатого скота с применением актинидина (фермента растительного происхождения из класса гидролаз) обеспечивает высокий выход желатина высокого качества [8]. Установлена возможность интенсификации технологического процесса экстракции белка из рисовых отрубей с применением ультразвука. Ультразвуковая экстракция обеспечивала увеличение выхода белка по сравнению с традиционным процессом. Использование ультразвука в экстракции белка увеличило его способность к гелеобразованию, но уменьшило пенообразующую способность и стабильность белкового концентрата [9].

Материалы и методы исследования. Материалы: гороховая мука компании «Гарнец»; устройство ультразвуковое серии GENERUS.

Устройство ультразвуковое серии GENERUS состоит из генератора, кабельной сети и магнитострикционных преобразователей (излучатели ультразвука). В зависимости от количества преобразователей устройства серии GENERUS выпускаются на 2 (GENERUS-200) и на 4 (GENERUS-400) магнитострикционных преобразователя (рисунок 1).

Рисунок 1 – Устройство ультразвуковое серии GENERUS [1].

Математическая обработка результатов осуществлялась по программам Statatistica 12.5. и TableCurve 2D.

Определение влажности исследуемых продуктов проводили в соответствии с ГОСТ 10856; общего протеина – по ГОСТ 13496.4-93.

Навеска гороховой муки смешивалась с водой в пропорциях соответствующих заданному гидромодулю и помещалась в емкость для ультразвуковой обработки.

Параметры ультразвуковой обработки заданы ООО «Дженерус».

При обработке ультразвуком водной суспензии гороховой муки (СГМ) основными влияющими факторами на выход массовой доли белка bm, % следующие:

1. Резонансная частота rf, кГц (17,5; 18,0; 18,5; 19,0; 19,5);
2. Продолжительность обзаботки t, мин (5; 6; 7; 9; 10);
3. Скважность (скорость пачек) vp, Гц (3,125; 6,25; 8,0; 12,5; 25,0);
4. Гидромодуль gm. 3 – (1:3) ; 4 – (1:4); 6 – (1:6); 8 – (1:8); 10 – (1: 10).

Результаты исследований. На рисунке 2 показаны влияния резонансной частоты rf (*f1)*, продолжительности обработки *t (f2)*, скважности (скорости пачек) vp (*f3)* и гидромодуля gm (*f4)* на количество извлеченного белка.

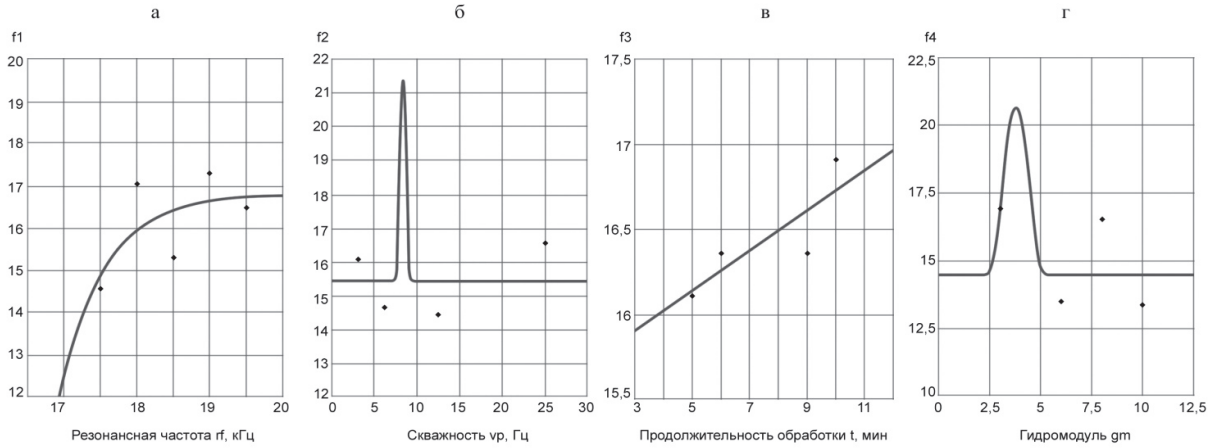


Рисунок 2 – Частные имперические зависимости извлечения белка из СГМ в водный раствор в зависимости от резонансной частоты (а), скважности (б), продолжительности обработки (в) и гидромодуля (г)

Частные эмпирические зависимости извлечения белка в водный раствор из СГМ:

а) от резонансной частоты представлена уравнением:

$$f1 = 16.8 - 5 \cdot 10^{12} \cdot \exp(-1.634 \cdot rf), \quad (1)$$

где *f1* – извлечение массовой доли белка (% СВ белка в 100 мл раствора); *rf* – резонансная частота (кГц).

Диапазон резонансной частоты оказывающей влияние на извлечение белка 17–19 кГц.

б) от скважности представлена уравнением:

$$f3 = 15.5 + 5.896 \cdot \exp\left[-0.5 \cdot \left(\frac{vp - 8.35}{0.3126}\right)^2\right], \quad (2)$$

где *f3* – извлечение массовой доли белка (%СВ белка в 100 мл раствора); *vp* – скважностm (скорости пачек), Гц.

Эта эмпирическая зависимость имеет выраженный максимум в диапазоне 7–9 Гц.

в) от продолжительности обработки представлена уравнением:

$$f2 = 15.6 + 0.118 \cdot t, \quad (3)$$

где *f2* – извлечение массовой доли белка (% СВ белка в 100 мл раствора); *t* – продолжительность ультразвуковой обработки, мин.

г) от гидромодуля (соотношения мука : вода) представлена уравнением:

$$f4 = 14.5 + 7.041 \cdot \exp\left[-0.5 \cdot \left(\frac{gm - 3.706}{0.4872}\right)^2\right], \quad (4)$$

где *f4* извлечение массовой доли белка (% СВ белка в 100 мл раствора);

gm – гидромодуль (соотношение мука : вода).

Эта зависимость также имеет выраженный максимум в диапазоне от 1:3 до 1:4,8.

Зависимость содержания массовой доли белка bm, % от влияющих факторов будем искать в виде:

$$bm = a0 \cdot f1 \cdot f2 \cdot f3 \cdot f4 \quad (5)$$

Для нахождения неизвестного коэффициента a0 воспользуемся программой Mathematica 12.

Уравнение, описывающее зависимость извлечения массовой доли белка bm в водный раствор (% СВ в 100 мл) из СГМ от влияющих факторов имеет вид:

$$bm = \left(14.5 + 7.041 \cdot e^{-2.106 \cdot (-3.706 + gm)^2}\right) \cdot \left(0.00391 - 1.164 \cdot 10^9 e^{-1.634 rf}\right) \cdot \left(15.5 + 5.896 \cdot e^{-5.1167 \cdot (-8.35 + vp)^2}\right) \cdot (15.6 + 0.118 \cdot t), \quad (6)$$

где *bm* – массовая доля белка в водном растворе (% СВ); t – продолжительность ультразвуковой обработки, мин; *vp* – скважности (скорости пачек), Гц; *rf* – резонансная частота (кГц); gm – гидромодуль (соотношение мука : вода).

На рисунке 3 показана зависимость выхода массовой доли белка bm в СГМ от скважности vp и гидромодуля gm.

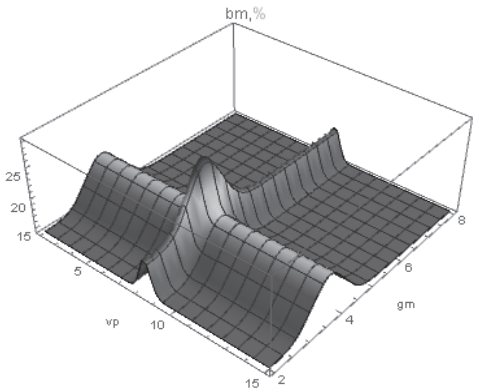


Рисунок 3 – Зависимость выхода массовой доли белка *bm* в водный раствор из СГМ от скважности *vp* и гидромодуля *gm*. Резонансная частота rf=19.5 кГц, продолжительность процесса t = 8 мин

Выводы:

Установлено, что существенное влияние на количество извлеченного белка из суспензии гороховой муки оказывают скважность и гидромодуль.

На основании листинга определены оптимальные параметры извлечения белка из суспензии гороховой муки: резонансная частота *rf*=19.5 кГц, продолжительность процесса *t*=10 мин., скважность *vp*=8.35 Гц, гидромодуль *gm*=3.7. При этих показателях достигается максимальное извлечение белка из гороховой муки – 79 % от массовой доли белка в гороховой муке.

Авторы выражают благодарность директору ООО «Дженерус» Сергею Владимировичу Янкевичу за предоставленное для исследований оборудование для ультразвуковой обработки и непосредственное участие в проведение исследований.

Список использованных источников

1. Афанасьев В.А., Иритков С.А., Фошин А.А., Янкевич С.В. Применение ультразвука в технологических линиях производства крахмала. Динамика нелинейных дискретных электротехнических и электронных систем. Материалы XII Всероссийской научно-технической конференции . 2017.Издательство: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова (Чебоксары). 2017. – С. 343–348.

2. В.Н. Хмелев, С.С. Хмелев, Р.Н. Голых, А.В. Шалунов. Ультразвуковая кавитационная обработка вязких и дисперстных сред. Ползуновский вестник. 2014. Т.2. №4. С. 110–11115.

3. О.Ю. Кузнецова. Исследование экстракционных веществ березовых почек полученных экстракцией с использованием ультразвука. / Кузнецова О.Ю., Горелова Е.Г., Фахрудинова Д.И., Гильманов Р.З. // Разработка и регистрация лекарственных средств. Издательство: Общество с ограниченной ответственностью «Центр Фармацевтической Аналитики» (Москва). 2017. №1.(18). С. 134–137.

4. Л.Н. Зибарева, Е.С. Филоненко. Влияние ультразвукового воздействия на экстракцию биологически активных соединений растений семейства Caryophyllaceae / Химия растительного сырья // 2018. №2. С.145–151.

5. X. Yu, T. Gouyo, N. Grimi, Olivier Bals, E. Vorobiev. Ultrasound enhanced aqueous extraction from rapeseed green biomass for polyphenol and protein valorization. / Comptes Rendus Chimie // 2016.V.19. PP. 766–777.

6. A. Yucetepe, O. Saroglu, Ceren Daskaya-Dikmen, F. Bildik and B. Ozcelik. Optimisation of Ultrasound-Assisted Extraction of Protein from Spirulina platensis Using RSM. / Czech Journal of Food Sciences // 36, 2018. V. 36 (1). PP. 98–108.

7. M. A. A Gasmalla. Effects of ultrasound pretreatment with different frequencies on the degree of hydrolysis and ACE inhibitory activity of stevia protein. / M. A. A Gasmalla, H. Admassu, A. Musa, F. Awad and other // MOJ Food Processing & Technology. 2019. V. 7. Iss. 1. PP. 11–14.

8. Tanbir Ahmad. Effects of Ultrasound Assisted Extraction in Conjugation with Aid of Actinidin on the Molecular and Physicochemical Properties of Bovine Hide Gelatin / Tanbir Ahmad , Amin Ismail, Siti A. Ahmad, Khalilah A. Khalil, Teik K. Leo and other // Molecules. 2018 V. 23. Iss.4. PP. 1–17.

9. Hong Loan Ly, Chau Tran, Thu Tra Thi Tran, Minh Nguyet Nu Ton. Application of ultrasound to protein extraction from defatted rice bran. International Food Research Journal // 2018. V. 25 (2). PP. 695–701.

References

1. Afanas'ev V.A., Iritkov S.A., Foshin A.A., YAnkevich S.V. Primenenie ul'trazvuka v tekhnologicheskih liniyah proizvodstva krahmala. Dinamika nelinejnyh diskretnyh elektrotekhnicheskih i elektronnyh sistem. Materialy XII Vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii . 2017.Izdatel'stvo: CHuvashskij gosudarstvennyj universitet imeni I.N. Ul'yanova (CHeboksary). 2017. – S. 343–348.
2. V.N. Hmelev, S.S. Hmelev, R.N. Golyh, A.V. SHalunov. Ul'trazvukovaya kavitacionnaya obrabotka vyazkih i disperstnyh sred. Polzunovskij vestnik. 2014. T.2. №4. S. 110–11115.
3. O.Yu. Kuznecova. Issledovanie ekstrakcionnyh veshchestv berezovyh pochek poluchennyh ekstrakciej s ispol'zovaniem ul'trazvuka. / Kuznecova O.Yu., Gorelova E.G., Fahrudinova D.I., Gil'manov R.Z. // Razrabotka i registraciya lekarstvennyh sredstv. Izdatel'stvo: Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu «Centr Farmacevticheskoj Analitiki» (Moskva). 2017. №1.(18). S. 134–137.
4. L.N. Zibareva, E.S. Filonenko. Vliyanie ul'trazvukovogo vozdejstviya na ekstrakciyu biologicheski aktivnyh soedinenij rastenij semejstva Caryophyllaceae / Himiya rastitel'nogo syr'ya // 2018. №2. S.145–151.
5. X. Yu, T. Gouyo, N. Grimi, Olivier Bals, E. Vorobiev. Ultrasound enhanced aqueous extraction from rapeseed green biomass for polyphenol and protein valorization. / Comptes Rendus Chimie // 2016.V.19. PP. 766–777.
6. A. Yucetepe, O. Saroglu, Ceren Daskaya-Dikmen, F. Bildik and B. Ozcelik. Optimisation of Ultrasound-Assisted Extraction of Protein from Spirulina platensis Using RSM. / Czech Journal of Food Sciences // 36, 2018. V. 36 (1). PP. 98–108.
7. M. A. A Gasmalla. Effects of ultrasound pretreatment with different frequencies on the degree of hydrolysis and ACE inhibitory activity of stevia protein. / M. A. A Gasmalla, H. Admassu, A. Musa, F. Awad and other // MOJ Food Processing & Technology. 2019. V. 7. Iss. 1. PP. 11–14/
8. Tanbir Ahmad. Effects of Ultrasound Assisted Extraction in Conjugation with Aid of Actinidin on the Molecular and Physicochemical Properties of Bovine Hide Gelatin / Tanbir Ahmad , Amin Ismail, Siti A. Ahmad, Khalilah A. Khalil, Teik K. Leo and other // Molecules. 2018 V. 23. Iss.4. PP. 1–17.
9. Hong Loan Ly, Chau Tran, Thu Tra Thi Tran, Minh Nguyet Nu Ton. Application of ultrasound to protein extraction from defatted rice bran. International Food Research Journal // 2018. V. 25 (2). PP. 695–701.

УДК 544.773.432: 547.485.5

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИНКАПСУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ТАРГЕТНОЙ ДОСТАВКИ БИОЛОГИЧЕСКИ-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

*Автор: Грызлова А.С.**
Научный руководитель: Федулова Л.В. – к.т.н., зав. лабораторией
«ФНЦ пищевых систем им В.М. Горбатова», РАН, Экспериментальная клиника-лаборатория биологически-активных веществ животного происхождения, Москва,
e-mail: al.gryzlova@gmail.com

DEVELOPMENT OF INCAPSULATION METHODS FOR TARGET DELIVERY OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

Author: Alexandra S. Gryzlova
Scientific adviser: Fedulova L.V., c.t.s., head of laboratory
FSC of food systems of V.M. Gorbatov, Experimental clinic-laboratory of biologically active substances of animal origin, Moscow, e-mail: al.gryzlova@gmail.com

Ключевые слова: таргетная доставка, биологически-активные вещества, модель переваривания, invitro.

Keywords: target delivery, biologically active substances, digestion model, in vitro.

Аннотация: В статье представлены данные по апробации методик по инкапсулированию белково-пептидных комплексов в агарозные, альгинатные и хитозан-альгинатные капсулы и

тестирование их в качестве адресных «курьеров» на модели желудочно-кишечного тракта in vitro. Показано, что несмотря на биосовместимость агарозных гелей с белками и пептидами такие капсулы непригодны для таргетной доставки в тонкий кишечник. Альгинатные и хитозан-альгинатные капсулы оказались устойчивыми в условиях «желудочной» фазы, обеспечивая доставку объекта в кишечник.

Abstract: The article presents data on testing techniques for encapsulating protein-peptide complexes in agarose, alginate and chitosan-alginate capsules and testing them as targeted “couriers” in the in vitro model of the digestion. It was shown that, despite the biocompatibility of agarose gels with proteins and peptides, such capsules are unsuitable for targeted delivery to the small intestine. Alginate and chitosan-alginate capsules proved to be stable in the "gastric" phase, ensuring the delivery of the object into the intestine.

Введение: В начале XXI века началось активное развитие направления таргетной доставки лекарственных средств. Первые упоминания об адресной доставке относятся еще к началу XX века П. Эрлихом, немецким иммунологом [1].

Таргетная пероральная доставка лекарственных веществ, а особенно белково-пептидных комплексов, является непростой проблемой вследствие особенностей желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), который действует как физический и биохимический барьер для всасывания белков, что приводит к низкой биодоступности (как правило, менее 1–2 %). Идеальная система пероральной доставки лекарств должна поддерживать целостность белковых молекул до тех пор, пока они не достигнут места абсорбции; высвобождать молекулы в конкретном отделе ЖКТ и удерживать их в нем, не нарушая целостности и свойств заключенного в нее вещества [2].

Помимо создания прочной оболочки немаловажным является тот факт, что материал этой оболочки не должен быть отторгнут организмом, следовательно, удобнее всего использовать вещества, которые используются в пищевой промышленности. Такими являются агар-агар, также известный как пищевая добавка Е406 и являющийся биосовместимым с белками и пептидами, не денатурируя их; альгинат натрия, больше знакомый как пищевая добавка Е401 и применяющийся в производстве детского питания; хитозан, который служит укрепляющим веществом для альгинатных капсул, особенностью его является наличие мукоадгезивных свойств, способствующих возможности прилипания к слизистым оболочкам.

Целью работы являлся подбор оптимального метода инкапсуляции белково-пептидных веществ для таргетной доставки.

Объекты и методы исследования: Объектом исследования был белково-пептидный комплекс, полученный последовательным экстрагированием иммунных органов свиньи (тимуса, мезентеральных лимфатических узлов и селезёнки) в воде с пониженным содержанием изотопов дейтерия. Действие экстракта направлено на повышение иммунитета, происходящего за счет содержания в нем белков и пептидов массой менее 30 кДа [3,4].

Иммобилизацию в агарозные капсулы проводили в соответствии с [5] с использованием агарозы (Sigma, США), фосфатно-солевого буфера (PBS) pH7,4 (Пущинские лаборатории, Россия), кукурузного масла (Россия), гептана (Sigma, США).

Иммобилизация в альгинатные капсулы была проведена в соответствии с работой [6], используя альгинат натрия (Русхим, Россия), хлорид кальция (AppliChem Panreac, Германия).

Иммобилизацию в альгинатные капсулы, укрепленные хитозаном, проводили в следующем порядке [7] с использованием альгината натрия (Русхим, Россия), хлорида кальция (AppliChem Panreac, Германия), хитозана (Sigma-Aldrich, США).

Для проведения эксперимента по иммобилизации было использовано следующее оборудование: лабораторная диспергирующая установка (ЛДУ, Россия), стерилизующий мембранный фильтр-шприц с размерами пор 0,2 мкм, лиофильная сушка ИНЕЙ-4 (Россия), перистальтический насос Shenchenlab 2015 MCSeries (Китай), магнитная мешалка ММ-5 (Россия).

Полученные высушенные капсулы проверяли на устойчивость к кислой среде желудка. Для этого было проведено моделирование переваривания in vitro [8]. Процесс устойчивости капсул исследовали последовательно, пропуская полученные капсулы через систему, представляющую собой три «отдела» с различными кислотно-щелочным балансом и ферментами, которые достигались варьированием солевого состава и ферментов имитирующих жидкостей с содержанием солей: хлорид калия (KCl), дигидрофосфат калия (KH_2PO_4), гидрокарбонат натрия ($NaHCO_3$), гидроксид натрия (NaOH), хлорид натрия (NaCl), хлороводородная кислота HCl

(AppliChem Panreac, Германия) и ферментов: α-амилаза (30 U/mg), пепсин (727 U/mg), панкреатин (4xUSP specifications) (Sigma-Aldrich, США). Контроль pH осуществляли с помощью pH-метра OHAUS, Starter 3100 (США). Модель включала «оральную» фазу с pH 7,0 (время инкубации 5 мин), фазу «желудка» с pH 3,0 (время инкубации 2 ч), фазу «тонкого кишечника» с pH 7,0 (время инкубации 2 ч), смеси инкубировали при температуре 37 °С.

Результаты исследований. На рисунке 1 представлена конечная схема получения капсул.

Полученные по приведённой на рисунке 1 схеме образцы агарозного геля имели вид желтоватого мелкодисперсного порошка вследствие использования в процессе кукурузного масла.

Альгинатные капсулы, в свою очередь, в высушенном состоянии схожи с белыми гранулами, наподобие гранул хлорида кальция. Частицы обладают хорошей прочностью и невыраженной формой, составляющей в диаметре 1–1,5 мм.

Альгинатные капсулы, укрепленные хитозаном, также имеюд вид гранул, но при этом присутствует желтоватый подтон, диаметр таких капсул стал составлять 1,5–2 мм. Поверхность частиц является неровной и шероховатой.

Тест на устойчивость капсул к химическому воздействию условий желудочно-кишечного тракта выявил следующее. Агарозный порошок на стадии «оральной» фазы увеличивал свой объём по прошествии 2–3 минут, при дальнейшем добавлении имитируемой жидкости «желудочной» фазы с последовательным урегулированием pH объем разбухшего порошка увеличился уже через 5 минут после начала имитации 2 фазы, по окончании фазы, через 2 часа, он полностью растворился, что свидетельствует о непригодности использования такого метода для таргетной доставки исследуемых объектов в кишечник.

В свою очередь, альгинатные капсулы, при добавлении к имитируемой жидкости «оральной» фазы, незначительно увеличились в объеме. На 2-ом этапе – фазе «желудка» отмечено увеличение их объема через 30–40 минут после начала фазы, при этом по окончании стадии капсулы сохраняли целостность. На последнем этапе – фазе «тонкого кишечника» большая часть капсул (90–95 %) растворилась в течение первого часа этой стадии, а по окончании этой фазы все капсулы растворились полностью.

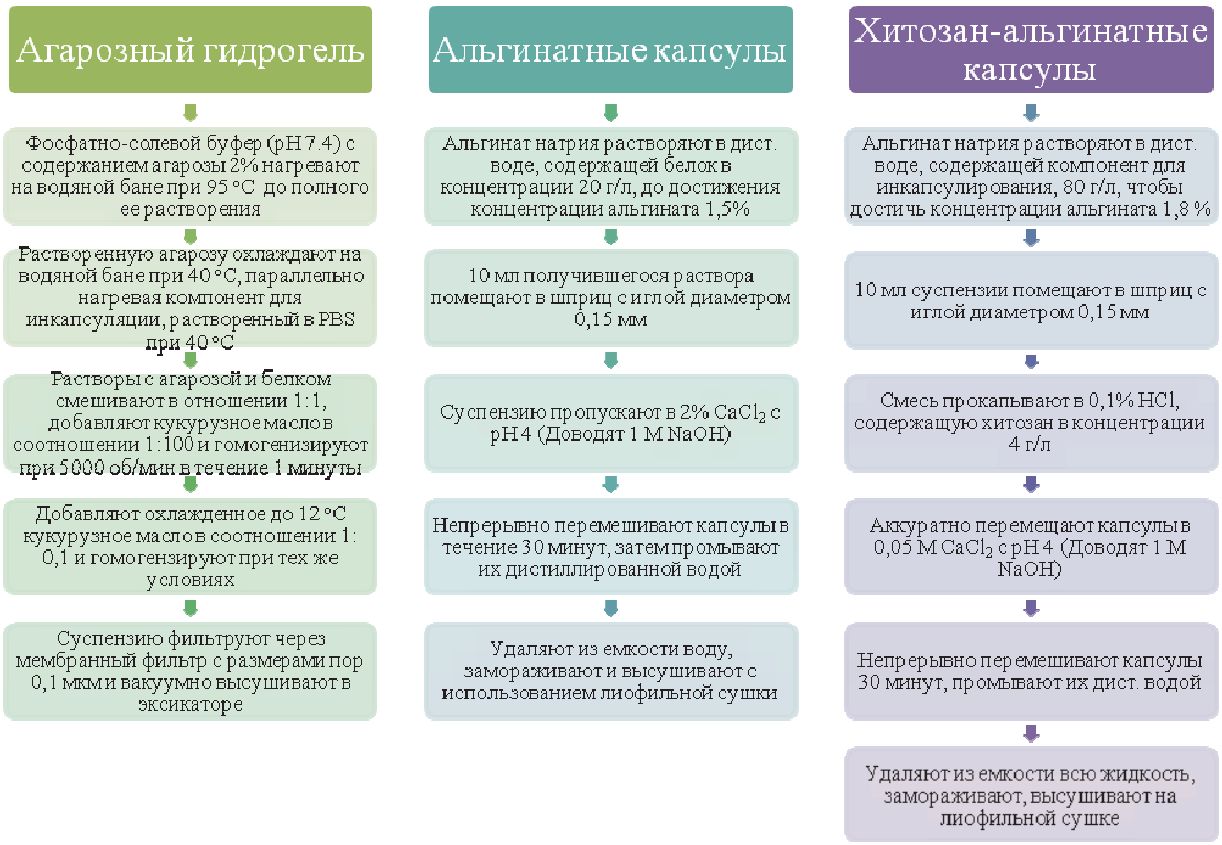


Рисунок 1 – Схемы получения капсул для адресной доставки веществ

Схожее с альгинатными капсулами поведение в разных стадиях ЖКТ было замечено и у хитозан-альгинатных капсул. При имитировании «оральной» фазы наблюдалось едва заметное увеличение в объеме капсул, при дальнейшем имитировании отдела желудка объем капсул увеличился в 2–2,5 раза, но сохранил цельную форму. А при имитировании «отдела тонкого кишечника» практически все капсулы, за исключением 3 %, полностью растворились под действием солевого состава, pH и ферментов.

Проведенный тест позволяет продолжить исследования в этой области, но с использованием двух методик для инкапсулирования для варьирования размеров капсул, концентраций, заключаемых в них белково-пептидных комплексов и соответствующих оболочкам концентраций альгината натрия и сшивающего «агента» – хлорида кальция.

Выводы:

Полученные результаты показали, что все виды капсул позволяют заключать белково-пептидный комплексы, при этом альгинатные и хитозан-альгинатные капсулы оказались устойчивыми в условиях «желудочной» фазы, обеспечивая доставку объекта в кишечник, тогда как агарозные растворялись под действием ферментов и pH желудка.

Список использованных источников:

1. Erhlich P. Collected studies on immunity. New York: John Wiley, 1906, 442 p.

2. Renukuntla, J., Vadlapudi, A. D., Patel, A., Boddu, S. H., &Mitra, A. K. Approaches for enhancing oral bioavailability of peptides and proteins. *International journal of pharmaceutics*, *447*(1–2), 75–93, 2013.

3. Василевская Е.Р., Федулова Л.В., Ахремко А.Г. Применение протеомных технологий для изучения тимуса, селезенки и мезентеральных лимфатических узлов свиней. Все о мясе. – 2019. – № 1. – С. 54 – 57. DOI: 10.21323/2071-2499-2019-1-54-57

4. Василевская Е.Р., Котенкова Е.А., Лукинова Е.А., Калинова Е.А. методология исследования белково-пептидных компонентов экстрактов тканей sus scrofa. Теория и практика переработки мяса. – 2017. – Т. 2. – № 3. – С. 79–85. DOI: 10.21323/2414-438X-2017-2-3-79-85

5. N. Wang and X. S. Wu, Preparation and Characterization of Agarose Hydrogel Nanoparticles for Protein and Peptide Drug Delivery, Pharmaceutical Development and Technology, 2(2), pp. 135–142 (1997).

6. Manjanna KM, Pramod Kumar TM, Shivakumar B., Calcium alginate cross-linked polymeric microbeads for oral sustained drug delivery in arthritis,DrugDiscovTher. 2010 Apr;4(2):109–22.

7. M. L. Huguet, E. Dellacherie, Calcium Alginate Beads Coated with Chitosan: Effect of the Structure of Encapsulated Materials on Their Release. Process Biochemistry, Vol. 31, № 8, pp. 745–751, 1996.

8. M. Minekus, M. Alminger et al, A standardized static *in vitro* digestion method suitable for food – an international consensus. Royal Society of Chemistry, Food & Function, № 5, pp. 1113–1124, 2014.

References

1. Erhlich P. Collected studies on immunity. New York: John Wiley, 442 p., 1906.

2. Renukuntla, J., Vadlapudi, A. D., Patel, A., Boddu, S. H., &Mitra, A. K. Approaches for enhancing oral bioavailability of peptides and proteins. *International journal of pharmaceutics*, *447*(1–2), pp. 75–93, 2013.

3. Vasilevskaya E.R., Fedulova L.V., Akhremko A.G. Proteomic technologies in pigs' thymus, spleen and mesenteric lymph nodes study. Vsyo o myase, – 2019. – № 1, pp. 54–57. DOI: 10.21323/2071-2499-2019-1-54-57

4. Vasilevskaya E.R., Kotenkova E.A., Lukinova E.A., Kalinova E.A. research methodology of sus scrofa tissue extracts protein-peptide components. Theory and practice of meat processing. – 2017. – Vol. 2. – № 3. – C. 79–85. (In Russ.) DOI: 10.21323/2414-438X-2017-2-3-79-85

5. N. Wang and X. S. Wu, Preparation and Characterization of Agarose Hydrogel Nanoparticles for Protein and Peptide Drug Delivery, Pharmaceutical Development and Technology, 2(2), pp. 135–142, 1997.

6. Manjanna KM, Pramod Kumar TM, Shivakumar B., Calcium alginate cross-linked polymeric microbeads for oral sustained drug delivery in arthritis,DrugDiscovTher.,4(2), pp. 109–122, 2010.

7. M. L. Huguet, E. Dellacherie, Calcium Alginate Beads Coated with Chitosan: Effect of the Structure of Encapsulated Materials on Their Release. Process Biochemistry, Vol. 31, № 8, pp. 745–751, 1996.

8. M. Minekus, M. Alminger et al, A standardized static *in vitro* digestion method suitable for food – an international consensus. Royal Society of Chemistry, Food & Function, № 5, pp. 1113–1124, 2014.

УДК 637.35.043

ЖИРНО-КИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЖИРОВОЙ ФАЗЫ СЫРА КАК ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ЕГО НАТУРАЛЬНОСТИ

*Автор: Данилова Е.С.**
Научный руководитель: Топникова Е.В. – д.т.н.
ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН,Углич, e-mail:mail@vniims.info

FATTY ACID COMPOSITION OF THE FAT CHEESE PHASE AS AN IDENTIFICATION INDICATOR OF ITS NATURALITY

*Author: Ekaterina S. Danilova.**
Scientific adviser: Elena V. Topnikova, Doctor of Technical Sciences
VNIIMS – branch of FSBI «Federal Scientific Center for Food Systems them. V. M. Gorbatova »RAS, Uglich, e-mail: mail@vniims.info

Ключевые слова: жирно-кислотный состав, критерии натуральности сыра, идентификационные показатели.

Keywords: fatty acid composition, criteria for the naturalness of cheese, identification indicators.

Аннотация: В статье приводятся данные исследований сыров различных видовых групп газохроматографическими методами, которые могут быть использованы для уточнения диапазонов по нормированию жирно-кислотного состава (ЖКС), а также для идентификации показателей жировой фазы сыра с учетом видовых особенностей, в случае их достоверных различий. В ходе исследования ЖКС жировой фазы сыров выявлено несоответствие полученных данных с нормативными данными диапазонов пентадекановой, пентадеценовой, маргариновой и маргаринолеиновой кислот, установленных в методических рекомендациях по оценке подлинности и выявлении фальсификации молока и молочных продуктов и небольшие отклонения по содержанию миристолеиновой, пальмитиновой и пальмитолеиновой жирных кислот.

Abstract: The article presents research data on cheeses of various species groups by gas chromatographic methods, which can be used to clarify the ranges for normalizing the fatty acid composition (FSW), as well as to identify indicators of the fatty phase of cheese, taking into account specific features, if there are significant differences. In the course of the study of fat-and-milk fatty acids in cheese, a discrepancy was found between the data obtained and the normative data on the ranges of pentadecanoic, pentadecenoic, margaric and margarineoleic acids established in the guidelines for assessing the authenticity and detection of falsification of milk and dairy products and small deviations in the content of myristoleic, palmitic and palmitoleic fatty acids.

Введение: В настоящее время наряду с сырами разных видовых групп (твердых, полутвердых, мягких, рассольных, плавленых) молокоперерабатывающими предприятиями производятся молокосодержащие продукты с заменителями молочного жира, произведенные по технологии сыра, и их заменители – пищевые продукты сложного сырьевого состава, произведенные по технологии сыра из растительно-молочной смеси. При нахождении их в обращении важно правильно идентифицировать такие продукты и установить натуральность сыра. Одними из важных методов идентификации сыров являются определение жирно-кислотного и стеринового состава жировой фазы продукта, который напрямую связан с породой лактирующих животных, сезоном года и рационом кормления [1–4]. Поскольку определение стеринового состава является более сложным методом и требует применения дорогостоящих стандартов стеринов, большинство лабораторий применяет для испытания метод определения жирно-кислотного состава (ЖКС) жировой фазы продукта. Методика выделения жира из продукта, получение метиловых эфиров жирных кислот и определение их массовой доли установлены соответствующими стандартами:

– ГОСТ 32915-2014 [5] пункты 8.1.7 и 8.2.2 – подготовка сыра к проведению анализа и выделение жира из сыра;

– ГОСТ 31665-2012 [6] раздел 5 – получение метиловых эфиров жирных кислот;

– ГОСТ 32915-2014 раздел 9 – разделение метиловых эфиров жирных кислот методом газовой хроматографии.

Следует отметить, что важным является не только соблюдение всех этапов подготовки и проведения анализа, но и то, по каким критериям жирно-кислотного состава в дальнейшем будет оцениваться сыр. До настоящего времени жирно-кислотный состав сыра оценивали в ряду прочих молочных продуктов, требования к жировой фазе к которым не были установлены в соответствующих стандартах, согласно Приложения 3 «Жирно-кислотный состав молочного жира коровьего молока» МУ 4.1./4.2.2484-09 [7]. В настоящее время вступил в действие национальный стандарт ГОСТ Р 58340-2019 [8], в обязательном Приложении Е которого установлены требования к ЖКС жировой фазы сыров. При этом нет разграничения по классификационным группам сыров, также не дифференцирован ЖКС для сыров из молока разных видов животных. В связи с этим предложенные диапазоны могут неточно отражать ЖКС сыра, на состав которого влияет не только ЖКС исходного молока-сырья, но и особенности биохимических превращений в жировой фазе жира, протекающие при его производстве, созревании и хранении.

По данным [9–11] липолитические процессы, протекающие в сырах, сопровождаются накоплением свободных жирных кислот. Если жирные кислоты от C_1 до C_3 образуются как результат сбраживания молочного сахара и лактатов определенными видами бактерий, за счет восстановительного и внутримолекулярного дезаминирования некоторых аминокислот и окисления кетонов, то главным источником кислот с четырьмя и более высоким числом углеродных атомов являются липиды. Жирные кислоты участвуют в формировании вкусового профиля сыра и его оттенков. Газожидкостной хроматографией установлено, что в ходе созревания концентрация свободных жирных кислот возрастает, причем миристиновой, пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислот накапливается больше, нежели других кислот, что может быть следствием частичного превращения ненасыщенных жирных кислот в насыщенные и полиненасыщенных в мононенасыщенные. Движущей силой липолиза в сырах являются липолитические ферменты заквасочных микроорганизмов, поскольку нативная липаза молока-сырья инактивируется при его пастеризации. Активные превращения жира происходят в сыре, выработанном с использованием отдельных представителей плесневых грибов Candidum и Penicillium, которые обладают выраженной липолитической активностью.

В связи с этим было интересно оценить ЖКС сыров разных видовых групп, выработанных в условиях прослеживаемости, в кондиционной зрелости и определить возможны ли отклонения от диапазонов ЖКС, установленных в нормативных документах.

Материалы и методы исследований. Объектами исследования были сыры, изготовленные в соответствии с нормативными и техническими документами в условиях прослеживаемости, исключающей попадание немолочных жиров по ходу всего технологического цикла, начиная с молока-сырья.

Для исследования взяты сыры, выработанные в условиях одного предприятия из однотипного сырья в осенне-зимний и весенне-летний периоды года, следующих видовых групп: твердые с массовой долей жира в сухом веществе 40 %, полутвердые с массовой долей жира в сухом веществе 45–52 %, мягкие сыры (свежие, без созревания) с массовой долей жира в сухом веществе 45 % и сыры с белой плесенью с массовой долей жира в сухом веществе 60,0 %. Всего исследовано 33 образца сыров разного состава. Все исследованные сыры имели физико-химические и органолептические показатели, характерные для своей видовой группы.

Выделение жира из сыров проводили в соответствии с ГОСТ 32915-2014, получение метиловых эфиров жирных кислот осуществляли по ГОСТ 31665-2012. Испытания ЖКС по ГОСТ 32915-2014 проводили на хроматографическом комплексе «Хромос ГХ-1000» с пламенно-ионизационным детектором и кварцевой капиллярной колонкой CP–Sil 88 for FAME 100m×0.25mm×0.2µm. В качестве идентификационной смеси использовали смесь метиловых эфиров жирных кислот Supelko 37 FAME Mix. Обработку полученных данных проводили методом внутренней нормализации с помощью программы «Хромос».

Результаты исследовани. Результаты испытаний сыров разных видовых групп (твердые, полутвердые, мягкие и мягкие с плесенью) приведены в таблице 1.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что в исследованной группе ***твердых сыров*** можно отметить относительно повышенное содержание в отдельных образцах каприновой кислоты (до 3,0 %), миристолеиновой (до 1,8 %), пальмитиновой кислоты (до 33,50 %), пальмитолеиновой кислоты (2,6 %) и пониженное содержание стеариновой кислоты (менее 9,0 %), олеиновой

(менее 22 %). Кроме того, отмечено достаточно высокое содержание суммы прочих жирных кислот – от 4,3 до 5,3 %, что является свидетельством более глубоких изменений в жировой фазе продукта с длительным сроком созревания. Содержание суммы пентадекановой и пентадеценовой кислот в этой группе сыров составило около 1,2 %, аналогичное значение установлено для суммы маргариновой и маргаринолеиновой кислот, что практически в 3 раза ниже среднего их значения, установленного в МУ 4.1./4.2.2484-09.

В группе ***полутвердых сыров*** можно отметить более низкую, в сравнении с твердыми сырами, границу содержания масляной кислоты (от 2,6 %) и пальмитиновой кислоты (от 26,0 %), повышенное содержание пальмитолеиновой кислоты (до 2,7 %) и олеиновой кислоты (до 28,0 %). Для данной группы сыров также отмечено пониженное содержание жирных кислот $C_{15:0}$, $C_{15:1}$, $C_{17:0}$ и $C_{17:1}$.

В жире, выделенном из ***мягких сыров,*** отмечено повышенное содержание миристолеиновой кислоты до 1,7 %, пальмитолеиновой до 2,6 %, также выявлено достаточно высокое относительное содержание линолевой кислоты (до 4,0 %).

В ***сырах, изготовленных с белой плесенью***, отмечено повышенное относительно других сыров содержание масляной кислоты (в диапазоне 2,8–3,2 %). Содержание олеиновой кислоты в них находится на уровне твердых сыров с длительным сроком созревания, а содержание пальмитолеиновой достигает 2,5 %. Содержание миристолеиновой кислоты находится на верхнем пределе нормируемого значения.

Таблица 1 – Жирно-кислотный состав жировой фазы исследованных сыров

№ п/п	Наименование жирной кислоты	Массовая доля метилового эфира жирной кислоты, %, в жировой фазе сыра					
		Сыр твердый (п=6)	Сыр полу-твердый (п=19)	Сыр мягкий (п=3)	Сыр с белой плесенью (п=5)	Норми-руемая в МУ 4.1./4.2.24849	Норми-руемая по ГОСТ Р 58340
1	C4:0 Масляная	2,70–2,96	2,60–3,14	2,70–2,91	2,80–3,20	2,0–4,2	2,4–4,2
2	C6:0 Капроновая	1,86–2,02	1,76–2,11	1,80–1,90	1,90–2,11	1,5–3,0	1,5–3,0
3	C8:0 Каприловая	1,17–1,25	1,14–1,28	1,10–1,14	1,18–1,30	1,0–2,0	1,0–2,0
4	C10:0 Каприновая	2,80–3,01	2,2–2,97	2,5–2,6	2,70–3,00	2,0–3,5	2,0–3,8
5	C10:1 Деценовая	0,24–0,28	0,17–0,26	0,21–0,22	0,22–0,24	0,2–0,4	0,2–0,4
6	C12:0 Лауриновая	3,36–3,70	2,5–3,70	2,9–3,01	3,06–3,50	2,0–4,0	2,0–4,4 (осень, зима – до 5,0)
7	C14:0 Миристиновая	11,11–11,50	9,0–11,50	9,94–10,17	10,00–11,20	8,0–13,0	8,0–13,0 (осень, зима – до 14,0)
8	C14:1 Миристолеиновая*	1,56–1,80	1,38–1,65	1,61–1,66	1,46–1,56	0,6–1,5	0,6–1,5
9	C15:0 Пентадекановая	1,18–1,20	1,18–1,43	1,18–1,20	1,15–1,23	3,06–4,45	–
10	C15:1 Пентадеценовая	0,01–0,02	0,01–0,02	0,01–0,02	0,01–0,02		–
11	C16:0 Пальмитиновая	31,76–33,50	26,60–31,80	26,60–27,0	28,95–32,10	21,0–33,0	21,0–33,0
12	C16:1 Пальмитолеиновая*	2,4–2,6	2,37–2,70	2,56	2,35–2,45	1,5–2,0	1,5–2,4
13	C17:0 Маргариновая	0,76–0,80	0,75–0,84	0,76–0,80	0,76–0,81	2,08–4,07	–
14	C17:1 Маргаринолеиновая	0,38–0,40	0,41–0,44	0,38–0,40	0,37–0,41		–
15	C18:0 Стеариновая	8,65–9,70	9,12–11,63	11,39–11,50	9,38–10,80	9,0–13,0	8,0–13,5
16	C18:1 Олеиновая*	20,64–21,80	21,80–28,20	26,25–27,0	21,85–23,05	22,0–32,0	20,0–32,0
17	C18:2 Линолевая*	3,10–3,53	3,20–3,80	3,85–4,00	3,20–3,60	3,0–5,5	2,2–5,0

Продолжение таблицы 1

№ п/п	Наименование жирной кислоты	Массовая доля метилового эфира жирной кислоты, %, в жировой фазе сыра					
		Сыр твердый (п=6)	Сыр полу-твердый (п=19)	Сыр мягкий (п=3)	Сыр с белой плесенью (п=5)	Норми-руемая в МУ 4.1./4.2.24849	Норми-руемая по ГОСТ Р 58340
18	С18:3 Линоленовая*	0,42–0,50	0,44–0,70	0,76–0,78	0,42–0,47	До 1,5	До 1,5
19	С20:0 Арахиновая	0,17–0,19	0,17–0,24	0,20–0,22	0,20	До 0,3	До 0,3
20	С22:0 Бегеновая	0,08–0,10	0,08–0,13	0,11	0,09–0,10	До 0,1	До 0,1
21	Прочие	4,34–5,25	3,88–5,11	4,43–4,53	4,23–4,57	Не нормировано	2,5–6,5
*- Расчет произведен по сумме изомеров							

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что в каждой из групп представленных сыров можно наблюдать определенные различия в жирно-кислотном составе, по которым можно характеризовать ту или иную группу сыра (его видовую принадлежность). Выявленные различия в ЖКС сыров обусловлены особенностями протекания биохимических процессов при их выработке и созревании. Результаты ЖКС достаточно стабильны в каждой видовой группе сыров, что может являться фактом тщательного входного контроля сырья и соблюдения всех типовых параметров производства сыров, характерных для конкретного вида.

Кроме того, выявлены различия ЖКС исследованных сыров в сравнении с нормативными диапазонами, установленными в МУ 4.1./4.2.2484-09. Они касаются содержания целого ряда жирных кислот, включая миристолеиновую, пентадекановую, пентацеденовую, пальмиолеиновую, маргариновую, маргаринолеиновую, стеариновую, линолевую жирные кислоты. Наиболее существенные различия установлены между фактическим содержанием жирных кислот $C_{15:0}$, $C_{15:1}$,$C_{17:0}$ и $C_{17:1}$ и нормируемым их диапазоном, что подтверждает необоснованность данного диапазона в этом нормативном документе, установленном на основе Кодексового стандарта для пищевых жиров и масел (Codex Stan 19-1981, REV. 2-1999) и Кодексового стандарта для поименованных животных жиров, для которых не существует отдельных стандартов (Codex Stan 211-1999).

Установлены также различия ЖКС исследованных сыров в сравнении с нормативными диапазонами, предусмотренными в обязательном приложении ГОСТ Р 58340-2019 (в части миристолеиновой, пальмитиновой и пальмитолеиновой кислот), что также может создавать проблемы предприятиям-изготовителям сыра при контроле натуральности их сыра.

Выводы:

1. В ходе исследования жирно-кислотного состава жировой фазы 33 сыров выявлено несоответствие полученных данных с МУ 4.1./4.2.24849 по содержанию пентадекановой, пентадеценовой, маргариновой и маргаринолеиновой кислот, которые присутствуют в жировой фазе продукта в минорных количествах. Поскольку их показатели в нормативном документе установлены некорректно и не соответствуют фактическому содержанию в натуральном молочном жире, проводить оценку жировой фазы сыра по этим показателям нецелесообразно.

2. Жирно-кислотный состав исследованных сыров в разрезе видовых групп имеет некоторые различия. В связи с этим целесообразно продолжать набор статистических данных в этом направлении для уточнения диапазонов по нормированию жирно-кислотного состава сыров, а также для установления более объективных показателей идентификации жировой фазы сыра с учетом их видовых особенностей при условии выявления достоверных различий.

Список использованных источников

1. Jozwik A., Stralkowska N., Bagnicka E., Grzybek W., Krzyzewski J., Kolataj A., Horbanczuk J.O. Relationship between milk yield, stage of lactation, and some blood serum metabolic parameters of dairy cows // Czech. J. Anim. Sci. 2012. V. 57. PP. 353–360.

2. A.Zh. Rhastayeva, A. K. Smagulov, V.S. Zamurova, E.V. Topnikova, B.M. Umirzakov, M.T. Nurgalieva. Technological properties of milk from the cows of black-Motley and alatau breads in varios seasons of lactation // International Journal of Technology and Exploring Engineering / 2019. V.8. PP. 2299–2303.

3. O'Donnell A.M., Spatny K.P., Vicini J.L., Bauman D.E. Survey of the fatty acid composition of retail milk differing in claims based on production management practices // J. Dairy Sci. 2010. V. 93. PP. 1918–1925.

4. Рудаков О.Б., Пономарёв А.Н., Полянский К.К., Любарь А.В. Жиры. Химический состав и экспертиза качества. М.: ДеЛипринт, 2005. 312 с.

5. ГОСТ 32915-2014 Молоко и молочная продукция. Определение жирнокислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии. М: Стандартинформ, 2015.

6. ГОСТ 31665-2012 Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот. М.: Стандартинформ, 2013.

7. МУ 4.1./4.2.2484-09 Методы контроля, химические и биологические факторы. Оценка подлинности и выявление фальсификации молочной продукции. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 30 с.

8. ГОСТ Р 58340-2019 Молоко и молочная продукция. Метод отбора проб с торговой полки и доставки в лаборатории. М.: Стандартинформ, 2019.

9. Уманский М.С. Селективный липолиз в биотехнологии сыра. Барнаул, 2000. 245 с.

10. Law B.A. The formation the aroma and compounds in fermented dairy products // DSA. 1981. V. 43. № 3. PP. 143–154.

11. Manning G.V. The chemical basis of Cheddar cheese flavor // Dairy Ind. Int. 1978. V. 43. №.4. PP. 37–39.

References

1. Jozwik A., Stralkowska N., Bagnicka E., Grzybek W., Krzyzewski J., Kolataj A., Horbanczuk J.O. Relationship between milk yield, stage of lactation, and some blood serum metabolic parameters of dairy cows // Czech. J. Anim. Sci. 2012. V. 57. PP. 353–360.

2. A.Zh. Rhastayeva, A. K. Smagulov, V.S. Zamurova, E.V. Topnikova, B.M. Umirzakov, M.T. Nurgalieva. Technological properties of milk from the cows of black-Motley and alatau breads in varios seasons of lactation // International Journal of Technology and Exploring Engineering / 2019. V.8. PP. 2299–2303.

3. O'Donnell A.M., Spatny K.P., Vicini J.L., Bauman D.E. Survey of the fatty acid composition of retail milk differing in claims based on production management practices // J. Dairy Sci. 2010. V. 93. PP. 1918–1925.

4. Rudakov O.B., Ponomarev A.N., Polyansky K.K., Lyubar A.V. Fats. Chemical composition and quality examination. M .: DeLi print, 2005.312 s.

5. GOST 32915-2014 Milk and dairy products. Determination of the fatty acid composition of the fat phase by gas chromatography. M: Standartinform, 2015.

6. GOST 31665-2012 Vegetable oils and animal fats. Obtaining methyl esters of fatty acids. M.: Standartinform, 2013.

7. MU 4.1./4.2.2484-09 Control methods, chemical and biological factors. Assessment of authenticity and identification of falsification of dairy products. M .: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor, 2009. 30 p.

8. GOST R 58340-2019 Milk and dairy products. Method of sampling from a sales shelf and delivery in the laboratory. M .: Standartinform, 2019.

9. Umansky M.S. Selective lipolysis in cheese biotechnology. Barnaul, 2000.245 s.

10. Law B.A. The formation of the aroma and compounds in fermented dairy products // DSA. 1981. V. 43. No. 3. PP. 143–154.

11. Manning G.V. The chemical basis of Cheddar cheese flavor // Dairy Ind. Int. 1978. V. 43. No. 4. PP. 37–39.

УДК 637.065

К ВОПРОСУ КОНТАМИНАЦИИ ПТИЦЕПРОДУКТОВ КАМПИЛОБАКТЕРИЯМИ

Автор: Дерина Д.С.
Научный руководитель: Козак С.С. – доктор биологических наук
Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности (ВНИИПП) – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук, рп Ржавки, dasha.derina@mail.ru

THE QUESTION OF CONTAMINATION OF POULTRY PRODUCTS WITH CAMPYLOBACTERIA

Author: Derina D. S.
Scientific adviser: Kozak S. S. – doctor of biological Sciences
All-russian scientific research institute poultry processing industry (VNIIPP) – branch of the Federal state budgetary scientific institution of the Federal scientific center «All-Russian research and technological Institute of poultry farming» of the Russian Academy of Sciences, Rzavki, dasha.derina@mail.ru

***Ключевые слова*:** кампилобактериоз, пищевая безопасность, птицепромышленность, бактериальная обсемененность, C. jejuni, птицепродукты.

Keywords: campylobacteriosis, food safety, poultry industry, bacterial contamination, *C. jejuni*, poultry products.

Аннотация: Широкая распространенность в природе бактерий рода *Campylobacter* и разнообразие источников их выделения, большое внимание на современном этапе в мировой практике уделяется частоте обнаружения этих микроорганизмов в различных объектах, в том числе при выработке мяса птицы. *C. jejuni* является частью нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта большого числа домашних и диких животных и птицы. Степень бактерионосительства у домашней птицы очень высока и достигает 90 %, в связи с чем контаминированное куриное мясо преимущественно рассматривается в качестве основного источника возникновения пищевого кампилобактериоза.

Abstract: Wide prevalence in the nature of bacteria of the genus *Campylobacter* and a variety of sources of their isolation, much attention at the present stage in the world is paid to the frequency of detection of these microorganisms in various objects, including in the production of poultry meat. *C. jejuni* is part of the normal microflora of the gastrointestinal tract of a large number of domestic and wild animals and birds. The degree of bacterial transfer in poultry is very high and reaches 90 %, in connection with which contaminated chicken meat is mainly considered as the main source of food campylobacteriosis.

Безопасность является приоритетным направлением при производстве продуктов питания. Установлена четкая связь между зараженностью патогенами птицы на фермах и тушек птицы на перерабатывающих предприятиях. Особое внимание уделяется микробной зараженности фарша из птичьего мяса, который часто является причиной вспышек пищевых отравлений. Кампилобактерии возглавляют список наиболее распространенных возбудителей инфекционных гастроэнтеритов у человека [1].

С точки зрения безопасности производимой на предприятиях продукции большое значение имеет ее микробиологическое тестирование. Первостепенное значение имеют локализация отбора проб, их объем, способ анализа [2].

В 2017 году в 17-ти штатах США была зарегистрирована вспышка кампилобактериоза. Выделенный у больных лиц штамм возбудителя обладает высокой устойчивостью к нескольким антибиотикам, обычно назначаемым в первую очередь при лечении кампилобактериоза (азитромицин, ципрофлоксацин, клиндомицин, эритромицин, тетрациклин и другие) [9].

Наибольшее значение в возникновении пищевых инфекций имеют *C. jejuni* и *C. coli*. В настоящее время описано 27 видов в составе рода *Campylobacter*, однако в 85% случаев кампилобактериоза у людей этиологическим агентом заболевания является вид *C. jejuni* [4]. Он является частью нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта большого числа домашних и диких животных и птицы.

Высокий уровень обнаружения возбудителей кампиобактериоза (свыше 45 %) установлен для сырых птицепродуктов, включая тушки кур-бройлеров, индеек, перепелов и производимых из них полуфабрикатов. Бактерии рода *Campylobacter* все чаще регистрируются в качестве этиологического агента при массовых вспышках заболеваний, обусловленных употреблением недоброкачественной пищи и воды, а также в спорадических случаях бактериальных гастроэнтеритов и диарей [3].

Степень бактерионосительства у домашней птицы очень высока и достигает 90 %, куриное мясо преимущественно рассматривается в качестве основного источника возникновения пищевого кампилобактериоза [1]. Механизм выживания и последующей перекрестной контаминации кампилобактера изучен недостаточно и требует проведения детальных исследований с целью снижения рисков возникновения пищевых заболеваний, связанных с употреблением зараженных продуктов, особенно куриного мяса, поскольку его удельный вес в структуре питания населения очень велик.

Для снижения бактериальной обсемененности продуктов питания, в том числе и птицепродуктов, предложен целый ряд систем и способов. Результативность их различна, как и распространенность в пищевой промышленности. В частности, большое значение придается системе НАССР. Для успешного осуществления программы безопасности продуктов необходимо хорошо знать и понимать производственные процессы на каждом конкретном предприятии; правила, политику и ожидания руководящих организаций. Необходима тесная связь с поставщиками сырья и материалов, следует знать их программы безопасности; необходима также тесная связь с потребителем и знание целей использования каждого вида продукции; очень важный момент в обеспечении безопасности продуктов питания – обеспечение программы «задержки продукции до получения результатов тестирования».

Программа НАССР и соблюдение строгих правил выращивания и переработки животных (птицы) не всегда обеспечивает безопасность производимого мяса, нужны способы деконтаминации. Все большую популярность приобретает использование бактериофагов – специфических вирусов, уничтожающих бактерии. Применяются пробиотики на предприятиях против бактерий, вызывающих пищевые отравления. Но все эти способы обеспечения безопасности пищевых продуктов не дадут никаких результатов без соблюдения гигиенических мер, главная из которых – чистота рук работников [2].

Санитарная обработка на птицеперерабатывающих предприятиях имеет первостепенное значение для получения безопасной продукции и предупреждения распространений инфекций при поступлении птицы на убой, больной заразными заболеваниями, а также для предупреждения распространения токсикоинфекций и токсикозов среди потребителей продукции птицеперерабатывающей промышленности [1]. Одна из проблем, с которой все чаще сталкиваются работники предприятий – проблема образования биопленок в местах, благоприятных для прикрепления и размножения микроорганизмов. Такие биопленки могут содержать целый ряд патогенных бактерий: листерии, кишечную палочку, кампилобактерии [5].

Способы снижения обсемененности туши кампилобактериями, применяемые на птицеперерабатывающих предприятиях, неотделимы от способов снижения сальмонеллезной обсемененности, поскольку снижение содержания сальмонелл и кампилобактерий происходит параллельно. Очень важна роль мониторинга оборудования и птицепродуктов на содержание кампилобактерий, а также сальмонелл и листерий.

Наиболее эффективна работа на уровне ферм: снижение зараженности стад кампилобактериями на 75 % приведет к снижению числа кампилобактериоза.

По мнению большинства исследователей, полностью освободить мясо бройлеров от кампилобактерий в ближайшем будущем не представляется возможным. Решение проблемы бактериологической безопасности пищевых продуктов – одна из важных в современной птицепромышленности [6].

В настоящее время практически во всех странах регистрируется большое число возбудителей, резистентных к действию антибактериальных препаратов. Так, по данным разных авторов, выделяемые от людей, животных и из объектов окружающей среды (ООС) штаммы кампилобактерий в 8–48,8 % случаев обнаруживают устойчивость к аминогликозидным антибиотикам (канамицин, гентамицин), в 7,8–33 % – к ампициллину, амоксиклаву и карбенициллину, в 15–79 % – к тетрациклину и его производным, в 12–31 % – к клиндамицину, в 10 % – к налидиксовой кислоте [8]. Сравнительно недавно в арсенал химиотерапевтических средств для лечения кампилобактериозных диарей были включены фторхинолоны. Но уже сейчас в ряде регионов явление резистентности к ним имеет настолько широкое распространение (от 50 до 84 % от общего числа штаммов), что делает препарат непригодным для терапии кишечных кампилобактериозов [7].

Антибиотик эритромицин из группы макролидов имеет большое значение при лечении кампилобактериоза, поскольку до недавнего времени считалось, что бактерии рода *Campylobacter* не обладают генетически закрепленной устойчивостью. Трансмиссивная плазмидная резистентность к эритромицину была впервые описана лишь в 2014 году при исследовании штаммов *Campylobacter*, выделенных в Китае от продуктивных животных и птиц, при этом минимальные ингибирующие концентрации достигали очень высоких значений – 512 мг/л [7].

Таким образом можно сделать вывод, что растущая заболеваемость пищевым кампилобактериозом, высокая обсемененность сырья и отсутствие достаточно точной и простой методологии обнаружения возбудителя в продуктах питания обусловливают актуальность получения безопасных в микробиологическом отношении продуктов из мяса птицы. Для этого необходимо проводить постоянный микробиологический контроль как при заготовке сырья, так и на этапах производства, хранения и реализации продуктов питания. Несмотря на прогресс, достигнутый промышленностью, зараженные продукты все еще вызывают слишком много пищевых отравлений. Необходимо продолжать активную работу, направленную на дальнейшее повышение уровня безопасности пищевых продуктов.

Список использованных источников

1. O'Keefe, Terrence. Dispelling myths of the poultry slaughter modernization rule. – WATTAgNet. Com. – 04. JULE. 2019.

2. Researchers link poultry contamination from farm to plant. – World-Poultry.net. – 04. JULE. 2019.

3. Ефимочкина Н.Р. Изучение характера контаминации и уровней содержания бактерий рода Campylobacter в отдельных видах пищевой продукции / Н.Р. Ефимочкина, И.Б. Быкова, В.В. Стеценко // Вопросы питания. – Москва: «ГЭОТАР-Медиа». – 2016. – №5. – С.52–58.

4. Булахов А.В. Обнаружение бактерий рода Campylobacter в птицепродуктах с помощью метода полимеразной цепной реакции / А.В. Булахов, Н.Р. Ефимочкина, С.А. Шевелева // Вопросы питания. – Москва: «ГЭОТАР-Медиа». – 2010. – №3. – С.24–29.

5. Булахов А.В. Новая типовая инструкция по санитарной обработке на птицеперерабатывающих предприятиях // Птица и птицепродукты. – Ржавки: ВНИИПП. – 2011. – №6. – С.52–54.

6. Гущин В.В. Проблема безопасности птицепродуктов и пути ее решения / Н.И. Риза-Заде, И.Б., Г.Е. Русанова // Птица и птицепродукты. – Ржавки: ВНИИПП. – 2009. – №2. – С.44–49.

7. Тазалова Е.В. Чувствительность кампилобактерий к антибиотика и некоторые механизмы формирования антибиотикорезистентности // Дальневосточный медицинский журнал. – Хабаровск. – 2012. – №3. – С.120–123.

8. Lehtopolku M., Nakari U. – M., Kotilainen P. et. al. Antimicrobial Susceptibilities of MultidrugResistant Campylobacter jejuni and C. coli Strains: In Vitro Activities of 20 Antimicrobial Agents // Antimicrob. Agents Chemother. – 2010. – Vol. 54, № 3. – PP. 1232–1236.

9. О вспышке кампилобактериоза в США. – Rospotrebnadzor.ru. – 29. AUGUST.2019.

References

1. O'Keefe, Terrence. Dispelling myths of the poultry slaughter modernization rule. – WATTAgNet. Com. – 04. JULE. 2019.

2. Researchers link poultry contamination from farm to plant. – World-Poultry.net. – 04. JULE. 2019.

3. Yefimochkina N.R. Izucheniye kharaktera kontaminatsii i urovney soderzhaniya bakteriy roda

Campylobacter v otdel'nykh vidakh pishchevoy produktsii / N.R. Yefimochkina, I.B. Bykova, V.V. Stetsenko // Voprosy pitaniya. – Moskva: «GEOTAR-Media». – 2016. – №5. – S.52–58.

4. Bulakhov A.V. Obnaruzheniye bakteriy roda Campylobacter v ptitseproduktakh s pomoshch'yu metoda polimeraznoy tsepnoy reaktsii / A.V. Bulakhov, N.R. Yefimochkina, S.A. Sheveleva // Voprosy pitaniya. – Moskva: «GEOTAR-Media». – 2010. – №3. – S.24–29.

5. Bulakhov A.V. Novaya tipovaya instruktsiya po sanitarnoy obrabotke na ptitsepererabatyvayushchikh predpriyatiyakh // Ptitsa i ptitseprodukty. – Rzhavki: VNIIPP. – 2011. – №6. – S.52–54.

6. Bulakhov A.V. Novaya tipovaya instruktsiya po sanitarnoy obrabotke na ptitsepererabatyvayushchikh predpriyatiyakh // Ptitsa i ptitseprodukty. – Rzhavki: VNIIPP. – 2011. – №6. – S.52–54.

7. Gushchin V.V. Problema bezopasnosti ptitseproduktov i puti yeye resheniya / N.I. Riza-Zade, I.B., G.Ye. Rusanova // Ptitsa i ptitseprodukty. – Rzhavki: VNIIPP. – 2009. – №2. – S.44–49. 7. Tazalova Ye.V. Chuvstvitel'nost' kampilobakteriy k antibiotika i nekotoryye mekhanizmy formirovaniya antibiotiko-rezistentnosti // Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal. – Khabarovsk. – 2012. – №3. – S.120–123.

8. Lehtopolku M., Nakari U. – M., Kotilainen P. et. al. Antimicrobial Susceptibilities of MultidrugResistant Campylobacter jejuni and C. coli Strains: In Vitro Activities of 20 Antimicrobial Agents // Antimicrob. Agents Chemother. – 2010. – Vol. 54, № 3. – PP. 1232–1236.

9. O vspyshke kampilobakterioza v SSHA. – Rospotrebnadzor.ru. – 29. AUGUST.2019.

УДК 637.42

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛЕЦИТИНА НА ИЗМЕНЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОНЕНТОВ ЯИЦ

Автор: Дмитриенко И.С.
Научный руководитель: Махонина В.Н. – кандидат технических наук
ВНИИПП, р/п Ржавки, bl.butterfly@yandex.ru

LECITHIN EFFECT STUDY TO CHANGE THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF EGG COMPONENTS

Author: Irina S. Dmitrienko
Scientific adviser: Makhonina V. N. – Ph.D.
VNIIPP, r/p Rzhavki,, bl.butterfly@yandex.ru

Ключевые слова: лецитин, фосфолипиды, яйцо, реологические свойства, колбасно-кулинарные изделия

Keywords: lecithin, phospholipids, egg, rheological properties, sausages and culinary products

Аннотация: В работе были проведены исследования по изучению влияния лецитина на изменение реологических свойств компонентов яиц. Объектом исследования являлись столовые яйца, используемые для разработки многокомпонентных колбасно-кулинарных продуктов удовлетворяющих потребностям населения по их качеству и цене. В настоящее время процент яиц, используемых в рецептурах колбасно-кулинарных изделий из мяса птицы не превышает 5 %, хотя ученые из разных стран отмечают, что их использование может значительно улучшить качество производимой продукции. Целью данной работы является проведение исследований реологических свойств яичного белка, желтка и меланжа с лецитином в соотношении 85:0,21; 70:0,42 и 55:0,63. Для исследований были использованы столовые куриные яйца, которые выдерживали при комнатной температуре, разбивали, разделяли на белок и желток путем переливания желтка из одной половинки яичной скорлупы в другую. Полученные скорлупу и желток помещали в емкости и взвешивали. Плотную фракцию яичного белка отделяли после дренирования жидкой фракции на алюминиевой сетке-фильтре с диаметром отверстий 1 мм, полученные фракции также взвешивали и направляли на последующие исследования. При выполнении работы были определены данные реологических свойств содержимого яиц без добавления и с добавлением натурального эмульгатора – лецитина.

Abstract: In the work, studies were conducted to study the effect of lecithin on the change in the rheological properties of egg components. The object of the study was table eggs, used to develop multicomponent sausage and culinary products that meet the needs of the population in terms of their quality and price. Currently, the percentage of eggs used in the recipes of sausages and culinary products from poultry meat does not exceed 5%, although scientists from different countries note that their use can significantly improve the quality of products. The aim of this work is to conduct studies of the rheological properties of egg white, yolk and melange with unrefined sunflower oil in a ratio of 85:0,21; 70:0,42 and 55:0,63. For research, table chicken eggs were used, which were kept at room temperature, broken, divided into protein and yolk by transfusion of the yolk from one half of the egg shell to the other. The resulting shell and yolk were placed in containers and weighed. The dense egg protein fraction was separated after draining the liquid fraction on an aluminum filter mesh with a hole diameter of 1 mm; the obtained fractions were also weighed and sent for subsequent studies. During the work, the data on the rheological properties of the egg contents were determined without and with the addition of a natural emulsifier – lecithin.

Введение. Известно, что сбыт яиц в скорлупе на отечественном рынке достаточно ограничен. Это приводит к сдерживанию роста их производства, сезонным колебаниям цен и, как следствие, экономическим потерям птицефабрик яичного направления. Анализ мирового опыта позволяет сделать вывод о том, что ускорить рост производства куриных яиц в нашей стране возможно, в первую очередь, за счет увеличения доли перерабатываемых яиц, направленной на получение новых высококачественных продуктов.

Одним из таких направлений является использование куриных яиц в качестве одного из основных компонентов в рецептурах колбасных фаршей из мяса кур с сохранением высоких функционально-технологических (ФТС) и структурно-механических (СМС) свойств. Они определяются составом и свойствами исходного сырья, которые весьма различны и требуют отдельного изучения.

В настоящее время доля компонентов яиц, используемых в технологии колбасных продуктов из мяса птицы, составляет порядка 5–10 %. Увеличение их процентного соотношения приводит к изменению вкуса и специфическому яичному вкусу. Обладая значительно меньшей вязкостью по отношению к мясному сырью, яичные компоненты в процессе куттерования растекаются по всему его объему, что негативно в целом сказывается на внешнем виде готового продукта. Это фактор предопределяет поиск возможных путей решения этой проблемы.

Для получения высококачественной продукции необходимо глубокое понимание механизма взаимодействия массовых долей сырья из мяса кур и яиц (яйцепродуктов) в рецептурах колбасного фарша, их влияние на пищевую и биологическую ценность готовой продукции.

Для повышения ФТС и реологических свойств яичных продуктов все чаще используют фосфатиды растительного и животного происхождения. Важнейшими представителем фосфолипидов являются лецитин. Основным источником промышленного получения лецитинов для пищевой промышленности служат масличные культуры (главным образом, соя, реже – подсолнечник), из которых их выделяют гидратацией масел. Концентрированным источником фосфолипидов животного происхождения является яичный желток.

Все фосфатиды обладают свойствами гидрофильных коллоидов. Наличие в молекулах фосфатидов резко различных по свойствам гидрофильной и гидрофобной частей обуславливает свойства фосфатидов как эмульгаторов [1]. Эмульгаторы обладают поверхностно-активными свойствам и, концентрируясь на поверхности раздела несмешивающихся фаз, могут снижать межфазное поверхностное натяжение [2].

Наиболее широко в пищевой и мясоперерабатывающей промышленности в настоящее время применяют соевые лецитины. Однако максимальное количество соевого лецитина поступает в Россию из-за рубежа, что приводит к зависимости от импортных поставок. К тому же значительный объем сои, выращиваемый в настоящее время в мире, является продуктом генной модификации, что вызывает необходимость поиска новых источников лецитинов. Возможным решением данной проблемы является применение лецитинов, полученных из других видов масличного сырья, в частности, подсолнечника, наиболее широко культивируемого в нашей стране [3].

Перспективным является получение нового вида лецитинов из подсолнечных масел олеинового типа, которые имеют ряд отличительных характеристик по сравнению с лецитинами подсолнечных масел, выработанных из традиционных сортов и гибридов семян подсолнечника [4].

Как указывалось ранее, более низкие реологические показатели компонентов сырых яиц в сравнении с мясным сырьем обусловливают сложность их внесения в более высокой массовой доле в рецептуры колбасных фаршей в виде отдельных кусочков с целью получения неоднородной структуры на разрезе готового изделия. Это обуславливает необходимость поиска возможных вариантов влияния на консистенцию компонентов куриных яиц с целью придания ей более твердообразной структуры.

Одним из решений этой проблемы может стать добавление в яйцепродукты лецитина, который способствует повышению их вязкости до уровня твердообразной структуры. Помимо вышеуказанного такая добавка сможет увеличить связуемость яичных компонентов с колбасным фаршем, что приведет к образованию монолитной некрошливой консистенции готового изделия.

Объекты и методы исследования. В качестве сырья использовали яйца куриные пищевые и лецитин, при этом его влияние на эффективную и пластическую вязкость компонентов яйца (белок, желток, меланж) определяли на шариковом вискозиметре Гепплера.

Процесс измерения вязкости яичных продуктов при разной концентрации добавляемого лецитина заключался в следующем. На дно полой измерительной трубки помещался шарик, после этого измерительную трубку заполняли опытной жидкостью до ее верхнего уровня, закрывали верхнее отверстие трубки металлической пробкой с резьбовым соединением. Затем вращали трубку на 180º и засекали то время, за которое шар опустится на дно трубки. Каждый эксперимент повторяли от 3 до 5 раз.

Наконец, при полном разрушении структурных связей время измерения становится постоянной величиной с минимальным значением, оно изменяется только в пределах ошибки эксперимента, это свидетельствует о приобретении испытуемым материалом текучего состояния с постоянным значением вязкости (последний опыт измерения), которую обозначают как пластическая вязкость, при этом ее верхние значения обозначают как эффективная, оба значения вязкости наиболее полно и достоверно характеризуют качество морфологических составляющих яйца без скорлупы.

Таким образом, процесс проведения эксперимента заключается в наличии объекта исследования и времени измерения, а вязкость эффективную и пластическую определяют по формуле по верхним и нижним значениям.

$$\eta = \frac{d^2 (\rho_ш - \rho)\, g}{18h}\, \tau = K (\rho_ш - \rho)\, \tau,$$

где $\rho_ш$ — плотность материала шарика, кг/м³;

ρ — плотность жидкости при температуре измерения, кг/м³;

$K = \frac{d^2 g}{18h}$ — константа прибора, м²/с².

Результаты исследований. Оптимизация производственных процессов изготовления колбасно-кулинарных изделий из мяса кур и яиц обуславливает проведение исследований реологических свойств яичного белка с лецитином в соотношении 85:0,21; 70:0,42 и 55:0,63, а также желтка и меланжа соответственно в аналогичном соотношении. Эти соотношения компонентов выбраны, исходя из анализа источников литературы, так как массовая доля составляющих яйца без скорлупы в рецептурах мясо-яичных продуктов вначале изменяется от 5 % до 30 %, т.е. при 50 %-ном добавлении нерафинированного масла его максимальная массовая доля может составить 15 %, при массовой доле морфологических составляющих яйца до 60 % максимальная массовая доля масла составит 30 %, при массовой доле морфологических составляющих до 90 % массовая доля масла составит 45 % соответственно. Нерафинированное масло, как и яичный желток, является источником фосфатидов, хорошо связывающих свободную влагу в рецептуре колбасных фаршей и, как следствие, повышающих прочность его коагуляционной структуры (таблицы 1 и 2) [1].

Таблица 1 – Зависимость вязкости от времени механического воздействия от степени разрушения структуры морфологических составляющих яйца без скорлупы при температуре 20–25 °С

№ опыта	Время измерения и вязкость морфологических составляющих яйца без скорлупы											
	жидкий белок		плотный белок		общий гомогенный белок		меланж		желток		общий негомогенный белок	
	время, сек	вязкость, Па·с	время, сек	вязкость, Па·с	время, сек	вязкость, Па·с	время, сек	вязкость, Па·с	время, сек	вязкость, Па·с	время, сек	вязкость, Па·с
1	15,33	0,131	19,00	0,161	17,20	0,149	33,00	0,281	55,10	0,472	37,40	0,340
2	13,67	0,117	17,83	0,151	15,75	0,138	31,50	0,268	52,52	0,446	26,40	0,250
3	11,87	0,101	16,85	0,142	14,40	0,126	29,00	0,247	51,79	0,440	22,30	0,190
4	11,54	0,098	14,00	0,118	12,80	0,111	27,60	0,235	51,41	0,437	18,20	0,150
5	10,10	0,086	12,34	0,104	11,20	0,097	24,26	0,208	49,34	0,419	16,90	0,140
6	8,44	0,072	10,78	0,091	9,60	0,084	24,00	0,205	48,30	0,410	15,30	0,125
7	7,15	0,061	8,63	0,073	7,90	0,068	22,00	0,187	45,85	0,390	13,90	0,113
8	-	-	-	-	-	-	21,25	0,181	40,73	0,346	13,20	0,110
9	-	-	-	-	-	-	20,39	0,173	38,00	0,323	12,20	0,100
10	-	-	-	-	-	-	19,10	0,163	-	-	-	-

Таблица 2 – Зависимость вязкости от времени механического воздействия общего белка, желтка и меланжа в смеси с нерафинированным подсолнечным маслом при различных соотношениях их массовой доли

№ п/п	Время измерения и вязкость морфологических составляющих яиц в смеси с нерафинированным подсолнечным маслом на 100 г					
	соотношение 85:0,21		соотношение 70:0,42		соотношение 55:0,63	
	время, сек	вязкость, Па·с	время, сек	вязкость, Па·с	время, сек	вязкость, Па·с
белок:нерафинированное масло						
1	16,00	0,14	41,00	0,35	43,60	0,37
2	14,50	0,12	35,90	0,31	38,80	0,33
3	12,93	0,11	33,90	0,29	38,24	0,33
4	11,50	0,10	31,87	0,27	37,77	0,32
5	11,16	0,09	31,05	0,27	37,00	0,32
6	10,00	0,08	30,80	0,26	36,00	0,31
желток:нерафинированное масло						
1	39,50	2,94	64,00	4,79	193,70	16,60
2	35,00	2,61	48,10	3,60	60,00	4,60
3	22,10	1,65	44,40	3,32	53,80	4,10
4	12,50	0,93	42,48	3,17	48,93	3,70
5	9,47	0,71	40,70	3,04	46,00	3,50
6	9,40	0,70	39,80	2,97	45,00	3,45
меланж:нерафинированное масло						
1	24,80	0,91	42,00	1,47	65,00	2,60
2	17,50	0,59	39,20	1,32	56,80	2,11
3	12,00	0,38	37,20	1,26	54,40	1,94
4	10,30	0,30	35,90	1,21	46,00	1,57
5	9,70	0,29	35,8	1,19	43,35	1,51
6	-	-	-	-	41,00	1,42

Данные таблиц 1 и 2 свидетельствуют, что добавление нерафинированного масла в соотношении смеси (общий негомогенизированный белок : масло) 85 : 0,21 уменьшает пластическую вязкость смеси на 20 % (0,08 : 0,1), а в смеси 70 : 0,42 (0,26, : 0,1) и 55 : 0,63 (0,31 : 0,1), наоборот, увеличивает на 160 % и 210 % соответственно, что можно объяснить уменьшением содержания воды и увеличением содержания лецитина в исследуемой смеси.

Результаты исследований, полученные при расчетах пластической вязкости для смеси желток : масло в одинаковых пропорциях компонентов увеличивают пластическую вязкость

получаемой смеси на 117 % (0,70 : 0,323), 820 % (2,92 : 0,323) и 968 % (3,45 : 0,323) соответственно, что подтверждает вышеприведенный вывод.

Выводы:

Установлено, что добавление нерафинированного масла в соотношении смеси (общий негомогенизированный белок : масло) 85 : 0,21 уменьшает пластическую вязкость смеси на 20 % (0,08 : 0,1), а в смеси 70 : 0,42 (0,26, : 0,1) и 55 : 0,63 (0,31 : 0,1), наоборот, увеличивает в 2,6 и 3,1 раза соответственно, что можно объяснить уменьшением содержания воды и увеличением содержания лецитина в исследуемой смеси.

Результаты исследований, полученные при расчетах пластической вязкости для смеси желток : масло в одинаковых пропорциях компонентов увеличивают пластическую вязкость получаемой смеси в 2,17 раза (0,70 : 0,323), 9,20 раза (2,92 : 0,323) и 10,68 раза (3,45 : 0,323) соответственно, что подтверждает вышеприведенный вывод.

Пластическая и эффективная вязкость смеси с содержанием 30 и 45 % нерафинированного масла может увеличивать вязкость, например для желтка до 4,79 Па·с, а пластическую до 2,97 Па·с, что сравнимо с вязкостью колбасного фарша из ММО кур.

Установлено, что при добавлении нерафинированного подсолнечного масла к общему белку, желтку и меланжу в количестве массовых долей по 15, по 30 и по 45 % от смеси происходит увеличение пластической и эффективной вязкости и, как следствие, увеличение прочности их коагуляционной структуры. Так, для общего белка при добавлении 45 и 30 % нерафинированного подсолнечного масла пластическая вязкость увеличилась в среднем в 2,2 раза, для желтка она увеличилась в среднем в 10 раз, а пластическая вязкость меланжа – в 8 раз.

Список использованных источников

1. ВНИИПП, Северокавказский опорный пункт, г. Краснодар. Отчет о научно-исследовательской работе по теме № 41: «Применение фосфатидов в колбасном производстве», 1964.

2. Под ред. И.А. Рогова. Справочник технолога колбасного производства.. – М., Колос – 1993. – 238 с.

3. Жаркова И.М, Рудаков О.Б, Полянский К.К, Росляков Ю.Ф, Лецитины в технологиях продуктов питания: монография – Воронеж: ВГУИТ, 2015. – 256 с.

4. Бутина Е.А., Герасименко Е.О., Кашкара Д.Ю., Войченко О.Н., Корнена Е.П. Исследование технологически функциональных свойств подсолнечных фракционированных лецитинов. Новые технологии – Майкоп, 2010, №3, с. 11–14.

References

1. VNIIPP, Severokavkazskiy opornyy punkt, g. Krasnodar. Otchet o nauchno-issledovatel'skoy rabote po teme № 41: «Primeneniye fosfatidov v kolbasnom proizvodstve», 1964.

2. Pod red. I.A. Rogova. Spravochnik tekhnologa kolbasnogo proizvodstva.. – M., Kolos – 1993. – 238 s.

3. Zharkova I. M, Rudakov O. B, Polyanskiy K. K, Roslyakov YU. F, Letsitiny v tekhnologiyakh produktov pitaniya: monografiya – Voronezh: VGUIT, 2015. – 256 s.

4. Butina Ye.A., Gerasimenko Ye.O., Kashkara D.Yu., Voychenko O.N., Kornena Ye.P. Issledovaniye tekhnologicheski funktsional'nykh svoystv podsolnechnykh fraktsionirovannykh letsitinov. Novyye tekhnologii – Maykop, 2010, №3, s. 11–14.

УДК 637.5.04/.07

РЕЗУЛЬТАТЫ МИКРОСТРУКТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И МУЛЬТИСЕНСОРНОГО АНАЛИЗА МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ АБЕРДИН-АНГУССОВ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

Автор: Донецких А.Г.[1,2], научный сотрудник, аспирант, alex.doneczkikh@yandex.ru.
Научный руководитель: Грикшас С.А.[2], д-р с/х. наук, профессор, stepangr56@mail.ru.
ВНИХИ[1] – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва,
ФГБОУ ВО[2] Российский Государственный Аграрный Университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва

RESULTS OF MICROSTRUCTURAL RESEARCH AND MULTISENSORY ANALYSIS OF MUSCLE TISSUE OF ABERDEEN ANGUS BREED DURING STORAGE

Author: Donetskikh A.G.[1,2], researcher, graduate student, alex.doneczkikh@yandex.ru.
Scientific adviser: Griksas S. A. [2], Dr. of agricultural Sciences, Professor, stepangr56@mail.ru.
VNIKHI[1] – branch of «V.M. Gorbatov Federal Research Center of Food Systems» RAS
Russian State Agrarian University[2] – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow

Ключевые слова: абердин-ангусская порода, режимы хранения, микроструктура, гистологические исследования, мультисенсорный анализ, мышечная ткань.

Keywords: Aberdeen Angus breed, storage modes, microstructure, histological studies, multi-sensory analysis, muscle tissue.

Аннотация: Проводилась работа по хранению вакуум упакованного мяса, полученного от мясной породы абердин-ангуссов, в двух режимах хранения при температурах (плюс 2 °С) и (минус 2 °С) до 21 суток. В результате выполнялись микроструктурные исследования исходного мяса на 1 и 21 сутки хранения при двух режимах, а также был проведен мультисенсорный анализ по измерению площади «визуальных отпечатков запаха» в процессе хранения. Микроструктурный анализ образцов длиннейшей мышцы спины после 21 суток хранения при положительной температуре (плюс 2 °С) и отрицательной температуре (минус 2 °С) показал, что процесс созревания мяса проходил равномерно. В результате мультисенсорного анализа выявлено, что независимо от термических режимов хранения говядины содержание летучих ароматобразующих соединений в газовой фазе образцов увеличивается в зависимости от продолжительности хранения. Однако интенсивность запаха в образцах говядины, хранившихся при низкой отрицательной температуре, возрастает менее интенсивно, о чем свидетельствуют площади «визуальных отпечатков», по сравнению с образцами, хранившимися при низкой положительной температуре.

Abstract: Research was carried out on the storage of vacuum-packed meat obtained from meat of Aberdeen-Anguss breed in two storage modes at temperatures (plus 2 °C) and (minus 2 °C) for up to 21 days. As a result, microstructural studies of the original meat were performed on days 1 and 21 of storage under two conditions, and a multisensory analysis was performed to measure the area of “visual odor prints” during storage. The microstructure of the samples of the longest back muscle after 21 days of storage at positive temperature (plus 2 °C) and negative temperature (minus 2 °C) showed that the process of meat ripening was uniform. As a result of multisensory analysis, it was found that, regardless of the thermal storage conditions of beef, the content of volatile aroma-forming compounds in the gas phase of the samples increases depending on the duration of storage. However, the intensity of odor in beef samples stored at a low negative temperature increases less intensively, as evidenced by the area of «visual imprints» compared to samples stored at a low positive temperature.

Введение. В нашей стране отрасль специализированного мясного скотоводства получило дальнейшее развитие в последние десятилетия в связи с возросшим спросом на качественную (мраморную) говядину, что позволило в последние годы значительно увеличить долю поголовья мясного скота. По данным национального союза производителей говядины, поголовье специализированных пород мясного и помесного скота в сельхозпредприятиях и крестьянских (фермерских) хозяйствах составило около 12 % от всего поголовья крупного рогатого скота [5]. Увеличивается и доля поголовья мясного скота в фермерских хозяйствах [7].

Специализированный мясной скот характеризуется высокой интенсивностью роста, скороспелостью и достигает большой живой массы в раннем возрасте.

Установлено, что на качество говядины влияют порода, пол, возраст животного, его упитанность, условия кормления и содержания, а также морфологический состав туш и гистологическая структура мышечной ткани [2, 3, 4, 6, 8]. В связи с этим основной целью данной работы является микроструктурные исследования и мультисенсорный анализ мышечной ткани абердин-ангуссов в процессе хранения.

Объекты и методы исследований. Экспериментальную часть работы выполняли в 2014–2016 гг. в племенном хозяйстве ООО «Фаворит» Тульской области, убой произвели в ООО СПК «Машкино» (Московская область). Объектами исследования служили чистопородные бычки абердин-ангусской породы. От рождения до 6-ти месячного возраста бычков абердин-ангусской породы содержали по технологии выращивания мясного скота на подсосе по системе «корова-теленок» в условиях пастбищного содержания.

Убой скота производился согласно «Методическим рекомендациям по оценке мясной продуктивности и качества мяса крупного рогатого скота» ВАСХНИЛ при достижении ими 500 кг живой массы. Мясо, полученное от подопытных бычков, в процессе хранения исследовали с применением гистологического и мультисенсорного анализа. Изучение мышечной ткани проводили по общепринятой методике гистологического исследования в соответствии с ГОСТ 19496–2013 «Мясо и мясные продукты. Метод гистологического исследования». Гистологические срезы изготавливали на криостат-микротоме MICROM HM-525, толщина срезов 16 мкм. Окрашивали срезы гематоксилином Эрлиха и докрашивали 1 %-ым свежеприготовленным водно-спиртовым раствором эозина; заключали под покровные стекла в глицерин-желатин. Изучение гистологических препаратов и их фотографирование осуществляли на световом микроскопе «AxioImaiger A1» (Carl Zeiss, Германия) с помощью подключенной видеокамеры «AxioCam MRc 5». Обработку изображений производили с применением компьютерной системы анализа изображений AxioVision 4.7.1.0, адаптированной для гистологических исследований. Биометрическую обработку полученных данных проводили согласно методическим указаниям по оформлению результатов измерений [1] с использованием операционной системы Microsoft Excel. Достоверность разности принималась при пороге надежности B1 = 0,95 (уровень значимости $P < 0,05$).

Результаты исследований. После убоя животных туши абердин-ангусской породы были отнесены к первой категории упитанности, они имели хорошо выраженные формы и характеризовались явно выраженной полномясностью (отношение массы к длине туши, выраженное в процентах).

В тушах мясных пород скота значительная часть жира в туше была сконцентрирована в виде включений (вкраплений) в толще мышечной ткани, образуя так называемое «мраморное» мясо. Туши были покрыты равномерным сплошным слоем жира и они получили наивысшую (4,6 балла) оценку.

Результаты микроструктурных исследований. При микроструктурном исследовании мышечной ткани образца длиннейшей мышцы спины крупного рогатого скота породы абердин-ангуссов установлено, что мышечные волокна прямые, границы между ними отчетливо выражены, поперечная исчерченность четко выражена, длина саркомеров составляет 2,1–2,4 мкм, продольное сечение не выявляется в основной массе волокон. Автолитические изменения выявляются в виде отдельных поперечных трещин и микротрещин. На поперечном срезе мышечные волокна полигональной формы, средний диаметр составляет 38,9 мкм. Соединительнотканные прослойки волнистые, включают в свой состав жировые клетки. В соединительнотканных прослойках перимизия на поверхности разреза образца обнаруживаются отдельные диффузно расположенные очажки кокковой микрофлоры. Под сарколеммой волокон присутствия микроорганизмов не выявлено.

Микроструктура образцов длиннейшей мышцы спины после 21 суток хранения при положительной температуре (плюс 2 °С) характеризовалась образованием множественных деструктивных изменений в виде поперечных трещин с образованием мелкозернистой белковой массы в участках деструкции миофибриллярных структур. Целостность сарколеммы нарушена, длина саркомеров составляет 2,5–2,7 мкм, ядра волокон гомогенны. В соединительной ткани перимизия в участках деструкции мышечных волокон под сарколеммой выявляются микроорганизмы кокковой формы расположенные диффузно или в виде отдельных групп, распространившиеся на глубину до 3 мм от поверхности мяса.

Микроструктурные исследования образцов длиннейшей мышцы спины, хранившейся в течении 21 суток при отрицательной температуре (минус 2 °С), показали, что мышечные волокна в пучках лежат свободно по отношению друг к другу, поперечная исчерченность отчетливо выражена, автолитические изменения выявляются в основной массе волокон в виде поперечных трещин, местами целостность сарколеммы нарушена. В прослойках перимизия выявляются диффузно расположенные микроорганизмы преимущественно кокковой формы, распространяющиеся на глубину 1–2 мм от поверхности образца.

Результаты мультисенсорного анализа. Результаты мультисенсорного анализа показали, что независимо от термических режимов хранения говядины содержание летучих ароматобразующих соединений в газовой фазе образцов увеличивается в зависимости от продолжительности хранения. Однако интенсивность запаха в образцах говядины, хранившихся при низкой отрицательной температуре, возрастает менее интенсивно, о чем свидетельствуют площади «визуальных отпечатков», по сравнению с образцами, хранившимися при низкой положительной температуре. На 21 сутки хранения интенсивность запаха говядины, хранившейся при положительной температуре, стала на 15,6 % выше по сравнению с говядиной, хранившейся при низкой отрицательной температуре.

Из данных таблицы 1 видно, что на 21 сут. хранения интенсивность запаха говядины, хранившейся при положительных температурах, на 9,5 % выше по сравнению с говядиной, хранившейся при низкой отрицательной температуре.

Таблица 1 – Площади «визуальных отпечатков запаха» образцов говядины, хранившихся в течение 21 суток

Наименование образца	Площадь «визуальных отпечатков», усл. ед х 10^7
1 сут.	17,02
21 сут. (-2 °С)	51,29
21 сут. (+2 °С)	60,79

Выводы:

1. Установлено, что после убоя животных абердин-ангусской породы значительная часть жира в туше была сконцентрирована в виде включений (вкраплений) в толще мышечной ткани, образуя так называемое «мраморное» мясо. Туши были покрыты равномерным сплошным слоем жира и они получили наивысшую бальную оценку.
2. Микроструктурный анализ образцов длиннейшей мышцы спины после 21 суток хранения при положительной температуре (плюс 2 °С) и отрицательной температуре (минус 2 °С) показал, что процесс созревания мяса проходил равномерно.
3. Результаты мультисенсорного анализа показали, что независимо от термических режимов хранения говядины содержание летучих ароматобразующих соединений в газовой фазе образцов увеличивается в зависимости от продолжительности хранения. Однако интенсивность запаха в образцах говядины, хранившихся при низких отрицательных температурах, возрастает менее интенсивно, о чем свидетельствуют площади «визуальных отпечатков», по сравнению с образцами, хранившимися при низких положительных температурах.

Список использованных источников

1. Гатаулин А.М. Система прикладных статистико-математических методов обработки экспериментальных данных в сельском хозяйстве / А.М. Гатаулин. – М.: Изд-во МСХА. – 1992. – Ч. 1; 2. – 160 с.; 192 с.

2. Донник И.М. Биологические особенности и мясная продуктивность бычков черно-пестрой, абердин-ангусской и герефордской пород / И.М. Донник М.М. Шамидова, С.А. Грикшас, М.Р. Аббасов // Аграрный вестник Урала. 2015. – № 6 (136). С. 47–50.

3. Иванкин А.Н. Анализ безопасности и качества мясного сырья как основа создания обогащенных продуктов питания / А.Н. Иванкин Т.Г. Кузнецова // Научное обеспечение инновационных процессов в мясоперерабатывающей отрасли. Сборник докладов. Том 2. – 2005. – Том 2. – С. 3–13.

4. Макарцев Н.Г. Технология производства и переработки животноводческой продукции / Под общей ред. Н.Г. Макарцева; 2-е изд., стереотипное. – Калуга: «Манускрипт». – 2005. – 688 с.

5. Национальный союз производителей говядины. Информационный материал к годовому общему собранию членов Национального союза производителей говядины. – http://nspg.ru/ – 2014.

6. Сусь И.В. Комплексная оценка мясной продуктивности крупного рогатого скота и качества говядины / И.В. Сусь, Г.П. Легошин, Т.М. Миттельштейн, О.Н. Могиленец, Е.С. Афанасьева // Мясные технологии. – 2012. – №2. – С. 76–79.

7. Федеральная служба государственной статистики. Поголовье крупного рогатого скота в хозяйствах всех категорий с 2000 по 2012 год – http://www.gks.ru/. – 2013.

8. Шамидова М.М. Рост и развитие бычков абердин-ангусской и герефордской пород / М.М. Шамидова, С.А., Грикшас, А.Н. Воронин // Главный зоотехник. – 2015. – № 2. – С.137 – 139.

References

1. Gataulin A.M. Sistema prikladnyh statistiko-matematicheskih metodov obrabotki eksperimental'nyh dannyh v sel'skom hozyajstve / A.M. Gataulin. – M.: Izd-vo MSKHA. – 1992. – CH. 1; 2. – 160 s.; 192 s.

2. Donnik I.M. Biologicheskie osobennosti i myasnaya produktivnost' bychkov cherno-pestroj, aberdin-angusskoj i gerefordskoj porod / I.M. Donnik M.M. Shamidova, S.A. Grikshas, M.R. Abbasov // Agrarnyj vestnik Urala. 2015. – № 6 (136). S. 47–50.

3. Ivankin A.N. Analiz bezopasnosti i kachestva myasnogo syr'ya kak osnova sozdaniya obogashchennyh produktov pitaniya / A.N. Ivankin T.G. Kuznecova // Nauchnoe obespechenie innovacionnyh processov v myasopererabatyvayushchej otrasli. Sbornik dokladov. Tom 2. – 2005. – Tom 2. – S. 3–13.

4. Makarcev N.G. Tekhnologiya proizvodstva i pererabotki zhivotnovodcheskoj produkcii / Pod obshchej red. N.G. Makarceva; 2-e izd., stereotipnoe. – Kaluga: «Manuskript». – 2005. – 688 s.

5. Nacional'nyj soyuz proizvoditelej govyadiny. Informacionnyj material k godovomu obshchemu sobraniyu chlenov Nacional'nogo soyuza proizvoditelej govyadiny. – http://nspg.ru/ – 2014.

6. Sus' I. V. Kompleksnaya ocenka myasnoj produktivnosti krupnogo rogatogo skota i kachestva govyadiny / I. V. Sus', G. P. Legoshin, T. M. Mittel'shtejn, O. N. Mogilenec, E. S. Afanas'eva // Myasnye tekhnologii. – 2012. – №2. – C. 76–79.

7. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. Pogolov'e krupnogo rogatogo skota v hozyajstvah vsekh kategorij s 2000 po 2012 god – http://www.gks.ru/. – 2013.

8. Shamidova M.M. Rost i razvitie bychkov aberdin-angusskoj i gerefordskoj porod / M.M. SHamidova, S.A., Grikshas, A.N. Voronin // Glavnyj zootekhnik. – 2015. – № 2. – S.137 – 139.

УДК: 664.55:532.135–026.754

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОЦЕНКИ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА МИКСОЛАБ

Автор: Жильцова Н.С., аспирант, Кириллова Е.В., ведущий инженер
Научный руководитель: Мелешкина Е.П.- д.т.н.
ВНИИЗ-филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН,
г. Москва, e-mail kachestvoniiz@mail.ru

IMPROVEMENT OF EVALUATION OF BAKING PROPERTIES OF WHEAT GRAIN USING THE DEVICE MIXOLAB

Author: N. S. Zhiltsova, postgraduate student, Kirillova E. V., leading engineer
Supervisor: Meleshkina E. P.- doctor of technical Sciences
VNIIZ-branch of FEDERAL state budget scientific institution "Federal scientific center for food systems. V. M. Gorbatov " RAS, Moscow, e-mail kachestvoniiz@mail.ru

Ключевые слова: оценка качество зерна пшеницы, оценка хлебопекарных свойств пшеницы
Keywords*:* assessment of wheat grain quality, assessment of the bakery properties of wheat

Аннотация*:* Исследование возможности определения хлебопекарных свойств пшеницы по реологическим свойствам теста приборным методом на этапе поступления зерна на мукомольное предприятие. В работе исследовано качество зерна мягкой пшеницы. Показатели прибора, т.е. миксолаба зависят от состояния и свойств крахмала и активности амилолитических ферментов

зерна. Российское зерно характеризуется повышенной водопоглотительной способностью, максимальной вязкостью и ретроградацией крахмала и пониженной амилолитической активностью и устойчивостью теста.

***Abstract**:* A study of the possibility of determining the baking properties of wheat by the reological properties of the dough by the instrumentation method at the stage of grain intake to the flour mill. The work explores the quality of soft wheat grains. The indicators of the device, i.e. mystolaba, depend on the condition and properties of starch and the activity of amyloly grains. Russian grain is characterized by increased water-absorbing capacity, maximum viscosity and retrograde of starch and reduced amylolytic activity and resistance of the dough.

Введение. В настоящее время в Российской Федерации остро стоит вопрос товарного производства сильной и ценной по качеству пшеницы как сырья для производства качественной хлебопекарной продукции. При этом годность сырья должна определяться уже на этапе производства зерна. Как известно, прямым методом оценки хлебопекарных свойств зерна является пробная лабораторная выпечка хлеба, все остальные методы – косвенные, более или менее приблизительно оценивающие важные для готового продукта свойства [1].

Определение реологических свойств теста более объективно позволяет прогнозировать качество хлеба, чем определение свойств муки или зерна [2, 3]. Однако определение реологических свойств теста на стадии мучного продукта не позволяет осуществлять оценку хлебопекарных свойств пшеницы на ранних этапах – этапах работы с зерном. Вследствие этого актуальным является исследование возможности определения хлебопекарных свойств пшеницы по реологическим свойствам теста приборным методом на этапе поступления зерна на мукомольное предприятие.

Объекты и методы исследования: Перспективной целью нашего исследования является провести оценку возможности применения нового прибора миксолаба для оценки хлебопекарных свойств зерна и муки из российской пшеницы и выявить взаимосвязь между зарубежной и отечественной системами оценки качества пшеницы. Конкретной целью нашего исследования являлось выявление связи российских показателей качества зерна пшеницы с показателями миксолабограммы и профайлера (круговой диаграммы) миксолаба [4, 5].

В работе исследовано качество 67-и проб зерна мягкой пшеницы из Центрального, Северо-Кавказского, Поволжского, Уральского и Западно-Сибирского регионов. Все пробы зерна исследованы по стандартизированным показателям качества. Представлены все наиболее возможные и характерные для российского зерна значения показателей (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели качества зерна пшеницы

Количество клейковины, %	Качество клейковины, ед. ИДК	Число падения, с	Натура, г/л	Стекловидность общая, %	Класс зерна
27,9 24,4–30,5	63 54–73	276 155–370	770 738–786	63 56–76	2,7 2–3
24,0 20,9–25,9	65 56–73	261 216–314	791 765–818	59 38–89	3,3 3–4
23,0 5,7–33,2	54 9–128	324 66–449	785 660–823	66 11–95	3,5 1–5

Результаты исследования: Все пробы зерна пшеницы проанализированы на миксолабе в классическом режиме «Chopin Wheat+». Широкому диапазону качества российского зерна соответствовали значения показателей миксолабограммы, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Значения показателей миксолабограммы из зерна пшеницы

Точка-участок миксолабограммы	Показатель миксолаба	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
C1 – замес при 30 °C	Время, τ_{c1}	5,04	1,62	9,35
	Крутящий момент, $(Н*м)_{c1}$	1,10	1,05	1,15
	Температура теста, t_{c1}	30,8	29,3	33,4
C2 – замес при нагреве	Время, τ_{c2}	17,20	15,88	18,30
	Крутящий момент, $(Н*м)_{c1}$	0,41	0,15	0,58
	Температура теста, t_{c2}	58,3	53,9	61,6

Продолжение таблицы 1

Точка-участок миксолабограммы	Показатель миксолаба	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
С3 – клейстеризация	Время, τ_{c3}	22,32	21,20	23,27
	Крутящий момент, $(Н*м)_{c1}$	1,82	1,22	2,23
	Температура теста, tc3	78,6	74,1	83,1
С4 – желатинизация	Время, τ_{c4}	30,10	23,68	35,47
	Крутящий момент, $(Н*м)_{c1}$	1,17	0,15	1,76
	Температура теста, tc4	86,8	75,3	89,6
С5 – ретроградация крахмала	Время, τ_{c5}	45,04	45,02	45,05
	Крутящий момент, $(Н*м)_{c1}$	1,92	0,20	2,89
	Температура теста, t_{c5}	56,2	54,1	58,1

Анализ полученных показателей профайлера на миксолабе (таблица 3) показал, что российское зерно характеризуется в среднем повышенными водопоглотительной способностью, максимальной вязкостью и ретроградацией крахмала и пониженной амилолитической активностью и устойчивостью теста.

Таблица 3 – Значения показателей профайлера для зерна пшеницы

Показатель профайлера, балл	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
Водопоглощение, ВПС	8,3	1	9
Устойчивость теста, С	4,7	1	7
Глютен+, G	4,0	1	8
Максимальная вязкость, ν	5,4	1	9
Амилолитическая активность	6,5	3	9
Ретроградация крахмала	6,8	2	9

Расчет парной линейной связи между показателями качества зерна и данными миксолабограммы пшеницы в классическом режиме выявил:

– на участке 1 – слабую связь между временем и количеством клейковины (коэффициент корреляции 0,401) и числом падения (0,315); между крутящим моментом и качеством клейковины (0,258);

– на участке 2 – слабую связь между временем и числом падения (-0,482), между крутящим моментом и качеством клейковины (0,372) и числом падения (0,549), между температурой теста и числом падения (-0,359);

– на участке 3 – слабую связь между крутящим моментом и качеством клейковины (-0,365) и значимую связь между крутящим моментом и числом падения (0,684);

– на участке 4 – тесную связь времени и крутящего момента с числом падения (-0,694 и 0,862 соответственно) ;

– на участке 5 – слабую связь крутящего момента с качеством клейковины (-0,346) и тесную парную связь крутящего момента и температуры теста с числом падения (0,857 и 0,648 соответственно).

Расчет парной корреляции между показателями профайлера и качества зерна пшеницы выявил умеренную связь водопоглощения с количеством клейковины (0,466) и числом падения (0,384), устойчивости теста с качеством клейковины (-0,438), а также тесную связь вязкости, амилолитической активности и ретроградации крахмала с числом падения (0,659; 0,821 и 0,866 соответственно). Индекс «глютен+» не показал устойчивой связи ни с одним из показателей качества зерна, но имелась слабая связь с числом падения.

С помощью регрессионного анализа весь массив данных проанализирован на наличие парной криволинейной связи между показателями миксолабограммы и качества зерна. Уравнения такой связи при значении коэффициента корреляции выше критического приведены в таблице 4.

Установлена наиболее тесная криволинейная связь между крутящим моментом и числом падения на участках 3, 4 и 5 (клейстеризации, желатинизации и ретроградации крахмала

соответственно). Причем на участках 4 и 5 (желатинизации и ретроградации крахмала) вид связи был очень близок к линейной. На двух предыдущих участках 2 и 3 миксолабограммы эта связь была или слабой или средней. С показателем количества клейковины крутящий момент имел связь слабую на участке 2, 3, 4 и не имел связи на участках 1 и 5. С показателем качества клейковины крутящий момент не имел тесной криволинейной связи, связь была или слабой – на участке 1, 4 и 5, или средней – на участке 2 и 3.

Показатель «время» имел тесную связь только с числом падения и только на участке 4. На участке 1 время имело среднюю по значимости связь со всеми тремя показателями качества зерна, на участке 2 – слабую связь с качеством клейковины и среднюю связь с числом падения, на участке 3 – слабую связь с массовой долей клейковины.

Показатель «температура теста» не имел тесной связи ни с одним из отдельных показателей качества зерна; слабая связь отмечена с числом падения на участках 2 и 3, с количеством клейковины на участках 3 и 4, средняя связь – с числом падения на участках 4 и 5, причем по виду близкая к линейной (таблица 4).

Таблица 4 – Парная криволинейная связь между показателями миксолабограммы и качества зерна

Точка – участок миксо-лабограммы	Перемен-ная величина	Постоян-ные величины: M, Q, F*	Уравнение регрессии	R-квадрат	Коэффициент R
C1 – замес при 30 °C	τ_{C1}	M	$\tau_{C1}=-0{,}008M^2+0{,}404M-0{,}032$	0,214	0,463
		Q	$\tau_{C1}=-0{,}001Q^2+0{,}090Q+2{,}770$	0,195	0,442
		F	$\tau_{C1}=3E\text{-}07F^3-0{,}0002F^2+0{,}046F+1{,}482$	0,179	0,423
	T_{C1}	Q	$T_{C1}=3E\text{-}06Q^2+2E\text{-}05Q+1{,}093$	0,076	0,276
	T_{C1}	F	$T_{C1}=3E\text{-}09F^3-3E\text{-}06F^2+0{,}001F+0{,}989$	0,084	0,290
C2 – замес при нагреве	τ_{C2}	Q	$\tau_{C2}=2E\text{-}05Q^2+0{,}003Q+16{,}942$	0,070	0,265
		F	$\tau_{C2}=7E\text{-}06F^2-0{,}007F+18{,}573$	0,247	0,497
	T_{C2}	M	$T_{C2}=-0{,}001M^2+0{,}021M+0{,}199$	0,095	0,308
		Q	$T_{C2}=-3E\text{-}05Q^2+0{,}002M+0{,}413$	0,255	0,505
		F	$T_{C2}=-2E\text{-}06F^2+0{,}001F+0{,}145$	0,332	0,576
	t_{C2}	F	$t_{C2}=2E\text{-}05F^2-0{,}018F+62{,}02$	0,137	0,370
C3 – клей-стеризация	τ_{C3}	M	$\tau_{C1}=-0{,}002M^2+0{,}078M+21{,}828$	0,106	0,326
	T_{C3}	M	$T_{C3}=-0{,}001M^2+0{,}051M+1{,}349$	0,100	0,316
	T_{C3}	Q	$T_{C3}=-6E\text{-}05Q^2+0{,}003Q+1{,}841$	0,209	0,457
	T_{C3}	F	$T_{C3}=-6E\text{-}06F^2+0{,}005F+0{,}903$	0,541	0,736
	t_{C3}	M	$t_{C3}=-0{,}011M^2+0{,}414M+75{,}266$	0,082	0,286
	t_{C3}	F	$t_{C3}=-3E\text{-}05F^2+0{,}022F+74{,}625$	0,070	0,265
C4 – желатини-зация	τ_{C4}	F	$\tau_{C4}=-0{,}020F+36{,}482$	0,482	0,694
			$\tau_{C4}=-3E\text{-}07F^2-0{,}003F+34{,}328$	0,493	0,702
	T_{C4}	M	$T_{C4}=-0{,}002M^2+0{,}081M+0{,}399$	0,060	0,245
	T_{C4}	Q	$T_{C4}=-8E\text{-}05Q^2+0{,}005M+1{,}198$	0,108	0,329
	T_{C4}	F	$T_{C4}=-8E\text{-}06F^2+0{,}008F-0{,}612$	0,777	0,881
			$T_{C4}=0{,}004F-0{,}025$	0,743	0,862
	t_{C4}	M	$t_{C4}=-0{,}012M^2+0{,}533M+81{,}482$	0,072	0,268
	t_{C4}	F	$t_{C4}=0{,}014F+82{,}315$	0,306	0,553
			$t_{C4}=-0{,}0001F^2+0{,}080F+73{,}749$	0,514	0,717
C5 – ретро-градация крахмала	T_{C5}	Q	$T_{C5}=-5E\text{-}05Q^2-0{,}004Q+2{,}312$	0,142	0,377
			$T_{C5}=-0{,}010Q+2{,}459$	0,138	0,371
		F	$T_{C5}=0{,}006F+0{,}022$	0,734	0,857
	t_{C5}	F	$t_{C5}=0{,}007F+54{,}051$	0,417	0,646
		F	$t_{C5}=-1E\text{-}05F^2+0{,}014F+53{,}065$	0,434	0,659

*M – количество клейковины, Q – качество клейковины, F – число падения.

***Выводы**:*

По показателям миксолабограммы зерна пшеницы в классическом режиме установлено:

– показатели миксолаба в классическом режиме имели линейную связь из всех показателей хлебопекарных свойств зерна практически только с числом падения;

– только показатель крутящего момента имел линейную связь с качеством клейковины;

– связь показателей миксолабограммы с количеством клейковины практически отсутствовала.

По показателям профайлера зерна пшеницы установлено:

– водопоглощение (ВПС) имело умеренную связь с количеством клейковины и числом падения зерна, слабую – с качеством клейковины;

– устойчивость теста имела умеренную связь с качеством клейковины в зерне;

– максимальная вязкость, амилолитическая активность и ретроградация крахмала имели тесную связь с числом падения зерна,

– «глютен+» имел слабую прямую связь только с числом падения;

Из всех показателей миксолабограммы наиболее тесная криволинейная связь с показателями качества зерна отмечена для крутящего момента.

Из всех показателей качества зерна наиболее тесная криволинейная связь с показателями миксолабограммы в классическом режиме отмечена для числа падения.

Проведенный корреляционный и регрессионный анализ показал, что оценка реологических свойств теста с применением миксолаба характеризует, главным образом, углеводно-амилазный комплекс веществ зерна, т.е. показатели миксолаба, главным образом, зависят от состояния и свойств крахмала и активности амилолитических ферментов зерна.

Список использованных источников

1. Мелешкина Е.П. О новых подходах к качеству пшеничной муки / Е.П. Мелешкина // Контроль качества продукции. – 2016. – №11. – С.13–18.

2. Мелешкина Е.П., Витол И.С., Туляков Д.Г. Современные способы оценки муки // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2017. – №7–8 (171). – С.22–25.

3. Туляков Д.Г., Мелешкина Е.П., Витол И.С. Биохимические и реологические показатели в оценке хлебопекарных свойств разных видов муки // Хлебопродукты. – 2017. – №6. – С.30–34.

4. Руководство по приложениям Mixolab. Реологический и ферментный анализ (Manueld, applications Mixolab). – 2009. – №28. – 79 с.

5. ГОСТ ISO 17718-2015. Зерно и мука из мягкой пшеницы. Определение реологических свойств теста в зависимости от условий замеса и повышения температуры. – М.: Стандартинформ. – 2015. – 31 с.

References:

1. Meleshkina E.P. O novyh podhodah k kachestvu pshenichnoj muki / E.P. Meleshkina // Kontrol' kachestva produkcii. – 2016. – №11. – S.13–18.

2. Meleshkina E.P., Vitol I.S., Tulyakov D.G. Sovremennye sposoby ocenki muki // Konditerskoe i hlebopekarnoe proizvodstvo. – 2017. – №7–8 (171). – S.22–25.

3. Tulyakov D.G., Meleshkina E.P., Vitol I.S. Biohimicheskie i reologicheskie pokazateli v ocenke hlebopekarnyh svojstv raznyh vidov muki // Hleboprodukty. – 2017. – №6. – S.30–34.

4. Rukovodstvo po prilozheniyam Mixolab. Reologicheskij i fermentnyj analiz (Manueld, applications Mixolab). – 2009. – №28. – 79 s.

5. GOST ISO 17718-2015. Zerno i muka iz myagkoj pshenicy. Opredelenie reologicheskih svojstv testa v zavisimosti ot uslovij zamesa i povysheniya temperatury. – M.: Standartinform. – 2015. – 31 s.

УДК 637.04:636.084.41

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЛИЯНИЮ РАЦИОНОВ КОРМЛЕНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА НА ИЗМЕНЕНИЕ ЖИРНО-КИСЛОТНОГО СОСТАВА МОЛОЧНОГО ЖИРА

Авторы: Заболотин Г.Ю., Мирошина С.Е.*
ГБУ РО «Рязанская областная ветеринарная лаборатория», г. Рязань, zabolotin.g@vetlab62.ru
Научный руководитель: Топникова Е.В. – доктор технических наук.
ВНИИМС – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Углич

STUDIES ON THE EFFECT OF CATTLE FEEDING DIETS ON CHANGES IN THE FATTY ACID COMPOSITION OF MILK FATSTUDIES ON THE EFFECT OF CATTLE FEEDING DIETS ON CHANGES IN THE FATTY ACID COMPOSITION OF MILK FAT

Authors: Gregory Yu. Zabolotin., Svetlana E. Miroshina*
GBU RO "Ryazan regional veterinary laboratory", Ryazan, zabolotin.g@vetlab62.ru
Scientific adviser: Elena V. Topnikova, Doctor of Technical Sciences VNIIMS – branch of FSBI «Federal Scientific Center for Food Systems them. V. M. Gorbatova »RAS

Ключевые слова: молочный жир, сливочное масло, молоко коровье сырое, жирно-кислотный состав, качество, оценка жирно-кислотного состава, рационы кормления

Keywords: milk fat, butter, cow's raw milk, fatty acid composition, quality, evaluation of fatty acid composition, feeding rations

Аннотация: В статье приводятся данные исследований влияния рационов кормления крупного рогатого скота на изменения жирно-кислотного состава молочного жира. По данным предварительных исследований установлено, что при различных рационах кормления, меняются как отдельные кислоты, так и соотношения кислот в целом, результаты которые могут повлиять на качество, поставить под сомнение натуральность продукта. Кроме того полученные значения послужили для более детального изучения жирно-кислотного состава и подхода к его комплексной оценке.

Abstract: the article presents the data of studies of the effect of cattle feeding diets on changes in the fatty acid composition of milk fat. According to preliminary studies, it was found that with different diets, both individual acids and acid ratios in General change, the results of which can affect the quality, cast doubt on the naturalness of the product. In addition, the obtained values served for a more detailed study of the fatty acid composition and approach to its integrated assessment.

Введение: В настоящее время в молочной индустрии перед производителями, покупателями и надзорными органами стоит острая задача в грамотном подходе при оценке жирно-кислотного состава молока и молочной продукции. Недостоверная оценка полученных данных жирно-кислотного состава продукта может привести к серьезным последствиям для честных производителей натуральной продукции. Основным фактором, определяющим изменение содержания отдельных жирных кислот и их соотношений, является фальсификация молочного жира жирами растительного и животного происхождения. Однако отдельные изменения жировой фазы молочного жира могут наблюдаться и за счет сезонности, породы крупного рогатого скота (КРС), здоровья и физиологических особенностей животных, рационов кормления. В готовой продукции дополнительным фактором служат сложные технологические процессы производства и процессы биохимических изменений в жире, происходящие при хранении готового продукта.

Жирно-кислотный состав молочного жира самый сложный в природе. В его состав входят насыщенные, моно- и полиненасыщенные жирные кислоты в виде сложных эфиров с природным трехатомным спиртом глицерином. Причем насыщенных кислот в нем значительно больше (53….77 %), чем ненасыщенных (25….47 %) независимо от периода года. Содержание отдельных жирных кислот значительно колеблется в зависимости от породы коров и рационов кормления, периода года, региона страны и многих других факторов [1–4]. Жирно-кислотный состав молочного жира непостоянен и изменяется в зависимости от рационов кормления, породы животных, сезона года и др. В молочном жире преобладают насыщенные жирные кислоты с

максимумом в осенне-зимний (стойловый) период и минимумом в весенне-летний (пастбищный) период, наибольшая массовая доля при этом принадлежит пальмитиновой, миристиновой и стеариновой жирным кислотам [5].

Среди факторов, влияющих на качество молочного жира, наибольшее значения имеют корма. При скармливании коровам кормов, содержащих большое количество растительного жира (жмыха, отрубей и пр.) свойства молочного жира изменяются [6].

Поскольку в ряде научных источников говорится о существенном влиянии кормов на состав молочного жира, были проведены целевые исследования жирно-кислотного состава молока, полученного при скармливании лактирующим животным КРС различных рационов. Целью исследований было выявить имеющиеся различия и установить их влияние на качество получаемого из такого молока сливочного масла.

Объекты и методы исследования: Исследования проводили на одной и той же группе животных и при одних и тех же условиях содержания в июле-августе 2019 г. на базе передового сельскохозяйственного предприятия ООО «Мурминское» Рязанского района, Рязанской области. Эксперимент повторялся дважды в разнице по времени в 30 дней, причем рацион кормления для КРС конкретного стада менялся. Исходные характеристики по группе дойного стада представлены в таблице 1, а рацион кормления КРС в июле и августе представлен в таблице 2.

Таблица 1 – Исходные данные исследований

Характеристика дойного стада 5 двора	Показатель
Численность дойного стада	44 головы
Средний возраст КРС	1,6 лактации
Средний жир в молоке	3,8 %
Суточный надой на голову	19,4 л
Стадия лактации	вторая
Средний живой вес одной коровы	556 кг
Класс упитанности	второй
Содержание	беспривязное

Таблица 2 – Рационы кормления КРС

Состав рациона	Рацион кормления КРС на 1 голову в июле, в кг (%)	Рацион кормления КРС на 1 голову в августе, в кг (%)
Жмых подсолнечный	0,58 (1 %)	0,86 (1,67 %)
Отруби пшеничные	2,00 (3,5 %)	2,50 (4,9 %)
Зерноотходы пшеничные	3,05 (5,3 %)	3,90 (7,6 %)
Сено разнотравия	2,00 (3,5 %)	3,00 (5,8 %)
Силос кукурузный	24,50 (42,7 %)	15,90 (30,9 %)
Зеленая масса луговой травы	24,50 (42,7 %)	24,50 (47,7 %)
Патока	0,65 (1,1 %)	0,65 (1,26 %)
Соль	0,048 (0,08 %)	0,048 (0,09 %)
Монокальцийфосфат	0,005 (0,008 %)	0,005 (0,008 %)

В качестве объектов исследований использовали молоко коровье сырое, отвечающее требованиям качества и безопасности и полученное от коров голштинской породы с конкретного двора, с утвержденным рационом кормления. Из полученного сырого молока в молочном цехе хозяйства с помощью сепаратора-сливкоотделителя были получены сливки, из которых изготавливалось масло сладко-сливочное несоленое «Традиционное» массовой долей жира 82,5 %. Масло вырабатывали по ГОСТ 32261-2013 «Масло сливочное. Технические условия» и Типовой технологической инструкции по производству масла методом сбивания сливок. На каждом этапе производства и переработки отбирались пробы для последующего исследования жирно-кислотного состава жировой фазы продукта.

Жирно-кислотный состав определяли в соответствии с ГОСТ 32915-2014 «Молоко и молочная продукция. Определение жирно-кислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии», с помощью газового хроматографа «Хроматэк-Кристалл 5000». Полученные

значения содержания метиловых эфиров жирных кислот оценивали в соответствии с ГОСТ 32261-2013 «Масло сливочное. Технические условия», п. 5.1.7, таблица 4. Органолептические показатели масла оценивали по ГОСТ 32261-2013. Массовую долю жира в молоке, сливках и масле (м.д.ж.) определяли по ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира».

Результаты исследований. По показателям состава молоко, сливки и сливочное масло, выработанное из них, соответствовали требованиям нормативных документов на сырье и готовый продукт. Масло обеих выработок имело однородную пластичную консистенцию, желтый цвет, сливочный вкус с привкусом пастеризации.

Результаты оценки молочного жира, выделенного из сырого коровьего молока, сливок и сливочного масла, а именно соотношения жирных кислот по двум исследованиям, представлены в таблице 3.

Полученные данные по результатам исследований свидетельствуют о несоответствии жирно-кислотного состава молочного жира нормируемым значениям для сырого молока, сливок и сливочного масла при первой выработке, что, по-видимому, обусловлено преобладанием в рационе питания кукурузного силоса и зеленой массы луговой травы. Данный рацион питания привел к существенному повышению содержания стеариновой и олеиновой кислот и снижению миристиновой и лауриновой кислот. Удой при этом повысился на 3,2 л по сравнению с тем, что указан в таблице 1.

Таблица 3 – Результаты исследований жирно-кислотного состава жировой фазы продукта по соотношениям кислот

Соотношения метиловых эфиров жирных кислот молочного жира	Норма по ГОСТ 32261-2013	Молоко коровье сырое м.д.ж. 4,0 % (1)	Сливки из коровьего молока м.д.ж. 35,0 % (1)	Масло сладко-сливочное несоленое «Традиционное» м.д.ж. 82,5 % (1)	Молоко коровье сырое м.д.ж. 4,1 % (2)	Сливки из коровьего молока м.д.ж. 35,0 % (2)	Масло сладко-сливочное несоленое «Традиционное» м.д.ж. 82,5 % (2)
Пальмитиновой (С 16:0) к лауриновой (С 12:0)	5,8–14,5	13,3	14,0	14,0	10,7	11,2	10,4
Стеариновой (С 18:0) к лауриновой (С 12:0)	1,9–5,9	**7,7**	**8,3**	**8,3**	4,2	4,5	4,0
Олеиновой (С 18:1) к миристиновой (С 14:0)	1,6–3,6	**4,6**	**4,7**	**4,7**	3,0	3,0	2,9
Линолевой (С 18:2) к миристиновой (С 14:0)	0,1–0,5	**0,6**	**0,6**	**0,6**	0,4	0,4	0,4
Сумма олеиновой и линолевой к сумме лауриновой, миристиновой, пальмитиновой и стеариновой	0,4–0,7	**0,8**	**0,8**	**0,8**	0,6	0,6	0,6

При сравнительной оценке с результатами второго эксперимента по маслу сладко-сливочному несоленому соотношение стеариновой к лауриновой кислоте изменилось в 2 раза, соотношение олеиновой к миристиновой кислоте изменилось в 1,6 раза, линолевой к миристиновой в 1,5 раза. Во втором случае рацион кормления характеризовался снижением доли кукурузного силоса и повышением доли жмыхов, отрубей, сена и зерноотходов. Готовый продукт соответствовал требованиям соотношений метиловых эфиров жирных кислот, установленным для сливочного масла. Использование данного рациона кормления позволило получить удой на уровне 19,0 л в сутки/гол.

Как видно из приведенных данных, при несбалансированных рационах и их особенностях меняется жирно-кислотный состав, который непосредственно сказывается на качественных характеристиках продукта. При таких условиях производства сливочное масло будет не соответствовать требованиям нормативных документов, а значит его будут относить к фальсифицированным продуктам.

Повышение стеариновой кислоты и снижение миристиновой кислоты, выявленное в первом эксперименте, часто наблюдается и при наличии фальсификации продукта животными жирами. Однако, если в случае фальсификации продукта растительными жирами имеются арбитражные методы выявления такой фальсификации с помощью методов обнаружения фитостеринов в продукте [7], то стандартизованного метода обнаружения жиров животного происхождения пока не установлено. В связи с этим перед зоотехниками стоит задача организовать сбалансированный рацион кормления КРС таким образом, чтобы обеспечить высокий удой без существенного изменения жирно-кислотного состава молока-сырья, влияющего на качество готового продукта. В отсутствии совершенных инструментов оценки готового продукта доказать, что причиной изменения жирно-кислотного состава является несбалансированный рацион кормления, а не фальсификация животными жирами весьма сложно. Для этих целей необходимо применять дополнительные методы исследований продукта и его жировой фазы.

Выводы:

1. Подтверждение соответствия продукта, изготовленного с использованием молока, полученного при скармливании КРС недостаточно сбалансированных рационов, является сложной задачей. Для доказательства натуральности продукта необходимо выявить и установить дополнительные критерии оценки жирно-кислотного состава.
2. Необходимо учитывать особенности кормления животных во взаимосвязи с нормируемыми показателями качества сливочного масла, включая его жирно-кислотный состав.
3. В случае выявления несоответствия по отдельным жирным кислотам необходимо использовать дополнительные методы обнаружения растительных жиров и жиров животного происхождения, к которым могут быть отнесены органолептические показатели продукта, температура плавления жира, число Рейхарта-Мейссля и др., по которым требуется проведение дополнительных исследований.

Список использованных источников:

1. Степанова Л.И. Справочник технолога молочного производства. Технологии и рецептуры. Том 2. Масло коровье и комбинированное. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 336 с.
2. Jozwik A., Stralkowska N., Bagnicka E., Grzybek W., Krzyzewski J., Kolataj A., Horbanczuk J.O. Relationship between milk yield, stage of lactation, and some blood serum metabolic parameters of dairy cows // Czech. J. Anim. Sci. 2012. V. 57. PP. 353–360.
3. A.Zh. Rhastayeva, A. K. Smagulov, V.S. Zamurova, E.V. Topnikova, B.M. Umirzakov, M.T. Nurgalieva. Technological properties of milk from the cows of black-Motley and alatau breads in varios seasons of lactation // International Journal of Technology and Exploring Engineering / 2019. V.8. PP. 2299–2303.
4. O'Donnell A.M., Spatny K.P., Vicini J.L., Bauman D.E. Survey of the fatty acid composition of retail milk differing in claims based on production management practices // J. Dairy Sci. 2010. V. 93. PP. 1918–1925.
5. Вышемирский Ф.А. Производство сливочного масла. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с.
6. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 336 с.
7. Утьянов Д.А., Куликовский А.В., Вострикова Н.Л., Иванкин А.Н. К вопросу определения растительных жиров в пищевой продукции // Пищевые системы. – 2018. – Т. 1., № 4. – с. 27–40.

References:

1. Stepanova L. I. Handbook of dairy production technologist. Technologies and formulations. Volume 2. Cow oil and combined. – SPb.: GIORD, 2003. – 336 p.
2. Jozwik A., Stralkowska N., Bagnicka E., Grzybek W., Krzyzewski J., Kolataj A., Horbanczuk J.O. Relationship between milk yield, stage of lactation, and some blood serum metabolic parameters of dairy cows // Czech. J. Anim. Sci. 2012. V. 57. PP. 353–360.

3. A.Zh. Rhastayeva, A. K. Smagulov, V.S. Zamurova, E.V. Topnikova, B.M. Umirzakov, M.T. Nurgalieva. Technological properties of milk from the cows of black-Motley and alatau breads in varios seasons of lactation // International Journal of Technology and Exploring Engineering / 2019. V.8. PP. 2299–2303.

4. O'Donnell A.M., Spatny K.P., Vicini J.L., Bauman D.E. Survey of the fatty acid composition of retail milk differing in claims based on production management practices // J. Dairy Sci. 2010. V. 93. PP. 1918–1925.

5. Vyshemirsky F. A. Production of butter. – M.: Agropromizdat, 1987. – 272 p.

6. Gorbatova K. K. Biochemistry of milk and dairy products. – SPb.: GIORD, 2010. – 336 p.

7. Dmitry A. Utyanov, Andrey V. Kulikovskii, Nataliya L. Vostrikova, Andrey N. Ivankin. Determination jn vagetale fats in food products // Food systems. – 2018. – V. 1., № 4. – PP. 27–40.

УДК 57.084.1:576.08:576.356.3:613.2

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭКСПРЕСС-БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЦИТО- И ГЕНОТОКСИЧНОСТИ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК

Автор: Зайцева М.В. [a,b]

[a]*Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (ВНИИТеК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им В.М. Горбатова» РАН), г. Видное,* [b]*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, e-mail: mascha.zajtseva2014@yandex.ru*

APPLICATION OF THE EXPRESS BIOASSAY METHOD FOR THE ASSESSMENT OF CYTO- AND GENOTOXICITY OF FOOD ADDITIVES

Author: Zaytseva M. V. [a,b]

[a]*Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems for RAS. (VNIITeK – Branch of Gorbatov Research Center for Food Systems), Vidnoe,* [b]*Moscow State University, Moscow, e-mail: mascha.zajtseva2014@yandex.ru*

Ключевые слова: пищевые добавки, цитотоксичность, генотоксичность, экспресс-биотестирование, Allium-тест.

Keywords: food additives, cytotoxicity, genotoxicity, express bioassay, Allium-test.

Аннотация: Производство пищевых продуктов в настоящее время требует применения безопасных пищевых добавок. Однако, несмотря на многочисленные исследования в данной области, однозначно оценить влияние данных веществ на организм человека достаточно проблематично. Поэтому поиск и разработка быстрого и качественного метода для оценки токсичности пищевых добавок является приоритетным направлением исследований. Одним из таких методов является биотестирование на луке репчатом (*Allium cepa L.).* Данная тест-система позволяет быстро и достоверно оценить цито- и генотоксическое влияние химического вещества. В данной статье представлен обзор работ, анализирующих токсическое действие пищевых красителей, консервантов, усилителей вкуса, подсластителей на меристему корней биотестера. Анализ полученных экспериментальных данных позволяет сделать вывод о том, что данный биотест может быть полезен при экспресс-оценке токсичности пищевых добавок.

Abstract: Food production currently requires the use of safe food additives. However, despite numerous studies in this area, it is quite problematic to unequivocally assess the effect of these substances on the human. Therefore, the search and development of a quick and high-quality method for assessing the toxicity of food additives is a priority area of research. One of these methods is bioassay on onion (*Allium cepa L.*). This test system allows you to quickly and reliably evaluate the cytotoxic and genotoxic effects of a chemical. This article provides an overview of the works that analyze the toxic effect of food colors, preservatives, flavor enhancers, sweeteners on the meristem of the roots of the bioassay. An analysis of the obtained experimental data allows us to conclude that this biotest may be useful in the rapid assessment of the toxicity of food additives.

Введение. Современное производство продуктов питания неразрывно связано с применением химических добавок широкого спектра действия. Пищевые добавки – вещества, вносимые в продукты с целью придания желаемых характеристик (улучшение вкусовых характеристик, продление срока годности, изменение эстетической составляющей). Организация JECFA (The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, совместная организация ФАО/ООН по контролю и оценке рисков использования пищевых добавок) к данному моменту оценила риск использования порядка 2500 различных веществ, относящихся к пищевым добавкам, и их число неуклонно возрастает. На территории Российской Федерации согласно Техническому регламенту Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» регламентируются и используются около 360 веществ, относящихся к различным функциональным группам пищевых добавок.

Были проведены исследования ряда пищевых добавок на различных тест-системах, использующих как тест-объекты насекомых и растения, а также на культурах клеток человека, и были получены результаты, подтверждающие токсичность различных пищевых добавок [1–4].

Кроме того, уже возникла необходимость изучения эффектов совместного действия пищевых добавок, так как в производстве пищевых продуктов одновременно могут быть использованы десятки добавок разного функционального действия [5]. Так, например, по данным JECFA [6], консервант сорбиновая кислота не оказывает генотоксического эффекта при дневной норме потребления не более чем 25 мг/кг массы тела, в то время как применение сорбиновой кислоты совместно с ее калиевой солью оказывало генотоксическое действие, индуцируя в ряде исследований хромосомные аберрации и сестринский хроматидный обмен в клетках линии V-79 китайского хомячка [7].

Однако вопрос безопасности применения пищевых добавок продолжает оставаться в достаточной степени дискуссионным, поскольку в литературных источниках встречаются противоречивые данные. Например, при анализе токсичности бензоата натрия были получены неоднозначные результаты: отсутствие токсических процессов было отмечено при использовании теста Эймса [8], анализа с *S. typhimuirum* [9], а также при анализе методом ДНК-комет в клетках органов ЖКТ при оральном поступлении в организм [10]. В то же время, положительные токсические реакции тест-организмов были выявлены в тестах с *Vicia faba* [11], *Allium cepa* [12], фибробластами китайского хомячка [13], а также в тесте с лимфоцитами крови человека [14].

В связи с этим актуальной представляется задача поиска новых подходов и методов в тестировании безопасности пищевых добавок. В процессе тестирования в первую очередь должны быть приняты во внимание требования, учитывающие хроническое токсическое воздействие небольших доз химических веществ, поскольку именно так можно охарактеризовать поступление в организм человека пищевых добавок. В этом направлении наиболее привлекателен тест с использованием лука репчатого (*Allium cepa),* позволяющий провести экспресс-оценку цито- и генотоксичности различных химических и органических соединений. Данный тест-объект рекомендован экспертами ВОЗ и Шведской академией наук для оценки токсикантов, поступающих из окружающей среды [15]. Данная тест-система имеет ряд ценных для экспресс-биотестирования преимуществ: простота в постановке эксперимента, быстрая интерпретация результатов, низкая стоимость материалов [16, 17]. Кроме этого, корни лука имеют крупные клетки с небольшим количеством хромосом, что облегчает процедуру идентификации и учета стадий деления клеток и возникающих в них хромосомных аберраций [18, 19]. Также этот метод в достаточной степени коррелирует с тест-системами, реализуемыми на животных и в клеточных культурах организма человека и животных [20].

Методика проведения Allium-теста. Процедура тестирования основана на определении ряда макро- и микропоказателей, анализе препаратов апикальной меристемы корешков лука Allium cepa. При этом к макропоказателям относят чаще всего длину корней. При окрашивании приготовленных давленых препаратов апикальной меристемы корней определяются также микропоказатели, такие как митотический индекс (отношение клеток, находящихся в процессе митоза к общему числу клеток) и распределение клеток по фазам митоза как показатели активности роста и развития клеток растения. Кроме этого в препаратах учитывают возможные возникающие хромосомные аберрации в сравнении с контролем. Данные микропоказатели позволяют сделать выводы о наличии мутационного процесса в активно делящихся клетках.

Классический вариант проведения анализа [15] предполагает непосредственный контакт корней растения с исследуемым веществом. В недавней работе [21] было проведено сравнение результатов анализа двух макропоказателей – длины и массы корней. В этих исследованиях было показано, что при тестировании этилового спирта (1 и 2%), который, как известно, используется в качестве консерванта в хлебобулочной промышленности, что прирост массы корней по сравнению с длиной являлся не менее точным и достоверным инструментом скрининга токсического процесса в Allium-тесте. При этом взвешивание массы корней представлялось значительно менее трудоемкой процедурой, чем измерение длины корней.

Применение Allium-теста для оценки пищевых добавок. В последние годы увеличивается число публикаций, связанных с оценкой токсичности пищевых добавок в рамках данной тест-системы. Были проверены на токсичность такие добавки как пищевые консерванты, красители, усилители вкуса, ароматизаторы. В большинстве работ был зафиксирован цитотоксический эффект совместно с увеличением частоты возникновения хромосомных аберраций (Таблица 1).

Таблица 1 – Обзор исследований токсичности пищевых добавок при биотестировании с Allium cepa

Вещество	Концентрация, время экспозиции	Цито-токсичность	Гено-токсичность
Лимонная кислота [23]	50–3000 мг/л, 24, 48 ч	+	+
Бензойная кислота [23]	50–500 мг/л, 24, 48 ч		
Метабисульфит натрия, бензоат натрия [24]	0,025–0,25 М, 3, 6, 9, 24 ч	+	+
Бензоат натрия, борная кислота, лимонная кислота, цитрат калия, цитрат натрия [12]	20–100 ppm, 5, 10, 20 ч	+	+
Бутилированный гидрокситолуол, бутилированный гидроксианизол, сорбиновая кислота, пропилгаллат, нитрат натрия [25]	1000–2500 ppm, 4, 8, 16 ч	+	+
Розмариновая кислота [26]	50–200 ppm, 24, 48, 72 ч	+	+
Вкусовые добавки: виноград, слива, апельсин [27]	3,5, 7 и 14 мл/кг, 24, 48 ч	+	+
Пропианаты натрия, калия, кальция [28]	1000–3000 ppm, 24, 48, 72 ч	+	–
Усилители вкуса: сыр, сыр Чеддер [29]	1, 2 мл, 24, 48 ч	+	–
Красители: brilliant blue, sunset yellow [30]	sunset yellow: 25–500 ppm, brilliant blue: 100–500 ppm, 24, 48, 72 ч	+	
Подсластители: аспартам, сукралоза [22]	1, 2 г/л, 72 ч	+	–
Этиловый спирт [21]	Растворы 1%, 2%, 72, 144 ч	+*	+

* – в опыте было отмечена токсичность по показателям длины и массы корней

В нашей работе впервые были изучены часто применяемые в производстве подсластители сукралоза и аспартам, а также их совместное влияние в условиях данного теста [22]. Было показано, что аспартам в дозе 1 г/л достоверно токсичен, в отличие от сукралозы. Кроме того, было отмечен синергетический эффект токсичности подсластителей в смеси. Было зафиксировано, что подсластители достоверно влияли на спектр хромосомных аберраций в клетках меристемы по сравнению с данными контроля.

Выводы:

Недооценка токсического и мутагенного потенциала пищевых добавок крайне опасна и может привести к нежелательным последствиям для здоровья человека. В этом отношении биотестирование с Allium cepa представляет собой экспресс-метод, который позволяет оценить как физиологические токсические процессы, происходящие при воздействии токсиканта, так и учесть возможный риск возникновения мутагенных процессов в клетке. Полагаем, тестирование в экспериментах in vivo с помощью Allium-теста позволит получить новые данные о биологических эффектах, вызываемых пищевыми добавками.

Список использованных источников

1. Sarıkaya, R. Genotoxicity testing of four food preservatives and their combinations in the Drosophila wing spot test / R. Sarıkaya, Ş.Çakır // Environ. Toxicol. Pharmacol. – 2005. – vol. 20(3). – PP. 424–430.

2. Rencüzoğulları, E. Chromosome aberrations and sister chromatid exchanges in cultured human lymphocytes treated with sodium metabisulfite, a food preservative / E. Rencüzoğulları, H.B. Ila, A. Kayraldız, M. Topaktaş // Mutat. Res. – 2001. – vol. 490(2). – PP. 107–112.

3. Rencüzoğulları, E. The cytogenetic effects of sodium metabisulfite, a food preservative in root Tip cells of Allium cepa / E. Rencüzoğulları, A. Kayraldız, H.B. Ila, T. Çakmak, M. Topaktaş // Turk. J. Biol. – 2001. – vol. 25. – PP. 361–370.

4. Rencüzoğulları, E. Genotoxicity of Aspartame / E. Rencüzoğulları, B. Ayaz Tüylü, M. Topaktaş, H.B. İla, A. Kayraldız, M. Arslan et. al. // Drug. Chem. Toxicol. – 2004. – vol. 27(3). – PP. 257–268.

5. Hardy, A. Draft guidance on harmonised methodologies for human 1 health, animal health and ecological risk assessment of 2 combined exposure to multiple chemicals / A. Hardy, D. Benford, T. Halldorsson, M. J. Jeger, H. K. Knutsen, S. More et. al. // EFSA Journal. – vol. 17(3):5634.

6. JECFA, Seventeenth Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: Toxicological Evaluation of Certain Food Additives with a Review of General Principles and of Specifications, FAO Nutrition Meeting Report Ser. No. 53, WHO Technical Report Ser. No. 539, Geneva, 1973.

7. Hasegawa, M.M. Effects of sorbic acid and its salts on chromosome aberrations, sister chromatid exchanges and gene mutations in cultured Chinese hamster cells / M.M. Hasegawa, Y. Nishi, Y. Ohkawa, N. Inui // Food. Chem. Toxicol. – 1984. – vol. 22(7). – PP. 501–507.

8. Ishidate, M. Primary mutagenicity screening of food additives currently used in Japan / M. Ishidate, T. Sofuni Jr., K. Yoshikawa, M. Hayashi, T. Nohmi, M. Sawada, et. al. // Food and Chemical Toxicology. – 1984. – vol. 22. – PP. 623–636.

9. Prival, J.M. Bacterial mutagenicity testing of 49 food ingredients gives very few positive results / J.M. Prival, F.V. Simmon, E.K. Mortelmans // Mutation Research. – 1991. – 260(4). – PP. 321–329.

10. Sasaki, F.Y. The comet assay with 8 mouse organs: results with 39 currently used food additives / F.Y. Sasaki, S. Kawaguchi, A. Kamaya, M. Ohshita, K. Kabasawa, K. Iwama et. al. // Mutation Research. – 2002. – vol. 519(1–2). – PP. 103–119.

11. Xing, W. A. comparison of SCE test in human lymphocytes and Vicia faba: a hopeful technique using plants to detect mutagens and carcinogens / W. Xing, Z. Zhang // Mutation Research. – 1990. – vol. 241. – PP. 109–113.

12. Turkoglu, S. Genotoxicity of five food preservatives tested on root tips of Allium cepa L. / S. Turkoglu // Mutation Research. – 2007. – vol. 626(1–2). – PP. 4–14.

13. Abe, S. Chromosome aberrations and sister-chromatid exchanges in Chinese Hamster cells exposed to various chemicals / S. Abe, M. Sasaki // Journal of the National Cancer Institute. – 1977. – vol. 58(6). – PP. 1635–1641.

14. Mpountoukas, P. Cytogenetic study in cultured human lymphocytes treated with three commonly used preservatives / P. Mpountoukas, A. Vantarakis, E. Sivridis, T. Lialiaris // Food and Chemical Toxicology. – 2008. – vol. 46(7). – PP. 2390–2393.

15. Fiskesjo, G. The Allium Test as a standard in environmental monitoring / G. Fiskesjo // Hereditas. – 1985. – vol. 102(1). – PP. 99–112.

16. Ma T. H. The improved Allium/Vicia root tip micronucleus assay for clastogenicity of environmental pollutants / T. H. Ma, Z. Xu, C. Xu, H. McConnell, E. V. Rabago, G. A. Arreola et. al. // Mutat Res. – 1995. – vol. 334(2). – PP. 185–95.

17. Firbas, P. Chromosome damage studies in the onion plant Allium cepa L. / P. Firbas, T. Amon // Caryologia. – 2014. – vol. 67(1). – PP. 25–35.

18. Kumar, D. Cytogenetic studies of chromium (III) oxide nanoparticles on *Allium cepa* root tip cells / D. Kumar, A. Rajeshwari, P.S. Jadon, G. Chaudhuri, A. Mukherjee, N. Chandrasekaran et. al. // J. Environ. Sci. – 2015. – vol. 38. – PP. 150–157.

19. Liman, R. Determination of genotoxic effects of Imazethapyr herbicide in *Allium cepa* root cells by mitotic activity, chromosome aberration, and comet assay / R. Liman, İ. H. Ciğerci, N. S Öztürk // Pestic. Biochem. Phys. – 2015. – vol.118. – PP. 38–42.

20. Gomes, K. Citotoxicity of food dyes Sunset Yellow (E-110), Bordeaux Red (E-123), and

Tatrazine Yellow (E-102) on Allium cepa L. root meristematic cells / K. Gomes, M. Aguiar de Oliveira, F. Ronielson de Sousa Carvalho, C. Carvalho Menezes, A. Peron // Food Science and Technology (Campinas). – 2013. – vol. 33(1). – PP. 218–223.

21. Курбанова М.Н. Сравнительное изучение показателей токсической активности в Аллиум-тесте / М.Н. Курбанова, Н.М. Сураева, В.П. Рачкова, А.В. Самойлов // Аграрный вестник Урала. – 2018. – № 4(171). – С. 25–30.

22. Самойлов А.В. Сравнительная оценка токсичности пищевых подсластителей в экспресс-биотесте / А.В. Самойлов, Н.М. Сураева, М.В. Зайцева, М.Н. Курбанова, В.В. Столбова // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 2. – С. 83–90.

23. Yılmaz, S. Cytogenetic effects of citric acid and benzoic acid on Allium chromosomes / S. Yılmaz, F. Unal, H. Aksoy, D. Yuzbasıoglu, M. Celik // Fresenius Environmental Bulletin. – 2008. – vol. 17(8). – PP. 1029–1037.

24. Onyemaobi, O. I. Cytogenetic effects of two food preservatives, sodium metabisulphite and sodium benzoate on the root tips of Linn. / O. I. Onyemaobi, G. O. Williams, K. O. Adekoya // Ife J. Sci. – 2012. – vol. 14(1). – PP. 155–165.

25. Pandey, H. Assessment of genotoxicity of some common food preservatives using Allium cepa L. as a test plant / H. Pandey, V. Kumar, B. K. Roy // Toxicol Rep. – 2014. – vol. 1. – PP. 300–308.

26. Liman, R. Cytogenetic and genotoxic effects of Rosmaniric Acid on Allium cepa L. root meristem cells / R. Liman, İ. H. Ciğerci, S. Gökçe // Food Chem Toxicol. – 2018. – № 121. – PP. 444–449.

27. Sales, I. Assessment of grape, plum and orange synthetic food flavourings using in vivo acute toxicity tests / I. Sales, J. Barbosa, F. Silva dos Santos, F. Carneiro da Silva, P. Ferreira, J. de Castro e Sousa et. al. // Food Technol Biotechnol. – 2017. – vol. 55(1). – PP. 131–137.

28. Türkoğlu, S. Evaluation of genotoxic effects of sodium propionate calcium propionate and potassium propionate on the root meristem cells of Allium cepa / S. Türkoğlu // Food Chem Toxicol. – 2008. – vol. 46(6). – PP. 2035–2041.

29. Moura, A. G. Cytotoxicity of Cheese and Cheddar Cheese food flavorings on Allium cepa L. root meristems / A. G. Moura, G. M. Santana, P. M. Ferreira, J. M. Sousa, A. P. Peron // Braz J Biol. – 2016. – vol. 76(2). – PP. 439–443.

30. Koç, K. All aspect of toxic effect of brilliant blue and sunset yellow in Allium cepa roots / K. Koç, D.Pandir // Cytotechnology. – 2018. – vol.70(1). – PP. 449–463.

References

1. Sarıkaya, R. Genotoxicity testing of four food preservatives and their combinations in the Drosophila wing spot test / R. Sarıkaya, Ş.Çakır // Environ. Toxicol. Pharmacol. – 2005. – vol. 20(3). – PP. 424–430.

2. Rencüzoğulları, E. Chromosome aberrations and sister chromatid exchanges in cultured human lymphocytes treated with sodium metabisulfite, a food preservative / E. Rencüzoğulları, H.B. Ila, A. Kayraldız, M. Topaktaş // Mutat. Res. – 2001. – vol. 490(2). – PP. 107–112.

3. Rencüzoğulları, E. The cytogenetic effects of sodium metabisulfite, a food preservative in root Tip cells of Allium cepa / E. Rencüzoğulları, A. Kayraldız, H.B. Ila, T. Çakmak, M. Topaktaş // Turk. J. Biol. – 2001. – vol. 25. – PP. 361–370.

4. Rencüzoğulları, E. Genotoxicity of Aspartame / E. Rencüzoğulları, B. Ayaz Tüylü, M. Topaktaş, H.B. İla, A. Kayraldız, M. Arslan et. al. // Drug. Chem. Toxicol. – 2004. – vol. 27(3). – PP. 257–268.

5. Hardy, A. Draft guidance on harmonised methodologies for human 1 health, animal health and ecological risk assessment of 2 combined exposure to multiple chemicals / A. Hardy, D. Benford, T. Halldorsson, M. J. Jeger, H. K. Knutsen, S. More et. al. // EFSA Journal. – vol. 17(3):5634.

6. JECFA, Seventeenth Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: Toxicological Evaluation of Certain Food Additives with a Review of General Principles and of Specifications, FAO Nutrition Meeting Report Ser. No. 53, WHO Technical Report Ser. No. 539, Geneva, 1973.

7. Hasegawa, M.M. Effects of sorbic acid and its salts on chromosome aberrations, sister chromatid exchanges and gene mutations in cultured Chinese hamster cells / M.M. Hasegawa, Y. Nishi, Y. Ohkawa, N. Inui // Food. Chem. Toxicol. – 1984. – vol. 22(7). – PP. 501–507.

8. Ishidate, M. Primary mutagenicity screening of food additives currently used in Japan / M. Ishidate, T. Sofuni Jr., K. Yoshikawa, M. Hayashi, T. Nohmi, M. Sawada, et. al. // Food and Chemical Toxicology. – 1984. – vol. 22. – PP. 623–636.

9. Prival, J.M. Bacterial mutagenicity testing of 49 food ingredients gives very few positive results / J.M. Prival, F.V. Simmon, E.K. Mortelmans // Mutation Research. – 1991. – 260(4). – PP. 321–329.

10. Sasaki, F.Y. The comet assay with 8 mouse organs: results with 39 currently used food additives / F.Y. Sasaki, S. Kawaguchi, A. Kamaya, M. Ohshita, K. Kabasawa, K. Iwama et. al. // Mutation Research. – 2002. – vol. 519(1–2). – PP. 103–119.

11. Xing, W. A. comparison of SCE test in human lymphocytes and Vicia faba: a hopeful technique using plants to detect mutagens and carcinogens / W. Xing, Z. Zhang // Mutation Research. – 1990. – vol. 241. – PP. 109–113.

12. Turkoglu, S. Genotoxicity of five food preservatives tested on root tips of Allium cepa L. / S. Turkoglu // Mutation Research. – 2007. – vol. 626(1–2). – PP. 4–14.

13. Abe, S. Chromosome aberrations and sister-chromatid exchanges in Chinese Hamster cells exposed to various chemicals / S. Abe, M. Sasaki // Journal of the National Cancer Institute. – 1977. – vol. 58(6). – PP. 1635–1641.

14. Mpountoukas, P. Cytogenetic study in cultured human lymphocytes treated with three commonly used preservatives / P. Mpountoukas, A. Vantarakis, E. Sivridis, T. Lialiaris // Food and Chemical Toxicology. – 2008. – vol. 46(7). – PP. 2390–2393.

15. Fiskesjo, G. The Allium Test as a standard in environmental monitoring / G. Fiskesjo // Hereditas. – 1985. – vol. 102(1). – PP. 99–112.

16. Ma T. H. The improved Allium/Vicia root tip micronucleus assay for clastogenicity of environmental pollutants / T. H. Ma, Z. Xu, C. Xu, H. McConnell, E. V. Rabago, G. A. Arreola et. al. // Mutat Res. – 1995. – vol. 334(2). – PP. 185–95.

17. Firbas, P. Chromosome damage studies in the onion plant Allium cepa L. / P. Firbas, T. Amon // Caryologia. – 2014. – vol. 67(1). – PP. 25–35.

18. Kumar, D. Cytogenetic studies of chromium (III) oxide nanoparticles on Allium cepa root tip cells / D. Kumar, A. Rajeshwari, P.S. Jadon, G. Chaudhuri, A. Mukherjee, N. Chandrasekaran et. al. // J. Environ. Sci. – 2015. – vol. 38. – PP. 150–157.

19. Liman, R. Determination of genotoxic effects of Imazethapyr herbicide in Allium cepa root cells by mitotic activity, chromosome aberration, and comet assay / R. Liman, İ. H. Ciğerci, N. S Öztürk // Pestic. Biochem. Phys. – 2015. – vol.118. – PP. 38–42.

20. Gomes, K. Citotoxicity of food dyes Sunset Yellow (E-110), Bordeaux Red (E-123), and Tatrazine Yellow (E-102) on Allium cepa L. root meristematic cells / K. Gomes, M. Aguiar de Oliveira, F. Ronielson de Sousa Carvalho, C. Carvalho Menezes, A. Peron // Food Science and Technology (Campinas). – 2013. – vol. 33(1). – PP. 218–223.

21. Kurbanova, M.N. Comparative study of indicators of toxic activity in the Allium-test / M.N. Kurbanova, N.M. Suraeva, V.P. Rachkova, A.V. Samoylov // Agrarnyi vestnik Urala. – 2018. – № 4(171). – PP. 25–30.

22. Samoilov, A.V. Comparative assessment of artificial sweeteners toxicity via express biotest / A.V. Samoilov, N.M. Suraeva, M.V. Zaitseva, M.N. Kurbanova, V.V. Stolbova // Health Risk Analysis. – 2019. – № 2. – PP. 83–90.

23. Yılmaz, S. Cytogenetic effects of citric acid and benzoic acid on Allium chromosomes / S. Yılmaz, F. Unal, H. Aksoy, D. Yuzbasıoglu, M. Celik // Fresenius Environmental Bulletin. – 2008. – vol. 17(8). – PP. 1029–1037.

24. Onyemaobi, O. I. Cytogenetic effects of two food preservatives, sodium metabisulphite and sodium benzoate on the root tips of Linn. / O. I. Onyemaobi, G. O. Williams, K. O. Adekoya // Ife J. Sci. – 2012. – vol. 14(1). – PP. 155–165.

25. Pandey, H. Assessment of genotoxicity of some common food preservatives using Allium cepa L. as a test plant / H. Pandey, V. Kumar, B. K. Roy // Toxicol Rep. – 2014. – vol. 1. – PP. 300–308.

26. Liman, R. Cytogenetic and genotoxic effects of Rosmaniric Acid on Allium cepa L. root meristem cells / R. Liman, İ. H. Ciğerci, S. Gökçe // Food Chem Toxicol. – 2018. – № 121. – PP. 444–449.

27. Sales, I. Assessment of grape, plum and orange synthetic food flavourings using in vivo acute toxicity tests / I. Sales, J. Barbosa, F. Silva dos Santos, F. Carneiro da Silva, P. Ferreira, J. de Castro e Sousa et. al. // Food Technol Biotechnol. – 2017. – vol. 55(1). – PP. 131–137.

28. Türkoğlu, S. Evaluation of genotoxic effects of sodium propionate calcium propionate and potassium propionate on the root meristem cells of Allium cepa / S. Türkoğlu // Food Chem Toxicol. – 2008. – vol. 46(6). – PP. 2035–2041.

29. Moura, A. G. Cytotoxicity of Cheese and Cheddar Cheese food flavorings on Allium cepa L. root meristems / A. G. Moura, G. M. Santana, P. M. Ferreira, J. M. Sousa, A. P. Peron // Braz J Biol. – 2016. – vol. 76(2). – PP. 439–443.

30. Koç, K. All aspect of toxic effect of brilliant blue and sunset yellow in Allium cepa roots / K. Koç, D.Pandir // Cytotechnology. – 2018. – vol.70(1). – PP. 449–463.

УДК 637.52

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ SOUS-VIDE ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ

Автор: Захарова А.И. – старший научный сотрудник, аспирант*
Научный руководитель: Посокина Н.Е. – зав. лабораторией технологии консервирования, к.т.н.
Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (ВНИИТеК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН), г. Видное, Россия; e-mail: zakharova@vniitek.ru

APPLICATION OF SOUS-VIDE TECHNOLOGY IN THE PRODUCTION OF PRODUCTS FROM POULTRY MEAT

Author: Zakharova A.I. – Senior Researcher*
Scientific adviser: Posokina N. E., Head of the laboratory, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.)
Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS (VNIITeK – Branch of Gorbatov Research Center for Food Systems). 78, Shkolnaya Street, Vidnoe, Moscow region, 142703, Russia; e-mail: zakharova@vniitek.ru

Ключевые слова: sous-vide, биологический метод, пастеризация, режим термической обработки, Listeria monocitogenes, Salmonella enteritidis

Keywords: sous-vide, biological method, pasteurization, thermal processing modes, Listeria monocitogene, Salmonella enteritidis

Аннотация: Щадящая тепловая обработка позволяет выживать различным микроорганизмам в продуктах, предназначенных для общественного питания, поэтому при использовании технологии sous-vide следует тщательно исследовать продукт с точки зрения безопасности получаемой продукции. В статье представлены результаты проведенного биологического метода проверки выбранных режимов термической обработки на примере продукта вареного из мяса птицы. Сырье инокулировали смесью культур *Salmonella enteritidis* и *Listeria monocitogenes* непосредственно перед укупоркой продукта под вакуумом в асептических условиях из расчета не менее 1,0 х 10^4 клеток на грамм продукта. Пастеризацию продукта производили до достижения температуры в толще продукта 65 °С. Выдерживали при данной температуре в течение 90 минут, затем быстро охлаждали холодной проточной водой. После хранения контрольных образцов результат микробиологического анализа показал, что продукт мясной вареный соответствует требованиям ТР ТС 034/2013, ТР ТС 021/2011. По результатам проведенной работы был сделаны выводы о возможности применения выбранного режима пастеризации для изготовления «Продукта вареного из мяса птицы» в полимерных пакетах.

Abstract: Mild heat treatment allows various microorganisms to survive in products intended for public catering, therefore when using sous-vide technology, the product should be carefully examined from the point of view of the safety of the resulting product. The article presents the results of a biological method for checking the selected heat treatment modes using the example of a product cooked from poultry meat. Raw materials were inoculated with a mixture of cultures of *Salmonella enteritidis* and

Listeria monocitogenes immediately before capping under vacuum in aseptic conditions at the rate of at least 1.0 x 10^4 cells per gram of product. Pasteurization of the product was carried out until the temperature in the thickness of the product reached 65 °C. Maintained at this temperature for 90 minutes, then quickly cooled with cold running water. After storage of the control samples, the result of microbiological analysis showed that the cooked meat product meets the requirements of TR TS 034/2013, TR TS 021/2011. Based on the results of the work, conclusions were drawn about the possibility of using the selected pasteurization mode for the manufacture of "Cooked poultry meat product" in polymer bags.

Введение: Дословный перевод французского термина «sous-vide» – «под вакуумом» [1]. Обработка sous-vide – это процесс термической обработки сырья, герметично упакованного в термостабильные пластиковые пакеты под вакуумом, осуществляемый при строго контролируемых температурах (обычно 65–95 °C) в течение длительного времени с последующим быстрым охлаждением (как правило до достижения температуры 3 °C в центре продукта) или в некоторых случаях замораживанием [2]. Вакуумная упаковка способствует эффективной передаче тепла от воды (или пара) к продукту и увеличивает срок хранения продуктов за счет исключения риска повторного загрязнения во время хранения, а также предотвращает испарение влаги во время приготовления пищи [3]. При этом щадящая тепловая обработка позволяет выживать различным микроорганизмам, поэтому такие продукты требуют хранения при низких температурах в течение срока годности, который обычно длится в течение нескольких недель.

Преимуществом технологии sous-vide является достижение равномерной температуры внутри и на поверхности готового продукта, уменьшение потерь по массе продукта при приготовлении и хранении, а упаковка под вакуумом позволяет сохранить интенсивность вкуса, цвет и консистенцию, которые обычно бывают утеряны в процессе традиционных методов тепловой обработки, при этом максимально сохраняется содержание питательных веществ [4]. Благодаря данным преимуществам технология sous-vide представляет большой интерес как с практической, так и с научной точки зрения [5]. Одним из значимых недостатков применения технологии sous-vide является длительность процесса приготовления и обязательное наличие специализированного оборудования.

Нами было исследовано несколько вариантов образцов продуктов из мяса птицы, различающихся температурой и продолжительностью обработки. В результате был выбран наиболее оптимальный режим, соответствующий предъявляемым требованиям к конечному продукту, таким как оптимальное соотношение потери влаги мясным сырьем и высокие органолептические показатели. Для подтверждения безопасности выбранного режима термической обработки использовали биологический метод проверки.

Объекты и методы исследования: Объектом исследования являлся продукт вареный из мяса птицы. Сырьем служило куриного филе без кожи «Петелинка» охлажденное. Для проведения эксперимента использовали оборудование для пастеризации – водяной термостат марки «Vac-Star, Sous Vide Chef Touch». Способ пастеризации и охлаждения продукта – водяной.

Сырье фасовали в упаковку (пакеты) из термостойких полимерных комбинированных материалов марки «Hendi» массой до 1000 г. Продукцию инокулировали смесью предварительно полученных клеток Salmonella enteritidis и Listeria monocitogenes. Смесь содержала клетки этих культур в равном соотношении. Продукт заражали смесью этих культур непосредственно перед укупоркой под вакуумом в асептических условиях из расчета не менее 1,0 x 10^4 клеток на грамм продукта. После заражения пакеты с продукцией герметично укупоривали под вакуумом. Укупоренная продукция перед пастеризацией хранилась в комнатных условиях не более 30 мин. Пастеризацию продукта производили, нагревая пакеты с продукцией в водяном термостате до достижения температуры в толще продукта 65 °C в течение 60 мин. Выдерживали при данной температуре в течение 90 мин., затем быстро охлаждали холодной проточной водой. Опытная партия выработанного продукта была заложена на ответственное хранение в охлаждаемых условия от плюс 2 °C до плюс 6 °C на 13 суток, перемещению и реализации не подлежало. После 13 суток хранения была проведена разбраковка продукта из этой партии. Микробиологические показатели образца оценивали в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 на наличие таких микроорганизмов, как КМАФАнМ, БГКП, *Listeria Monocitigenes*, *Salmonella enteritidis*,

неспорообразующих микроорганизмов, плесневых грибов и дрожжей в лаборатории качества и безопасности пищевой продукции ВНИИТеК.

Результаты исследований. При исследовании микробиологических показателей в образце не было выявлено превышения норм, установленных техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013). Результаты микробиологических анализов образцов продукции представлены в Таблице 1. Также был произведен визуальный контроль пакетов с продуктом после хранения, при котором видимых признаков порчи обнаружено не было.

Таблица 1 – Анализ разбракованного продукта вареный из мяса птицы

№ п/п	КМАФАнМ, по ГОСТ 10444.15-94 в 1 г продукта	Неспорообразующие микроорганизмы, плесневые грибы и дрожжи, по ГОСТ 30425-97 в 1 г продукта	Бактерии *Listeria monocitigenes* по ГОСТ 32031-2012 в 25 г продукта	Бактерии *Salmonella enteritidis* по ГОСТ 31468-2012 в 25 г продукта	БГКП по ГОСТ 31747-2012 в 1 г продукта
1	Менее 10	Менее 10	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
2	Менее 10	Менее 10	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
3	Менее 10	Менее 10	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
4	Менее 10	Менее 10	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
5	Менее 10	Менее 10	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
6	Менее 10	Менее 10	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
7	Менее 10	Менее 10	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены

Примечание: образцы №1–№5 – выработанные с заражением, образцы №6 и №7 – контроль, выработанные без заражения.

Выводы:

Применение технологии sous-vide выигрывает по сравнению с традиционными способами обработки, обеспечивая высокие органолептические показатели, уменьшая потери по массе, при этом обеспечивая безопасность конечного продукта. Биологический метод проверки подтвердил выбор оптимального режима термической обработки, а микробиологические показатели продукта свидетельствуют об их соответствии показателям качества и безопасности согласно нормативно-технической документации.

По результатам проведенной работы были сделаны выводы о возможности применения разработанного режима пастеризации для «Продукта вареного из мяса птицы» в полимерных пакетах. Рекомендованный срок годности продуктов мясных вареных при температуре от плюс 2 °С до плюс 6 °С и относительной влажности воздуха не более 75 % для продукции в пакетах из полимерных материалов вместимостью не более 3,0 дм^3 – не более 10 суток.

По результатам исследований разработан пакет нормативно-технической документации: СТО 58734592-003-2017 и ТИ по производству «Продуктов мясных вареных».

Список использованных источников

1. Carlin F. Microbiology of Sous-vide Products // Encyclopedia of Food Microbiology. – 2014. – Vol.2. – PP. 621–626.

2. Фофанова Т.С. Технология су-вид – некоторые аспекты качества и микробиологической безопасности // Теория и практика переработки мяса. – 2018. – № 3 (1). – С.59–68.

3. Baldwin D. E. Sous vide cooking: A review // International Journal of Gastronomy and Food Science. – 2012. – № 1. – PP. 15–30

4. Халина Т.С., Берестова А.В., Дроздова Е.А. Основные положения технологии «су-вид» // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы конференции. / Оренбург: ОГУ, 2017. – С. 1705–1707.

5. Дриль А.А., Сапожников А.Н. Производство вакуумированных полуфабрикатов высокой степени готовности для питания организованных контингентов населения // Вестник КрасГАУ / Красноярск, 2017. – № 11 (134). – С. 158–164.

References:

1. Carlin F. Microbiology of Sous-vide Products // Encyclopedia of Food Microbiology. – 2014. – Vol.2. – PP. 621–626.
2. Fofanova T.S. Tehnologiya su-vid – nekotorye aspekty kachestva i mikrobiologicheskoy bezopasnosti // Teoriya i praktika pererabotki myasa. – 2018. – № 3 (1). – S. 59–68.
3. Baldwin D. E. Sous vide cooking: A review // International Journal of Gastronomy and Food Science. – 2012. – № 1. – PP. 15–30
4. Halina T.S., Berestova A.V., Drozdova E.A. Osnovnye polojeniya tehnologii "su-vid" // Universitetskiy kompleks kak regionalny centr obrazovaniya, nauki i kultury: materialy konferencii / Orenburg: OGU, 2017. – S. 1705–1707.
5. Dril A.A., Sapojnikov A.N. Proizvodstvo vakuumirovannyh polufabrikatov vysokoy stepeni gotovnosty dlya pitaniya organozovannyh kontingentov naseleniya // Vestnik KrasGAU / Krasnoyarsk, 2017. – № 11 (134). – S.158–164.

УДК 543.545.2:637.52

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ПРОБОПОДГОТОВКИ МЯСНЫХ СЫРОВЯЛЕНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ МЕТОДИКИ SDS-PAGE НА ПРИМЕРЕ ХАМОНА

*Автор: Иванова Е.А. [1,2]**
Научный руководитель: Ахремко А.Г. [1] – м.н.с.
[1]ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва,
[2]Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва,
katyrinaiv2009@mail.ru

RATIONALIZATION OF SAMPLING OF MEAT JERKED PRODUCTS FOR THE SDS-PAGE ON THE EXAMPLE OF JAMON

*Author: Ekaterina A. Ivanova[1,2]**
Scientific adviser: Ahremko A.G. – junior researcher
[1]Gorbatov Research Center for Food Systems, Moscow,
[2]D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow
email: katyrinaiv2009@mail.ru

Ключевые слова: электрофорез, пробоподготовка, SDS-PAGE, хамон, мышечные белки, сыровяленые продукты.

Keywords: electrophoresis, sample preparation, SDS-PAGE, ham, muscle proteins, dried foods.

***Аннотация*:** В данной статье представлены результаты сравнительного анализа различных видов пробоподготовки мясных сыровяленых продуктов с целью выявления наиболее оптимальной для проведения SDS-PAGE. На примере хамона в качестве экстрагента были исследованы вариации буфера Лэммли на основе дистиллированной воды, деионизированной воды, натрий-фосфорного буфера, лизис-буфера и 50 %-го лизис-буфера, а также только буфер Лэммли. Выявлено, что наиболее оптимальным видом пробоподготовки является замораживание сырья, измельчение после дефростации, а затем экстракция с использованием 50 %-го лизис-буфера в комбинации с буфером Лэммли. В результате чего была получена высокоинформативная электрофореграмма за счет хорошего разрешения и отсутствия мешающих факторов.

Abstract: This article presents the results of a comparative analysis of different types of sample preparation of dried meat products in order to identify the most optimal for the SDS-PAGE. The example of ham as the extractant was investigated by variation of the buffer Lammle on the basis of distilled water, deionized water, sodium-phosphate buffer, lysis buffer and a 50% lysis buffer and only the buffer Laemmli. It is revealed that the most optimal type of sample preparation is the freezing of the raw material, grinding after thawing, and then extraction using 50% lysis buffer in combination with a buffer Laemmli. As a result, a highly informative electrophoregram was obtained due to the good resolution and the absence of interfering factors.

Введение. Длительное хранение продуктов питания с применением техники соления, сушения, ферментации и вяления практикуется с недавних времен. В результате этих процессов мясные изделия сохраняют большинство полезных свойств. Большую популярность в настоящее время приобрел продукт, широко представленный на рынках Средиземноморья, сыровяленый окорок свиньи (хамон) [1]. Недавние исследования показали, что он содержит пептиды с антиоксидантной и антигипертензивной активностью, а также указали на потенциал этого продукта в качестве источника биологически активных веществ [2].

В хамоне содержится около 30 г белка на 100 г сырья, но эта цифра может существенно измениться в зависимости от различных факторов (порода свиней, практика производства животных, методы производства). Также известно, что белковые вещества животного происхождения в рационе способствуют усвоению гемного железа и других микроэлементов. В составе мясных продуктов присутствуют дипептиды на основе гистидина, карнозина и ансерина, обладающие антиоксидантной активностью, которые предотвращают окисление липидов путем инактивации катализаторов и свободных радикалов в цитозоле [3].

Белковые вещества считаются высоко биологическими из-за их высокого содержания и наличия всех незаменимых аминокислот (АК). Большая часть этих АК легко доступна в результате обширного протеолиза, который происходит в процессе производства [4]. Так, все макро- и микронутриенты сыровяленого окорока отвечают за его сенсорные и питательные характеристики.

Вследствие этого определение фракционного состава является неотъемлемой частью анализа белковых компонентов и выявления молекулярных модификаций, которым подвергаются мясные продукты на протяжении всей фазы сыровяления [5]. Так, разделение биологически активных соединений может осуществляться с помощью электрофореза в полиакриламидном геле (SDS-PAGE). Он относится к простым, удобным в подготовке и высокочувствительным методам. SDS-PAGE позволяет с хорошей эффективностью разделять на индивидуальные компоненты сложные белковые смеси [6, 7, 8].

В настоящее время существует большое количество способов подготовки образцов для проведения электрофореза на основе различных экстрагирующих смесей. Наиболее известным и универсальным является буфер Лэммли [9], при этом требуется большое количество образца. Для лучшего разделения белковых полос используют предварительное экстрагирование дистиллированной и деионизированной водой, что позволяет получить четкие электрофореграммы. Так же известен метод пробоподготовки с использованием изотонического натрий-фосфатного буфера (Phosphate buffered saline, PBS), который способствует растворению и стабилизации белков [10]. Другим способом является подготовка образцов с лизис-буфером применимая для 2D-электрофореза по O'Farrell [9, 11].

Таким образом, целью работы являлось сравнительное исследование способов пробоподготовки мясных сыровяленых продуктов на примере хамона с помощью метода SDS-PAGE.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования являлся сыровяленый окорок свиньи – хамон. Образцы замораживали, после дефростации измельчали, проводили экстракцию: 1 – дистиллированной водой в комбинации с буфером Лэммли, 2 – деонизированной водой в комбинации с буфером Лэммли, 3 – натрий-фосфатным буфером на лабораторной диспергирующей установке (Лаботекс, Россия) [9] и после буфером Лэммли, 3 – лизис-буфером в комбинации с буфером Лэммли, 4 – 50%-ым лизис-буфером [11] с буфером Лэммли, 5 – Буфером Лэммли. Далее растворенные белки отделяли от взвеси на центрифуге Eppendorf 5810R (Eppendorf, Германия) при 14000 об/мин в течение 8 мин, для исследования использовали надосадочную жидкость (супернатант). Анализ фракционного состава белков исследуемых образцов проводили методом электрофореза в 12,5 % полиакриламидном геле в присутствии додецилсульфата натрия с использованием электрофоретической камеры фирмы «VE-10» (Helicon, США) при постоянном напряжении 60 В и после достижении фронта разделяющего геля 130 В – в течение 2,5 часов. В качестве стандарта для электрофореза использовали маркер фирмы «Thremo» (Thremo, США), представляющий собой смесь 11 рекомбинантных белков от 5 до 250 кДа.

Результаты исследований. При анализе хамона методом электрофореза была получена следующая электрофореграмма (рисунок 1).

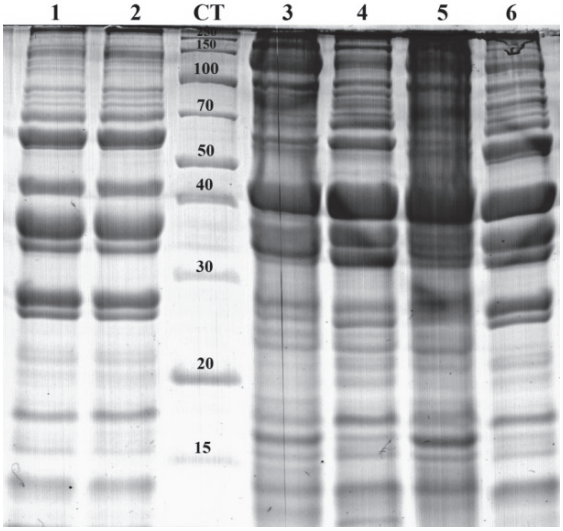


Рисунок 1 – Электрофореграмма 12,5 % ПААГ, кумасси G-250.
Условные обозначения:
Ст – маркеры молекулярной массы (250, 150, 100, 70, 50, 40, 30, 20, 15, 10 и 5 кДа);
1 – Экстракт на деионизированной воде с буфером Лэммли;
2 – Экстракт на дистиллированной воде и буфером Лэммли;
3 – Экстракт с лизис-буфером и буфером Лэммли;
4 – Экстракт с 50%-ым лизис-буфером и буфером Лэммли;
5 – Экстракт с буфером Лэммли;
6 – Экстракт на PBS и буфером Лэммли.

Таким образом, из рисунка видно, что при экстракции деионизированной и дистиллированной водой (треки № 1 и 2) происходит четкое распределение белковых полос без постороннего фона. Такой результат достигается за счет присутствия малого количества ионов солей, которое не вызывает избыточной ионной силы в растворе. При использовании лизис-буфера в комбинации с буфером Лэммли (трек № 3) наблюдается хорошее разделение смеси на фракции, включая мажорные мышечные белки, но наблюдается небольшой темный фон в области высокомолекулярных белков. При применении только буфера Лэммли (трек № 5) появляются размытые полосы, которые сливаются с посторонним фоном и снижают информативность электрофореграммы. Следовательно, его использование при анализе хамона методом SDS-PAGE нецелесообразно. Однако при использовании в процессе пробоподготовки 50 %-го лизис-буфера в смеси с буфером Лэммли (трек № 4) наблюдается отсутствие смазанного фона и четкие полосы. В результате получается информативная электрофореграмма с большим количеством белковых фракций. По сравнению с водными экстрактами видно, что в данном случае число полос больше, чем на треке № 1 и 2. Эффективность применения 50 %-го лизис-буфера объясняется содержанием в его составе мочевины, которая препятствует агрегации белковых молекул, а также «Тритон Х-100», который способствует разрушению мембранных структур и гидрофобных взаимодействий. Равномерное разделение полос при экстракции в PBS с буфером Лэммли (трек № 6) происходит вследствие хорошего выхода белков в изотоническом растворе, поддерживающим осмолярность. Однако общее количество фракций меньше, чем в случае 50 %-го лизис-буфера.

Выводы:

В результате электрофоретических исследований, было показано, что наибольшее количество фракций на электрофореграмме выявляется при использовании 50%-го лизис-буфера в комбинации с буфером Лэммли: отсутствует посторонний белковый фон, фракции хорошо различимы. Такими же положительными характеристиками обладает пробоподготовка с экстракцией образца в PBS совместно с буфером Лэммли. Наименее наглядной оказалась пробоподготовка исключительно с буфером Лэммли: полосы нечеткие и присутствует размытый фон. Существует версия, что эффект «размытия» связан с качеством SDS. От молекулярного состава данного детергента зависит связывание SDS с белками при высокой концентрации Трис-HCl. Таким образом, 50%-ый лизис-буфер в комбинации с буфером Лэммли позволяет достичь

хорошего разрешения электрофореграммы и информативности. Также данный вид пробоподготовки помогает выявить мажорные и минорные белки, которые включают в себя как высокомолекулярные, так и низкомолекулярные биологически активные соединения.

Список использованных источников

1. Escudero E. Purification and identification of antihypertensive peptides in Spanish dry-cured ham / E. Escudero, L. Mora, P.D. Fraser, M.C. Aristoy, K. Arihara, F. Toldrá // Journal of Proteomics. 2013. №78. PP. 499–507.

2. Escudero E. Identification of novel antioxidant peptides generated in Spanish dry-cured ham / E. Escudero, L. Mora, P.D. Fraser, M.C. Aristoy, F. Toldrá E. // Food Chemistry. 2013. №138. PP. 1282–1288.

3. Estévez M. Mediterranean Products / M. Estévez, S. Ventanas, D., Morcuende, J. Ventanas // Handbook of Fermented Meat and Poultry. 2014. PP. 361–369.

4. Toldrá, F. Ham: Dry-cured Ham / F. Toldrá // Encyclopedia of Food and Health. 2016. PP. 307–310.

5. Paredi G. “Muscle to meat” molecular events and technological transformations: The proteomics insight / G. Paredi, S. Raboni, E. Bendixen, A.M. de Almeida, A. Mozzarelli // Journal of Proteomics. 2012. PP. 4275–4289.

6. Martínez-Maqueda D. Extraction/fractionation techniques for proteins and peptides and protein digestion / D. Martínez-Maqueda // Proteomics in Foods. Springer. Boston, MA. 2013. PP. 21–50.

7. Ахремко А.Г. Применение протеомных технологий для изучения тимуса, селезенки и мезентеральных лимфатических узлов свиней // А.Г. Ахремко, Л.В. Федулова, Е.Р. Василевская. Все о мясе. 2019. № 1. С. 54–57. DOI: 10.21323/2071-2499-2019-1-54-57

8. Василевская Е.Р., Котенкова Е.А., Лукинова Е.А., Калинова Е.А. Методология исследования белково-пептидных компонентов экстрактов тканей sus scrofa. Теория и практика переработки мяса. – 2017. – Т. 2. № 3. – С. 79–85. DOI: 10.21323/2414-438X-2017-2-3-79-85

9. Ахремко А.Г. Оптимизация методики SDS-PAGE для анализа смесей белков мясных компонентов на примере Bos Grunniens / А.Г. Ахремко // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции. 2017. С. 482–484.

10. Morris M. C. A peptide carrier for the delivery of biologically active proteins into mammalian cells / M. C. Morris, J. Depollier, J. Mery, F. Heitz, G. Divita // Nature Biotechnology. 2001. V. 19 (12). PP. 1173–1176.

11. O'Farrell P.H. High resolution two-dimensional electrophoresis of proteins / P.H. O'Farrell // J. Biol. Chem. 1975. V. 250 (10). PP. 4007–4021.

References:

1. Escudero E. Purification and identification of antihypertensive peptides in Spanish dry-cured ham / E. Escudero, L. Mora, P.D. Fraser, M.C. Aristoy, K. Arihara, F. Toldrá // Journal of Proteomics. 2013. №78. PP. 499–507.

2. Escudero E. Identification of novel antioxidant peptides generated in Spanish dry-cured ham / E. Escudero, L. Mora, P.D. Fraser, M.C. Aristoy, F. Toldrá E. // Food Chemistry. 2013. №138. PP. 1282–1288.

3. Estévez M. Mediterranean Products / M. Estévez, S. Ventanas, D., Morcuende, J. Ventanas // Handbook of Fermented Meat and Poultry. 2014. PP. 361–369.

4. Toldrá, F. Ham: Dry-cured Ham / F. Toldrá // Encyclopedia of Food and Health. 2016. PP. 307–310.

5. Paredi G. “Muscle to meat” molecular events and technological transformations: The proteomics insight / G. Paredi, S. Raboni, E. Bendixen, A.M. de Almeida, A. Mozzarelli // Journal of Proteomics. 2012. PP. 4275–4289.

6. Martínez-Maqueda D. Extraction/fractionation techniques for proteins and peptides and protein digestion / D. Martínez-Maqueda // Proteomics in Foods. Springer. Boston, MA. 2013. PP. 21–50.

7. Ahremko A.G. Primenenie proteomnyh tekhnologij dlya izucheniya timusa, selezenki i mezenteral'nyh limfaticheskih uzlov svinej // A.G. Ahremko, L.V. Fedulova, E.R. Vasilevskaya. Vse o myase. 2019. № 1. S. 54–57. DOI: 10.21323/2071-2499-2019-1-54-57

8. Vasilevskaya E.R., Kotenkova E.A., Lukinova E.A., Kalinova E.A. research methodology of sus scrofa tissue extracts protein-peptide components. Theory and practice of meat processing. – 2017. – Vol.2. – №3. – PP. 79–85. (In Russ.) DOI: 10.21323/2414-438X-2017-2-3-79-85

9. Ahremko A. G. Optimizaciya metodiki SDS-PAGE dlya analiza smesej belkov myasnyh komponentov na primere Bos Grunniens/A.G. Ahremko // Innovacionnye issledovaniya i razrabotki dlya nauchnogo obespecheniya proizvodstva i hraneniya ekologicheski bezopasnoj sel'skohozyajstvennoj i pishchevoj produkcii. 2017. S. 482–484.

10. Morris M. C. A peptide carrier for the delivery of biologically active proteins into mammalian cells / M. C. Morris, J. Depollier, J. Mery, F. Heitz, G. Divita // Nature Biotechnology. 2001. V. 19 (12). PP. 1173–1176.

11. O'Farrell P.H. High resolution two-dimensional electrophoresis of proteins / P.H. O'Farrell // J. Biol. Chem. 1975. V. 250 (10). PP. 4007–4021.

УДК 577.16

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ИСПОЛЬЗУЕМОГО СЫРЬЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ДИОКСИДА СЕРЫ В МАРМЕЛАДЕ

Авторы: Казанцев Е.В., Осипов М.В., к.т.н.*
Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
(ВНИИКП – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН),
Москва, e-mail: conditerprom@mail.ru

INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF USED RAW MATERIAL ON THE CONTENT OF SULFUR DIOXIDE IN CANDIED FRUIT JELLY

Author: Egor V. Kazantsev., Osipov M.V., PhD. in Engineering sciences*
All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry -
Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS
VNIIKP – Branch of Gorbatov Research Center for Food Systems,
Moscow, e-mail: conditerprom@mail.ru

Ключевые слова: диоксид серы (SO_2), сырье и полуфабрикаты, состав, мармелад, определение диоксида серы

Keywords: sulfur dioxide, raw materials and semi-finished products, composition, marmalade, determination of sulfur dioxide

Аннотация: Диоксид серы широко применяется для сохранности свойств сырьевых компонентов и полуфабрикатов на основе фруктового сырья, используемых при производстве сахаристых кондитерских изделий. Целью данной работы было установление диапазонов содержания диоксида серы в основном сырье (сахар белый песок, патока, фруктовое пюре, желатин), входящем в состав различных групп мармелада, и оценка влияния этих видов сырья и полуфабрикатов при исследовании содержания диоксида серы в изделиях. Исследования показали, что диоксид серы для групп желейно-фруктового и фруктового мармелада содержится в количестве 5 и 9 мг/кг, так как этот мармелад включает фруктовые компоненты. Группы желейного мармелада без фруктовой составляющей и жевательного мармелада на желатине показали низкие значения содержания диоксида серы – 3 и 7 мг/кг, соответственно. Полученные данные показали, что диоксид серы присутствует в широком спектре сырьевых компонентов, а его суммарное содержание в мармеладе зависит от их рецептурного соотношения и увеличивается в ряду: желатин, сахар белый песок, патока, фруктовое пюре. Результаты указывают на необходимость контроля содержания диоксида серы в сахаристых кондитерских изделиях современными аналитическими методами с вынесением информации о его количестве на этикетку изделий, содержащих фруктовую часть.

Abstract: Sulfur dioxide is widely used to preserve the properties of raw materials and semi-finished products based on fruit raw materials used in the production of sugar confectionery. The aim of this work was to establish the ranges of sulfur dioxide content in the main raw materials (sugar, white sand, molasses, fruit puree, gelatin), which are part of various marmalade groups, and to assess the effect of these types of raw materials and semi-finished products in the study of sulfur dioxide content in

products. Studies have shown that sulfur dioxide for groups of jelly-fruit and fruit marmalade is contained in quantities of 5 and 9 mg/kg, since this marmalade includes fruit components. Groups of jelly marmalade without a fruit component and chewing marmalade on gelatin showed low sulfur dioxide contents of 3 and 7 mg/kg, respectively. The data obtained showed that sulfur dioxide is present in a wide range of raw materials, and its total content in marmalade depends on their recipe ratio and increases in the order: gelatin, sugar, white sand, molasses, fruit puree. The results indicate the need to control the content of sulfur dioxide in sugar confectionery using modern analytical methods with the transfer of information about its quantity on the label of products containing a fruit portion.

Введение. На отечественном рынке благодаря высокой конкуренции производители позиционируют мармелад как сахаристое кондитерское изделие для детей. Данному обстоятельству способствует высокий спрос на данную продукцию и использование в составе изделий фруктовой части, белковой составляющей, пищевых волокон и витаминов.

Одновременно с этим особенно остро стоит проблема качества используемого сырья и полуфабрикатов для производства как мармелада, так и других кондитерских изделий.

Физико-химические, органолептические и эстетические достоинства применяемого сырья и готовых кондитерских изделий могут быть улучшены, благодаря высокому уровню технологий производства и развитию вспомогательных пищевых добавок.

Основным сырьём для производства различных групп мармелада является сахар белый, патока, сахарный сироп, фруктовое сырье, полисахариды. Фруктовое сырьё, используемое в производстве мармелада, ассоциируются у покупателей со здоровым питанием. Для повышения сохранности фруктового (овощного) сырья используется консервант диоксид серы, обладающий антимикробными, антиокислительными и отбеливающими свойствами. Диоксид серы и сульфиты ингибируют ферментативное и неферментативное потемнение тканей растительного сырья, сохраняя натуральный фруктовый цвет. Применение диоксида серы высокоэффективно, а способ получения менее сложен по сравнению с другими консервантами [1, 2].

С другой стороны, диоксид серы может вызывать аллергические реакции у потребителей, например, у астматиков [3, 4, 5]. Поэтому Технический Регламент Таможенного Союза 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» предусматривает маркирование диоксида серы при его концентрации выше 10 мг на 1 кг продукции.

Для контроля содержания диоксида серы в кондитерских изделиях при концентрации 10 мг/кг необходимо применять современные аналитические методы (таблица 1) [6].

Таблица 1 – Методы определения диоксида серы в кондитерских изделиях

№ п/п	Методы анализа	Сущность метода	Порог определения, мг/100 г
1	AOAC Official Methods of Analysis. chapter 47. 200. Monier-Williams AOAC official method	Сульфит переводят в диоксид серы и окисляют до H_2SO_4, которую титруют раствором 0,01н КОН	15
2	Министерство сельского хозяйства США. CLG-SFT 1.00	Измерение свободных и части связанных сульфитов	15
3	ГОСТ Р 54894-2012 «Продукты переработки фруктов и овощей. Определение общего диоксида серы ферментативным методом	Сульфит переводят в диоксид серы и окисляют до H_2SO_4, которую титруют раствором 0,01н КОН	10
4	ГОСТ 26811-2014 Изделия кондитерские. Йодометрический метод определения массовой доли общей сернистой кислоты	Сульфит переводят в диоксид серы и окисляют до H_2SO_4, которую титруют раствором 0,01 н КОН	20
5	Межгосударственный стандарт ГОСТ 34552-2019 Изделия кондитерские. Методы определения диоксида серы	1.Сульфит переводят в SO_2 и окисляют до H_2SO_4, которую титруют раствором 0,01 н КОН. 2.Сульфит с O_2 окисляют сульфитоксидазой (SO_2-OD) до сульфата	**5**

Сложность определения диоксида серы обусловлена его высокой реакционной способностью. В продуктах диоксид серы взаимодействует с меланоидинами, карбонильными соединениями, редуцирующими сахарами через различные механизмы реакций. При растворении в воде SO_2 или сульфиты образуют H_2SO_3 с образованием бисульфита (HSO^{3-}) и сульфита ($SO_3^{2-)}$ в зависимости от pH (7.18–7.20). Таким образом, в сырьевых компонентах SO_2 выполняет антиокислительную и антимикробную роль.

Целью данной работы было установить диапазоны содержания диоксида серы йодометрическим методом согласно межгосударственному стандарту ГОСТ 34552-2019 «Изделия кондитерские. Методы определения диоксида серы» (далее ГОСТ) в сахаре белом песке, патоке, фруктовом пюре, желатине, а также оценить вклад этих видов сырья и полуфабрикатов при исследовании содержания диоксида серы в различных группах мармелада [6].

Объекты и методы исследований. Объектами исследования были сырьевые компоненты: сахар белый песок, патока (карамельная кислотная, высокоосахаренная, низкоосахаренная), сульфитированное фруктовое пюре, желатин, используемые в производстве мармелада, а также желейно-фруктовый, фруктовый и жевательный (на основе желатина) мармелад, полученный из выше перечисленного сырья.

Результаты исследований. С целью апробации ГОСТ проведены исследования определения диоксида серы йодометрическим методом в сырьевых компонентах различных производителей (таблица 2).

Результаты исследования различных партий желатина, показали содержание диоксида серы от 8 до 12 мг/кг, что не превышает гигиенической нормы, указанной в техническом регламенте таможенного союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» (Приложение 8. «Гигиенические нормативы применения консервантов»).

Повышенное содержание SO_2 в образце может быть связано как с природными особенностями состава коллагена животных, так и с его технологической обработкой на стадии вымачивания шкур в растворе с сернистой кислотой .

В партиях сахара белого содержание диоксида серы не должно превышать установленного уровня в 15 мг/кг (ГОСТ 33222-2015 «Сахар белый. Технические условия»). Полученные данные, относительно образца №3, не исключают возможности применения диоксида серы в качестве отбеливающего агента на конечных стадиях получения утфеля из сахарной свёклы.

Таблица 2 – Содержание диоксида серы в сырье для производства мармелада

№ п/п	Наименование сырьевых компонентов	Содержание диоксида серы, мг/1000 г
1	Желатин свиной № 1	8
2	Желатин свиной №2	10
3	Желатин свиной №3	12
4	Сахар белый песок № 1	9
5	Сахар белый песок № 2	15
6	Сахар белый песок № 3	18
7	Патока низкоосахаренная	38
8	Патока высокоосахаренная	52
9	Патока карамельная кислотная	73
10	Пюре яблочное сульфитированное № 1	220
11	Пюре яблочное сульфитированное № 2	96
12	Пюре яблочное сульфитированное № 3	60

Содержание диоксида серы в исследованных образцах патоки возрастало с увеличением содержания времени температурной обработки и/или массовой доли сухих веществ. Эта зависимость объясняется способностью диоксида серы снижать степень потемнения патоки при её производстве, что подтверждает диапазон содержания диоксида серы от 20 до 70 мг/кг, указанный в нормах технического регламента таможенного союза ТР ТС 029/2012.

Сульфитированнное фруктовое пюре содержит значительное количество диоксида серы, что позволяет производителям решать не только проблему микробиологической порчи, но и

логистические задачи, связанные с передачей данного полуфабриката на производственные площадки кондитерских предприятий [7].

Исследовано содержание диоксида серы в желейной, желейно-фруктовой, фруктовой и жевательной групп мармелада (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание диоксида серы в различных группах мармелада

№ п/п	Наименование образца мармелада	Содержание диоксида серы, мг/1000 г
1	Желейный (без фруктовой части)	3
2	Желейно-фруктовый	5
3	Жевательный	7
4	Фруктовый	9

Полученные результаты позволяют сделать вывод о увеличении содержания диоксида серы в мармеладе вследствие использования в рецептуре фруктовой составляющей, часто являющейся источником диоксида серы в исследованных образцах. Суммарное содержание диоксида серы в мармеладе зависит от входящих в его состав рецептурных компонентов и увеличивается в ряду; фруктовое пюре, патока, сахар белый песок, желатин, согласно значимости их рецептурного вклада.

Выводы:

Полученные результаты показывают широкий диапазон содержания диоксида серы: от 8 до 220 мг/кг в используемых сырьевых компонентах и фруктовых полуфабрикатах для производства различных групп мармелада. Следовательно, необходим постоянный контроль каждой партии сырья, поступающей на производство в независимости от страны производителя и степени её технологической обработки.

Разработанный межгосударственный стандарт ГОСТ 34552-2019 «Изделия кондитерские. Методы определения диоксида серы» позволяет контролировать кондитерские изделия по содержанию диоксида серы с целью обеспечения принципов безопасности и невведения потребителей в заблуждение.

Результаты исследования позволят устанавливать требования к сырьевым компонентам для производства мармелада и изготавливать неаллергенные более конкурентоспособные кондитерские изделия с безопасным содержанием диоксида серы.

Результаты проведённой работы могут быть использованы технологами кондитерских предприятий и позволяют делать ориентировочный прогноз содержания диоксида серы в сахаристых кондитерских изделиях.

Список использованных источников

1. Hui, Y.H. Handbook of Vegetable Preservation and Processing / Y.H. Hui, E.O. Evranuz. – Florida: CRC Press, 2015. – P. 970.

2. Пилипенко, Т.Н. Исследование качества продуктов, содержащих консервирующее вещество – диоксид серы, Е220 / Т.Н. Пилипенко, П.Ю. Невпряга // Знание. – Киев: Serenity group. – 2016. – № 11–3 (40). – С. 131–132.

3. Bold J. Considerations for the diagnosis and management of sulphite sensitivity // Gastroenterology and Hepatology from bed to bench. – Worcester. Rigl. – 2012. – № 5(1). – PP. 3–6.

4. Qin, G. Sulfur Dioxide Contributes to the Cardic and Mitochondrial Dysfunction in Rats / G. Qin, M. Wu, J. Wang, Z. Xu, J. Xia, N. Sang // Journal of Toxicological Science. – Tokyo: The Japanese Society of Toxicology. – 2016. – № 151(2). – PP. 334–346.

5. Lien, K. Food safety risk assessment for estimating dietary intake of sulfites in the Taiwanese population / K. Lien, D. Hsieh, H. Huang, C. Wu, S. Ni, M. Ling // Journal of Toxicology Reports. – Guangzhou: Hindawi. – 2016, № 3. – PP. 544–551.

6. Lim, H. Comparison of four different methods for the determination of sulfites in foods marketed in South Korea / H. Lim, S. Park, S. Kim, S. Song, S. Jang, M. Kim // Journal of Food Additives & Contaminants: Part A. – Singapore: Taylor & Francis. – 2014. № 31(2). – PP. 187–196.

7. Schroeter, L.C. Sulphur dioxide: Application in Foods, Beverages and Pharmaceuticals / L.C. Schroeter – Michigan: Pergamon Press, 2015. P. 356.

References

1. Hui, Y.H. Handbook of Vegetable Preservation and Processing / Y.H. Hui, E.O. Evranuz. – Florida: CRC Press, 2015. – P. 970.
2. Пилипенко, Т.Н. Исследование качества продуктов, содержащих консервирующее вещество – диоксид серы, Е220 / Т.Н. Пилипенко, П.Ю. Невпряга // Знание. – Киев: Serenity group. – 2016. – № 11–3 (40). – С. 131–132.
3. Bold J. Considerations for the diagnosis and management of sulphite sensitivity // Gastroenterology and Hepatology from bed to bench. – Worcester. Rigl. – 2012. – № 5(1). – PP. 3–6.
4. Qin, G. Sulfur Dioxide Contributes to the Cardic and Mitochondrial Dysfunction in Rats / G. Qin, M. Wu, J. Wang, Z. Xu, J. Xia, N. Sang // Journal of Toxicological Science. – Tokyo: The Japanese Society of Toxicology. – 2016. – № 151(2). – PP. 334–346.
5. Lien, K. Food safety risk assessment for estimating dietary intake of sulfites in the Taiwanese population / K. Lien, D. Hsieh, H. Huang, C. Wu, S. Ni, M. Ling // Journal of Toxicology Reports. – Guangzhou: Hindawi. – 2016, № 3. – PP. 544–551.
6. Lim, H. Comparison of four different methods for the determination of sulfites in foods marketed in South Korea / H. Lim, S. Park, S. Kim, S. Song, S. Jang, M. Kim // Journal of Food Additives & Contaminants: Part A. – Singapore: Taylor & Francis. – 2014. № 31(2). – PP. 187–196.
7. Schroeter, L.C. Sulphur dioxide: Application in Foods, Beverages and Pharmaceuticals / L.C. Schroeter – Michigan: Pergamon Press, 2015. P. 356.

УДК 547.458.412.65:663.9413

РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К КЛУБНЕПЛОДАМ ТОПИНАМБУРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИНУЛИНА

*Автор: Карасева О.М.**
Научный руководитель: Пучкова Т.С. канд. техн. наук
Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М.Горбатова» РАН,
140051, Московская обл., пос. Красково, ул. Некрасова 11, Российская Федерация
e-mail: karaseva.1996@mail.ru

DEVELOPMENT OF REQUIREMENTS FOR TUBERS JERUSALEM ARTICHOKE FOR INULIN

*Author: Oksana M. Karaseva.**
Scientific adviser: Puchkova T.S., Ph.D.
All-Russian Scientific Research Institute for Starch Products – branch by FSBSI "FSC of Food Systems" V.M. Gorbatov» RAS,
Kraskovo, Russia; e-mail: karaseva.1996@mail.ru

Ключевые слова: генотипический фактор, селекция, топинамбур, инулин, инулинсодержащий экстракт, углеводный состав.

Keywords: genotypic factor, selection, jerusalem artichoke, inulin, inulincontainig extract, carbohydrate composition.

***Аннотация*:** Цель работы – разработка требований к селекции и качеству отечественных образцов топинамбура для получения инулина. На Майкопской опытной станции ВНИИ растениеводства (Россия) имеется уникальный генофонд топинамбура, состоящий из более 300 сортообразцов, который используется в научных и практических целях для промышленной переработки и производства пищевые продуктов. Сорта топинамбура различаются по

урожайности клубней и зеленой массы, по форме и окраске клубней, длине столонов, продолжительности вегетационного периода и др. Во ВНИИ крахмалопродуктов проводится разработка универсальной технологии инулина из инулинсодержащего сырья, в том числе из топинамбура. Проведена технологическая оценка сортов и гибридов топинамбура, определены их физико-химические показатели. Определены исходные требования к технологическим свойствам топинамбура для переработки на инулин: массовая доля сухого вещества – не менее 20 %, инулина – не менее 87 %; моно- и дисахаридов – не более 3 %, примесей (протеина, золы и др.) – не более 10 %. Значимость работы – создание отечественной технологии инулина как пребиотического компонента для лечебно-профилактического питания населения.

Abstract: The aim of the work is to develop requirements for selection and quality of domestic samples of Jerusalem artichoke for inulin production. The Maikop experimental station N.I.Vavilov Research Institute of Plant Industry (Russia) has a unique gene pool of Jerusalem artichoke, consisting of more than 300 varieties, which is used for scientific and practical purposes for industrial processing and health food products. Varieties of Jerusalem artichoke differ in the yield of tubers and green mass, in the shape and color of tubers, the length of stolons, the duration of the growing season, etc. The All-Russian Research Institute of Starch Products is developing a universal technology of inulin from inulin-containing raw materials, including Jerusalem artichoke. Technological evaluation of varieties and hybrids of Jerusalem artichoke was carried out, their physical and chemical parameters were determined. Initial requirements to technological properties of Jerusalem artichoke for processing on inulin are defined: mass fraction of dry matter-not less than 20 %, inulin – not less than 87 %; mono- and disaccharides – not more than 3 %, impurity (protein, ash, etc.) – not more than 10 %. The significance of the work is the creation of domestic technology of inulin as a prebiotic component for therapeutic and preventive nutrition of the population.

Введение. В России, как и во всем мире, постоянно растет интерес к расширению сырьевой базы для производства продуктов питания. Сложившаяся в настоящее время экологическая ситуация, связанная с загрязнением окружающей среды, приводит к увеличению заболеваемости россиян. В связи с этим, весьма актуальны исследования, которые позволят расширить производство неприхотливых культур, не накапливающих примеси тяжелых металлов и не требующих особых агротехнических приемов, являющихся при этом источником ценных веществ и используемых в пищевых и кормовых целях. Одной из таких культур является топинамбур [1].

Инулин является самым распространённым после крахмала природным полисахаридом. Он служит резервным источником энергии у многих растений. Больше всего инулина содержится в цикории, топинамбуре. Содержание инулина в топинамбуре незначительно различается и составляет в среднем 14–18 %. Мировое производство инулина составляет более 150 тыс. тонн в год. Основные производители инулина и его производных из цикория – компании Beneo Orafti, Cosucra (Бельгия) и Sensus (Голландия), а из топинамбура – Китай.

В настоящее время в ряде стран разработаны технологии инулина и его производных из топинамбура: фитопрепаратов, биологических активных добавок, продуктов функционального питания, биокорректоров, биоэтанола и другой продукции [1].

Все больший удельный вес по объемам производства в мире занимает инулин, выделенный из клубней топинамбура (производитель – Китай). Это связано с тем, что топинамбур достаточно легко культивируется, растение не страдает различными сельскохозяйственными заболеваниями. Поэтому при возделывании топинамбура не используются пестициды, удобрения минимальны, что в результате позволяет получать экологически чистое сырье.

В России топинамбур выращивают почти повсеместно, но на небольших площадях. Несмотря на то, что топинамбур является южным растением, он обладает высокой холодостойкостью и морозостойкостью. Клубни не теряют жизнеспособности, находясь под слоем снега при температурах –40 °С и ниже [2–6].

В связи с этим представляет интерес изучить особенности современных сортов топинамбура с целью определения наиболее перспективных для выращивания и дальнейшей переработки на инулин и его производные.

Объекты и методы исследования. В качестве объекта исследований использовали клубни топинамбура по ГОСТ Р 55757-2013 [7], инулинсодержащий продукт – экстракт, полученный горячим водным экстрагированием при температуре 80–85 °С из свежеубранного топинамбура.

При проведении исследований использовали следующие методы анализа и приборы:

– массовая доля влаги – на влагомере марки MF-50 (компания AND, Япония);

– определение углеводного состава экстракта – на жидкостном хроматографе углеводов с рефрактометрическим датчиком компании Gilson;

– определение величины сухого вещества, золы, pH и др. показателей – по принятым в крахмалопаточном производстве методикам.

Результаты исследований. Исследования генотипического (сортового) фактора инулинсодержащего сырья для переработки на инулин проводили по следующим показателям: массовая доля сухого вещества в соке, стружке, массовая доля инулина в экстракте, размер клубня, массовая доля примесей в экстракте – протеин, зола.

Для разработки исходных требований к селекции топинамбура для получения инулина проведена технологическая оценка его сортов и гибридов из различных регионов РФ. Определены физико-химические показатели отечественных и зарубежных сортов и гибридов топинамбура. Для исследования показателей качества топинамбура использовали 11 сортов и гибридов клубнеплодов, в том числе 5 гибридов (ПБК, ПББ, Новость ВИРА, ПБКР-У, БКР-1) из Костромской области осеннего урожая (октябрь 2018 г.). Оценка качества образцов проводилась по массовой доле сухого вещества сока, стружки и углеводному составу экстракта. Результаты исследований разных сортов урожая топинамбура 2018 г. приведены в таблице 1.

Исследования генотипического фактора топинамбура для переработки на инулин проводились по разработанным ранее во ВНИИК критериям: массовая доля сухого вещества в соке – не менее 20,0 %; массовая доля инулина на 100 % углеводов в экстракте – не менее 87 %; размер клубней по диаметру – не менее 30 мм.

Таблица 1 – Показатели качества топинамбура (урожай 2018 г.)

№ пп	Наименование сорта, регион	Показатели					
		СВ сока%	СВ стружки %	углеводный состав экстракта, %			
				инулин	олиго-сахариды	дисаха-риды	фруктоза
1	Скороспелка (обр.№1)	18,7	19,5	87,14	2,73	7,70	2,43
2	Сиреники	21,6	21,6	91,04	2,79	6,17	-
3	Violet De Rennes	19,0	24,4	92,08	–	6,49	1,43
4	Шпиндель	22,0	23,3	88,74	3,40	7,86	-
5	Скороспелка (обр.№2)	16,0	18,6	75,96	5,29	15,60	3,15
6	Интерес	20,7	19,4	88,37	–	9,41	2,22
7	ПБК	21,0	21,8	–	–	–	–
8	Находка	17,2	17,8	–	–	–	–
9	ПББ	21,4	22,8	93,10	2,41	4,49	–
10	ПБКР-У	24,2	24,65	91,17	2,77	6,06	
11	Десертный	15,2	14,3	–	–	–	–
12	Крепыш	21,3	21,4	88,08	3,45	8,47	-
13	Интерес-21	21,0	21,6	84,39	3,53	9,98	2,10
14	БКР-1	22,4	23,4	86,75	4,12	9,13	–
15	Новость ВИРА	18,4	17,6	–	–	–	–
16	Омский белый	20,5	19,7	83,80	3,38	8,44	4,38
17	Красный ветвистый	18,2	18,5	–	–	–	–

Из данных таблицы 1 следует, что массовая доля сухого вещества сока свежеубранного топинамбура в 2018 г. была ниже, чем в предыдущие годы. Поэтому для исследований выбраны образцы, содержащие не менее 19 % сухого вещества в соке и не менее 87 % инулина в экстракте.

Исследование влияния генотипического (сортового) фактора на показатели массовой доли сухого вещества показали, что только 5 образцов клубнеплодов не удовлетворяют требованиям по этому показателю (Скороспелка №2, Находка, Десертный, Новость ВИРА, Красный ветвистый). Из 17 образцов, представленных в таблице 1, четыре сорта и три гибрида не удовлетворяют требованиям по размеру и внешнему виду клубнеплода. Из оставшихся 8 образцов, удовлетворяющих требованию по массовой доле инулина (не менее 87,0 %), для определения

углеводного состава выбраны только (наиболее распространенные и технологичные для переработки) 5 сортов топинамбура: Скороспелка №1, Сиреники, Интерес, Шпиндель, Violet De Rennes. Массовая доля сухого вещества в них составляет 18,7–24,4 %, инулина – 88,37–92,08 %.

Наиболее распространенные и технологичные сорта в РФ «Скороспелка» и «Интерес» характеризовались низкой массовой долей углеводов – 75,96 % и 84,39 %. Следует отметить, что сорт «Скороспелка» в соответствии с названием является быстро созревающим сортом и сбор урожая его в октябре месяце приводит к снижению массовой доли инулина. В соответствии с наблюдениями, проведенными за период с 2014 по 2018 гг., оптимальным сроком для его уборки, в зависимости от погодных условий, является сентябрь. Вероятно, полученные результаты также связаны с погодными условиями в регионе.

Исследования генотипического фактора различных сортов и гибридов топинамбура будут продолжены.

Выводы:

По результатам анализа литературных источников по генотипическому (сортовому) фактору инулинсодержащего сырья и его физико-химических свойств были выбраны основные направления исследований.

Определены физико-химические показатели топинамбура различных сортов, гибридов и климатических зон России. Влияние генотипического фактора инулинсодержащего сырья при переработке на инулин предложено проводить по критериям: размер клубней, массовая доля сухого вещества в соке, массовая доля инулина и примесей (протеина, золы и др.).

По результатам технологической оценки различных сортов и гибридов топинамбура уточнены и разработаны предварительные требования к его селекции для переработки на инулин: размер клубней – не менее 30 мм, массовая доля сухого вещества сока – не менее 20 %; массовая доля инулина в экстракте на 100 % углеводов – не менее 87 %; массовая доля ди- и моносахаридов – не более 3 %; массовая доля примесей – не более 10 %.

Разработка технологии инулина из топинамбура соответствует приоритетным направлениям Стратегии научно-технологического направления Российской Федерации эффективной переработке и хранению сельскохозяйственной продукции, созданию безопасных, качественных и функциональных продуктов питания.

Список использованных источников

1. Топинамбур – биотехнологический потенциал для пищевых, лечебных, технических, кормовых и экологических целей Пасько Н.М. [Электронный ресурс] URL: http://www.agroyug.ru/page/item/_id-2476 (дата обращения: 10.05.2016).

2. Данилов К.П. Топинамбур. Монография. – Чебоксары: Новое время, 2013. – 202 с.

3. Пасько Н.М. Экономическая целесообразность культивирования топинамбура и тописолнечника // Сб. Вопросы ускорения социально-экономического развития А.О. – Адыгейский НИИ экон., яз., лит. и истории. – Майкоп: Краснодар. кн. изд., 1988. – С. 102–119.

4. Топинамбур: биология, агротехника выращивания, место в экосистеме, технологии переработки (вчера, сегодня, завтра): монография / Р.И. Шаззо, Р.А. Гиш, Р.И. Екутеч, Е.П. Корнева, В.Г. Кайшев: под ред. Р.И. Шаззо; ГНУ Краснодар. науч.-исслед. ин-т хранения и переработки с.-х. продукции. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2013. – 184 с.

5. Картофель и топинамбур – продукты будущего / под общей ред. В.И. Старовойтова. – М.: ФГНУ Росфармагротех, 2007. – 292 с.

6. Properties of Cynara Crops (Globe Artichoke and Cardoon) and Their Potential Applications: A Revie // International Journal of Applied Science and Technology. – 2012, February. – Vol. 2. – No. 2. – С. 64–70

7. ГОСТ Р 55757-2013 Топинамбур (клубни). Материал посадочный. Сортовые и посадочные качества. – М.: Стандартинформ, 2014. – 15 с.

References

1. Topinambur – biotekhnologicheskij potencial dlya pishchevyh, lechebnyh, tekhnicheskih, kormovyh i ekologicheskih celej Pas'ko N.M. [Elektronnyj resurs] URL: http://www.agroyug.ru/page/item/_id-2476 (data obrashcheniya: 10.05.2016).

2. Danilov K.P. Topinambur. Monografiya. – Cheboksary: Novoe vremya, 2013. – 202 s.

3. Pas'ko N.M. Ekonomicheskaya celesoobraznost' kul'tivirovaniya topinambura i topisolnechnika // Sb. Voprosy uskoreniya social'no-ekonomicheskogo razvitiya A.O. – Adygejskij NII ekon., yaz., lit. i istorii. – Majkop: Krasnodar. kn. izd., 1988. – S. 102–119.

4. Topinambur: biologiya, agrotekhnika vyrashchivaniya, mesto v ekosisteme, tekhnologii pererabotki (vchera, segodnya, zavtra): monografiya / R.I. SHazzo, R.A. Gish, R.I. Ekutech, E.P. Korneva, V.G. Kajshev: pod red. R.I. SHazzo; GNU Krasnodar. nauch.-issled. in-t hraneniya i pererabotki s.-h. produkcii. – Krasnodar: Izdatel'skij Dom – YUg, 2013. – 184 s.

5. Kartofel' i topinambur – produkty budushchego / pod obshchej red. V.I. Starovojtova. – M.: FGNU Rosfarmagrotekh, 2007. – 292 s.

6. Properties of Cynara Crops (Globe Artichoke and Cardoon) and Their Potential Applications: A Revie // International Journal of Applied Science and Technology. – 2012, February. – Vol. 2. – No. 2. – S. 64–70

7. GOST R 55757-2013 Topinambur (klubni). Material posadochnyj. Sortovye i posadochnye kachestva. – M.: Standartinform, 2014. – 15 s.

УДК 631.243.32

СХЕМА ВЕНТИЛИРОВАНИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ВЕНТИЛИРОВАНИЮ ЗЕРНА В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СИЛОСАХ БОЛЬШОЙ ЕМКОСТИ

Автор: Кечкин И.А.
Научный руководитель: Гавриченков Ю.Д. – к.т.н.
ВНИИЗ-филиал «ФНЦ пищевых систем им В.М. Горбатова» РАН, Москва, kechkin87@mail.ru

SCHEME OF VENTILATION AND METHODS OF WORK ON VENTILATION OF GRAIN IN METAL SILOS OF LARGE CAPACITY

Author: Ivan A. Kechkin.
Scientific adviser: Gavrichenkov Y.D., Degree
VNIIZ-a branch of the "Federal scientific center for food systems V. M. Gorbatova", Moscow, email: kechkin87@mail.ru

***Ключевые слова**:* схема вентилирования зерна, активное вентилирование, металлические силоса большой емкости.

***Keywords**:* scheme of aeration of grain, aeration, metal silo large capacity.

***Аннотация**:* Приведены результаты экспериментальных исследований расчета сопротивления зернового слоя в металлических силосах большой емкости (МСБЕ). Разработана и апробирована в производственных условиях методика наладки установок для вентилирования зерна в МСБЕ с обеспечением подачи нормативного объема воздуха.

Abstract: The results of experimental studies of the grain layer resistance calculation in large-capacity metal silos are presented. Developed and tested in production conditions, the method of setting up plants for ventilation of grain in metal silos of large capacity to ensure the supply of the normative volume of air.

Введение. Народнохозяйственное значение зерна в значительной степени определяется тем, что существенные объемы зерна, при соответствующих условиях, могут храниться в течение длительного времени без существенного изменения качества и товарной ценности [1].

Металлические силосы большой емкости (2000, 3000, 5000 и 10000 тонн) имеют схожие геометрические размеры и соотношения, но комплектуются вентиляторами с различными характеристиками 1–12 кПа. Силосы имеют разные конструкции воздухоподводящих каналов, воздухораспределительных решет и устройств, отводящих воздух из силоса. Из-за наличия в металлических силосах утечек воздуха до поступления в зерновую массу, замеры расхода воздуха, нагнетаемого вентиляторами, не являются точными и не пригодны для определения объемов

удельных подач. Исходя из этого можно сказать, что сейчас нет возможности обеспечить и контролировать подачу нормативного объема воздуха в зерновую массу. Не редки случаи, когда вентилирование зерновой массы минимальными подачами воздуха приводило к ухудшению качества зерна, хранящегося в металлическом силосе.

Объекты и методы исследования. В настоящей работе была разработана и апробирована в производственных условиях методика наладки установок для вентилирования зерна в металлических силосах с обеспечением подачи нормативного объема воздуха. Известно, что сопротивление зернового слоя движению воздушному потоку является функцией двух переменных – толщины слоя и скорости фильтрации, и описывается формулой Рамзина.

$$\Delta P=9.81\cdot A\cdot H\cdot \upsilon^{n}, \qquad (1)$$

где ΔP – перепад давления в слое зерна, Па; H – толщина слоя, мм, в нашем случае H = 3000 мм; υ – скорость фильтрации или расход воздуха, отнесенный к площади силоса, м/с; A, n – постоянные коэффициенты, зависящие от размеров, формы и степени уплотнения зерен в насыпи.

Результаты исследований. *Д*ля обеспечения и контролирования подачи нормативного объема воздуха в зерновую массу предлагается оснастить силос промышленным дифманометром, например, ДНМП, с помощью которого измеряют перепад давления внутри силоса в слое фиксированной толщины в три метра, тогда перепад давления для этого слоя будет функцией одной переменной – скорости фильтрации.

Исходя из массы вентилируемого зерна, площади сечения силоса и нормативной удельной подачи воздуха вычисляют минимальное значение скорости фильтрации. Затем по формуле, приведенной выше, вычисляют минимально-допустимый перепад давления, значение которого отмечают на циферблате дифманометра (рисунок 1).

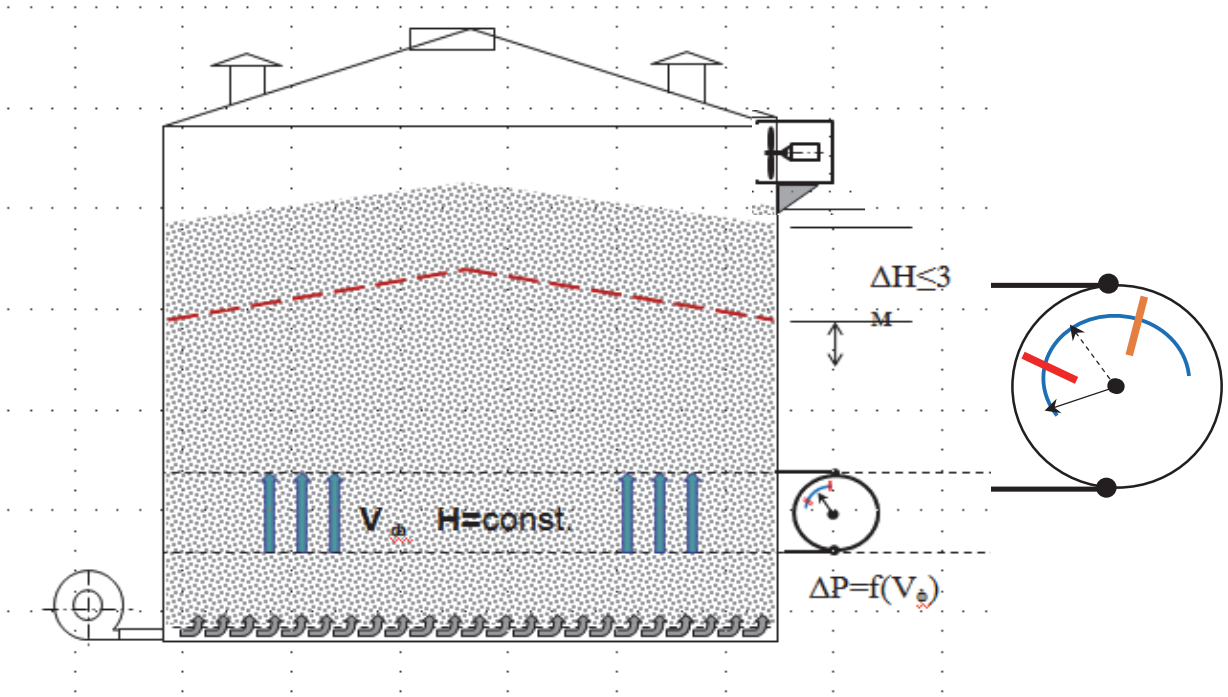


Рисунок 1 – Схема вентилирования зерна в металлическом силосе.

Включают вентилятор. Если показания дифманометра будут меньше отметки min на циферблате, то необходимо уменьшать массу вентилируемого зерна до тех пор, пока показания не совпадут с отметкой, лежащей в диапазоне min–max. Только тогда будет обеспечена нормативная подача воздуха в зерновую массу, зерно сохранено от развития плесеней хранения и эффективно проведено охлаждения зерна. При меньших температурах зерно имеет более длительные сроки хранения. Так, пшеница при температуре 10 °С с влажностью от 11 % до 15 % может храниться до двенадцати месяцев без изменения показателей качества. При температуре 20°С без изменения

качества может храниться 12 месяцев только с влажностью не более 12 %. В зерне влажностью 13–14 % после трех месяцев хранения наблюдается ухудшение некоторых показателей (посевных свойств, уменьшение активности дегидрогеназ, увеличение кислотного числа жира), а к девяти месяцам интенсивность дыхания увеличивается приблизительно в два раза.

Металлический силос большой емкости (МСБЕ), вместимостью 10000 тонн имеет диаметр 28,3 м, высоту вертикальной стенки 17,2 м при общей высоте 25,1 м.

Увеличение сроков хранения в МСБЕ невозможно без применения принудительного вентилирования зерна [2]. Для вентилирования зерна в силосе вместимостью 10000 тонн используется четыре одинаковых вентилятора производства Соединенных Штатов Америки марки FAN, C, 10H3P, 380V, 50H, L/C. Каждый из вентиляторов подает воздух в отдельную систему воздухораспределительных каналов, расположенных в ¼ части площади силоса, в соответствие с рисунком 2.

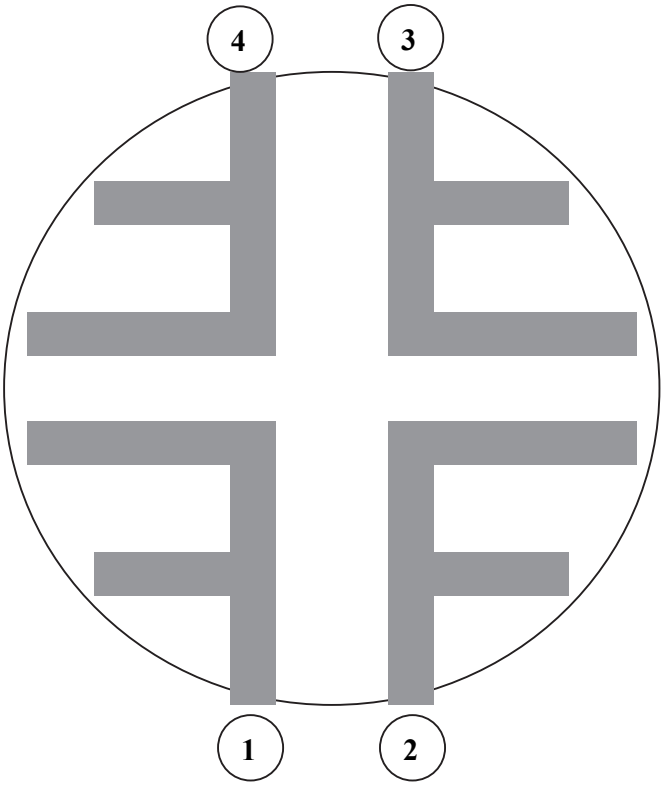


Рисунок 2 – Схема расположения воздухораспределительных каналов в силосе вместимостью 10000 тонн.

Исследования аэродинамических характеристик зерна в силосе с таким расположением воздухораспределительных каналов позволяет определить нижнюю границу слоя зерна, в котором следует измерять перепад давления для определения расхода воздуха.

Норматив для определения объема нагнетаемого воздуха в зависимости от массы зерна не учитывает скорости прохождения воздуха [3]. Минимально допустимая подача воздуха в МСБЕ принимается равной 10 $м^3$/ч×т.

В металлическом силосе наиболее неблагоприятные условия хранения создаются в верхней части зерновой насыпи [4].

При проведении экспериментальных исследований были измерены следующие показатели: давление и перепад давления воздуха в зерновой массе и расходы воздуха, нагнетаемые вентиляторами. Перепады давления воздуха измеряли на разных уровнях по высоте МСБЕ в диаметрально противоположных направлениях. Расходы воздуха измеряли в воздуховодах, соединяющих вентиляторы с силосом.

Для измерения давления и перепада давления воздуха внутри силоса использовали дифманометр-напоромер ДНМП-100-М1-600Па-2,5-УЗ. Предел измерения данного прибора 600 Па, диаметр циферблата 100 мм, класс точности – 2.5. Прибор устойчив к воздействию

температуры окружающего воздуха от минус 50 до плюс 60 °С и относительной влажности до 98 % при температуре 35 °С. Расход воздуха измеряли по общепринятой методике с использованием пневмометрической трубки Пито и цифрового дифманометра. Погрешность измерения составляет не более 5 %.

Места контрольного отбора давлений воздуха внутри силоса вместимостью 10000 тонн осуществляли при помощи штуцеров, расположенных на трех уровнях по высоте (рисунок 3). На первом уровне – высота один метр от воздухораспределительной решетки; на втором уровне – два метра от воздухораспределительной решетки; на третьем уровне – четыре метра от воздухораспределительной решетки.

На каждом из уровней было установлено по четыре штуцера на отметках 0°, 90°, 180° и 360°.

Перепады давления измеряли между штуцерами первого и третьего уровней в слое толщиной три метра и между штуцерами второго и третьего уровней в слое толщиной два метра. Эти измерения проводили одновременно при всех четырех, затем при трех, при двух и при одном включенном вентиляторах. Отключением вентиляторов изменялись режимы вентилирования и места подачи воздуха в зерновую массу.

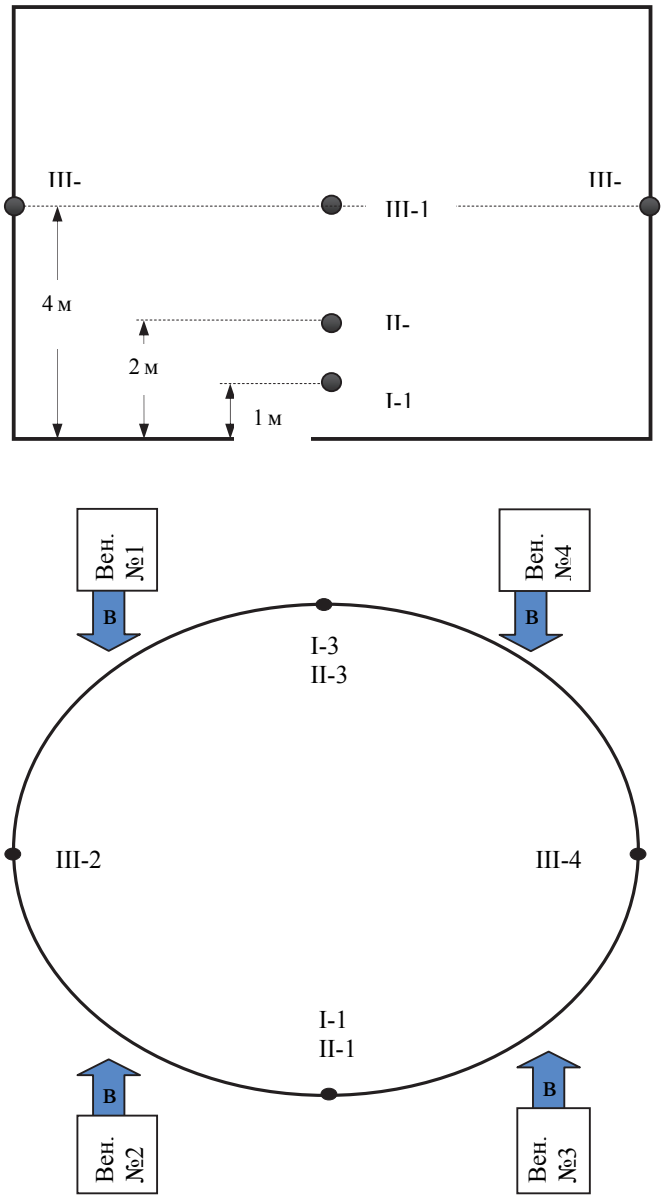


Рисунок 3 – Схема расположения точек замера на стенке силоса

В каждом режиме вентилирования в слое толщиной три или два метра было произведено восемь измерений перепадов давления воздуха. Те режимы, в которых разность между

максимальным и минимальным значением перепада давления не превышает 15 Па, относили к режимам с равномерным распределением давления по сечению силоса. Ограничение в 15 Па принято, исходя из класса точности измерительного прибора – цифрового дифференциального манометра ДМЦ-010. Если расхождения значений менее 15 Па, то измеренные значения перепадов можно считать не отличающимися друг от друга. Для режимов с равномерным распределением давления вычисляли среднее значение перепада давления, которое использовали в дальнейших вычислениях скорости фильтрации воздуха через зерновой слой.

Для вычисления расхода воздуха, проходящего через зерновой слой внутри силоса, использовали известную формулу Рамзина.

Скорость фильтрации вычисляли по формуле:

$$v = \sqrt[n]{\frac{\Delta P \cdot A \cdot H}{9,81}} \qquad (2)$$

Расход воздуха, проходящего через зерновой слой, вычисляли по формуле:

$$Q_з = 3600 \cdot v \cdot F, \qquad (3)$$

где $Q_з$ – расход воздуха через зерновой слой, м^3/ч; F – площадь сечения силоса, м^2.

Утечки воздуха из силоса вычисляли как разность расходов воздуха, нагнетаемого вентиляторами и проходящего через зерновой слой.

$$\Delta Q = Q_в - Q_з, \qquad (4)$$

где $Q_в$ – расход воздуха, нагнетаемый вентиляторами в силос, м^3/ч.

Удельные затраты энергии определяли по следующей формуле.

$$g = \frac{N}{M}, \qquad (5)$$

где N – мощность эл. двигателей вентиляторов, кВт; M – масса зерна вентилируемого в силосе, т.

Выводы:

1. Предложена возможность оснащения силоса промышленным дифманометром, с помощью которого возможно измерять перепад давления внутри силоса в слое зерна фиксированной толщины. При этом перепад давления для данного слоя будет являться функцией одной переменной – скорости фильтрации.

2. Разработана система, позволяющая определять перепад давления с помощью манометров при прохождении воздуха через зерновой слой.

3. Установлена возможность перехода от параметра минимально допустимой подачи воздуха к скорости фильтрации в зерновой массе.

Список использованных источников

1. Кечкин И.А. «Аэродинамические параметры воздуха при вентилировании зерна в силосах вместимостью 1000, 2000, 5000 и 10000 тонн», сборник научных трудов I-ой Международной научно-практической конференции молодых ученых и аспирантов. 2018. С. 46

2. Cervelin B.H., Conti D., Diniz-Ehrhardt M.A., Martínez J.M. A computer model for particle-like simulation in broiler houses // Computers and Electronics in Agriculture. 2017. C.12

3. Gilmore C., Asefi M., LoVetri J., Paliwal J. Industrial scale electromagnetic grain bin monitoring // Computers and Electronics in Agriculture. 2017. C.216

4. Кечкин И.А., Разворотнев А.С., Гавриченков Ю.Д. Изменения параметров воздуха внутри металлического силоса при хранении пшеницы // Сборник материалов II Международной научно-практической конференции «Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции». 2017. С. 451

References

1. Kechkin I. A. «Aerodinamicheskie parametry vozdukha pri ventilirovanii zerna v silosakh vmestimostiu 1000, 2000, 5000 i 10000 tonn», sbornik nauchnykh trudov I-oĭ Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh i aspirantov. 2018. S. 46

2. Cervelin B.H., Conti D., Diniz-Ehrhardt M.A., Martínez J.M. A computer model for particle-like simulation in broiler houses // Computers and Electronics in Agriculture. 2017. C.12

3. Gilmore C., Asefi M., LoVetri J., Paliwal J. Industrial scale electromagnetic grain bin monitoring // Computers and Electronics in Agriculture. 2017. C.216

4. Kechkin I. A., Razvorotnev A. S., Gavrichenkov Iu. D. Izmeneniia parametrov vozdukha vnutri metallicheskogo silosa pri khranenii pshenitsy // Sbornik materialov II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Innovatsionnye issledovaniia i razrabotki dlia nauchnogo obespecheniia proizvodstva i khraneniia ekologicheski bezopasnoi selskokhoziaistvennoi i pishchevoi produktsii». 2017. S. 451

УДК 637.4.04

ТЕХНОЛОГИЯ КОАГУЛЯЦИИ ЯИЧНОГО БЕЛКА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ НА ЕГО ОСНОВЕ

Автор: Клименкова А.Ю.
Научный руководитель: Стефанова И.Л., д-р техн. наук
«Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности» – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук (ВНИИПП),
р.п. Ржавки, 141552, Московская область, Солнечногорский район, рабочий поселок Ржавки, (495) 944-53-30, e-mail: dp.vniipp@mail.ru

EGG WHITE COAGULATION TECHNOLOGY AND FUNCTIONAL FOODS AT ITS BASE

Author: *Klimenkova A.Yu.*
Scientific adviser: *Stefanova I.L. Doctor of Engineering Sciences*
"All-Russian Scientific Research Institute of Poultry Processing Industry" – Branch of the Federal State Budget Scientific Institution Federal Scientific Center "All-Russian Research and Technological Poultry Institute" of Russian Academy of Sciences (ARSRIPPI), 141552 Moscow Province, Solnechnogorsk district, township Rzhavki, Building 1, (495) 944-53-30 e-mail: dp.vniipp@mail.ru

Ключевые слова: коагулированный яичный белок, функциональные пищевые продукты, температурная коагуляция, биологическая ценность, аминокислотный состав, антигенность, обогащение.

Keywords: coagulated egg white, functional foods, temperature coagulation, biological value, amino acid composition, antigenicity, enrichment.

Аннотация: Представлены результаты исследований по созданию новых функциональных пищевых продуктов из яиц путем использования комплексного биотехнологического подхода, обеспечивающего обогащение яйцепродуктов эссенциальными нутриентами (селеном, кальцием, йодом, органическим цинком) на всех этапах получения продуктов. Определены рациональные уровни внесения эссенциальных нутриентов, обеспечивающих соответствие разработанных продуктов медико-биологическим требованиям к функциональным продуктам на основе коагулированного яичного белка. Разработаны рецептуры данных продуктов. Проведены исследования биологической ценности и антигенности коагулированного белка на животных, которые показали, что коэффициент эффективности коагулированного яичного белка составляет 1,96, при этом примененная технология позволяет снизить антигенность продукта в 15 раз.

Abstract: The results of the research has been presented in some new functional foods creation from eggs by the way of complex biotechnological approach usage that provide egg product enrichment with the essential nutrients (selenium, calcium, iodine, organic zinc) at al product production stages. The rational levels have been established for essential nutrients addition for accordance products created to medical-biological requirements to functional products at the base of coagulated egg white. The recipes of

these products has been developed. The researches of coagulated egg white biological value and antigenicity in animals have shown that the coagulated egg white effectiveness coefficient is 1.96 and that the technology being used gives the possibility to low the product antigenicity 15 times.

Введение. Приоритетной задачей государственной политики в области питания является развитие производства пищевых продуктов оздоровительного действия с целью сохранения и укрепления здоровья населения, профилактики заболеваний, обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием. Практическая реализация этого положения предполагает, в частности, разработку и производство широкого ассортимента функциональных пищевых продуктов (ФПП).

Перспективным источником пищевого сырья с высокой биологической ценностью для производства ФПП являются куриные яйца, в первую очередь благодаря значительному содержанию сбалансированного по аминокислотному составу белка, полноценному липидному комплексу, широкому спектру макро- и микроэлементов и витаминов.

Спрос на продукты с высоким уровнем белка предопределяет разработку новых видов яичных продуктов, полученных в результате глубокой переработки яиц.

В связи с этим становится очевидной перспективность и актуальность создания новых ФПП массового потребления на основе куриного яйца, причем для потребителя важными факторами, определяющими спрос на эти продукты, являются их безопасность и пищевая ценность, органолептические свойства и ожидаемый оздоровительный эффект.

Цель данной работы заключалась в создании новых функциональных пищевых яйцепродуктов высокой биологической и пищевой ценности путем использования комплексного биотехнологического подхода, который должен обеспечить обогащение яйцепродуктов эссенциальными нутриентами на всех этапах их получения.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследования выступали функциональные яйца, обогащенные на этапе кормления птицы, сырой и коагулированный яичный белок (КЯБ), функциональные пищевые продукты на основе коагулированного яичного белка.

Во ВНИИПП разработана технология коагуляции яичного белка, защищенная патентом № 2658782 «Способ получения продукта из яичного белка» [1]. Данная технология легла в основу настоящей разработки, основанной на глубокой переработке обогащенных куриных яиц.

Коагуляцию яичного белка проводили путем нагрева яичного белка, полученного из функциональных яиц, в который предварительно был внесен раствор лимонной кислоты, соль и функциональные ингредиенты. В качестве функциональных ингредиентов были выбраны йод и кальций. Кальций нельзя вводить в яйца на этапе биофортификации, а йод – неустойчивый компонент, содержание которого в функциональных яйцах нестабильно. Тепловой нагрев проводили до температуры, обеспечивающей коагуляцию яичного белка, установленную предыдущими исследованиями. Дополнительно на этапе приготовления рецептуры вводили органическую форму цинка.

Промышленный образец вырабатывали на экспериментальной установке – пароконтактном коагуляторе шнекового типа с помощью острого пара [2].

В процессе исследования определялись следующие показатели:

– технологические параметры (pH, температура, выход);

– физико-химические параметры (влага, жир, белок, минеральные элементы) – стандартными методами;

– аминокислотный состав – на аминокислотном анализаторе AA 339-T;

– коэффициент рациональности аминокислотного состава и коэффициент сопоставимой избыточности рассчитывали по формулам, разработанным Н.Н. Липатовым [3];

– биологическая ценность и остаточная антигенность белка – в эксперименте на лабораторных животных;

– органолептические показатели (внешний вид, вкус, запах, цвет) – по 5 бальной шкале.

Параметры тепловой обработки (коагуляции) определяли, измеряя значения pH в зависимости от температуры коагуляции белка. Начиная с 55 °C измеряли pH с интервалом 5 °C. Для определения выхода и состава образцы отбирали при достижении температуры от 80 до 90 °C с интервалом 2 °C.

Результаты исследований. На первом этапе исследования были разработаны медико-биологические требования к функциональным продуктам, обусловившие составы функциональных пищевых ингредиентов (ФПИ), уровень их внесения и технологические приемы, необходимые для достижения поставленной цели.

Разрабатываемые ФПП отнесены к группе продуктов с высоким содержанием белка (не менее 20 %). Они также являются источником кальция, цинка, йода, селена и соответственно их содержание в составах внесения ФПИ обеспечивает 25–30 % суточной потребности человека в этих нутриентах [4].

Для получения функциональных продуктов использовали функциональные яйца, обогащенные ПНЖК ω-3, селеном и витамином Е.

С целью получения функциональных продуктов разработан способ коагуляции яичного белка с одновременным обогащением кальцием и йодом [5]. Способ основан на коагуляции белка в процессе нагрева при контролируемом pH, в результате чего вносимые кальций и йод связываются с белком.

Для последующего введения в коагулированный белок йода был выбран порошок морской капусты «Ламинар» производства фирмы ООО «Сертификат», массовая доля йода в котором составила 189 мг/100 г, по сравнению с 14,0 мг/100 г в сухой морской капусте. Содержание йода в продукте при его использовании составило 1,43; 2,11 и 2,22 мг/100 г соответственно при внесении 1,0; 1,5 и 2,0 % порошка.

Обогащение КЯБ кальцием проводили путем введения минерального обогатителя из яичной скорлупы (ТУ 9219-043-23476484-00).Содержание кальция в коагулированном белке при введении минерального обогатителя из скорлупы куриных яиц в количестве 1,0; 1,3; 1,5; 1,8 % составило 660,50±0,76; 758,20±0,76; 765,80±0,77; 963,60±0,96 мг/100 г соответственно.

Проведенные исследования позволили обосновать уровень введения в коагулированный белок минеральной добавки в количестве 1,0 %, порошка морской капусты «Ламинар» в количестве до 0,5 % к массе яичного белка.

Следующим этапом стояло исследование влияния теплового нагрева на органолептические свойства и уровень обогащения КЯБ йодом и кальцием при раздельном и совместном внесении эссенциальных элементов. Исследование содержания минеральных элементов при раздельном внесении показало, что содержание йода в КЯБ незначительно увеличивается при повышении конечной температуры коагуляции от 86 до 90 °С и составляет 0,98; 1,06; 1,03 мг/100 г продукта при температуре 86; 88; 90 °С соответственно. При этом выход коагулированного продукта увеличивается от 70,5 до 79,0 %. Содержание кальция в коагулированном белке при нагреве до температуры 86; 88; 90 °С составляет 647,08±0,55; 655,40±0,72; 633,88±0,72 мг/100 г соответственно. Выход белка при повышении температуры коагуляции повышался и составил 71,3; 73,5; 75,3 % соответственно.

Однако при одновременном внесении обогащающих компонентов картина несколько меняется. Содержание кальция в коагулированном белке снижается при повышении температуры коагуляции с 84 до 90 °С и составляет 551,98; 518,95; 470,86 и 439,00 мг/100 г белка соответственно, массовая доля йода составляет соответственно 0,82; 0,41; 0,61 и 0,11 мг/100 г коагулированного белка. Таким образом, потери йода составили 34,6; 44,5; 31,8 и 38,4 % соответственно, потери кальция – 25,2; 28,4; 35,0; 39,4 %.

Измерение величины выхода коагулированного обогащенного белка в зависимости от температуры нагрева коагулируемой смеси показало, что повышение температуры от 84 до 90 °С сопровождается увеличением выхода, с 61,5 до 76,8 % при температуре 90 °С. При этом содержание сухих веществ в КЯБ изменяется незначительно (22,48; 21,81; 21,92 и 21,42 % соответственно). Однако, органолептические показатели свидетельствуют, что при повышении температуры свыше 88 °С качество продукта снижается. Происходит чрезмерное уплотнение КЯБ, выявляется жесткая крупитчатость. Таким образом, рациональной является температура завершения тепловой обработки белка 86–88 °С.

Результаты проведенных исследований показывают, что введение функциональных добавок в процессе коагуляции влияет на течение процесса коагуляции, в результате чего параметры коагуляции при получении функциональных продуктов отличны от коагуляции обычного белка.

Получаемый продукт отличается высоким содержанием белка – 14,6–15,1 %, отсутствием жира, приятным нейтральным вкусом и мягкой зернистой структурой. Анализ аминокислотного

состава показал, что коэффициент рациональности аминокислотного состава ***(Rc)*** коагулированного белка составляет 0,76, показатель «сопоставимой избыточности» ***(σ)*** – 11,4.

Совместно с ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» была проведена оценка in vivo биологической и пищевой ценности КЯБ [5]. Сравнение средних значений коэффициента эффективности (КЭБ) казеина, исходного белка и КЯБ показало, что КЭБ для животных, получавших КЯБ (1,96±0,04), был значительно выше ($p<0.01$) по сравнению с КЭБ для животных, получавших казеин или исходный белок (1,49±0,05) и (1,60±0,02) соответственно. Также был проведен сравнительный анализ содержания антигенных структур интактного овальбумина в исходном белке и КЯБ. Результаты иммуноферментного тестирования свидетельствовали, что антигенность овальбумина исходного белка составила 33,0 % относительно стандарта интактного овальбумина, антигенность которого принята за 100 %. Тепловое воздействие в сочетании с подкислением белкового раствора привело к снижению этого показателя в КЯБ до 2,17 % [5].

В результате разработанной технологии, были разработаны рецептуры, предусматривающие обогащение продуктов на данном этапе ферментолизатом цинка (в количестве 0,14 %) [6], и получены функциональные продукты: «Белок функциональный коагулированный со сливками», обогащенный кальцием и органической формой цинка; «Белок функциональный коагулированный с фруктовым наполнителем», обогащенный кальцием, йодом и органической формой цинка (рисунок 1).

Рисунок 1 – Разработанные продукты («Белок функциональный коагулированный со сливками», «Белок функциональный коагулированный с фруктовым наполнителем»)

В процессе разработки рецептур функциональных продуктов на основе коагулированного обогащенного белка из всего многообразия опробованных композиций по органолептическим показателям наилучшими был признаны следующие образцы: рецептура продукта 1 – из яичного коагулированного белка и сливок коровьих 10 %-ных в соотношении 80:20 (белок функциональный коагулированный со сливками). Состав продукта характеризовался содержанием 12,8 % белка и 2,0 % жира.

Рецептура продукта 2 – белок функциональный коагулированный с фруктовым наполнителем. По органолептическим показателям с учетом получаемого состава продукта, определено соотношение белка с фруктовым наполнителем 75:25. При этом состав функционального продукта характеризовался содержанием белка 13,0 %, содержанием жира – следы.

Полученные продукты имели приятный вкус, устойчивую консистенцию. Постороннего привкуса не ощущалось. Проведена комплексная оценка, подтвердившая соответствие функциональных продуктов на основе обогащенного белка установленным требованиям безопасности и качества. Состав функциональных продуктов представлен в таблице 1. Результаты микробиологических испытаний показали, что микробиологические показатели были существенно ниже нормативов, что свидетельствует о микробиологической чистоте продуктов.

В настоящий момент ведется работа по разработке и созданию новых функциональных продуктов с оздоровительным эффектом путем концентрирования полифенолов сорбций на белковых матриксах.

Таблица 1 – Состав разработанных продуктов

Наименование параметра	Белок функциональный коагулированный	
	со сливками	с фруктовым наполнителем
Массовая доля влаги, %	80,7	72,3
Массовая доля белка, %	12,8	13,0
Массовая доля жира, %	2,0	следы
Железо, мг/кг	5,23	2,32
Кальций, мг/кг	4423,00	3622,00
Магний, мг/кг	148,70	149,80
Калий, мг/кг	1228,00	1101,20
Натрий, мг/кг	2890,00	3213,40
Фосфор, мг/100 г	36,00	31,70
Йод, мг/100 г	-	0,250
Селен, мкг/100 г	20,84	18,85
Цинк, мкг/100 г	3,0	3,0
Свинец, мг/кг	0,19	0,19
Кадмий, мг/кг	менее 0,01	менее 0,01
Мышьяк, мг/кг	менее 0,01	0,06
Ртуть, мг/кг	менее 0,0005	менее 0,0005
Левомицетин, мг/кг	менее 0,0003	менее 0,0003

Работы выполнены при финансовой поддержке гранта РНФ 16-16-04047.

Выводы:

Изучены потери йода и кальция в процессе тепловой обработки при получении функциональных продуктов из коагулированного белка, на основании чего обоснован уровень введения минерального обогатителя из скорлупы куриных яиц 1,0 % и порошка морской капусты «Ламинар» в количестве 0,2 %, обеспечивающих необходимое содержание ФПИ в разработанных функциональных продуктах.

Исследованиями изменения pH в процессе тепловой обработки и выхода обогащенного белка в зависимости от температуры обосновали значения температуры коагуляции (87±1 °С).

Обогащенный коагулированный яичный белок отличается высоким содержанием сбалансированного белка (14,6–15,1 %, $\boldsymbol{Rc}$ – 0,76, $\boldsymbol{\sigma}$ – 11,4), коэффициент эффективности коагулированного яичного белка составляет 1,96, при этом примененная технология позволяет снизить антигенность продукта в 15 раз.

На основании полученных параметров тепловой обработки разработана технология получения функциональных яйцепродуктов из белка, которая защищена патентами № 2660279 «Функциональный пищевой продукт на основе яичного белка», № 2660280 «Функциональный пищевой продукт из яичного белка». Разработаны рецептуры двух видов функциональных продуктов из коагулированного белка, обогащенных йодом и кальцием.

В соответствии с разработанными медико-биологическими требованиями создана технология переработки обогащенных яиц и создания функциональных яйцепродуктов, включающая разбивание яиц, получение белка путем разделения содержимого яйца на белок и желток, составление реакционной смеси посредством внесения в белок раствора лимонной кислоты и соли, порошка морской капусты «Ламинар» и минерального обогатителя, перемешивание, выдержка, нагревание до температуры коагуляции, отпрессовывание сыворотки, охлаждение КЯБ, перемешивание белка с наполнителями и ферментолизатом цинка, фасовка, упаковка.

Список использованных источников

1. Патент 2658782 Российская Федерация Способ получения продукта из яичного белка / Гущин В.В., Стефанова И.Л., Шахназарова Л.В., Клименкова А.Ю.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт

птицеводства» Российской академии наук (ФНЦ «ВНИТИП» РАН). – № 2017127519, заявл. 02.08.2017, опубл. 05.07.2018 Бюл. № 19 Ил.

2. Патент № 2655935 Российская федерация Устройство для коагуляции белковосодержащих жидкостей / Максимов А.Ю., Ивашов В.И., Кирюхин А.И., Пляшешник П.И.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук (Филиал ФНЦ «ВНИТИП» РАН – ВНИИПП) – № 2016129961, заявл. 21.07.2016, опубл. 30.05.2018 Бюл. № 16

3. Липатов Н.Н. Совершенствование методики проектирования биологической ценности пищевых продуктов / Н.Н. Липатов, А.Б. Лисицын, С.Б. Юдина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1996. – № 2. – С. 24–25.

4. Стефанова И.Л. Разработка комплексной технологии производства функциональных яйцепродуктов / И.Л. Стефанова, В.К. Мазо, А.Ш. Кавтарашвили, И.В. Мокшанцева // Птица и птицепродукты. – 2018. – №2. – С. 24–27.

5. Сидорова Ю.С. Оценка биологической ценности и антигенности коагулированного белка куриного яйца / Ю.С. Сидорова, В.К. Мазо, С.Н. Зорин, И.Л. Стефанова // Вопросы питания. – 2018. – № 1. – С. 44–50.

6. Стефанова И.Л. Получение и физико-химическая характеристика функционального пищевого ингредиента – комплекса цинка с ферментализатом белка куриного яйца / И.Л. Стефанова, В.К. Мазо, И.В. Мокшанцева // Вопросы питания. – 2017. – № 2. – С. 70–75.

References

1. Patent 2658782 Russia Federation. The product obtaining way from egg white. / V.V. Gustchin, I.L. Stefanova, L.V. Shakhnazarova, A.Yu. Klimenckova; the applicant and patent holder: the Federal state budgetary scientific institution the Federal scientific center «All-Russian Research and Technological Poultry Institute» of Russian Academy of Sciences (FNTS «VNITIP» RAN). – No. 2017127519 application 02.08.2017, publ. 05.07.2018 Bul. No. 19 Il.

2. Patent No. 2655935 Russia Federation. The device for protein containing liquids coagulation. / A.Yu. Maksimov, V.I. Ivashov, A.I. Kiryukhin, P.I. Plyasheshnik; the applicant and patent holder: the Federal state budgetary scientific institution the Federal scientific center «All-Russian Research and Technological Poultry Institute» of Russian Academy of Sciences (the branch FNTS «VNITIP» RAN – VNIIPP). – No. 2016129961, application 21.07.2016, publ. 30.05.2018 Bul. No. 16.

3. N.N. Lipatov. Improvement of projecting method of food biological value. / N.N. Lipatov, A.B. Lisitsin, S.B. Yudina. // Agricaltural raw material storage and processing. – 1996. – No. 2. – PP. 24–25.

4. I.L. Stefanova. The development of complex technology of functional egg products production. / I.L. Stefanova, V.K. Mazo, A.Sh. Kavtarashvili, I.V. Mockshantseva. // Poultry and Poultry Products. – 2018. – No. 2. – PP. 24–27.

5. Yu.S. Sidorova. Assessment of coagulated hen egg white biological value and antigenicity. / Yu.S. Sidorova, V.K. Mazo, S.N. Zorin, I.L. Stefanova // Nutrition issues. – 2018. No. 1. – PP. 44–50.

6. I.L. Stefanova. Receiving and phisico-chemical characteristics of functional food ingredient – zinc complex with hen egg white enzyme lysate. / I.L. Stefanova, V.K. Mazo, I.V. Mockshantseva // Nutrition issues. – 2017. – No. 2. – PP. 70–75

УДК 663.18:637.1

ХАРАКТЕРИСТИКА БИОСИНТЕЗА МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА

*Автор: Коршунова Н.А.**
Научный руководитель: Евелева В.В., канд. техн. наук
Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых добавок – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Санкт-Петербург, e-mail: korshun236@mail.ru

CHARACTERISTIC OF LACTIC ACID BIOSYNTHESIS USING THE CAPILLARY ELECTROPHORESIS METHOD

*Author: Natalia A. Korshunuva**
Scientific adviser: Eveleva V.V., PhD., doc
All-Russian Research Institute for Food Additives – Branch of Gorbatov Research Center for Food System, St. Petersburg, e-mail: korshun236@mail.ru

Ключевые слова: молочная сыворотка, органические кислоты, биосинтез, капиллярный электрофорез.
Keywords: milk whey, feed additives, biosynthesis, capillary electrophoresis.

Аннотация: В статье рассмотрены основные аспекты промышленного биосинтеза молочной кислоты. Представлены существующие методы контроля накопления целевого продукта в процессе молочнокислого брожения. Для характеристики чистоты биотехнологического процесса осуществляется контроль отсутствия в культуральной жидкости побочных продуктов метаболизма контаминирующих микроорганизмов. Для характеристики биосинтеза предложен метод капиллярного электрофореза, позволяющий определить концентрацию молочной кислоты и отследить наличие побочных продуктов биосинтеза. Цель работы: провести оценку возможности применения метода капиллярного электрофореза для характеристики биосинтеза молочной кислоты. Показано, что метод капиллярного электрофореза позволяет характеризовать чистоту процесса биосинтеза молочной кислоты и гомоферментативные свойства используемого продуцента.

Abstract: The article considers the main aspects of industrial lactic acid biosynthesis. The existing control methods of the target product accumulation in the lactic acid fermentation process are presented. To characterize the purity biotechnological process, the absence of the contaminating microorganisms metabolism by-products in the culture fluid is monitored. To characterize biosynthesis, a capillary electrophoresis method is proposed, which allows determining the lactic acid concentration and investigating the biosynthesis by-products presence. The purpose of the work: to make an assessment of the possibility of using the capillary electrophoresis method for characterization lactic acid biosynthesis. It was shown that the capillary electrophoresis method allows to characterize the lactic acid biosynthesis process purity and homoenzymatic properties of the producer used.

Введение. Среди большого разнообразия разрешенных к применению пищевых добавок особую нишу занимает молочная кислота. Как продукт молочнокислого брожения углеводов, содержащихся в тканях растительного и животного происхождения, молочная кислота является биологически инертным и физиологически безвредным ингредиентом. По степени воздействия на организм она относится к классу малоопасных веществ. Существенным достоинством молочной кислоты как пищевой добавки является многогранность технологического действия, что обусловливает её востребованность в пищевой промышленности. С развитием производства комплексных пищевых добавок, технологических вспомогательных средств и биоразлагаемых полимеров спрос на молочную кислоту и требования к её качеству существенно повышаются.

Основным способом промышленного производства молочной кислоты является микробиологический. В качестве промышленных продуцентов используют гомоферментативные молочнокислые бактерии, в качестве потенциальных продуцентов –дрожжи и плесени [1–4].

В процессе биосинтеза с использованием молочнокислых бактерий возможно образование побочных метаболитов, таких как этанол, ацетон, ацетоин, а при наличии в культуральной среде контаминирующих микроорганизмов – пропионовой, масляной и уксусной кислот.

Технология молочной кислоты предусматривает наряду с другими операциями подготовку посевного материала, сбраживание сахарсодержащего раствора и выделение молочной кислоты из сброженного раствора, содержащего лактат кальция. Технологический контроль посевного материала и лактатсодержащего раствора включает определение накопления и скорости образования лактата кальция, характеризующих биохимическую активность молочнокислых бактерий и продуктивность процесса биосинтеза молочной кислоты. Для определения содержания лактата кальция в производственной и исследовательской практике используется достаточно точный, простой в исполнении и не требующий дорогостоящего оборудования метод комплексонометрического титрования динатриевой солью этилен-диамин – N, N, N', N' – тетрауксусной кислоты (трилон Б) [5], но по сути являющийся косвенным методом определения молочной кислоты.

Наряду с общеизвестным методом комплексонометрического титрования существуют колориметрические методы определения молочной кислоты, основанные на окислении ее до ацетальдегида и определении последнего бисульфитным методом [6], на окрашивании n-оксидифенилом [7] и диметиловым эфиром пирокатехина (вератролом) [7]. Перечисленные колориметрические методы требуют удаления примесей белков и углеводов из испытуемых образцов, что затрудняет осуществление технологического контроля и снижает точность результатов анализа.

К числу более эффективных и экономичных, не требующих сложной пробоподготовки относится спектрофотометрический метод определения молочной кислоты, основанный на определении окрашенного продукта взаимодействия лактат-ионов с хлоридом железа (III) [7].

К числу высокоспецифичных методов относится ферментативный метод определения изомеров молочной кислоты, основанный на окислении молочной кислоты (лактата) до пирувата коферментом НАД+ в присутствии лактатдегидрогеназ, смещении равновесия реакции в сторону образования пирувата и восстановленного НАД·Н и последующем фотометрическом определении концентрации образовавшегося НАД·Н, эквивалентной концентрации молочной кислоты [8]. Однако для осуществления данного метода требуются дорогостоящие очищенные препараты L- и D-лактатдегидрогеназ и аккуратность при проведении измерений из-за нестабильности НАД+ и НАД·Н.

Из числа инструментальных методов, основанных на разделении компонентов анализируемых образцов, для определения массовой концентрации молочной кислоты возможно использование газохроматографического метода с насадочной колонкой и метода капиллярной газожидкостной хроматографии [9]. Наиболее точными методами определения молочной кислоты являются различные варианты ВЭЖХ [10]. Тем не менее, использование хроматографических методов ограничено тем, что при их использовании требуются сложная пробоподготовка, дорогостоящее оборудование и высокая квалификация оператора.

Из ряда инструментальных методов предпочтительным по стоимости и скорости выполнения анализа может оказаться метод капиллярного электрофореза. Этот метод активно используется для анализа пищевых систем, что отражено в стандартах на винодельческую [11], молочную [12] и кондитерскую продукцию [13]. Этот метод используется также в исследованиях биотехнологических систем [14].

Принимая во внимание результаты информационного анализа возможности повышения информативности и объективности контроля биосинтеза молочной кислоты, в данной работе предпринята попытка провести оценку возможности применения метода капиллярного электрофореза для характеристики чистоты биотехнологического процесса, характеризуемой отсутствием побочных продуктов метаболизма контаминирующих микроорганизмов, и гомоферментативных свойств используемого продуцента.

Цель работы: провести оценку возможности применения метода капиллярного электрофореза для характеристики биосинтеза молочной кислоты.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись:

– кальция L-лактат PURACAL;

– 80 % молочная кислота пищевая;

– творожная сыворотка «Летняя» производства ООО «Молочный завод Лосево»;

– культуральная среда на основе творожной сыворотки, содержащая молочнокислые бактерии *Lactobacillus acidophilus AT-I;*

– сброженные лактатсодержащие растворы, полученные из творожной сыворотки с использованием культуры молочнокислых бактерий.

В работе определяли массовую концентрацию молочной кислоты и ее ионов методом капиллярного электрофореза.

Определение контролируемых показателей процесса биосинтеза молочной кислоты проводили на приборе Капель 105 М (ООО «Люмэкс-маркетинг», г. Санкт-Петербург) – системе капиллярного электрофореза с встроенным в качестве детектора спектрофотометром. Использовали кварцевый капилляр с внутренним диаметром 75 мкм общей длиной 60 см (эффективной длиной 50 см). Капилляр термостатировали при температуре 20 °С. Детектирование осуществляли в УФ-области при длине волны 254 нм. Ведущим электролитом являлся буферный раствор, содержащий бензойную кислоту, диэтаноламин, трилон Б, цетилтриаммония бромид.

Результаты исследований. Проведен анализ ряда образцов лактата кальция, молочной кислоты пищевой, творожной сыворотки, культуральной среды на основе творожной сыворотки, содержащей молочнокислые бактерии, сброженных лактатсодержащих растворов, полученных из творожной сыворотки, а также растворов смеси органических кислот на содержание молочной кислоты, пропионовой, уксусной и масляной кислот. На рисунке 1 приведена электрофореграмма сброженного лактатсодержащего раствора сыворотки на 66 ч брожения, на рисунке 2 – раствора смеси органических кислот.

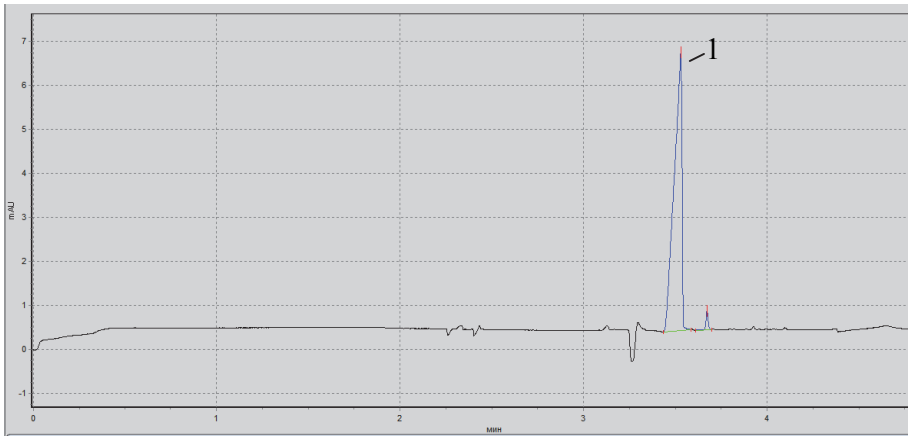


Рисунок 1 – Электрофореграмма культуральной среды на основе творожной сыворотки, содержащей молочнокислые бактерии, в начале опыта: 1 – пик молочной кислоты

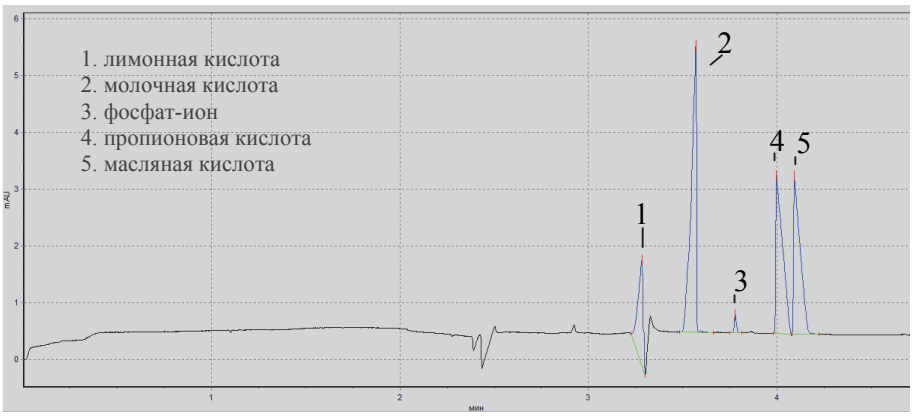


Рисунок 2 – Электрофореграмма раствора смеси органических кислот

Также были получены электрофореграммы растворов лактата кальция (рисунок 3) и молочной кислоты (рисунок 4), на которых время миграции пика лактата кальция соответствуют времени миграции пика в лактатсодержащем растворе сыворотки и растворе смеси органических кислот. На рисунке 4 присутствуют пики органических кислот, содержащихся в образцах.

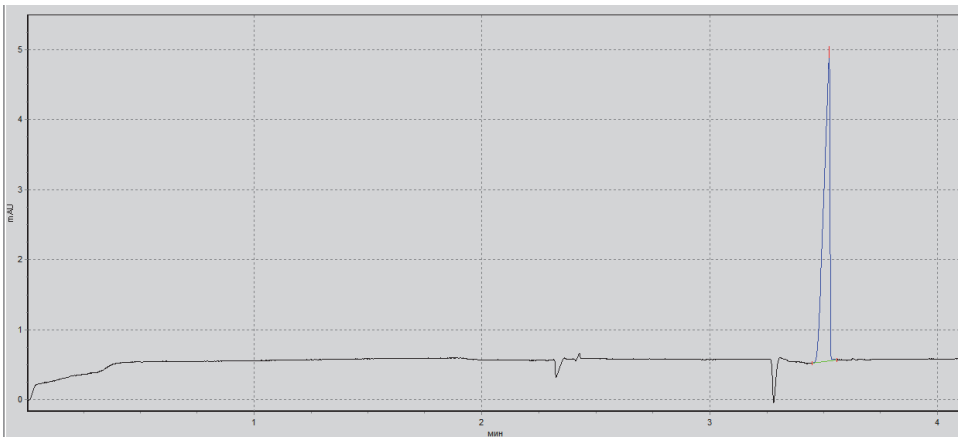


Рисунок 3 – Электрофореграмма раствора лактата кальция

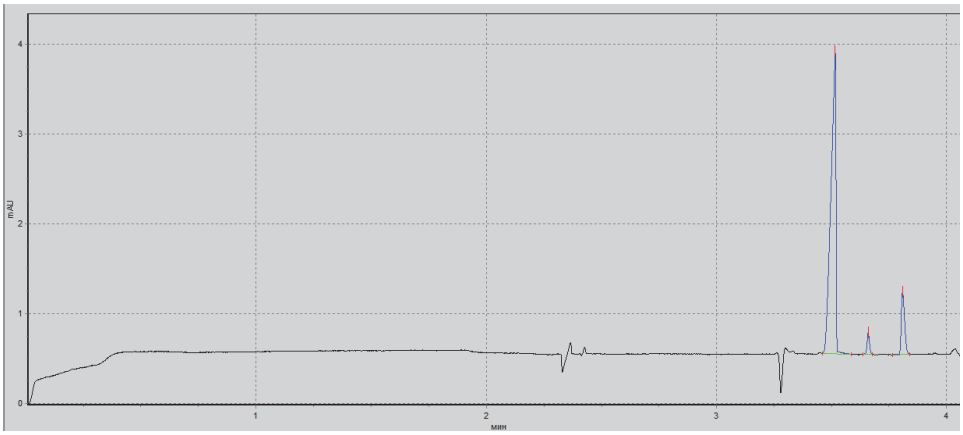


Рисунок 4 – Электрофореграмма раствора молочной кислоты

Все полученные электрофореграммы сравнили с электрофореграммами (рисунок 5), приведенными в литературных источниках, для уточнения качественного определения вида органических кислот, содержащихся в образцах.

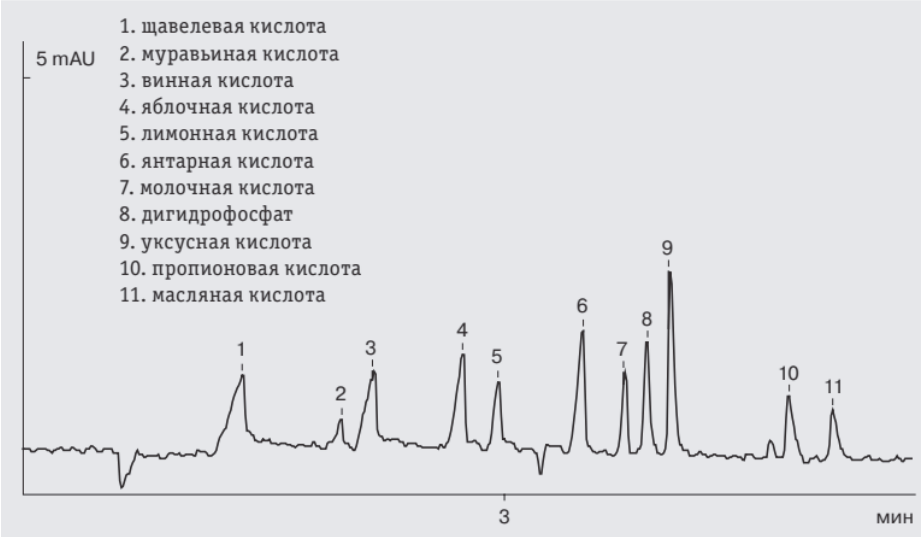


Рисунок 5 – Электрофореграмма органических кислот и фосфат-иона

Результаты исследования свидетельствуют о том, что в культуральной среде на основе творожной сыворотки, содержащей молочнокислые бактерии, присутствует только молочная кислота. В ней отсутствуют побочные продукты биосинтеза такие, как пропионовая, уксусная и масляная кислоты, отмечаемые на электрофореграмме раствора смеси органических кислот.

Выводы:

Метод капиллярного электрофореза позволяет характеризовать процесс биосинтеза молочной кислоты, подтверждать чистоту целевого продукта, получаемого при сбраживании творожной сыворотки, и гомоферментативные свойства используемых молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus AT-I.*

Список использованных источников

1. Евелева В.В. Технологические инновации в производстве пищевой молочной кислоты / В.В. Евелева, И.Б. Новицкая, Т.М. Черпалова, И.Д. Никулина // Пищевая промышленность. – М.: Пищевая промышленность – 2014. – №. 4. – С. 26–27.
2. Шинкарев С.М. Совершенствование микробиологического синтеза молочной кислоты / С.М. Шинкарев, А.Я. Самуйленко, Л.А. Неминущая, Т.А. Скотникова, И.В. Павленко, Г.Н. Рубцова, А.В. Канарский, Л.А. Мингазова // Вестник Казанского технологического университета. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет. – 2017. – Т. 20. – №. 18. – С. 165–170.
3. Мингазова Л.А. Синтез молочной кислоты грибом *Rhizopus oryzae* на питательных средах из гидролизатов клетчатки / Л.А. Мингазова, Е.В. Крякунова, А.В. Канарский // Вестник Казанского технологического университета. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет. – 2017. – Т. 20. – №. 19. – С. 134–136.
4. Pimtong V. Enhanced effectiveness of *Rhizopus oryzae* by immobilization in a static bed fermentor for l-lactic acid production / V. Pimtong, S. Ounaeba, S. Thitiprasert, V. Tolieng, S. Sooksai, R. Boonsombat, S. Tanasupawat, S. Assabumrungrat, N. Thongchul // Process Biochemistry. – Elsevier Applied Science. – 2017. – Т. 52. – С. 44–52.
5. ГОСТ 31905-2012 Добавки пищевые. Кальция лактат Е327. Технические условия. М.: Стандартинформ, – 2014. – 16 с.
6. Нестерина М.Ф. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / М.Ф. Нестерина, И.М. Скурихина – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 247 с.
7. Борщевская Л.Н. Спектрофотометрическое определение молочной кислоты / Л.Н. Борщевская, Т.Л. Гордеева, А.Н. Калинина, С.П. Синеокий // Журнал аналитической химии. – М.: Российская академия наук. – 2016. – Т. 71. – №. 8. – С. 787–790.
8. ГОСТ 490–2006 Кислота молочная пищевая. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2007. – 28 с.
9. ГОСТ 32152-2013 Пищевые продукты переработки яиц сельскохозяйственной птицы. Методы определения содержания янтарной, молочной и 3D-оксимасляной кислот. М.: Стандартинформ, 2014. – 14 с.
10. ГОСТ 33429-2015 Мясо и мясные продукты. Определение содержания молочной кислоты и лактатов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. М.: Стандартинформ, 2016. – 6 с.
11. ГОСТ Р 52841-2007 Продукция винодельческая. Определение органических кислот методом капиллярного электрофореза. М.: Стандартинформ, 2008. – 7 с.
12. ГОСТ 33500-2015 Молоко и молочные продукты. Определение содержания фосфатов. М.: Стандартинформ, 2016. – 8 с.
13. ГОСТ 34123.1-2017 Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли фруктового и овощного сырья. Часть 1. Определение массовой доли органических кислот. М.: Стандартинформ, 2018. – 10 с.
14. Оверченко М.Б. Исследование ионного состава солодового сусла и внутриклеточного содержимого промышленных рас спиртовых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* с применением метода капиллярного электрофореза / М.Б. Оверченко, Е.М. Серба, Н.И. Игнатова, Н.В. Шелехова, Л.В. Римарева, Н.Н. Мартыненко // Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов. – М.: Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии РАСХН. – 2016. – С. 202–211.

References

1. Eveleva V.V. Tekhnologicheskiye innovatsii v proizvodstve pishchevoy molochnoy kisloty / V.V. Eveleva, I.B. Novitskaya, T.M. Cherpalova, I.D. Nikulina // Pishchevaya promyshlennost. – M.: Pishchevaya promyshlennost. – 2014. – No. 4. – PP. 26–27.

2. Shinkarev S.M. Sovershenstvovaniye mikrobiologicheskogo sinteza molochnoy kisloty / S.M. Shinkarev, A.Ya. Samuylenko, L.A. Neminushchaya, T.A. Skotnikova, I.V. Pavlenko, G.N. Rubtsova, A.V. Kanarskiy, L.A. Mingazova // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – Kazan: Kazanskiy natsionalnyy issledovatelskiy tekhnologicheskiy universitet. – 2017. – Vol. 20. – No. 18 – PP. 165–170.

3. Mingazova L.A. Sintez molochnoy kisloty gribom *Rhizopus oryzae* na pitatelnykh sredakh iz gidrolizatov kletchatki / L.A. Mingazova, E.V. Kryakunova, A.V. Kanarskiy // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – Kazan: Kazanskiy natsionalnyy issledovatelskiy tekhnologicheskiy universitet. – 2017. – Vol. 20. – No. 19 – PP. 134–136.

4. Pimtong V. Enhanced effectiveness of *Rhizopus oryzae* by immobilization in a static bed fermentor for l-lactic acid production / V. Pimtong, S. Ounaeba, S. Thitiprasert, V. Tolieng, S. Sooksai, R. Boonsombat, S. Tanasupawat, S. Assabumrungrat, N. Thongchul // Process Biochemistry. – Elsevier Applied Science. – 2017. – Vol. 52. – PP. 44–52.

5. GOST 31905-2012 Dobavki pishchevyye. Kaltsiya laktat E327. Tekhnicheskiye usloviya. M.: Standartinform, – 2014. – 16 p.

6. Nesterina M.F. Khimicheskiy sostav pishchevykh produktov. Spravochnyye tablitsy soderzhaniya aminokislot. zhirnykh kislot. vitaminov. makro- i mikroelementov. organicheskikh kislot i uglevodov / M.F. Nesterina, I.M. Skurikhina – M.: Pishchevaya promyshlennost, 1979 – 247 p.

7. Borshchevskaya L.N. Spektrofotometricheskoye opredeleniye molochnoy kisloty / L.N. Borshchevskaya, T.L. Gordeyeva, A.N. Kalinina, S.P. Sineokiy // Zhurnal analiticheskoy khimii. – M.: Rossiyskaya akademiya nauk. – 2016. – Vol. 71. – No. 8. – PP. 787–790.

8. GOST 490–2006 Kislota molochnaya pishchevaya. Tekhnicheskiye usloviya. – M.: Standartinform, 2007. – 28 p.

9. GOST 32152-2013 Pishchevyye produkty pererabotki yaits selskokhozyaystvennoy ptitsy. Metody opredeleniya soderzhaniya yantarnoy. molochnoy i 3D-oksimaslyanoy kislot. M.: Standartinform, 2014. – 14 p.

10. GOST 33429-2015 Myaso i myasnyye produkty. Opredeleniye soderzhaniya molochnoy kisloty i laktatov metodom vysokoeffektivnoy zhidkostnoy khromatografii. M.: Standartinform, 2016. – 6 p.

11. GOST R 52841-2007 Produktsiya vinodelcheskaya. Opredeleniye organicheskikh kislot metodom kapillyarnogo elektroforeza. M.: Standartinform, 2008. – 7 p.

12. GOST 33500-2015 Moloko i molochnyye produkty. Opredeleniye soderzhaniya fosfatov. M.: Standartinform, 2016. – 8 c.

13. GOST 34123.1-2017 Izdeliya konditerskiye. Metody opredeleniya massovoy doli fruktovogo i ovoshchnogo syria. Chast 1. Opredeleniye massovoy doli organicheskikh kislot. M.: Standartinform, 2018. – 10 p.

14. Overchenko M.B. Issledovaniye ionnogo sostava solodovogo susla i vnutrikletochnogo soderzhimogo promyshlennykh ras spirtovykh drozhzhey *Saccharomyces cerevisiae* s primeneniyem metoda kapillyarnogo elektroforeza / M.B. Overchenko, E.M. Serba, N.I. Ignatova, N.V. Shelekhova, L.V. Rimareva, N.N. Martynenko // Perspektivnyye fermentnyye preparaty i biotekhnologicheskiye protsessy v tekhnologiyakh produktov pitaniya i kormov. – M.: Gosudarstvennoye nauchnoye uchrezhdeniye Vserossiyskiy nauchno-issledovatelskiy institut pishchevoy biotekhnologii RASKhN. – 2016. – PP. 202–211.

УДК 637.027

РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЯСА ПТИЦЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБВАЛКИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ СОРТНОСТИ

Автор: Косачёв К.А., Абалдова В.А.
Научный руководитель: Будрик В.Г., к.т.н.
Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности» – филиал ФНЦ «ВНИТИП» РАН (ВНИИПП), р.п. Ржавки

Ключевые слова: Мясо птицы механической обвалки (МПМО), обвалка, мясокостное сырье, пресс У-800, многозонный узел сепарации, МПМО низкого и высокого давления, безопасность, качество, зона сепарации.

Keywords: mechanically deboned poultry meat (MPMO), boning, meat and bone raw materials, U-800 press, multi-zone separation unit, MPMO low and high pressure, safety, quality, separation zone.

Аннотация: При производстве мяса птицы механической обвалки (МПМО) первостепенное значение для потребителя имеют показатели его безопасности (санитарно-гигиенические, т.е. количество в мясе механической обвалки костных включений и их размеры по фракциям). Действующая технология и оборудование механической обвалки птицы обеспечивают выработку одной фракции МПМО, в работе представлен анализ возможности использования многозонного фильтра (гильзы) и оптимизации параметров процесса механической обвалки, на вновь разрабатываемом оборудовании, для улучшения качества МПМО при получении двух фракций, с возможным общим увеличения выхода готовых продуктов.

Abstract: In the production of mechanical deboned poultry meat (MPME), safety indicators (sanitary-hygienic, i.e., the amount of bone inclusions in the mechanical deboned meat and their size by fractions) are of paramount importance to the consumer. The current technology and equipment for mechanical deboning of poultry ensures the production of one fraction of MPMO, the paper presents an analysis of the possibility of using a multi-zone filter (cartridge) and optimization of the parameters of the process of mechanical deboning on newly developed equipment to improve the quality of MPMO when receiving two fractions, with a possible overall increase in yield finished products.

Введение. В последние десятилетия процесс механической обвалки мяса птицы все шире используется на предприятиях птице- и мясоперерабатывающей отрасли. В пользу увеличения конкурентоспособных качественных характеристик мяса птицы механической обвалки (МПМО) наравне с необходимостью постоянного повышения эффективности обработки актуальна задача улучшения качества. Известно, что снижение давления в шнековых прессах снижает выход МПМО и позволяет значительно поднять качество получаемой продукции, в том числе по сравнению с поршневыми установками, при работе которых за счет более высокого давления кости больше разрушались, что приводит к выпрессовыванию в продукцию не только мышечной и жировой ткани, но и костного мозга с костными включениями.

Технические усовершенствования процесса механической обвалки, начиная с 2000 г., были направлены на оптимизацию выхода МПМО при сохранении необходимых стандартов качества [1]. Важным достижением последних десятилетий в области улучшения выхода МПМО при высоком уровне качества можно считать разработку запатентованной двухфазной системы механической обвалки, которая заключается в последовательном прохождении материала через шнековую и поршневую установки или через две шнековые установки (мясообвальщик и сепаратор). Шнековая установка обеспечивает оптимальное качество мяса, а поршневая (или сепаратор) позволяет тщательнее отделить остатки мышечной и жировой ткани от костей и повышает объемы выработанной продукции. Таким образом, последовательная система механической обвалки позволяет выработать с использованием двух видов оборудования два разных по качеству продукта: МПМО низкого давления и МПО высокого давления. Этот процесс реализован зарубежными фирмами ЛИМА (Франция) и АМ^{2}С (Франция) при изготовлении прессов механический обвалки, работающих при низком давлении прессования, и сепараторов – при высоком давлении [3, 4].

Специалистами ВНИИПП исследовалась возможность получения МПМО низкого и высокого давления в одном аппарате.

Объекты и методы исследования. Сравнительный анализ конструкций зарубежной техники проводили аналитическим методом. Давление прессования по зонам сепарации отечественного пресса определяли расчетным методом.

Объект исследования: пресс механической обвалки У-800 производительностью от 800 кг/ч до 1200 кг/ч по готовому продукту (рисунок 1).

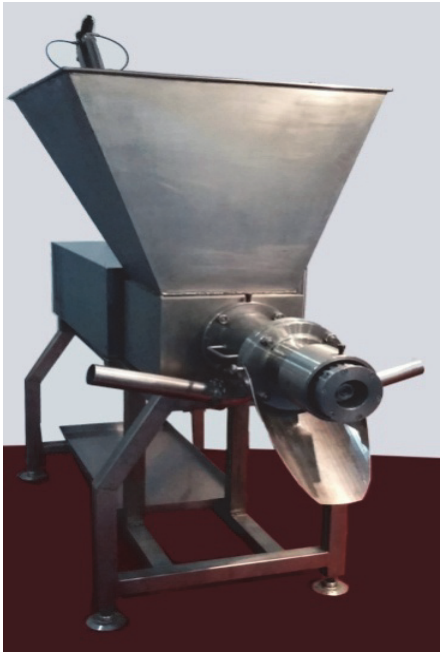


Рисунок 1 – Пресс механической обвалки Уникон У-800

Результаты исследований. Разработка отечественного пресса осуществлялась совместно с компанией «Уникон» на базе практических, экспериментальных и расчетных данных, полученных ранее [3], согласно которым при использовании сепарирующей гильзы с отверстиями сепарации 1,2 мм давление по длине сепарации изменяется по синусоиде до 120 МПа (верхний предел) (рисунок 2).

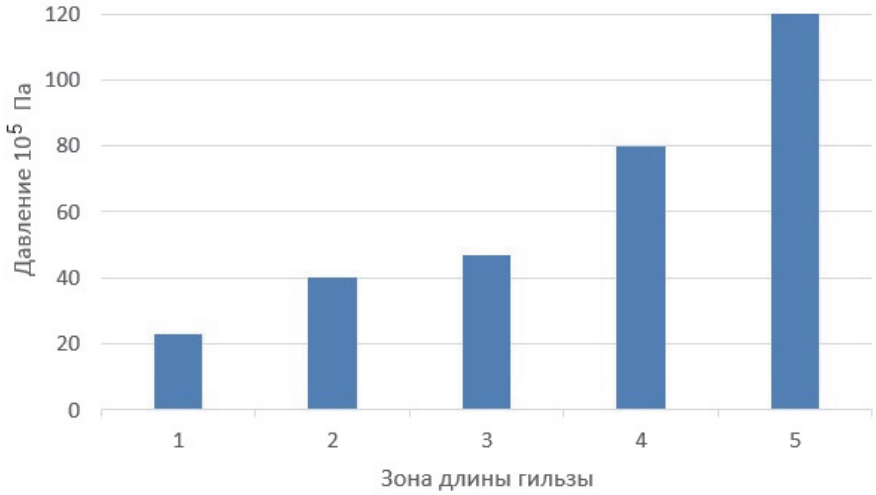


Рисунок 2 – Гистограмма давления прессования (диаметр отверстий 1,2 мм)

Параллельно исследовали содержание костных включений и кальция в МПМО по зонам длины сепарирующей гильзы [2]. Оказалось, что их значения коррелируют с кривой давления

(рисунок 3). Установлено, что в последней зоне содержание кальция увеличивается в 10,7 раз, что указывает на возможность получения МПМО высокого качества в первых зонах гильзы, а также на необходимость снижения давления в конце сепарации.

Рисунок 3 – Изменение массовой доли кальция и костных включений по зонам

В связи с чем для увеличения производительности и качественного выхода МПМО целесообразно изготавливать комбинированные гильзы с крупными отверстиями – на входе сырья и мелкими – на выходе.

Выводы:

Приведенные данные показывают перспективность создания и исследований работы многозонного фильтра (гильзы) на прессе механической обвалки с целью разработки нового оборудования, позволяющего получать на одном прессе МПМО двух фракций: высокого качества при низком давлении прессования и традиционного качества при высоком давлении прессования. В связи с этим планируется проведение дальнейшей работы по изучению работы многозонного фильтра и оптимизации параметров процесса механической обвалки на вновь разрабатываемом оборудовании для улучшения качества МПМО с возможным увеличением выхода из первоначального сырья.

Список использованных источников

1. ГОСТ 31490-2012. Мясо птицы механической обвалки. Технические условия. [Текст].– Введ. 2013-07-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 12 с.

2. ГОСТ 53599-2009 «Продукты переработки мяса птицы. Метод определения массовой доли кальция, размеров и доли костных включений [Текст]. – Введ. 01.01.2011. – М.: Стандартинформ, 2010. – 13 с.

3. Абалдова В.А. Влияние диаметра отверстий сепарации импортных прессов на качество мяса механической обвалки/В.А.Абалдова, В.В.Коренев // «Птица и птицепродукты». – 2013. – № 3, С. 66–68.

4. Остроух А.С., Абалдова В.А. Расчет производительности шнековых прессов механической обвалки с учетом противодавления. Теория и практика переработки мяса. 2016;1(3):66–80. https://doi.org/10.21323/2414-438X-2016-1-3-66-80

References

1. GOST 31490-2012. Myaso ptitsy mekhanicheskoy obvalki. Tekhnicheskiye usloviya. [Tekst]. – Vved. 2013-07-01. – M.: Standartinform, 2014. – 12s.

2. GOST 53599-2009 «Produkty pererabotki myasa ptitsy. Metod opredeleniya massovoy doli kal'tsiya, razmerov i doli kostnykh vklyucheniy [Tekst]. – Vved. 01.01.2011. – M.: Standartinform, 2010. – 13 s.

3. Abaldova V.A. Vliyaniye diametra otverstiy separatsii importnykh pressov na kachestvo myasa mekhanicheskoy obvalki/V.A.Abaldova, V.V.Korenev // «Ptitsa i ptitseprodukty». – 2013. – №3, S. 66–68.

4. Ostroukh A.S., Abaldova V.A. Calculation of performance for mechanical deboning screw presses considering counterpressure. Theory and practice of meat processing. 2016;1(3):66–80. https://doi.org/10.21323/2414-438X-2016-1-3-66-80

УДК 577.112:57.083.32:637.5

БЕЛКИ-АЛЛЕРГЕНЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ОБЗОР АСПЕКТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ И БЕЗОПАСНОСТИ

Авторы: Крюченко Е.В., Кузлякина Ю.А., к.т.н.
Научный руководитель: Чернуха И.М. – чл.-корр. РАН, д.т.н., профессор
ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва, e-mail: st@fncps.ru

ALLERGENIC PROTEINS USED IN THE MEAT INDUSTRY: A REVIEW OF ASPECTS OF TECHNOLOGICAL APPLICATION AND SAFETY

Authors: Kryuchenko E.V., Kuzlyakina Yu.A., Ph.D.
Scientific adviser: Chernukha I.M., Corresponding Member to the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor
V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Moscow, e-mail: st@fncps.ru

Ключевые слова: мясная продукция, белки-аллергены, растительные белки, животные белки, специи.

Keywords: meat products, allergen proteins, vegetable proteins, animal proteins, spices.

Аннотация: В последнее десятилетие пищевая аллергия стала серьезной проблемой как в России, так и в странах Европы. Количество людей с пищевой гиперчувствительностью, а именно с пищевыми аллергиями растет каждый год. Важное значение на сегодняшний день имеет защита людей, страдающих пищевыми аллергиями, от случайного непреднамеренного употребления продуктов, содержащих ингредиенты, способные вызывать аллергические реакции.

В мясной промышленности при производстве продукции используется широкий ряд белоксодержащих добавок, способных вызывать тяжелые аллергические реакции. Как правило, это бобовые (соя, горох, бобы), белки яйца, молочное сырье и препараты на его основе, злаковые культуры, содержащие глютен (пшеница, рожь, ячмень и овес), а также специи (сельдерей и горчица). Эти добавки обладают специфическими технологическими свойствами: помогают создать текстуру, вкусовой профиль, влияют на пищевую ценность готового продукта.

В настоящей публикации представлено описание наиболее распространенных в мясной промышленности добавок, таких как растительные белки (орехи, соевый и глютеновый белки), животные белки (молоко и яичные белки), специи (сельдерей, горчица) и других, которые могут вызывать серьезные аллергические реакции у чувствительных потребителей.

Abstract: Food allergies have become a serious problem both in Russia and in Europe in the recent decade. The number of people with food hypersensitivity, namely food allergies, is growing every year. Today, it is important to protect people with food allergies from accidentally inadvertently consuming foods that contain ingredients that can cause allergic reactions.

There are a wide range of protein-containing additives in the meat industry, that can cause severe allergic reactions are used in the manufacture of products. As a rule, these are legumes (soy, peas, beans), egg proteins, milk raw materials and preparations based on it, cereals containing gluten (wheat, rye, barley and oats), as well as spices (celery and mustard). These additives possess specific technological properties: they help to create texture, taste profile, affect the nutritional value of the finished product.

This publication describes the most common additives in the meat industry, such as vegetable proteins (nuts, soy and gluten proteins), animal proteins (milk and egg whites), spices (celery, mustard) and others, which can cause serious allergic reactions in sensitive consumers.

Введение. Обработанные мясные продукты обычно представляют собой сложные композиции, которые содержат не только мясо, жир и воду, но также и широкий спектр других ингредиентов. Обычно это: соль, фосфаты, растительные белки (соя, пшеничная мука) и животные белки (яичный белок, молочный белок, плазма крови), гидроколлоиды (желатин, каррагинан, крахмал, декстрины, камедь, пектины, целлюлоза), клетчатка, трансглутаминаза, специи. Некоторые из этих веществ добавляются целенаправленно из-за их технологических функций, таких как конденсация, гелеобразование, эмульгирование и т.д., пищевой ценности или органолептических харакетристик. Общее введение добавок в мясной продукт также направлено на снижение производственных затрат.

Добавки также могут быть внесены в продукт непреднамеренно, в случае если на производстве не внедрены или же не поддерживаются процедуры Надлежащей производственной практики (GMP) или Надлежащей гигиенической практики (GHP). Некоторые из этих добавок относятся к группе продуктов, которые могут вызывать пищевые аллергические реакции. Учитывая данный фактор, в ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова проводятся исследования по управлению аллергенами в мясной промышленности.

Для того чтобы исключить непреднамеренное попадание аллергенов в мясную продукцию, прежде всего, необходимо знать какие белки вызывают аллергические реакции. Ниже приведен обзор аспектов технологического применения и безопасности наиболее распространенных в мясной промышленности аллергенных белков.

Объекты исследования: белки-аллергены, применяемые при производстве мясной продукции.

Результаты исследований. В настоящее время до 6 % населения Европы страдает от пищевой аллергии. По данным Института иммунологии Федерального медико-биологического агентства (ФМБА) от 13 % до 35 % россиян страдают различными видами аллергических заболеваний, причем наиболее подвержены аллергии люди, находящиеся в стрессовых условиях.

В соответствии с Регламентом № 1169/2011 Европейского парламента и Совета Европейского Союза от 25 октября 2011 года [2] и Директивой Комиссии 2007/68/ЕС [3], маркировка пищевых продуктов, содержащих ингредиенты, способные стать причиной пищевой аллергии или пищевой непереносимости, должна включать указание в составе наименования аллергенных ингредиентов, выделенное таким образом, чтобы их можно было четко отличить от остального списка ингредиентов, например, посредством шрифта или стиля. Эта информация должна быть разборчивой для потребителя. Среди 14 основных белковых веществ или продуктов, вызывающих пищевую аллергию или пищевую непереносимость, включенных в Приложение II вышеупомянутого Регламента ЕС, наиболее распространенными при производстве мясных продуктов являются соевые бобы, люпин, сельдерей, горчица, злаки, содержащие глютен, яйца и молоко, а также продукты их переработки. В отношении маркировки мясной продукции, производитель также обязан предоставить информацию о наличии белков в продукте и их происхождении, то есть виде животных, от которых они получены и типе белка (молочный белок, коллагеновый белок и т.д.).

В России перечень наиболее распространенных пищевых аллергенов, употребление которых может вызвать аллергические реакции или противопоказано при отдельных видах заболеваний, указан в Техническом регламенте Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТР ТС 022/2011). Кроме того, в соответствии с требованиями ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» компоненты, способные вызвать аллергические реакции, указываются в составе пищевой продукции независимо от их количества [4]. Данные меры направлены на обеспечение своевременного информирования потребителей, страдающих пищевыми аллергиями, для правильного составления рациона.

Всемирной организацией здравоохранения и подкомитетом по номенклатуре аллергенов Международного союза иммунологических обществ была разработана систематическая номенклатура аллергенов и создана унифицированная база данных известных аллергенных белков (www.allergen.org). Молекулам аллергенов дают наименование в зависимости от латинского названия биологического рода и вида их источника (например, Phl p происходит от Phleumpratense – тимофеевка луговая), а цифрами обозначают разные аллергены из одного и того же источника (Phl p 1, Phl p 2 и т.д.), их присваивают по порядку обнаружения этих аллергенов. Молекулы аллергенов классифицируются по семействам белков в зависимости от их структуры и биологической функции.

Ввиду растущих ожиданий рынка в отношении обеспечения потребителей безопасными продуктами питания и растущей с каждым годом проблемы распространения пищевых аллергий, предотвращение попадания на рынок продуктов питания, имеющих в своем составе аллергены, не заявленные в маркировке, является ключевой задачей.

Растительные белки занимают важное место в мясной промышленности из-за их высоких функциональных свойств, положительного влияния на органолептические особенности и биологические характеристики мясного продукта.

Во всем мире, источниками растительного белка являются: 26 % пшеница, 18 % кукуруза, 15 % рис, 15 % соя и 26 % другие растения. Наибольшее распространение в производстве мясных продуктов получили соевые и пшеничные белки.

В мясной промышленности используются препараты сои (Glycinemax) в форме соевой муки, соевых концентратов и изолятов, а также текстурированной сои. Эти добавки желатинируют, эмульгируют и стабилизируют структуру конечного продукта, увеличивая способность удерживать влагу. С точки зрения пищевой ценности они являются источником полноценного белка. Их также можно использовать в качестве заменителя жира, уменьшая количество калорий в конечном продукте. Соя богата витаминами, особенно B и E, а также минералами, такими как кальций, магний и железо. Однако, несмотря на полезные свойства сои, в некоторых странах введено ограничение на максимально допустимое содержание сои в мясных продуктах. В Испании количество сои не может превышать 30 г/кг (сухой вес) готового продукта [5]. Согласно португальскому законодательству, сосиски не могут содержать более 50 г / кг сои [6].

Основными белками сои, ответственными за аллергические реакции, являются запасающие белки Gly m Bd 30K (ранее 30 кДаGly m 1), глицинин, бета-конглицинин, а также профилин, ингибитор куниц-трипсина, Gly m 1, Gly m 2 и Bet v 1 [7].

Зерновые, то есть мука из зерновых, обычно используют в качестве добавок в мясной промышленности. Белки пшеничной (Triticum L.) муки являются отличным связующим и наполнителем мясных продуктов, поскольку они содержат глютен, который взаимодействует с водой и образует пространственную структуру, которая придает конечному продукту эластичность и пластичность, что естественным образом влияет на сочность и эффективность конечного продукта. Однако потребление даже минимального количества глютена может вызывать различные клинические симптомы, например, крапивницу, диарею или даже анафилактический шок у людей, которые не переносят это вещество. Кроме того, люди, страдающие целиакией, обязательно должны избегать пищи, содержащей глютен. У маленьких детей негативная реакция организма на пшеницу возникает во время начала прикорма, когда ребенок узнает вкус новой пищи. Обычно она проявляется после первого употребления каши (хотя причиной развития заболевания может быть не только глютен, но и неправильно выбранная схема прикорма; крахмал, содержащийся в крупе; наследственная предрасположенность; слабый иммунитет; выявленные или скрытые заболевания; недостаток пищеварительных ферментов).

В соответствии с постановлением Европейского парламента № 41/2009 [8], продукт считается свободным от глютена, если в нем содержится менее 0,02 г / кг этого белка.

Сельдерей (Apiumgraveolens) добавляют в мясные и субпродукты или готовые к употреблению мясные блюда из-за его уникального вкуса. Однако он содержит вещества, такие как Bet-v-1-гомологичный Api g 1, профилин (Api g 4), Api g 5, которые могут вызывать острые аллергические реакции [7].

Горчица – еще одна специя, которая обычно добавляется в мясные продукты, потому что она усиливает вкус. В белой горчице (Sinapisalba L.) в качестве аллергенных белков выступают альбумин Sin a 1 и глобулин Sin a 2, а в бурой горчице (Brassicajuncea) основным аллергеном является Bra j 1, классифицируемый как альбумин [9]. Аллергены в горчице термостойки и устойчивы к ферментам. Предполагается, что до 7 % пищевых аллергий может быть вызвано горчицей. Аллергия на горчицу особенно распространена во Франции, вероятно, из-за высокого потребления горчицы в этой стране.

Стоит отметить, что производство некоторых мясных продуктов бывает невозможным без применения аллергенных белков животного происхождения, таких как, белки коровьего молока и яичные белки.

Молочные и яичные белки также входят в группу продуктов, которые чаще всего ответственны за возникновение аллергических реакций у потребителей.

Молочные белки, добавляемые в мясные продукты, улучшают их сочность и текстуру и тонко влияют на вкусовой профиль готового продукта. Основными аллергенными компонентами коровьего молока являются казеины и сывороточные белки, такие как альфа-лактальбумин, бета-лактоглобулин, бычий сывороточный альбумин, иммуноглобулин и лактоферрин.

Благодаря гелеобразующим, эмульгирующим и стабилизирующим свойствам яичных компонентов они влияют на консистенцию конечного продукта. В яичном белке чаще всего аллергические реакции вызывают овомукоид, овальбумин, овотрансферрин, лизоцим, а также в яичном желтке альфа-ливтин(Gal d 5) и YGP42 (Gal d 6) [9]. Аллергия из-за этих пищевых ингредиентов чаще встречается у детей, чем у взрослых.

Выше уже было отмечено, что аллергенсодержащие белки могут входить в состав основного сырья; входить в состав добавок и специй; попадать в готовый продукт в результате контаминации. При этом, контаминация может быть перекрестной и скрытой. В случае перекрестной контаминации производитель, зная, что на его производстве выпускается продукция и с аллергенсодержащими белками, выносит на этикетку предупреждение, например, «…может содержать...» и указывает аллергены, небольшие количества которых могут попасть в продукт.

В случае скрытой контаминации производитель может не знать, что в каком-либо им используемом ингредиенте или комплексной добавке содержится аллерген.

В обоих случаях производителю необходимо контролировать риск попадания аллергенов в пищевой продукт на этапе его производства.

Чем больше производитель знает об опасности аллергенов для здоровья человека, тем более серьезно он будет относиться к мониторингу их наличия. С этой целью, например, Британское Агентство по стандартизации пищевой продукции (Foodstandardagency) в 2006 году издало и распространило среди производителей информацию о значении контроля аллергенов, а в 2008 году Агенство провело анализ эффективности этой информации. В результате более 53 % всех производителей были знакомы с этой информацией. Примечательно, что среди крупного бизнеса (250 сотрудников и более) доля компаний, знакомых с разосланной Агенством информацией достигало 83 % по сравнению с осведомленностью малых (до 20 сотрудников) предприятий. Разосланная Агенством информация стала стимулом к дальнейшему обучению. Так, 76 % компаний из тех, кто ознакомился с информацией Агентства, провели у себя дополнительные обучения сотрудников управлению аллергенами [10].

Выводы:

В последние годы отмечается рост заболеваемости пищевой аллергией. Актуальность проблемы признана специалистами в области аллергологии во всех странах мира. Для потребителей, страдающих аллергическими реакциями важно, чтобы на маркировке продукции, в том числе мясной, была указана достоверная информация о наличии аллергенов. В мясной промышленности используется широкий спектр функциональных добавок, которые могут положительно влиять на качество конечного продукта, если их количество не превышает предельно допустимую норму. Однако обычно используемые функциональные добавки являются источником основных пищевых аллергенов, то есть белков бобовых, молока, яиц, сельдерея и белков глютена. Поэтому важно, чтобы потребители были проинформированы о содержании аллергенов в мясной продукции. Не менее важно, чтобы производитель знал всю информацию о риске аллергенов для здоровья потребителя и организовал надлежащую процедуру управления аллергенами с регулярной оценкой ее эффективности. Приведенный в данной статье обзор наиболее распространенных в мясной промышленности аллергенных белков, аспектов их технологического применения и безопасности будет полезен для производителей мясной продукции при внедрении в практику основных мер контроля в отношении аллергенсодержащей продукции. Данные, приведенные в настоящей статье, были использованы при разработке проекта первой редакции национального стандарта ГОСТ Р «Промышленность мясная Порядок разработки программы управления аллергенами».

Список использованных источников

1. Лисицын А.Б, Чернуха И.М., Лунина О.И. Пищевая гиперчувствительность и продукты из сырья животного происхождения. Теория и практика переработки мяса, 2(2): 23–36 (2017). DOI: 10.21323/2414-438X-2017-2-2-23-36

2. Regulation No. 1169/2011 of the European Parliament and the Council of 25 October 2011 on the provision of food to consumers. Official Journal of the European Union, L 304/18 – L304/63 (2011).

3. Commission Directive 2007/68/EC of 27 November 2007 amending Annex IIIa to Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council as regards certain food ingredients. Official Journal of the European Union, L310/11-L310/14 (2007).

4. Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТР ТС 022/2011)

5. Castro F., García M.C., Rodríguez R., Rodríguez J., Marina M.L., Determination of soybean proteins in commercial heat-processed meat products prepared with chicken, beef or complex mixtures of meats from different species. Food Chemistry,100(2): 468–476 (2007).

6. Soares S., Amaral J.S., Oliveira M.B.P., Mafra I., Quantitative detection of soybean in meat products by a TaqMan real-time PCR assay. Meat Science,98(1): 41–46 (2014).

7. Besler M., Steinhart H., Paschke A., Stability of food allergens and allergenicity of processed foods. Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications,756(1): 207–228 (2001).

8. Regulation No. 41/2009 of the European Parliament and the Council of 20 January 2009 concerning the composition and labelling of foodstuff suitable for people intolerant to gluten. Official Journal of the European Union, L 16/3 – L 16/5 (2009).

9. EFSA (European Food Safety Authority). Scientific opinion on the evaluation of allergenic food ingredients for labelling purposes.The EFSA Journal, 12: 11, 1–286, 3894 (2014).

10. Guidance on Allergen Management and Consumer Information. Evaluation Research – Food standard agency publications, UK, 97 (2008).

References:

1. Lisitsyn A.B., Chernukha I.M., Lunina O.I. Food hypersensitivity and products of animal origin resourses. Theory and practice of meat processing, 2(2):23–36 (2017). DOI: 10.21323/2414-438X-2017-2-2-23-36

2. Regulation No. 1169/2011 of the European Parliament and the Council of 25 October 2011 on the provision of food to consumers. Official Journal of the European Union, L 304/18 – L304/63 (2011).

3. Commission Directive 2007/68/EC of 27 November 2007 amending Annex IIIa to Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council as regards certain food ingredients. OfficialJournaloftheEuropeanUnion, L310/11-L310/14 (2007).

4. Technical regulation of the Customs Union «Food products in terms of their labeling»

5. Castro F., García M.C., Rodríguez R., Rodríguez J., Marina M.L., Determination of soybean proteins in commercial heat-processed meat products prepared with chicken, beef or complex mixtures of meats from different species. Food Chemistry, 100(2): 468–476 (2007).

6. Soares S., Amaral J.S., Oliveira M.B.P., Mafra I., Quantitative detection of soybean in meat products by a TaqMan real-time PCR assay. Meat Science, 98(1): 41–46 (2014).

7. Besler M., Steinhart H., Paschke A., Stability of food allergens and allergenicity of processed foods. Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications, 756(1): 207–228 (2001).

8. Regulation No. 41/2009 of the European Parliament and the Council of 20 January 2009 concerning the composition and labelling of foodstuff suitable for people intolerant to gluten. Official Journal of the European Union, L 16/3 – L 16/5 (2009).

9. EFSA (European Food Safety Authority). Scientific opinion on the evaluation of allergenic food ingredients for labelling purposes.The EFSA Journal, 12, 11: 1–286, 3894 (2014).

10. Guidance on Allergen Management and Consumer Information. Evaluation Research – Food standard agency publications, UK, 97 (2008).

УДК 664.22/.27:29

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ СТЕПЕНИ РЕЗИСТЕНТНОСТИ КРАХМАЛОВ

Авторы: Кузина Л.Б. – аспирант 1-ого года обучения ВНИИ крахмалопродуктов, e-mail: kulibo.kavai@yandex.ru
Родионова А.В. – магистр 1 курс РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, e-mail: nastya.rodi123@yandex.ru
Научные руководители: Лукин Н.Д. – д-р техн. наук, профессор, e-mail: vniik@arrisp.ru,
Коптелова Е.К. – канд. техн. наук, e-mail: koptelova.vniik@mail.ru
ВНИИ крахмалопродуктов – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Москва, Россия

METHODS FOR DETERMINING AND INCREASING THE STABILITY OF STARCH RESISTANCE

Authors: Lidia B. Kuzina, RRSI of starch products 1st year-graduate student, kulibo.kavai@yandex.ru
Anastasia V. Rodionova, 1st year-master of RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev, nastya.rodi123@yandex.ru
Nikolai D. Lukin – doctor of technical sciences, professor, vniik@arrisp.ru,
Evgenia K. Koptelova – candidate of technical sciences, koptelova.vniik@mail.ru
RRSI of starch products – Gorbatov Research Center of Food Systems department RAS, Moscow, Russia

Ключевые слова: степень резистентности (СР), резистентный крахмал (РК), модифицированный крахмал (МК), панкреатическая α-амилаза, α-амилоглюкозидаза, ферментативный гидролиз, глюкоза, мальтоза, высокомолекулярные соединения (ВМС), амилоза.

Keywords: resistance degree (RD), resistant starch (RS), modified starch (MS), enzymatic hydrolysis, pancreatic α-amylase, α-amyloglucosidase, glucose, maltose, high-molecular compounds, amylose.

Аннотация: резистентность крахмала – способность противостоять гидролизу под действием амилолитических ферментов пищеварительного тракта человека. Изучались существующие зарубежные методики определения СР крахмалов и, на основе проанализированной информации, велась разработка первого отечественного метода. В ходе работы установлены: время и температура инкубаций образцов – 1 час при 37 °С и 1,5 часа при 50 °С, также подобраны ферменты: панкреатическая α-амилаза и α-амилоглюкозидаза. СР рассчитывалась по содержанию глюкозы в фильтрате и осадке после ферментативного гидролиза. Углеводный состав клейстеров (высокомолекулярные соединения, мальтоза, глюкоза) определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Проведена статистическая обработка и корреляционный анализ полученных данных, проверена повторяемость результатов. Также исследовались методы повышения СР физико-химическими (с использованием триметафосфата натрия) и физическими путями (пропускание через вальцовую сушилку, охлаждение в течение 24 часов при +4 °С). Выявлено, что наиболее устойчивыми крахалами являются картофельный нативный, а наименее – тритикалевый и картофельный амилопектиновый, а также модификации значительно, а охлаждение незначительно повышают СР.

Abstract: starch resistance – the ability to withstand hydrolysis by amylolytic enzymes in the human digestive tract. Existing foreign methods for the starches RD determination were studied, based on the analyzed information, the first domestic method was developed. In the course of the work, the following was established: the incubation time and temperature of the samples – 1 h with 37 °C and 1,5 h with 50 °C, and selected the following enzymes: pancreatic α-amylase and α-amyloglucosidase. RD was calculated by the glucose content in the filtrate and sediment after enzymatic hydrolysis. The pastes carbohydrate composition (high molecular compounds, maltose, glucose) was determined by high performance liquid chromatography (HPLC). The data statistical processing and correlation analysis were carried out, the results repeatability was checked. RD increasing by physicochemical (using sodium trimetaphosphate) and physical methods (passing through a roller dryer, cooling for 24 h with +4 °C). It was revealed that the most resistant starches are potato native, and the least – triticale and potato amylopectin, as well as modifications significantly, and cooling slightly increase the RD.

Введение. В последние годы появилось множество научных публикаций и сообщений в интернете по методам исследования и технологии получения РК, которые интересуют многих ученых и практиков, занимающихся проблемой здорового питания человечества [1–5].

Резистентный крахмал – крахмал, способный противостоять ферментативному гидролизу в ЖКТ человека, благодаря соотношению амилоза/амилопектин, типу кристалличности, размеру гранул, взаимодействию крахмал-белок, образованию комплексов амилоза-липид, проценту ретроградированного крахмала [6]. По сообщению European Commission энергетическая ценность РК составляет 2 ккал/г, для сравнения 3,44 ккал/г – у пшеничного, 3,57 ккал/г – у картофельного, 3,81 ккал/г – у кукурузного крахмалов [7].

Добавление РК в рацион питания человека приводит к увеличению количества лактобацилл и бифидобактерий [8–10]. Резистентный крахмал положительно влияет на функционирование пищеварительного тракта, микробную флору, уровень холестерина в крови, гликемический индекс, снижает риск развития рака кишечника, способствует контролю диабета [11–13]. РК является перспективным пищевым сырьем для создания продуктов лечебного и профилактического назначения [14].

Существуют 5 типов резистентного крахмала:

– $РК_1$ – крахмал, недоступный для пищеварительных ферментов из-за физических барьеров, образованных клеточными стенками и белковыми матрицами; менее устойчив к пищеварению по сравнению с другими видами [15];

– $РК_2$ – сырой (нативный) крахмал некоторых видов растений: картофеля, зеленых бананов, а также высокоамилозные кукурузные и гороховые крахмалы; защищен от пищеварения благодаря своей кристаллической структуре (В-полиморф молекул крахмала – спиральные амилозные цепи упорядочены, выровнены) [16];

– $РК_3$ – ретроградированный крахмал в форме нерастворимого в воде крахмального клейстера полукристаллической структуры; длинноразветвленные цепи амилопектина образуют двойные спирали, которые не могут гидролизоваться пищеварительными ферментами; содержится в обработанных и охлажденных продуктах – испеченном хлебе, кукурузных хлопьях, отваренном картофеле, макаронных изделиях [4];

– $РК_4$ – химически и физически модифицированные крахмалы (экструзионные, сшитые, этерифицированные) [15].

– $РК_5$ – представлен как два разных компонента: первый включает амилозо-липидные комплексы, которые либо образуются во время обработки пищи и реформируются после приготовления, либо могут создаваться искусственно и применяться как добавки к пище; второй компонент – устойчивый мальтодекстрин, который используется для перестройки молекул крахмала [17–19].

Области применения РК безграничны. Их используют в: хлебобулочных, молочных продуктах, различных закусках, хлопьях для завтрака, пастах, лапше, кондитерских изделиях, мясных продуктах и напитках, а также в фармацевтической промышленности и как альтернативу антибиотикам в прикормах цыплят и поросят [5, 20].

Существует 4 основных пути повышения СР крахмалов и крахмалопродуктов обладающих высокой СР:

1. Физические – основной процедурой являются повторяющиеся циклы нагревания-охлаждения, которые приводят к реорганизации линейных цепей в крахмал с новой структурой, устойчивой к гидролизу пищеварительными ферментами [21, 22];

2. Химические – модификация гранул крахмала путем линеаризации, ацетилирования, фосфорилирования, окисления, гидроксипропилирования, этерификации и комбинаций этих обработок [15, 21, 23] %

3 Биологические (ферментативные) – направлены на разрушение амилопектиновых связей α-1-6-пуллуланазой и изоамилазой, что приводит к перестройке структуры в процессе ретроградации. Другие ферменты, такие как α- и β-амилаза, используется для гидролиза аморфных областей крахмала, образует плотно упакованную кристаллическую структуру [24–25];

4. Генетические – выведение сортов с.-х. сырья с высоким содержанием амилозы и крупными крахмальными гранулами.

В данной работе будем рассматривать только физико-химический и физический способы.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования были нативные крахмалы: кукурузный (из восковидной кукурузы) ГОСТ 32159-2013; картофельный от ООО «Мглинский крахмальный завод» ГОСТ Р 53876-2010; амилопектиновый импортный; тритикалевый гибрида «Бард», урожай 2016 г. ГОСТ Р 52934-2008; пшеничный фирмы «Roquette», Франция по ГОСТ 31935-2012; ржаной и гороховый из муки «Амилон» от отдела ВНИИК «Технологии зерновых крахмалов» – ТУ разрабатывается. Модифицированные крахмалы, полученные в цехе ВНИИК в ноябре 2018 г.: картофельный набухающий дикрахмалфосфат и набухающий кукурузный.

Углеводный состав определяли на жидкостном хроматографе фирмы Bischoff; массовую долю амилозы – йодометрическим методом по ГОСТ ISO 6647-1-2015 (отдел «Технологии зерновых крахмалов»); сухое вещество – по принятой в крахмалопаточном производстве методике (ГОСТ 7698-93); охлаждение образцов до +4 °С – в бытовом холодильнике в течение 24 часов.

Результаты исследований. Были рассмотрены зарубежные методы определения СР крахмалов. В таблице 1 представлены их краткие характеристики и сравнение с разрабатываемой ВНИИ крахмалопродуктов методикой.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики методик определения СР

Методика	Ферменты	Время инкубации образцов	Масса образца	Метод определения
AOAC 2002.02/ Megazyme RS (набор)	Панкреатин+ Амилоглюкозидаза	16 ч при 37 °С	100±5 мг	Содержание глюкозы в осадке, растворяемом 2 М КОН, Спектрометрически
Метод Инглиста	Пепсин – 30 минут, Панктеатин +амилоглюкозидаза +инвертаза – 120 мин	150 мин при 37 °С	700–900 мг по сухому веществу	Количество глюкозы высвобождаемое 120 мин из общего содержания крахмала, Спектрометрически
Панкреатин-гравиметрический Вьетнамский/Акерберга	Панкреатин +пуллуназа (+пережевывание – метод Акерберга)	16 ч при 37 °С	1 г	Разница в весе образца до и после гидролиза, Гравиметрический
Метод Гони	Пепсин – 60 мин при 40 °С Панкреатин 16 ч при 37 °С	17 ч	100 мг	Как Megazyme RS Спектрометрически
Метод ВНИИК	Панкреатическая α-амилаза+ α-амилоглюкозидаза при 37 °С 60 мин, α-амилоглюкозидаза при 50 °С 90 мин	150 мин	1 г по сухому веществу	Хроматографический (ВЭЖХ)
Метод invivo	Карбоксигидраза, липазы, протеазы	1,6–2,4 дня	различны	Пациенты с илеостомией, растворение осадка – 2 М КОН, Спектрометрический

Разрабатываемый во ВНИИК метод определения СР менее трудоемкий и затратный, более надежный и чувствительный. В отличии от вышеперечисленных методов метод ВНИИК наиболее быстрый: время инкубации с ферментами не 16, а 1 и 1,5 часа, что соответствует стандартному времени переваривания пищи в ЖКТ человека. Высокая чувствительность обеспечивается прибором – жидкостным хроматографом, на котором определяют массовую долю глюкозы. Используемые ферменты – амилолитические, так как исследуется сопротивляемость к гидролизу именно крахмала.

В ходе испытаний методики крахмальные клейстеры подвергали ферментативному гидролизу панкреатической α-амилазой (акт. 10 мг/см^3) и α-амилоглюкозидазой (акт. 30 ед/см^3). Инкубировали образцы при температуре 37 °С и 50 °С в течение 1 ч и 1,5 ч. Гидролиз останавливали этиловым спиртом, далее центрифугировали для разделения фильтрата и осадка, осадок растворяли щелочью. По истечении продолжительности инкубации отбирали пробы для измерения массовой доли глюкозы. Определения углеводного состава образцов осуществляли на жидкостном хроматографе (таблица 2).

Таблица 2 – Усредненные данные углеводного состава клейстеров нативных крахмалов

Наименование крахмала	Навеска, г	Влага, %	Амилоза, %	Углеводный состав, %						**СР, %**
				Фильтрата			Осадка			
				ВМС	Маль-тоза	Глю-коза	ВМС	Маль-тоза	Глю-коза	
Кукурузный	1,11	10,4	21,4	9,6	36,86	53,54	1,04	23,07	75,89	10,1
Набухающий кукурузный	1,04	3,8	-	11,98	29,38	48,64	0	21,23	78,76	**18,0**
Картофельный	1,15	13,2	37,8	11,76	46,55	41,69	0,0	26,53	72,97	**16,0**
Картофельный амилопектиновый	1,19	16,28	0,3	13,65	31,65	54,70	0,39	12,60	82,02	**8,2**
Картофельный +ТМФ 1	1,07	6,8	-	10,60	30,63	48,10	2,04	16,89	81,07	**18,0**
Тритикалевый	1,13	11,5	22,6	9,87	29,12	61,0	0,77	19,37	79,85	**8,0**
Пшеничный	1,11	10,4	22	9,73	30,27	59,60	2,41	23,54	74,05	10,4
Ржаной	1,11	10,3	17,5	10,34	31,68	59,24	0,0	27,56	75,44	11,8
Гороховый	1,08	6,6	32,9	6,37	29,36	64,28	0,0	22,89	77,11	**8,4**

Установлено, что чем меньше глюкозы в осадке и фильтрате, тем больше степень резистентности. По результатам исследований видно, что наибольшей степенью резистентности обладают крахмалы: нативный картофельный, картофельный дикрахмалфосфат и набухающий кукурузный крахмал, а наименьшей – тритикалевый и картофельный амилопектиновый (импортный), что подтверждает зависимость СР от размера гранул (у картофельного крахмала они больше, из-за чего он труднее подвергается ферментации) и наличия модификаций.

Существует мнение, что СР крахмалов повышается с охлаждением [4]. Данная гипотеза была проверена с помощью разрабатываемой методики.

Измерения проводились в 10 повторностях для каждого крахмала. Клейстер хранили в холоде (при +4 °С) в течение 24 ч, после повторяли измерения. По итогам проверки методики была проведена математическая обработка результатов и произведен расчет наименьшей существенной разницы (НСР) – такое количество % СР, при превышении которого разница между полученными значениями считается статистически значимой. Результаты представлены в таблице 3.

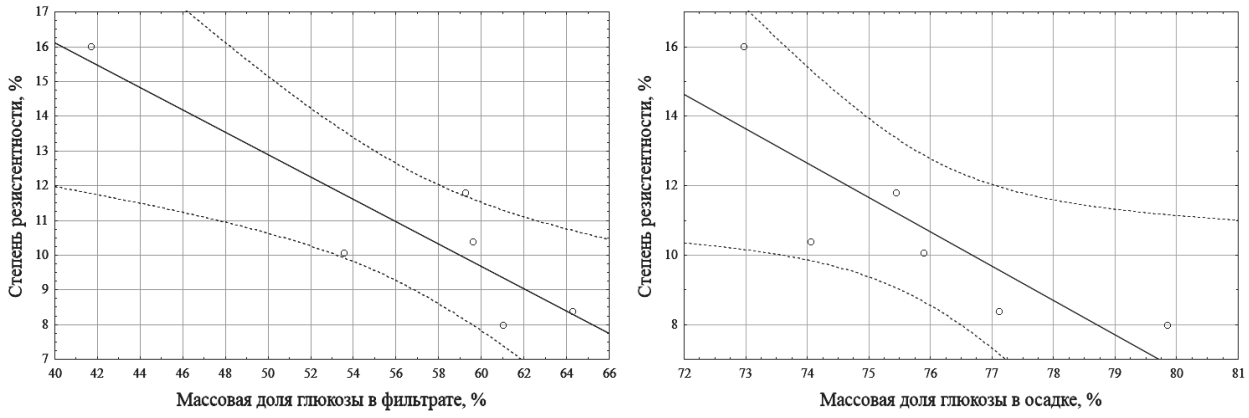
Таблица 3 – Сравнение СР свежего клейстера нативных крахмалов и после 24 ч. хранения при температуре +4 °С

Наименование крахмала	СР свежий клейстер, %	СР после 24 ч. хранения, %	Разница, %	$НСР_{0,05}$, %
Кукурузный	10,65	10,79	0,14	0,2
Картофельный	16,23	17,29	1,06	1,5
Тритикалевый	8,56	9,86	1,3	1,9
Пшеничный	10,42	12,16	1,74	2,5
Ржаной	11,82	11	0,82	1,2
Гороховый	8,4	7,86	0,54	0,8

Установлено, что при меньшей СР результаты получены с наименьшими абсолютными ошибками (0,4–0,7 %), они не превышают точности прибора ±2–4 %. После 24 ч хранения клейстеры стабилизируются, на что указывают коэффициенты вариации (4–10 % низкая вариабельность).

Рассчитанная величина НСР указывает на то, что СР крахмалов повышается незначительно, можно считать, что данные результаты идентичны, то есть охлаждение до +4 °С и последующее хранение статистически незначимо влияет на СР.

Также был проведен корреляционный анализ по критерию Спирмена в программе STATISTICA 10 (при доверительном интервале 0,95). Результаты еще раз подтвердили факты, описанные ранее: чем больше амилозы в крахмале, тем выше СР и чем больше глюкозы в осадке и фильтрате, тем меньше СР крахмала (рисунок 1).



а) б)

Рисунок 1 – Зависимости СР образцов нативных крахмалов от массовой доли:
а) глюкозы в фильтрате (ГЛФ) – Критерий Спирмена = –0,881, СР, % = 28,9778-0,3218ГЛФ;
б) глюкозы в осадке (ГЛО) – Критерий Спирмена = –0,942, СР, % = 85,8582-0,9894ГЛО

Установлено, что СР имеет прямую зависимость не только от содержания амилозы, но и от мальтозы в фильтрате и осадке. Амилоза также коррелирует с мальтозой (прямая зависимость) и глюкозой (обратная зависимость) в осадке.

Выводы:

Наиболее устойчивым из исследованных нативных крахмалов является картофельный, а наименее – тритикалевый и гороховый; физическая модификация кукурузного крахмала повышает СР в 2 раза. Гипотеза повышения СР при охлаждении не подтвердилась – разница значений СР несущественна;

Выполненная математическая обработка в МО Excel указывает, что ошибка среднего по СР не превышает 0,5 %, абсолютная ошибка не более 1,5 %, а относительная – меньше 15 %; полученные результаты экспериментов имеют низкую и среднюю вариабельность, что указывает на хорошую сходимость результатов; проведенный корреляционный анализ по критерию Спирмена в программе STATISTICA 10 показал, что СР имеет значимую обратную зависимость с массовой долей глюкозы в фильтрате (-0,881) и осадке (-0,942).

В данный момент разработанная методика находится на аттестации во ВНИИ метрологии им. Д.И. Менделеева. В ближайшем будущем планируется пополнение базы сведений о СР нативных крахмалов (сорго, рис, ячмень, маниока) и разработка технологии производства высокорезистентных крахмалов.

Список использованных источников

1. Lee, K. Y. Influence of storage temperature and autoclaving cycles on slowly digestible and resistant starch formation from partially debranched rice starch / Lee, K. Y., Lee S., Lee H. G. // Starch – Stärke. – 2013. – 65(7–8). – 694–701.

2. Son Trinh, K. Structure and digestibility of debranched and hydrothermally treated water yam starch / Son Trinh K., Jun Choi S., WhaWoon T. // Starch-Starke. – 2013. – 65. – 679–685.

3. Shi, M. Preparation, physicochemical properties, and in vitro digestibility of cross-linked resistant starch from pea starch / Shi M., Gu F., Wu J., Yu S., Gao Q. // Starch – Stärke. – 65(11–12). – 2013. – 947–953.

4. Sharma, A. Resistant Starch: Physiological Roles and Food Applications / Sharma A., Yadav B.S. // Food Reviews International, Ritika. – 2008. – 24 (2). С. 193–234.

5. Alemu, R. Application of resistant starch in swine and poultry diets with particular reference to gut health and function / Alemu R., Nyachoti C. M. // Animal Nutrition. – 2018. – 3. – 305–310.

6. Leszczynski W. Department of Food Storage and Technology – Wroclaw, Poland. – 2004. – 13/54. – 37–50.

7. Lockyer, S. Health effects of resistant starch / Lockyer S., Nugent A. P. // Nutrition Bulletin. – 2017. – 42(1). – 10–41.

8. Fuentes-Zaragoza, E. Resistant starch as probiotic: A review / Fuentes-Zaragoza E., Sanchez-Zapata E., Sendra E., Saysas E., Navarro C., Fernandes-Lopez J., Peter-Alvares A. // Starch-Starke. – 2011. – 63. – 406–415.

9. Slavin J. Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits // Nutrients. – 2013. – 5(4). – 1417–1435.

10. Zaman, S. A. The potential of resistant starch as a prebiotic / Zaman S. A., Sarbini S. R. // Critical Reviews in Biotechnology. – 2015. – 1–7.

11. Umu, O.C. Resistant starch diet induces change in the swine microbiome and a predominance of beneficial bacterial populations / Umu O.C., Frank J.A., Fangel J.U., Oostindjer M., da Silva C.S., Bolhuis E.J., Bosch G., Willats W.G., Pope P.B., Diep D.B. // Microbiome. – 2015. – 3–16.

12. Young, W. Changes in bowel microbiota induced by feeding weanlings resistant starch stimulate transcriptomic and physiological responses / Young W., Roy N.C., Lee J., Lawley B., Otter D., Henderson G., McCann M.J., Tannock G.W. // Appl. Environ. Microbiol. – 2012. – 78. – 6656–6664.

13. Jyoshna, E. Review of studies on effect of resistant starch supplementation on glucose and insulin / Jyoshna E., Hymavathi Dr. T.V. // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry UGC Approved. – 2017. – 6 (3). – 55–58.

14. Nissar, J., Resistant Starch – Chemistry and Nutritional properties / Nissar J., Ahad T., Naik H.R., Hussain S.Z. // International Journal of Food Science and Nutrition. – 2017. – 2 (6). – 95–108.

15. Khoozani, A.A. Resistant Starch Preparation Methods / Khoozani A.A., Birch J., Bekhit E.-D.A. // Reference Module in Food Science. – 2018. doi:10.1016/b978-0-08-100596-5.22491-8.

16. Shi, Y.-C. Structural Features of Resistant Starch / Shi Y.-C., Jeffcoat R. // Advanced Dietary Fibre Technology. – 2009. – 430–439.

17. Hasjim, J. Novel Applications of Amylose-Lipid Complex as Resistant Starch Type 5 / Hasjim J., Ai Y., Jane J. // Resistant Starch. – 2013. – 79–94.

18. Lau, E. Effect of fat type in baked bread on amylose–lipid complex formation and glycaemic response / Lau E., Zhou W., Henry C.J. // British Journal of Nutrition. – 2016. – 115(12). – 2122–2129.

19. Goderis, B. The Structure and Thermal Stability of Amylose-Lipid Complexes: A Case Study on Amylose–Glycerol Monostearate / Goderis B., Putseys J.A., Gommes C.J., Bosmans G.M., Delcour J.A. // Crystal Growth & Design. – 2014. – 14(7). – 3221–3233.

20. Shi, Y.-C. Resistant Starch: Sources, Applications and Health Benefits / Shi Y.-C., Maningat C.C. // Willey. – 2013. – 287

21. Sarawong, C. Effect of extrusion cooking on the physicochemical properties, resistant starch, phenolic content and antioxidant capacities of green banana flour / Sarawong C., Schoenlechner R., Sekiguchi K., Berghofer E., Ng P.K.W. // Food Chemistry. – 2014. – 143. – 33–39.

22. Sofi, S.A. Resistant starch as functional ingredient: A review / Sofi S.A., Ayoub A., Jan A. // International Journal of Food Science and Nutrition. – 2017. – 2 (6). – 195–199.

23. Juansang, J. Effect of gelatinisation on slowly digestible starch and resistant starch of heat-moisture treated and chemically modified canna starches / Juansang J., Puttanlek C., Rungsardthong V., Puncha-arnon S., Uttapap D. // Food Chemistry. – 2012. – 131(2). – 500–507.

24. Reddy, C.K. Physico-chemical and functional properties of Resistant starch prepared from red kidney beans (Phaseolus vulgaris.L) starch by enzymatic method / Reddy C. K., Suriya M., Haripriya S. // Carbohydrate Polymers. – 2013. – 95(1). – 220–226.

25. Cai, L. Structure and digestibility of crystalline short-chain amylose from debranched waxy wheat, waxy maize, and waxy potato starches / Cai L., Shi Y.-C. // Carbohydrate Polymers. – 2010. – 79(4). – 1117–1123.

References

1. Lee, K. Y. Influence of storage temperature and autoclaving cycles on slowly digestible and resistant starch formation from partially debranched rice starch / Lee, K. Y., Lee S., Lee H. G. // Starch – Stärke. – 2013. – 65(7–8). – 694–701.

2. Son Trinh, K. Structure and digestibility of debranched and hydrothermally treated water yam starch / Son Trinh K., Jun Choi S., WhaWoon T. // Starch-Starke. – 2013. – 65. – 679–685.

3. Shi, M. Preparation, physicochemical properties, and in vitro digestibility of cross-linked resistant starch from pea starch / Shi M., Gu F., Wu J., Yu S., Gao Q. // Starch – Stärke. – 65(11–12). – 2013. – 947–953.

4. Sharma, A. Resistant Starch: Physiological Roles and Food Applications / Sharma A., Yadav B.S. // Food Reviews International, Ritika. – 2008. – 24 (2). С. 193–234.

5. Alemu, R. Application of resistant starch in swine and poultry diets with particular reference to gut health and function / Alemu R., Nyachoti C. M. // Animal Nutrition. – 2018. – 3. – 305–310.

6. Leszczynski W. Department of Food Storage and Technology – Wroclaw, Poland. – 2004. – 13/54. – 37–50.

7. Lockyer, S. Health effects of resistant starch / Lockyer S., Nugent A. P. // Nutrition Bulletin. – 2017. – 42(1). – 10–41.

8. Fuentes-Zaragoza, E. Resistant starch as probiotic: A review / Fuentes-Zaragoza E., Sanchez-Zapata E., Sendra E., Saysas E., Navarro C., Fernandes-Lopez J., Peter-Alvares A. // Starch-Starke. – 2011. – 63. – 406–415.

9. Slavin J. Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits // Nutrients. – 2013. – 5(4). – 1417–1435.

10. Zaman, S. A. The potential of resistant starch as a prebiotic / Zaman S. A., Sarbini S. R. // Critical Reviews in Biotechnology. – 2015. – 1–7.

11. Umu, O.C. Resistant starch diet induces change in the swine microbiome and a predominance of beneficial bacterial populations / Umu O.C., Frank J.A., Fangel J.U., Oostindjer M., da Silva C.S., Bolhuis E.J., Bosch G., Willats W.G., Pope P.B., Diep D.B. // Microbiome. – 2015. – 3–16.

12. Young, W. Changes in bowel microbiota induced by feeding weanlings resistant starch stimulate transcriptomic and physiological responses / Young W., Roy N.C., Lee J., Lawley B., Otter D., Henderson G., McCann M.J., Tannock G.W. // Appl. Environ. Microbiol. – 2012. – 78. – 6656–6664.

13. Jyoshna, E. Review of studies on effect of resistant starch supplementation on glucose and insulin / Jyoshna E., Hymavathi Dr. T.V. // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry UGC Approved. – 2017. – 6 (3). – 55–58.

14. Nissar, J., Resistant Starch – Chemistry and Nutritional properties / Nissar J., Ahad T., Naik H.R., Hussain S.Z. // International Journal of Food Science and Nutrition. – 2017. – 2 (6). – 95–108.

15. Khoozani, A.A. Resistant Starch Preparation Methods / Khoozani A.A., Birch J., Bekhit E.-D.A. // Reference Module in Food Science. – 2018. doi:10.1016/b978-0-08-100596-5.22491-8.

16. Shi, Y.-C. Structural Features of Resistant Starch / Shi Y.-C., Jeffcoat R. // Advanced Dietary Fibre Technology. – 2009. – 430–439.

17. Hasjim, J. Novel Applications of Amylose-Lipid Complex as Resistant Starch Type 5 / Hasjim J., Ai Y., Jane J. // Resistant Starch. – 2013. – 79–94.

18. Lau, E. Effect of fat type in baked bread on amylose–lipid complex formation and glycaemic response / Lau E., Zhou W., Henry C.J. // British Journal of Nutrition. – 2016. – 115(12). – 2122–2129.

19. Goderis, B. The Structure and Thermal Stability of Amylose-Lipid Complexes: A Case Study on Amylose–Glycerol Monostearate / Goderis B., Putseys J.A., Gommes C.J., Bosmans G.M., Delcour J.A. // Crystal Growth & Design. – 2014. – 14(7). – 3221–3233.

20. Shi, Y.-C. Resistant Starch: Sources, Applications and Health Benefits / Shi Y.-C., Maningat C.C. // Willey. – 2013. – 287

21. Sarawong, C. Effect of extrusion cooking on the physicochemical properties, resistant starch, phenolic content and antioxidant capacities of green banana flour / Sarawong C., Schoenlechner R., Sekiguchi K., Berghofer E., Ng P.K.W. // Food Chemistry. – 2014. – 143. – 33–39.

22. Sofi, S.A. Resistant starch as functional ingredient: A review / Sofi S.A., Ayoub A., Jan A. // International Journal of Food Science and Nutrition. – 2017. – 2 (6). – 195–199.

23. Juansang, J. Effect of gelatinisation on slowly digestible starch and resistant starch of heat-moisture treated and chemically modified canna starches / Juansang J., Puttanlek C., Rungsardthong V., Puncha-arnon S., Uttapap D. // Food Chemistry. – 2012. – 131(2). – 500–507.

24. Reddy, C.K. Physico-chemical and functional properties of Resistant starch prepared from red kidney beans (Phaseolus vulgaris.L) starch by enzymatic method / Reddy C. K., Suriya M., Haripriya S. // Carbohydrate Polymers. – 2013. – 95(1). – 220–226.

25. Cai, L. Structure and digestibility of crystalline short-chain amylose from debranched waxy wheat, waxy maize, and waxy potato starches / Cai L., Shi Y.-C. // Carbohydrate Polymers. – 2010. – 79(4). – 1117–1123.

УДК 664.6; 664.4

ВЛИЯНИЕ β-КАРОТИНА НА СРОК ХРАНЕНИЯ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Кулаков В.Г. – аспирант, заведующий лабораторией
Московский государственный университет технологий и управления
имени К.Г. Разумовского (ПКУ)
г. Москва, Российская Федерация

INFLUENCE OF β-CAROTENE ON THE STORAGE TIME OF FLOUR CONFECTIONERY GOODS

Kulakov V.G. – graduate student, head of laboratory
Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky
(the First Cossacs University), Moscow

Ключевые слова: β-каротин, безглютеновые мучные кондитерские изделия, антиоксиданты, влажность.

Keywords: β-carotene, gluten-free flour confectionery, antioxidants, humidity.

Аннотация: Широкое распространение каротиноидов в животном и растительном мире и получение их в промышленных условиях является перспективной задачей. Все натуральные красители, в том числе и β-каротин, могут использоваться для окрашивания пищевых продуктов. Однако возможность их применения определена не только природой красящих пигментов, но и стабильностью к физическим и химическим воздействиям, к действию кислот и щелочей, кислороду воздуха, температуре, к микробиологической порче [2].

Annotation: Wide distribution of carotenoids in the animal and plant world and their production in industrial conditions is a promising task. All natural dyes, including β-carotene, can be used for food coloring. However, the possibility of their application is determined not only by the nature of coloring pigments, but also by the stability to physical and chemical influences, to the action of acids and alkalis, air oxygen, temperature, to microbiological damage [2].

Введение. В данной исследовательской работе определяли оптимальное соотношение содержания β-каротина и влажности печенья для получения мучных кондитерских изделий с увеличенным сроком хранения [3, 4].

Планирование и анализ результатов эксперимента осуществляли с помощью системы статистического анализа – Statistica 10.0. Выбран рототабельный план, позволяющий извлечь одинаковое количество информации по всем направлениям поверхности отклика.

В качестве факторов, влияющих на технологический процесс приготовления печенья, выбраны [1]: дозировка β-каротина, мг/100 г; влажность печенья, %.

Объекты и методы исследований. В экспериментах концентрацию β-каротина варьировали в интервале 1–5 мг/100 г с шагом 2 мг/100 г. Меньшее содержание β-каротина сказывается на процессе хранения изделия незначительно, а при большем наблюдается негативное влияние на здоровье человека. Влажность печенья изменяли в интервале 6–7,8 % с шагом 0,9 %.

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения факторов планирования эксперимента

№ опыта	Кодированные значения	Реальные значения			Отклик
	X_1	X_2	Содержание β-каротина, мг/100 г	Влажность печенья, %	Срок годности, сут.
1	-1	-1	1,0	6,0	30
2	-1	1	1,0	7,8	20
3	1	-1	5,0	6,0	60
4	1	1	5,0	7,8	40

Продолжение таблицы 1

№ опыта	Кодированные значения	Реальные значения			Отклик
	X_1	X_2	Содержание β-каротина, мг/100 г	Влажность печенья, %	Срок годности, сут.
5	-1,414	0	0,2	6,9	37
6	1,414	0	5,8	6,9	47
7	0	-1,414	3,0	5,6	54
8	0	1,414	3,0	8,2	15
9	0	0	3,0	6,9	41
10	0	0	3,0	6,9	39

На рисунках 1 и 2 изображены поверхность отклика полученной модели и ее проекция поверхности отклика соответственно.

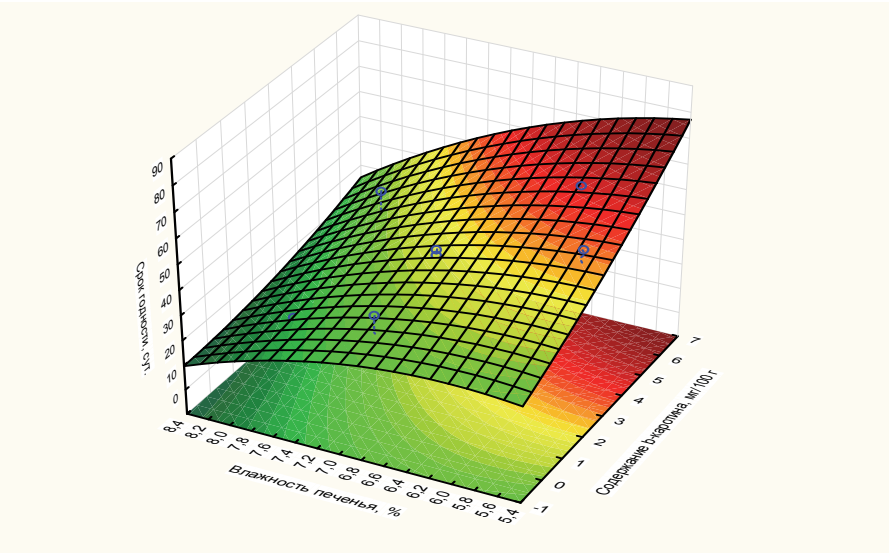


Рисунок 1 – Поверхность отклика полученной модели

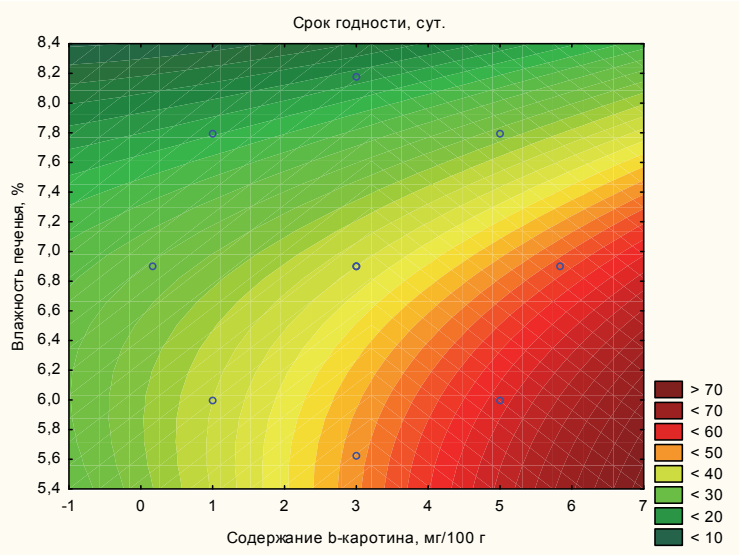


Рисунок 2 – Проекция поверхности отклика полученной модели

Адекватность модели подтверждается графиком нормального вероятностного распределения остатков регрессии (рисунок 3). Модель является адекватной, все точки незначительно отклоняются от прямой линии.

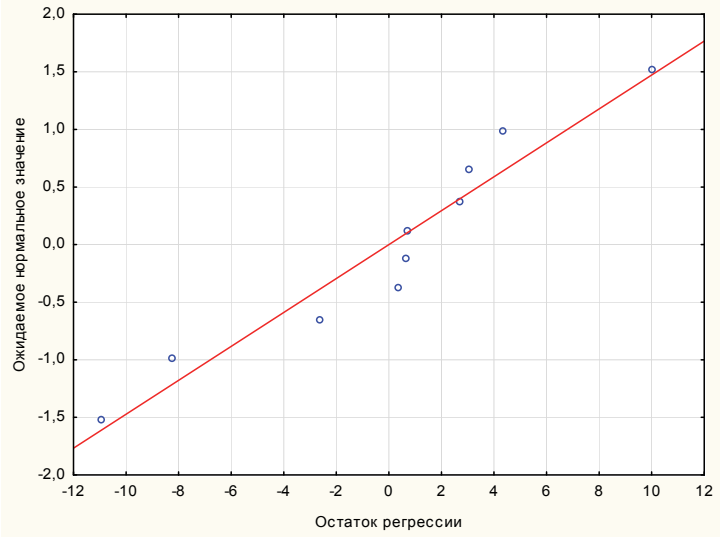


Рисунок 3 – Нормальный вероятностный график распределения остатков регрессии

Выводы:

В исследуемой области соотношения влажности и содержания β-каротина не выявлено четко выраженной точки экстремума. Изменение интенсивности цветов на графике показывает, что наибольший срок хранения печенья соответствует наибольшему содержанию в нем β-каротина при минимальной влажности изделия. Более 70 суток срока годности достигается при содержании β-каротина от 4,5–5 мг/100 г продукта и его влажности менее 6 %.

Внесение β-каротина имело положительный эффект – замедлялась скорость течения окислительных процессов, что позволяет увеличить сроки годности мучных и зерновых продуктов.

Список использованных источников

1. Патент РФ № 2667162 от 25.05.2017. Способ производства диетических маффинов из безглютенового сырья. Кулаков В.Г., Петина А.В., Славянский А.А., Никитин И.А., Егорова С.В., Капустин С.В.

2. Васюкова А.Т. Использование β-каротина в кондитерском производстве. / Васюкова А.Т., Кулаков В.Г., Коваль Е., Зайнутдинова А., Пенухина О. // Инновационные процессы в пищевых технологиях. Материалы международной научно-практической конференции. 2019. С. 73–78.

3. Коровина Е.С. Разработка рецептуры печенья «Бенефит» с витаминным комплексом Веторон-Е на основе амарантовой муки / Коровина Е.С., Никитин И.А., Кулаков В.Г., Пыресева А.И. // Усиление конкурентного потенциала пищевых предприятий путем развития эффективных биотехнологий ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности». – 2016. – С.57–60

4. Кулаков В.Г. Определение антиоксидантной емкости и общего содержания каротиноидов безглютенового печенья на основе амарантовой муки / Кулаков В.Г., Никитин И.А. // Сборник материалов юбилейного форума, посвященному 85-летию со дня основания ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности». – 2017. – С.112–113.

References

1. Patent RF № 2667162 ot 25.05.2017. Sposob proizvodstva diyeticheskikh maffinov iz bezglyutenovogo syr'ya. Kulakov V.G., Petina A.V., Slavyanskiy A.A., Nikitin I.A., Yegorova S.V., Kapustin S.V.

2. Vasyukova A.T. Ispol'zovaniye b-karotina v konditerskom proizvodstve. / Vasyukova A.T., Kulakov V.G., Koval' Ye., Zaynutdinova A., Penukhina O. // Innovatsionnyye protsessy v pishchevykh tekhnologiyakh. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2019. S. 73–78.

3. Korovina Ye.S. Razrabotka retseptury pechen'ya «Benefit» s vitaminnym kompleksom Vetoron-Ye na osnove amarantovoy muki / Korovina Ye.S., Nikitin I.A., Kulakov V.G., Pyreseva A.I. //

Usileniye konkurentnogo potentsiala pishchevykh predpriyatiy putem razvitiya effektivnykh biotekhnologiy FGANU «Nauchno-issledovatel'skiy institut khlebopekarnoy promyshlennosti». – 2016. – S.57–60

4. Kulakov V.G. Opredeleniye antioksidantnoy yemkosti i obshchego soderzhaniya karotinoidov bezglyutenovogo pechen'ya na osnove amarantovoy muki / Kulakov V.G., Nikitin I.A. // Sbornik materialov yubileynogo foruma, posvyashchennomu 85-letiyu so dnya osnovaniya FGANU «Nauchno-issledovatel'skiy institut khlebopekarnoy promyshlennosti». – 2017. – S.112–113.

УДК 664.38

БЕЛКОВЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ ИЗ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНОВЫХ И БОБОВЫХ КУЛЬТУР НА КРАХМАЛ

Авторы: Куликов Д.С.[1]; Уланова Р.В.[2] к.б.н.; Гулакова В.А.[1]
Научный руководитель: Колпакова В.В.[1] д.т.н., проф.
[1] Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Красково, Московская область, Россия
[2] Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского, Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН, Москва, Россия
e-mail: denismalah@mail.ru

PROTEIN CONCENTRATES FROM SECONDARY PRODUCTS FOR PROCESSING GRAIN AND BEAN CROPS TO STARCH

Autors: Kulikov D.S.[1]; Ulanova R.V.[2], Candidate of Biological Sciences; Gulakova V.A.[1]
Scientific adviser: Kolpakova V.V.[1], Doctor of Technical Science, Professor
[1] All-Russian Scientific Research Institute of Starch Products – a branch of the V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Kraskovo, Moscow region, Russia
[2] S.N. Winogradsky Institute of Microbiology of the Federal Research Center "Fundamental Foundations of Biotechnology" of RAS, Moscow, Russia
e-mail: denismalah@mail.ru

Ключевые слова: горох, ячмень, овес, экстракты, сыворотка, биотрансформация, микробно-растительные концентраты.

Keywords: pea, barley, oat, extracts, whey, biotransformation, microbial-plant concentrates.

Аннотация: Целью работы явилось разработка процессов получения белковых концентратов с комплементарным аминокислотным составом пищевого и кормового назначения путем биотрансформации вторичных продуктов производства крахмала (экстрактов), полученных из зерна гороха, ячменя, овса. Определена композиция из культур микроорганизмов для синтеза микробно-растительных концентратов (МРК) из сыворотки, образующейся после выделения белков пищевого назначения. Химический состав концентратов: белок – 38,07–61,68 %, углеводы – 25,79–51,69 %, липиды – 2,24–7,09 %, зола – 3,41–15,30 % на сухое вещество (СВ). Концентраты содержали массовую долю белка 42,0–59,6 % на СВ, значения скора для лимитирующих аминокислот: лизина – 56–95 %, треонина – 212–216 %. МРК предназначаются для производства комбикормов в качестве белково-углеводной добавки, а трехкомпонентные белоксодержащие композиты из экстрактов ячменя, овса и гороха – для корректировки аминокислотного состава и качества пищевых продуктов с низкой биологической ценностью.

Abstract: The aim of the work was to develop processes for producing protein concentrates with a complementary amino acid composition for food and feed purposes by biotransformation of secondary starch production products (extracts) obtained from pea, barley, and oats. The composition of cultures of microorganisms for the synthesis of microbial plant concentrates (MPC) from serum formed after the isolation of food-grade proteins was determined. The chemical composition of the concentrates: protein –

38.07–61.68 %, carbohydrates – 25.79–51.69 %, lipids – 2.24–7.09 %, ash – 3.41–15.30 % on dry substance (DS). The concentrates contained a mass fraction of protein of 42.0–59.6 % on DS, scores for limiting amino acids: lysine – 50–95 %, threonine – 212–216 %. The MPC are intended for the production of animal feed as a protein-carbohydrate supplement, and three-component protein-containing composites from barley, oat and pea extracts are used to adjust the amino acid composition and quality of foods with low biological value.

Введение. В питании человека и кормлении животных белковая недостаточность является проблемой, требующей увеличения объемов белоксодержащих ингредиентов повышенной биологической ценности. Белки зерновых культур не сбалансированы по незаменимым аминокислотам, поэтому одним из путей их улучшения является комбинирование с зернобобовыми культурами. Одновременно существует проблема утилизации вторичных продуктов, образующихся при производстве крахмала в виде сточных вод. К способам их утилизации относятся процессы усвоения их компонентов дрожжами и микромицетами [1]. Ранее нами разработан процесс биоконверсии экстракта, образующегося при производстве крахмала из зерна тритикале, с получением пищевого белкового концентрата (БК) и кормового микробно-растительного продукта (МРП) [2]. Целью данного раздела работы явилось изучение возможности биотрансформации экстрактов, остающихся из гороха, ячменя, овса и их смеси после выделения из них крахмала, для получения пищевых и кормовых белковых продуктов с комплементарным аминокислотным составом.

Объекты и методы исследования. Экстракты получали из различного вида зерна в соответствии с прописью работы [2]. Для выделения БК использовали ферментные препараты компании Novozymes A/S (Дания), для получения МРК – культуры гриба *Geotrichum candidum* 977 и дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* 121 из коллекции Института микробиологии им. С.Н. Виноградского. Филогенетическое положение нового штамма *Geotrichum candidum* 977 определено с ФГБУ «ГосНИИгенетика», идентификацию – на основе анализа рибосомальных генов. Массовую долю белка определяли по ГОСТ 10846-91 [3], влажности – ГОСТ 13586.5-93 [4], клетчатки – ГОСТ 13496.2-91 [5]; золы – ГОСТ 27494-87 [6]; жира – ГОСТ 29033-91 [7]. Углеводный состав сыворотки и МРК исследовали на газовом хроматографе Shimadzu GC MS 2010, аминокислотный состав – по методике, описанной в работе [2]. Доверительный интервал среднего арифметического рассчитан на уровне значимости $p = 0,05$.

Результаты исследований: С учетом массовой доли лимитирующих аминокислот (лизина, треонина, метионина+цистина) и белка в 100 г зерна, «эталонной» шкалы ФАО/ВОЗ (2011 г.) первоначально расчетным путем определены максимальные значения аминокислотного скора в %: 102, 93, 101, соответственно, в составе планируемого композита. Достижение указанных значений скора осуществляли, исходя из массы экстрактов, включающей соотношение белка гороха, овса, ячменя, равное 3:2:1.

Из смеси экстрактов трех культур, остающихся после удаления крахмала, взятой с указанным соотношением белков, выделены белковые концентраты по способу [2] с химическим составом, % на сухое вещество (СВ): белок – 32,65±0,35; зола – 1,95±0,05; липиды – 47,32±0,14; углеводы – 18,03±0,31. Оставшуюся после осаждения в изоэлектрической точке белка зерновую сыворотку подвергли биоконверсии композицией гриба *Geotrichum candidum* 977 и дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* 121 по схеме, приведенной в [2].

В сыворотке овса преобладали: глюкоза (30,76 %), сахароза (19,52 %); в сыворотке ячменя – раффиноза (8,63 %), сахароза (9,03 %); в сыворотке гороха – раффиноза (19,07 %), галактоза, ксилоза (13,93 %). В составе композитной сыворотки смеси культур (3:2:1) большее количество приходилось на фруктозу, арабинозу, галактозу, ксилозу. Культивированием симбиотической закваски отделением биомассы от культуральной жидкости и ее высушиванием получен продукт МРК-1, высушиванием массы микроорганизмов с культуральной жидкостью – МРК-2.

Показано, что на субстрате с сывороткой овса полностью усваивались глюкоза, галактоза+ксилоза, фруктоза+арабиноза, с сывороткой ячменя – сахароза, фруктоза+арабиноза. Из углеводов гороховой сыворотки использовались мальтоза, глюкоза, галактоза+ксилоза, частично раффиноза, а из углеводов смеси экстрактов – глюкоза, раффиноза, фруктоза+арабиноза. Углеводы сырья обеспечили синтез биомассы с высокими органолептическими свойствами.

Продукты характеризовались содержанием белка – 38,07–61,68 %, углеводов – 25,79–51,69 %, липидов – 2,24–7,09 %, золы – 3,41–15.30 % на СВ. Полученный на композитной сыворотке МРК-1 имел в составе 42,0±0,3 % белка, МРК-2 – 59,6±0,4 %.

В белке МРК-2, синтезированном на композитной сыворотке, отмечены 17 аминокислот с преобладанием аспарагиновой, глутаминовой кислот. Среди незаменимых аминокислот преобладали треонин, валин, гистидин, ароматические кислоты (таблица 1). Дефицитные – серосодержащие аминокислоты (не более 50 %).

Таблица 1 – Аминокислотный скор концентратов, %

Незаменимые аминокислоты							
Лиз	Тре	Вал	Гис	Изо	Лей	Мет+цис	Фен+тир
Белковый концентрат из смеси экстрактов							
95	212	160	131	177	157	48	285
Микробно-растительный концентрат из смеси экстрактов							
56	216	135	169	90	90	30	198

***Выводы*:**

Исследования доказали возможность глубокой безотходной переработки зерновых экстрактов, остающихся от производства крахмала, с применением биохимического выделения белков и дальнейшей биотрансформации углеводсодержащей сыворотки симбиозом культур в белоксодержащие продукты.

Список использованных источников

1. Серба Е.М., Римарева Л.В., Оверченко М.Б., Курбатова Е.И., Рачков К.В., Игнатова Н.И., Давыдкина В.Е. Получение ферментолизатовмицелллиальной биомассы для создания пищевых и кормовых добавок // Пищевая промышленность. № 6. 2016. С. 20–23.

2. Андреев Н.Р., Колпакова В.В., Кравченко И.К., Уланова Р.В., Шевякова Л.В., Макаренко М.А., Лукин Д.Н. Утилизация вторичных продуктов переработки тритикале с получением кормового микробно-растительного концентрата для прудовых рыб // Юг России: экология. Развитие. № 4. – 2017. – С. 90–104.

3. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка // Зерно. Методы анализа: Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

4. ГОСТ 13586.5-93. Зерно. Метод определения влажности // Зерно. Методы анализа: Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

5. ГОСТ 13496.2-91. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки // Комбикорма. Часть 4. Корма. Комбикорма. Комбикормовое сырье. Методы анализа: Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.

6. ГОСТ 27494-87. Мука и отруби. Методы определения зольности (с Изменением № 1) // Мука. Отруби. Методы анализа: Сб. ГОСТов. – М.: Стандартинформ, 2007.

7. ГОСТ 29033-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира. М.: Издательство стандартов, 1992.

References

1. Serba E.M., Rimareva L.V., Overchenko M.B., Kurbatova E.I., Rachkov K.V., Ignatova N.I., Davydkina V.E. Obtaining fermentolizates with micellial biomass to create food and feed additives // Food industry. No. 6. 2016. PP. 20–23.

2. Andreev N.R., Kolpakova V.V., Kravchenko I.K., Ulanova R.V., Shevyakova L.V., Makarenko M.A., Lukin D.N. Utilization of secondary products of triticale processing to obtain feed microbial and vegetable concentrate for pond fish // South of Russia: ecology. Development. No. 4. 2017. PP. 90–104.

3. GOST 10846-91. Grain and products of its processing. Method for determination of protein // Grain. Analysis Methods: Sat GOSTs. – M.: IPK Publishing House of Standards, 2001.

4. GOST 13586.5-93. Corn. Method for determination of moisture // Grain. Analysis Methods: Sat GOSTs. – M.: IPK Publishing House of Standards, 2001.

5. GOST 13496.2-91. Feed, compound feed, compound feed raw materials. Method for determination of crude fiber // Compound feed. Part 4. Feed. Compound feed. Feed feed. Analysis Methods: Sat GOSTs. – M.: IPK Standards Publishing House, 2002.
6. GOST 27494-87. Flour and bran. Ash Determination Methods (with Change No. 1) // Flour. Bran. Analysis Methods: Sat GOSTs. – M.: Standartinform, 2007.
7. GOST 29033-91. Grain and its processed products. Method for determining fat. M.: Publishing house of standards, 1992.

УДК 544.431.15:581.6:664

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К СКРИНИНГУ АНТИРАДИКАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ АНТИОКСИДАНТОВ С ПЕРСПЕКТИВОЙ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Автор: [1,2]Купаева Н.В.[*]
Научный руководитель: [1]Котенкова Е.А – к.т.н., ст. научный сотрудник
[1]Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Москва, Россия
[2]Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
e-mail: NVkupaeva@yandex.ru, тел.: +7 (966)-359-19-00

MODERN APPROACH TO SCREENING OF ANTI-RADICAL POTENTIAL OF ALTERNATIVE SOURCES OF ANTIOXIDANTS WITH THE PROSPECTS OF THEIR USE IN THE FOOD INDUSTRY

Author: [1,2]Kupaeva N.V.[*]
Scientific adviser: [1]Kotenkova E.A. – Ph.D., research scientist
[1]V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
[2]D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia
e-mail: NVkupaeva@yandex.ru, тел.: +7 (966)-359-19-00

Ключевые слова: свободные радикалы, автоокисление жиров, альтернативные источники, луковая шелуха, антиоксидантный потенциал, SET, HAT, ORAC, FRAP, хемилюминесценция.
Keywords: free radicals, fat auto-oxidation, alternative sources, husks onion, antioxidant potential, SET, HAT, ORAC, FRAP, chemiluminescence.

Аннотация: одной из причин порчи продуктов является автоокисление жиров, для борьбы с которым в пищевой промышленности активно используются консерванты и антиокислители. Наиболее популярными являются синтетические, однако из-за их негативного воздействия на организм человека актуальной задачей является поиск новых альтернативных источников природных антиоксидантов. Важно комплексно подходить к изучению антирадикального потенциала антиоксидантов, планируемых к использованию в пищевой отрасли. В данной статье на примере спиртового экстракта луковой шелухи рассмотрен подход к скринингу природных антиоксидантов методами ORAC, FRAP, Фолина-Чокальтеу, хемилюминесценции, ВЭЖХ-МС и ГХ-МС.
Abstract: one of the causes of food spoilage is the auto-oxidation of fats, to combat which food preservatives and antioxidants are actively used in the food industry. The most popular are synthetic ones, however, due to their negative impact on the human body, the urgent task is to search for new alternative sources of natural antioxidants. t is important to comprehensively approach the study of the antiradical potential of antioxidants planned for use in the food industry. In this article, an example of the alcohol extract of onion peel is considered as an approach to screening natural antioxidants using the methods of ORAC, FRAP, Folin-Ciocalteu, chemiluminescence, HPLC-MS and GC-MS.

Введение. Известно, что одной из причин потери органолептических свойств готового продукта является процесс автоокисления жиров [1]. Так, под действием света, тепла или соединений, образующих свободные радикалы, молекулярный кислород, находящийся в воздухе,

атакует углеводородные остатки насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, что приводит к образованию перекисных радикалов, которые в дальнейшем образуют неразветвленные и разветвленные цепные реакции. Также перекисные радикалы распадаются с образованием вторичных производных, таких как альдегиды, кетоны, гидроксикислоты и эпоксиды, которые приводят к изменению цвета, вкуса и запаха жиров, то есть к химическому прогорканию [1].

Для ингибирования свободнорадикальных реакций в пищевой промышленности широко используют различные пищевые консерванты и антиокислители: смеси 2- и 3-трет-бутил-4-гидроксианизола (Е-320), 3,5-ди-трет-бутил-4-гидрокситолуол (Е-321), эфиры галловой кислоты (Е-216, Е-217), лимонная (Е-330) и аскорбиновая (Е-300) кислоты, которые способны образовывать комплексы с тяжелыми и переходными металлами [2]. Наиболее популярными являются синтетические антиокислители, что обусловлено их более сильным действием и экономической выгодой при производстве как самих соединений, так и целевых продуктов. Однако, некоторые ученые сообщают, что синтетические антиоксиданты (АО) способны негативно влиять на здоровье человека [3]. Так, в настоящее время актуальным вопросом является поиск альтернативных источников, богатых природными антиоксидантами, активность и свойства которых не будут уступать синтетическим. Наиболее перспективными источниками являются растения, так как в их состав входят фенольные кислоты, производные карнозола, флавоноиды, полифенолы, терпены и терпеноиды (борнеол, карен, камфара, вербенол, кариофиллен, кадинен, стероиды) и другие вещества, обладающие антиоксидантными свойствами [4]. В пищевой промышленности растительные ингредиенты широко используется в качестве специй (розмарин, базилик, петрушка, укроп, корица, гвоздика и др.) или как моновещества, выделенные из растений, (дигидрокверцетин, токоферол, витамин С и др.) Тем не мене поиск альтернативных источников продолжается, что подтверждается стремительным увеличением исследовательских работ и научных публикаций, посвященных изучению антиоксидантов [5].

Стоит отметить, что на антиоксидантные свойства, количество и химическое разнообразие веществ влияет ряд факторов, к которым относятся вид, сорт, условия произрастания, географическое расположение сельскохозяйственного предприятия, используемые удобрения, состав почвы и другие. В связи с чем важным этапом изучения источников является первоначальный скрининг, позволяющий комплексно изучить его антиоксидантный потенциал, сравнить полученные данные с показателями сырья, которое активно используется в пищевой промышленности, а также оценить целесообразность дальнейших испытаний. Необходимо отметить, что взаимодействие АО со свободными радикалами (СР) в зависимости от класса и строения реагирующих веществ имеет два различных механизма: «тушение» СР путем передачи водорода (HAT – hydrogen atom transfer) или переноса электрона (SET – single electron transfer) [6]. Таким образом, целью исследования являлась разработка комплексного подхода к первичному исследованию новых источников природных антиоксидантов на примере спиртового экстракта шелухи репчатого лука.

Объекты и методы исследования. В качестве объекта исследования была выбрана шелуха репчатого лука (ВкусВилл, Россия). Для приготовления спиртового экстракта смешивали измельчённый образец с 70 % этиловым спиртом в соотношение 1:15 и настаивали при температуре 22±2 °С в течении 24 ч с последующим фильтрованием через бумажный складчатый фильтр.

Для учета АО, действующих по механизму HAT, общую антиоксидантную емкость (ОАЕ) экстракта определяли флуоресцентным методом ORAC на приборе Fluoroskan Ascent FL (TermoLabsystems, Finland) с использованием черных 96-луночных планшетов по методике [7] в собственной модификации. В лунки вносили 30 мкл образца, разбавленного в 1500 раз или 75 мМ фосфатного буфера (pH 7,4) для измерения контрольной пробы и 200 мкл 0,5 мкМ флуоресцеина натрия (Sigma-aldrich, USA). Реакционную смесь инкубировали при 37 °С в течении 30 мин, затем добавляли 30 мкл 153 мкМ AAPH (Aldrich Chemistry, USA) и проводили измерение при 37 °С в течение 60 мин с интервалом считывания величины флуоресценции 5 мин. Длины волн возбуждения и эмиссии составили 485 и 535 нм соответственно. ОАЕ считали по градуировочному графику, для построения которого использовали (Trolox) (Sigma-Aldrich, Switzerland) в диапазоне концентраций 5–75 мкМ, и выражали в мкмоль-экв. Trolox / 100 г сырья.

Для учета АО, действующих по механизму SET, ОАЕ экстракта определяли фотометрическим методом FRAP на спектрофотометре СФ-2000 (Спектр, Россия) по методике [8] в собственной модификации. В пробирку вносили 1,45 мл реактива FRAP и 50 мкл образца или дистиллированной воды для измерения контрольной пробы. Реакционную смесь инкубировали в

течение 30 мин при 37 °С в темноте. По истечении времени регистрировали оптическую плотность при длине волны 594 нм. Для приготовления реактива FRAP смешивали 0,3 М ацетатного буфера (pH=3,6), 10 мМ раствор фотометрического реагента – TPTZ (Acros Organics, China), растворяя его в 40 мМ соляной кислоте, и 20 мМ водного раствора хлорида железа (III) (PanReac AppliChem, Spain) в соотношениях 10:1:1 соответственно. ОАЕ образцов считали по градуировочному графику, для построения которого использовали дигирокверцетин (Аметис, Россия) в диапазоне концентраций 20 мкМ – 0,1 мМ, и выражали в мкмоль-экв дигидрокверцетина / 100 г сырья.

Антиоксидантную активность (АОА) экстракта определяли по скорости нейтрализации свободных радикалов хемилюминесцентным методом на хемилюминометре Lum-100 (ДИСофт, Россия) с использованием ПО PowerGraph 3.3 по методике [9] в собственной модификации. В пробирку вносили 40 мкл 1 мМ раствора люминола (Sigma-Aldrich, USA), 20 мкл 0,5 мМ раствора пероксидазы из корней хрена (M≈40000 g/mol, Activity: 235.9 U/ mg; PanReac AppliChem, Spain) и 10 мкл экстракта в различных разведениях, 930 мкл 20 мМ фосфатный буфер (pH = 7,4). Кювету помещали в прибор и в течение 48 сек наблюдали фоновый сигнал, затем к реакционной массе добавляли 100 мкл 1 мМ раствора перекиси водорода (PanReac AppliChem, Spain), продолжали регистрацию хемилюминесцентного сигнала в течение 10 мин. АОА экстракта определяли путем сравнения полученных кинетических кривых для нескольких разведений образца с кривыми стандартных антиоксидантов (кверцетина, токоферола и аскорбата натрия), взятых из работы [9].

Суммарное количество фенольных соединений в экстракте определяли методом Фолина-Чокольтеу на спектрофотометре Cary 50 (Varian, Австралия). В пробирку вносили 0,25 мл образца или 80% этанола для измерения контрольной пробы, 1,25 мл реактива Фолина-Чокальтеу (PanReac AppliChem, Spain). Через 3 мин в реакционную смесь добавляли 1,0 мл 7,5 % Na_2CO_3 (PanReac AppliChem, Spain). Анализируемый раствор инкубировали в течение 2 ч, а затем измеряли оптическую плотность при длине волны 765 нм. Количество фенольных соединений определяли по градуировочному графику и выражали в мг галловой кислоты / 100 г сырья.

Исследование качественного состава проводили методом ВЭЖХ-МС на приборе Agilent 1200 (Agilent Technologies Inc., USA) с детектором Agilent 6410B (Agilent Technologies Inc., USA) с хроматографической колонкой C18, 4,6×50 мм, 1,8 мкм. Расшифровка масс-спектра проводилась по интенсивности пика и массе, используя базу данных FooDB, которая является крупнейшим в мире ресурсом данных о пищевых компонентах [10].

Результаты исследований. В ходе исследований были определены ОАЕ спиртового экстракта луковой шелухи методами ORAC и FRAP, что позволяет учесть АО, действующие по разным механизмам. ОАЕ экстракта, определенная методом ORAC составила 153 467 ± 4916 мкмоль-экв. Trolox /100 г сырья, что примерно в 5,7 раз больше, чем ОАЕ, определенная методом FRAP, которая равна 27 014 ± 125,86 мкмоль-экв. дигидрокверцетина /100 г сырья. Так, можно предположить, что в луковой шелухе преобладают АО, действующие по механизму HAT, т.е. донаторы протонов – фенолы, тиолы, азотосодержащие и гетероциклические соединения.

Для оценки антиоксидантного потенциала луковой шелухи были сопоставлены полученные методом ORAC данные ОАЕ и суммарного количества фенольных соединений, определенных методом Фолина Чокальтеу, со значениями Total-ORAC-Mean и Total Phenolics из базы данных OracDataBase [11] некоторых специй, богатых АО и традиционно используемых в пищевой промышленности [12] (таблица 1).

Таблица 1 – Значения антиоксидантного потенциала некоторых специй и лука репчатого [11]

Наименование растения	Total-ORAC-Mean, мкмоль-экв Trolox / 100 г	Total Phenolics, мг*экв галловой кислоты / 100 г
Базилик	61 063	4 489
Розмарин	165 280	4 980
Петрушка	73 670	2 244
Корица	131 420	4 533
Шелуха лука	153 467*	410,16*

**Значения, полученные экспериментальным путем методами ORAC и Фолина Чокальтеу*

Из таблицы видно, что значение Total-ORAC-Mean луковой шелухи находится примерно в одном диапазоне с показателями розмарина и корицы и превышает значения базилика в 2,5 раза и петрушки в 2,1 раза. Стоит отметить, что для выбранных специй и репчатого лука показатель Total

Phenolics составляет от 3,01 до 7,35 % от значения Total-ORAC-Mean в зависимости от образца, а в случае шелухи лука суммарное количество фенольных соединений составляет всего 0,27 % от ОАЕ. Исходя из полученных данных, можно предположить, что существенный вклад в антиоксидантный потенциал исследуемого образца вносят вещества, не относящиеся к классу фенольных соединений.

Методом хемилюминесценции были получены кинетические кривые для 5 разведений спиртового экстракта луковой шелухи (рисунок 1).

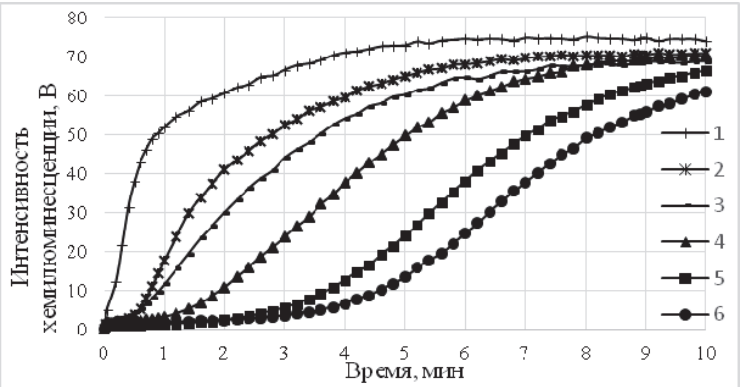


Рисунок 1 – Влияние спиртового экстракта луковой шелухи на кинетику ХЛ, где 1 – контрольный образец; разведение экстракта: 2 – в 1700 раз; 3 – в 1400 раз; 4 – в 800 раз; 5 – в 500 раз; 6 – в 400 раз

Отмечено, что основное действие исследуемого объекта проявляется изменением угла наклона кривых, т.е. скоростью развития ХЛ, что характерно для антиоксидантов, обладающих средней силой (флавоноиды и дубильные вещества), что подтверждается тем, что полученные кривые ХЛ максимально приближены к кривым для кверцетина, также антиоксиданта средней силы.

Методом ВЭЖХ-МС был получен масс-спектр экстракта луковой шелухи, который свидетельствует о большом разнообразии компонентного состава образца. Локализация антиоксидантов была преимущественно в диапазоне от 60 до 460 m/z. Основываясь на данных базы FooDB [11], идентифицированы: ксантофиллы (а именно: каротиноиды, глицерофосфохолины, о-метоксибензойные кислоты), флавоноиды (а именно: флавоны, гидролизуемые танины, 3-сульфатированные флавоноиды). Соединения, относящиеся к перечисленным классам, обладают антиоксидантными свойствами и способны вносить вклад в АОЕ образца. Также было отмечено наличие подсластителя – сахарина натрия и загрязнителя окружающей среды, возникающего в результате деградации Chlorpyrifos HHB 89-F (хлорпирифос – контактный инсектицид).

Выводы:

Результаты проведенных исследований показывают, что при изучении новых источников антиоксидантов необходимо использовать комплексный подход для оценки антирадикального потенциала. На примере спиртового экстракта луковой шелухи показана необходимость оценивать ОАЕ двумя методами ORAC и FRAP, направленных на определение АО, действующих по разным механизмам. Определение суммарного количества фенольных соединений позволяет оценить вклад фенольных соединений в ОАЕ. Целесообразность дальнейшего изучения выбранного образца возможно оценить путем сравнительного анализа этих со значениями изученных растений, активно используемых в пищевой промышленности, приведенных в международной базе данных OracDataBase. Метод хемилюминесценции позволяет определить антиоксидантную активность исследуемого объекта, а также предположить, какие классы химических соединений вносят вклад в антиоксидантный потенциал исследуемого сырья.

Использование для оценки качественного состава метода ВЭЖХ-МС с последующим биоинформационным анализом с помощью базы данных FooDB позволяет идентифицировать соединения, способные вносить вклад в ОАЕ. Для обнаружения относительно низкомолекулярных, летучих (бензолы, спирты и ароматические соединения) и простых

(стероиды, жирные кислоты и гормоны) соединений в исследуемом образце необходимо использовать метод ГХ-МС, который позволяет, в том числе, идентифицировать АО, действующие по механизму SET. Стоит отметить, что данные методы позволяют обнаружить пестициды и нитраты, наличие которых является проблемой, чем и обусловлена необходимость детального изучения химического состава.

Список использованных источников

1. Гуринович Г.В. Исследование влияния состава посолочных смесей на процесс окисления липидов мясных систем / Г.В. Гуринович, И.С. Патракова, Л.С. Кудряшов // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т.48. – №1. – С.31–40.

2. Семенова А.А. Способы увеличения сроков годности мясной продукции / А.А. Семенова, В.В. Насонова, Л.А. Веретов, Е.В. Милеенкова // Все о мясе. – 2016. – №5. – С.32–37.

3. Blagoveshchenskaya D.B. Studying toxic properties of widespread modern preservatives / D.B. Blagoveshchenskaya, A.S. Merzlyakov // Journal of New Medical Technologies.– 2011. – №18 – P.501.

4. Агафонова С.В. Антиоксидантная активность CO_2-экстрактов некоторых растений и перспективы их использования в технологии пищевых рыбных жиров / С.В. Агафонова, Л.С. Байдалинова // Вестник международной академии холода. – 2015. – №2. – С.13–17.

5. Котенкова Е.А. Обзор методов оценки антиоксидантных свойств растительных экстрактов / Е.А. Котенкова, Е.А. Лукинова, Н.В. Купаева // Все о мясе. – 2018. – №2. – С.34–38.

6. Pisoschi A.M. Antioxidant Capacity Determination in Plants and Plant-Derived Products: A Review / A.M. Pisoschi et al. // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. – 2016. – №6. – С.1–36.

7. Thermo Fisher Scientific, Determination of Antioxidant Capacity on the Thermo Scientific Varioskan LUX Multimode Reader Thermo Fisher Scientific Available [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://assets.thermofisher.com/TFS-Assets/LED/Application-Notes/Antioxidant-Capacity-AN-VarioskanLUX-ORAC-EN.pdf – (Дата обращения: 22.03.2018).

8. Gimadieva A.R. Express evaluation of antioxidant activity of uracil derivatives / A.R. Gimadieva, Yu.Z. Khazimullina, E.A. Belaya at all. // Biomedical Chemistry. – 2015. – №61(6). – PP. 765–769.

9. Владимиров Г.К. Хемилюминесцентная методика определения общей антиоксидантной емкости в лекарственном сырье / Г.К. Владимиров, Е.В. Сергунова, Д.Ю. Измайлов, Ю.А. Владимиров // Вестник РГМУ. – 2016. – №2. – С.65–72.

10. FooDB, Spectra Search Mass Spectrum [Электронный ресурс]. – http://foodb.ca/spectra/ms/search – (Дата обращения: 22.08.2019).

11. OracDateBase, Search Foods, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://oracdatabase.com/list-of-foods/search/ – (Дата обращения: 08.05.2019).

12. Nychas G. E. Traditional Preservatives – Oils and Spices / G.E. Nychas, C.C. Tassou, C.A. Batt, M.L. Tortorello // Encyclopedia of Food Microbiology (Second edition). – 2014. – №2. – PP. 113–118.

References

1. Gurinovich G.V. Investigation of the effect of composition of curing mixtures on the lipid oxidation process of meat systems / G.V. Gurinovich, I.S. Patrakova, L.S. Kudryashov // Technique and technology of food production. – 2018. – Vol.48. – №1. – PP. 31–40.

2. Semenova A.A. Extending shelf life of meat products / A.A. Semenova, V.V. Nasonova, L.A. Veretov, E.V. Mileenkova // Vse o myase. – 2016. – №5. – PP. 32–37.

3. Blagoveshchenskaya D.B. Studying toxic properties of widespread modern preservatives / D.B. Blagoveshchenskaya, A.S. Merzlyakov // Journal of New Medical Technologies.– 2011. – №18 – P.501.

4. Agafonova S.V. Antioxidant activity of CO_2-extracts of some plants and prospect of their use in technology of food fish oils / S.V. Agafonova, L.S. Baydalinova // Bulletin of the International Academy of Refrigeration. – 2015. – №2. – PP. 13–17.

5. Kotenkova E.A. The study of the antioxidant capacity and composition of plan extracts / E.A. Kotenkova, E.A. Lukinova, N.V. Kupaeva // Vse o myase. – 2018. – №2. – PP.34–38.

6. Pisoschi A.M. Antioxidant Capacity Determination in Plants and Plant-Derived Products: A Review / A.M. Pisoschi et all. // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. – 2016. – №6. – PP.1–36.

7. Thermo Fisher Scientific, Determination of Antioxidant Capacity on the Thermo Scientific Varioskan LUX Multimode Reader Thermo Fisher Scientific Available [Electronic resource]. – URL:

https://assets.thermofisher.com/TFS-Assets/LED/Application-Notes/Antioxidant-Capacity-AN-VarioskanLUX-ORAC-EN.pdf – (Date of the application: 22.03.2018).

8. Gimadieva A.R. Express evaluation of antioxidant activity of uracil derivatives / A.R. Gimadieva, Yu.Z. Khazimullina, E.A. Belaya at all. // Biomedical Chemistry. – 2015. – №61(6). – PP. 765–769.

9. Vladimirov G.K. Chemiluminescent determination of total antioxidant capacity in medicinal plant material / G.K. Vladimirov, E.V. Sergunova, D.Yu. Izmaylov, Yu.A. Vladimirov // Vestnik RGMU. – 2016. – №2. – PP.65–72.

10. FooDB, Spectra Search Mass Spectrum [Electronic resource]. – URL: http://foodb.ca/spectra/ms/search – (Date of the application: 22.08.2019).

11. OracDateBase, Search Foods, [Electronic resource]. – URL: http://oracdatabase.com/list-of-foods/search / – (Date of the application: 08.05.2019).

12. Nychas G. E. Traditional Preservatives – Oils and Spices / G. E. Nychas, C.C. Tassou, C.A. Batt, M.L. Tortorello // Encyclopedia of Food Microbiology (Second edition). – 2014. – №2. – PP. 113–118.

УДК 665.117.2:631.563.3

ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МУКИ ИЗ ЖМЫХА ЛЬНЯНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Автор: Кучерова Е.Н.
Научный руководитель: Василенко З.В. – д.т.н., профессор
Могилевский государственный университет продовольствия,
Республика Беларусь, г. Могилев, e-mail: katya.1485@mail.ru

CHARACTERISTIC OF THE LINSEED CAKE MEAL FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES DEPENDING ON THE GRINDING DEGREE

Author: Ekaterina N. Kucherova.
Scientific adviser: Zoja V. Vasilenko, Doctor of Technical Sciences. Professor
Mogilev State University of Food Technologies,
Republic of Belarus, Mogilev, e-mail: katya.1485@mail.ru

Ключевые слова: Жмых льняной, мука из жмыха льняного, органолептическая характеристика, химический состав, функционально-технологические свойства, степень измельчения.

Keywords: Linseed cake, linseed cake meal, organoleptic characteristic, chemical composition, functional and technological properties, grinding degree.

Аннотация: Охарактеризованы органолептические показатели качества жмыха и муки из жмыха льняного. Изучен химический состав, исследованы функционально-технологические свойства муки из жмыха льняного в зависимости от степени измельчения. Показана зависимость функционально-технологических свойств муки из жмыха льняного от степени измельчения.

Abstract: Linseed cake and linseed cake meal organoleptic quality parameters are characterized. The chemical composition was studied. The linseed cake meal depending on the grinding degree were studied. The dependence of the linseed cake meal functional and technological properties on the grinding degree is shown.

Введение. В настоящее время особую актуальность приобретает создание продуктов питания нового поколения, что связано с недостаточной обеспеченностью населения жизненно важными нутриентами. В их числе – минеральные вещества, аминокислоты, пищевые волокна и т.д. Их дефицит наблюдается у представителей всех слоев общества как развивающихся, так и развитых стран.

Одним из эффективных путей ликвидации дефицита витаминов и других эссенциальных факторов питания у людей является включение в ежедневный рацион питания специализированных продуктов, дополнительно обогащенных витаминами, макро- и микроэлементами до уровня, соответствующего физиологическим потребностям организма человека.

Для повышения качества продуктов питания необходимо вводить в рацион новые виды растительного сырья и продукты их переработки. Это позволит более полно использовать продовольственные ресурсы и наиболее полно использовать полезные вещества, содержаниеся в нем.

Одним из перспективных источников белков, липидов, минеральных веществ и витаминов является льняное семя и продукты его переработки (жмых льняной). В Республике Беларусь жмых льняной является вторичным продуктом, полученным из семени льна. В настоящее время он используется, в основном, для кормовых целей.

Согласно литературным данным жмых льняной содержит богатый комплекс веществ, способных обогащать продукты питания ценными питательными веществами, обладающих лечебным действием. Например, содержащиеся в жмыхе льняном ненасыщенные жирные кислоты омега-3 оказывают противоопухолевое воздействие; макро- и микроэлементы (К, Mg) снижают риск сердечно-сосудистых заболеваний; высокое содержание пищевых волокон стимулируют деятельность желудочно-кишечного тракта и оказывают позитивное воздействие на иммунную систему человека. Содержащиеся в жмыхе льняном мукополисахариды эффективно борются с воспалительными процессами [1].

Обращает на себя внимание то, что в жмыхе льняном содержится большое количество белка: свыше 20 %. Для сравнения: в мясе свинины (мясная) содержание белков составляет до 18 %, а в мясе говядины (вырезка) – до 20 %. Таким образом, по содержанию белка жмых не уступает мясному сырью.

Объекты и методы исследования: жмых льняной, мука из жмыха льняного с различными степенями измельчения, общая массовая доля влаги, жир, белок, клетчатка, зола [2], водосвязывающая (ВСС), водоудерживающая (ВУС), жироудерживающая (ЖУС) [3], эмульгирующая (ЭС) способности, стабильность эмульсии (СЭ) [4].

Результаты исследований. На предприятиях республики жмых льняной производится в виде гранул разного размера (от 0,7×1,5 мм до 0,7×1,0 мм). На рисунке 1 представлен внешний вид гранул жмыха льняного.

Гранулы жмыха льняного имеют разную величину, плотную консистенцию и темно-коричневый цвет и равномерно распределить его в массе продукта не удается. Считали необходимым, измельчать гранулы жмыха льняного в муку и исследовать ее функционально-технологических свойства.

На рисунке 2 представлена мука, полученная из гранул жмыха льняного, которая имела сыпучую однородную консистенцию, цвет – светло-коричневый, внешний вид – без посторонних включений и примесей [5].

Рисунок 1 – Внешний вид гранул жмыха льняного

Рисунок 2 – Внешний вид муки из жмыха льняного

Химический состав муки из жмыха льняного урожая 2018 года представлен в таблице 1.

Из данных, представленных в таблице 1, видно, что жмых льняной представляет собой богатый источник ценных питательных веществ, таких как белки, жиры, пищевые волокна и минеральные вещества. По содержанию питательных веществ их можно расположить в следующей последовательности: пищевые волокна> белки> жиры>зола.

Таблица 1 – Характеристика химического состава муки из жмыха льняного

Наименование показателя	Значение, %
Влага	12,0±0,42
Белок	29,6±0,82
Жир	12,3±0,95
Пищевые волокна, в том числе:	30,1±1,24
клетчатка	12,5±1,27
Зола	6,4±0,04

Далее в работе были изучены основные технологические свойства муки из жмыха льняного: ВСС, ВУС, ЖУС, ЭС и СЭ. Полученные результаты представлены в таблице 2 и на рисунке 3.

Таблица 2 – Характеристика технологических свойств муки из жмыха льняного

Показатель	Время гидратации, мин	Степень измельчения, мм		
		0,3	0,4	0,6
ВСС при 20 °С, %	15	79,88	89,38	100,00
ВУС при 20 °С, %	0	271,50	446,00	550,00
	15	334,00	452,00	552,00
	30	340,00	454,00	554,00
	45	346,00	456,00	556,00
	60	350,00	458,00	563,00
ВУС при 70 °С, %	0	360,00	458,00	528,00
	15	404,00	496,00	596,00
	30	436,00	518,00	633,00
	45	462,00	522,00	634,00
	60	487,00	534,00	648,00
ЖУС, %	0	116,00	130,00	144,00
	15	120,00	131,00	146,00
	30	124,00	132,00	148,00
	45	135,00	141,00	154,00
	60	136,00	142,00	165,00

Из данных, представленных в таблице 2, следует, что наибольшей ВСС обладает мука из жмыха льняного со степенью измельчения 0,6 мм (100 %).

При Т=20 °С ВУС также, как и ВСС, находится в прямо пропорциональной зависимости от степени измельчения муки из жмыха льняного. При увеличении времени гидратации от 0 до 60 мин ВУС изменяется от 271,50 % до 350,00 %, от 446,00 % до 458,00 % и от 550,00 % до 563,00 % для муки из жмыха льняного со степенями измельчения 0,3 мм, 0,4 мм и 0,6 мм соответственно.

При Т=70 °С сохраняются те же закономерности, что и при Т=20 °С. С увеличением времени гидратации ВУС при Т=70 °С изменяется от 360,00 % до 487,00 %, от 458,00 % до 534,00 % и от 528,00 % до 648,00 % для муки из жмыха льняного со степенями измельчения 0,3 мм, 0,4 мм и 0,6 мм соответственно.

С увеличением температуры гидратации муки для всех степеней измельчения наблюдается увеличение ВУС.

ЖУС находится в прямо пропорциональной зависимости от степени измельчения муки из жмыха льняного. При увеличении времени гидратации, ЖУС изменяется от 116,0 % до 136,0 %, от 130,0 % до 142,0 % и от 144,0 % до 165,0 % для муки из жмыха льняного со степенями измельчения 0,3 мм, 0,4 мм и 0,6 мм соответственно.

Необходимость проведения более глубоких исследований вызвана и тем, что для улучшения исследуемых свойств продукта необходимы вещества, обладающие также и хорошей эмульгирующей способностью и стабильностью эмульсии.

Результаты ЭС и СЭ представлены на рисунке 3.

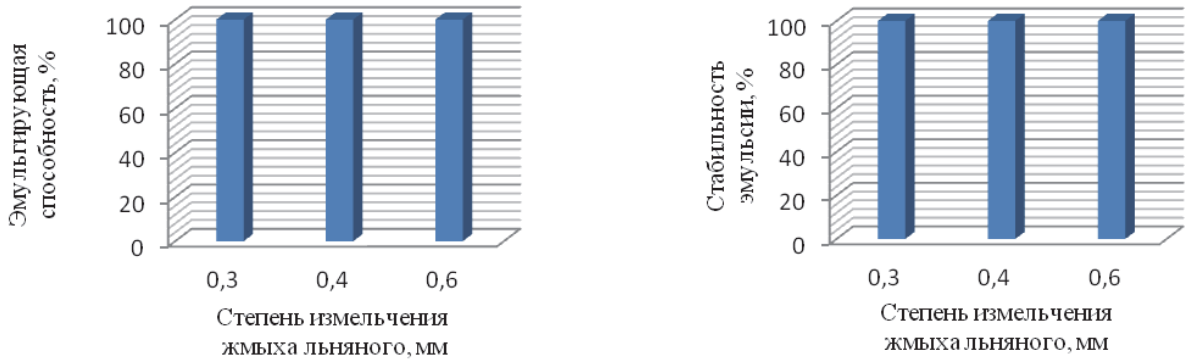


Рисунок 3 – Зависимость ЭС и СЭ от степени измельчения муки из жмыха льняного

В ходе экспериментов было установлено, что мука из жмыха льняного с выбранными степенями измельчения (0,3 мм, 0,4 мм, 0,6 мм) обладает 100 %-ной ЭС и СЭ, т.е. не зависит от степени измельчения.

Выводы:

Охарактеризованы органолептические показатели качества муки из жмыха льняного. Установлено, что мука из жмыха льняного представляет собой богатый источник ценных питательных веществ, таких как белки, жиры, пищевые волокна и минеральные вещества.

Показано, что водосвязывающая, водоудерживающая и жироудерживающая способности муки из жмыха льняного находятся в прямо пропорциональной зависимости от степени измельчения и наибольшим значением обладает мука с максимальной степенью измельчения 0,6 мм.

Также мука из жмыха льняного с разными степенями измельчения 0,3 мм, 0,4 мм и 0,6 мм обладает 100 %-ной эмульгирующей способностью и стабильностью эмульсии.

Таким образом, технологические свойства муки из жмыха льняного зависят от степени измельчения, температуры и продолжительности гидратации, что следует учитывать при разработке технологических параметров производства мясных продуктов с его использованием.

Список использованных источников

1. Воронова, Н.С. Исследование состава льняного жмыха как нового ингредиента в производстве молочных продуктов [Текст] / Н.С.Воронова, Л.С. Бередина // Современные тенденции технических наук: материалы IV междунар. науч. конф. – Казань: Бук, 2015. – С. 93–96.

2. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений. – Л., 1987. – 430 с.

3. Гурова,Н.В. Методы определения функциональных свойств соевых белковых препаратов / Н.В. Гурова, И.А. Попелло, В.В. Сучков // Мясная индустрия, 2001. – №9. – С. 30–32.

4. Нечаева А.П. Пищевая химия [Текст] : учебник для вузов. – СПб: ГИОРД, 2004. – 640 с.

5. Василенко, З.В. Характеристика показателей качества колбасных изделий из мяса птицы с использованием жмыха льняного / З.В. Василенко, А.М. Мазур, Е.Н. Кучерова // Вестник МГУП. – Могилев. – 2018. – №1(24). – С. 43–48.

References

1. Voronova, N. S. Issledovaniye sostava l'nyanogo zhmykha kak novogo ingrediyenta v proizvodstve molochnykh produktov [Tekst] / N. S. Voronova, L. S. Beredina // Sovremennyye tendentsii tekhnicheskikh nauk: materialy IV mezhdunar. nauch. konf. – Kazan': Buk, 2015. – S. 93–96.

2. Yermakov A.I. Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy. – L., 1987. – 430 s.

3. Gurova, N.V. Metody opredeleniya funktsional'nykh svoystv soyevykh belkovykh preparatov / N.V. Gurova, I.A. Popello, V.V. Suchkov // Myasnaya industriya, 2001. – №9. – S. 30–32.

4. Nechayeva A.P. Pishchevaya khimiya [Tekst] : uchebnik dlya vuzov. – SPb: GIORD, 2004. – 640 s.

5. Vasilenko, Z.V. Kharakteristika pokazateley kachestva kolbasnykh izdeliy iz myasa ptitsy s ispol'zovaniyem zhmykha l'nyanogo / Z.V. Vasilenko, A.M. Mazur, Ye.N. Kucherova // Vestnik MGUP. – Mogilev. – 2018. – №1(24). – S. 43–48.

УДК 644.647.3

ОЦЕНКА МАССОВОЙ ДОЛИ ФРУКТОВОГО СЫРЬЯ В КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЯХ МЕТОДОМ КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА

Авторы: Лаврухин М.А., Белова И.А.*
Научный руководитель: Кондратьев Н.Б., д.т.н.
Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
(ВНИИКП – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН),
Москва, e-mail: conditerprom@mail.ru

EVALUATION OF THE MASS FRACTION OF FRUIT RAW MATERIALS IN CONFECTIONERY BY CAPILLARY ELECTROPHORESIS

Author: Lavrukhin M.A., Belova I.A.*
Scientific adviser: Kondratyev N.B., Doctor of Technical Sciences
All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry -
Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS
VNIIKP – Branch of Gorbatov Research Center for Food Systems,
Moscow, e-mail: conditerprom@mail.ru

Ключевые слова: кондитерские изделия, зефир, фруктовое сырье, макроэлементы, органические кислоты, капиллярный электрофорез.

Keywords: confectionery, marshmallow, fruit raw, macronutrients, organic acids, capillary electrophoresis.

Аннотация: Проведены исследования 34 образцов зефира по показателю массовой доли фруктового сырья на соответствие требованиям ГОСТ 6441-2014 «Изделия кондитерские пастильные. Общие технические условия». Массовая доля фруктового сырья рассчитана по соотношению массовой доли органических кислот и макроэлементов. Определение содержания органических кислот и макроэлементов проводилось методом капиллярного электрофореза. Пробоподготовка проведена с использованием экстракции исследуемых образцов в ультразвуковой ванне, дальнейшей фильтрации и центрифугирования. Выявлено несоответствие более 10 образцов требованиям действующей нормативной документации, что могло быть связано с использованием некачественного сырья. Для установления причин такого несоответствия было исследовано 10 образцов яблочного пюре, используемого для производства кондитерских изделий. Результаты исследований показали, что массовая доля фруктового сырья в яблочном пюре в пересчете на эталон варьируется в широком диапазоне: от 40 % до 133 %. Данное исследование показало необходимость контроля химического состава исходного фруктового сырья, а также актуальность контроля массовой доли фруктового сырья в яблочном пюре.

Abstract: The mass fraction of fruit raw materials in 34 marshmallow samples was estimated based on the ratio of the mass fraction of organic acids and macronutrients to meet the requirements of GOST 6441-2014 «Pastila type confectionery. General specifications». The mass fraction of organic acids and macronutrients was determined by capillary electrophoresis. Sample preparation was carried out using the extraction of the samples in an ultrasonic bath, further filtration and centrifugation. It was revealed that more than ten of the samples did not meet the requirements of regulatory documentation, which could be due to the use of low-quality raw materials. Therefore, 10 samples of apple purees were studied. The research results showed that the mass fraction of fruit raw materials in terms of the standart varies in a wide range: from 40 % to 133 %. This study showed the need to control the chemical composition of the initial fruit raw materials, as well as the relevance of controlling the mass fraction of fruit raw materials in apple puree.

Введение. Зефир – кондитерское изделие, изготовленное с использованием натурального фруктового пюре, полезные свойства которого невозможно отрицать. Однако, имеет значение

качество исходного сырья и продукта в целом, а также количество фруктового сырья, заложенное в рецептуре. В связи с этим оценка массовой доли фруктового сырья является актуальной задачей, поскольку содержание фруктового сырья напрямую связано с качеством кондитерских изделий и их полезными свойствами.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследования использованы 34 различных образца зефира и 10 образцов яблочного пюре.

Определение массовой доли органических кислот производилось в соответствии с ГОСТ 34123.1-2017 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли фруктового и овощного сырья. Часть 1. Определение массовой доли органических кислот». Определение массовой доли макроэлементов производилось в соответствии с ГОСТ 34414-2018 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли фруктового и овощного сырья. Часть 2. Определение макроэлементов».

Пробоподготовка проводилась с использованием экстракции исследуемых образцов в ультразвуковой ванне, дальнейшей фильтрации и центрифугирования.

Количественное определение содержания органических кислот и макроэлементов осуществлялось методом капиллярного электрофореза, который заключается в разделении компонентов сложной смеси в кварцевом капилляре под действием приложенного электрического поля.

Расчет содержания фруктового сырья проводился в соответствии с «Методикой определения массовой доли фруктового сырья в кондитерских изделиях» МВИ 36-00334675-2013 (в пересчете на яблочное пюре), разработанной в институте кондитерской промышленности. Данная методика была апробирована на различных кондитерских изделиях и позволила успешно идентифицировать их в соответствии с требованиями соответствующих нормативных документов [1, 2, 3].

Поскольку эта методика основана на соотношении органических кислот и макроэлементов в эталоне яблочного пюре, а содержание этих компонентов в используемом яблочном пюре находится в определенных диапазонах [3, 4], то и содержание фруктового сырья в натуральном яблочном пюре соответственно варьируется около 100 %.

Результаты исследований: Выявлено несоответствие более 10 исследуемых образцов требованиям нормативной документации (рисунок 1).

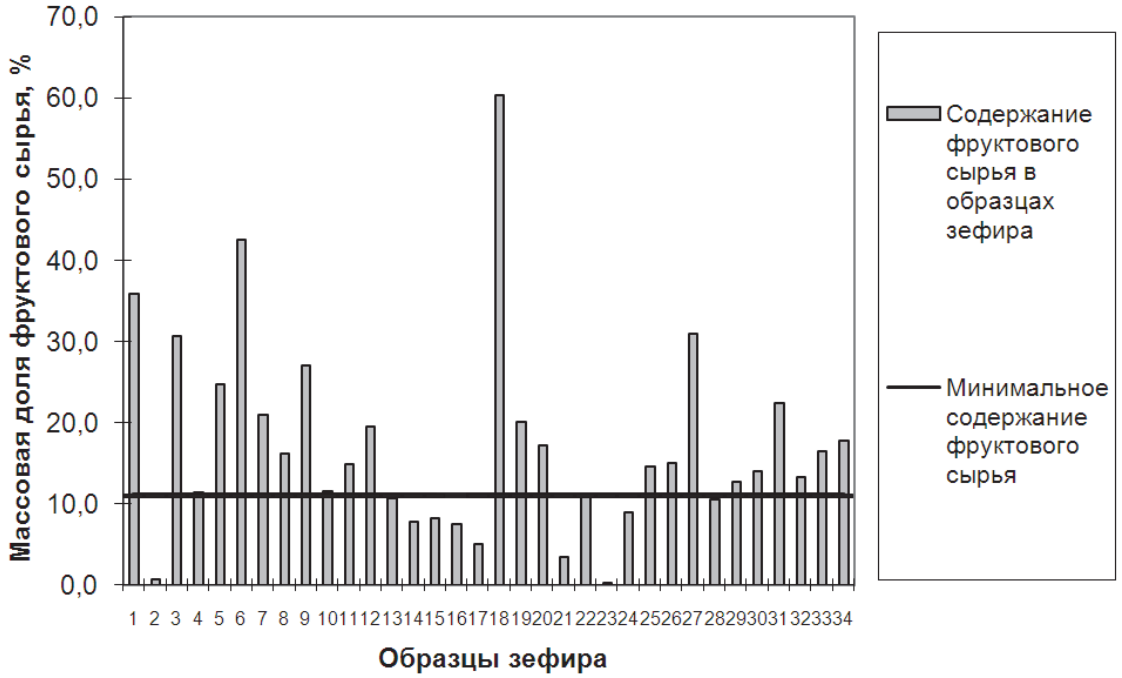


Рисунок 1 – Массовая доля фруктового сырья в образцах зефира

Данное несоответствие может быть связано с использованием некачественного яблочного пюре. Для проверки данного предположения были проведены исследования содержания фруктового сырья в 10 образцах яблочного пюре (рисунок 2).

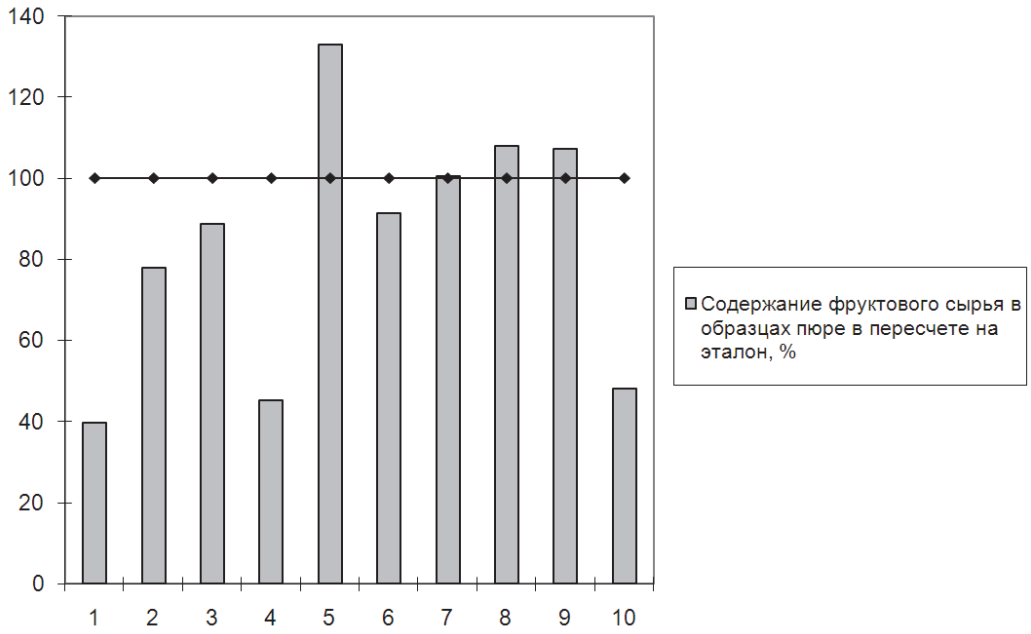


Рисунок 2 – Массовая доля фруктового сырья в образцах яблочного пюре

Установлено, что массовая доля фруктового сырья в яблочном пюре варьируется в широком диапазоне от 40 % до 133 %. Большой разброс полученных значений связан с тем, что расчет количества фруктового сырья ведется относительно эталона яблочного пюре с заданными базовыми значениями содержания яблочной кислоты и макроэлементов.

Содержание фруктового сырья более 100 % свидетельствует о том, что данное пюре обладает более высокими значениями исследуемых параметров. С другой стороны, присутствуют также образцы с низким содержанием фруктового сырья, что связано с его фальсификацией.

Это представляет собой проблему для производителей мармеладно-пастильных изделий, поскольку при использовании такого пюре готовое изделие не будет соответствовать требованиям нормативной документации.

Для корректировки рецептуры в соответствии с требованиями документации к составу изделий при использовании подобного сырья в работе [5] предложена формула (1) пересчета количества добавляемого фруктового сырья в соответствии с его фактическим химическим составом:

$$Y_{фс}^{ф} = 11 \cdot \frac{100}{174 \cdot w_{к}^{ф} + 0{,}12 \cdot w_{м}^{ф}}, \quad (1)$$

где $Y_{фс}^{ф}$ – количество используемого фруктового сырья, которое необходимо добавить в рецептуру для достижения не менее 11 % содержания фруктового сырья, %;

$w_{к}^{ф}$ – фактическое значение массовой доли органических кислот в фруктовом сырье, %;

$w_{м}^{ф}$ – фактическое значение массовой доли макроэлементов в фруктовом сырье, %.

Выводы:

Исследования массовой доли фруктового сырья в образцах зефира и яблочного пюре показали необходимость контролирования химического состава исходного фруктового сырья, а также актуальность обоснования дополнительных требований к яблочному пюре для производства мармеладно-пастильных изделий.

Список использованных источников

1. Кондратьев Н.В. Определение массовой доли яблочного пюре в кондитерских изделиях с использованием комплекса критериев идентификации / Н.Б. Кондратьев, О.С. Руденко, М.В. Осипов, Ф.И. Парашина, И.А. Белова, Т.В. Савенкова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2014. – №3. – С. 28–31.

2. Кондратьев Н.Б. К вопросу определения содержания яблочного пюре в мармеладе и пастильных изделиях / Н.Б. Кондратьев, О.С. Руденко, М.В. Осипов, И.А. Белова, Т.В. Савенкова // Кондитерское производство. – 2015. – №1. – С. 10–11.

3. Белова И.А. Использование показателей химического состава сырья для оптимизации рецептур кондитерских изделий / И.А. Белова, Н.Б. Кондратьев, Т.В. Савенкова, О.С. Руденко, М.В. Осипов, Ф.И. Парашина, Ю.А. Мамонова, К.В. Южакова // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – №2. – С. 8–10.

4. Руденко О.С. Особенности оценки качества фруктового сырья в кондитерских изделиях / О.С. Руденко, Н.Б. Кондратьев, М.В. Осипов, Ф.И. Парашина, И.А. Белова, Т.В. Савенкова // Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции. – 2013. – №12. – С. 38–40.

5. Руденко О.С. Развитие технологии кондитерских изделий с использованием фруктового сырья на основе совершенствования системы оценки качества // Автореф. дис. на соиск. учен. степ. к.т.н. / ВНИИКП – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН – Москва. 2018. – 24 с.

References:

1. Kondratiev N.B. Opredeleniye massovoy doli yablochnogo pyure v konditerskikh izdeliyakh s ispolzovaniyem kompleksa kriteriyev identifikatsii / N.B. Kondratiev, O.S. Rudenko, M.V. Osipov, F.I. Parashina, I.A. Belova, T.V. Savenkova // Tekhnologii pishchevoy I pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya. – 2014. – №3. – C. 28–31.

2. Kondratiev N.B. K voprosu opredeleniya soderzhaniya yablochnogo pyure v marmelade i pastilnykh izdeliyakh / N.B. Kondratiev, O.S. Rudenko, M.V. Osipov, I.A. Belova, T.V. Savenkova // Konditerskoye proizvodstvo. – 2015. – №1. – C. 10–11.

3. Belova I.A. Ispolzovaniye pokazateley khimicheskogo sostava syria dlya optimizatsii retseptur konditerskikh izdeliy / I.A. Belova, N.B. Kondratiev, T.V. Savenkova, O.S. Rudenko, M.V. Osipov, F.I. Parashina, Yu.A. Mamonova, K.V. Yuzhakova // Konditerskoye proizvodstvo. – 2015. – №1. – S. 10–11.

4. Rudenko O.S. Osobennosti otsenki kachestva fruktovogo syrya v konditerskikh izdeliyakh / O.S. Rudenko, N.B. Kondratiev, M.V. Osipov, F.I. Parashina, I.A. Belova, T.V. Savenkova // Khraneniye I pererabotka selskokhozyaystvennoy produktsii. – 2013. – №12. – S. 38–40.

5. Rudenko O.S. Razvitiye tekhnologii konditerskikh izdeliy s ispolzovaniyem fruktovogo syrya na osnove sovershenstvovaniya sistemy otsenki kachestva // Avtoref. dis. na soisk. uchen. step. k.t.n. / VNIIKP – filial FGBNU «FNTS pishchevykh sistem im. V.M. Gorbatova» RAN – Moskva. 2018. – 24 s.

УДК 663.051:664

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСТРАКЦИИ БАВ ИЗ ЦВЕТКОВ LAVANDULA ANGUSTIFOLIA ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Автор: Лазарева Е.Г.**
Научный руководитель: Хуршудян С.А. – д.т.н., профессор
Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва, e-mail: lkg1996@mail.ru

RESEARCH OF BIOLOGICALY ACTIVE SUBSTANCES EXTRACTION FROM THE FLOWERS OF LAVANDULA ANGUSTIFOLIA FOR USE IN THE FOOD INDUSTRY

*Author: Lazareva E.G.**
Scientific adviser: Khurshudyan S.A. – Dr. Tech. Sc., professor
All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Non-Alcoholic and Wine Industry – a branch of the Gorbatov's Federal Scientific Center for Food Systems of RAS, Moscow, e-mail: lkg1996@mail.ru

Ключевые слова: экстракция, лаванда, Lavandula angustifolia, биологически активные вещества.

Keywords: extraction, lavender, Lavandula angustifolia, biologically active substances.

Аннотация: Цель исследования – проведение экстракции биологически активных компонентов из цветков лаванды узколистной (*Lavandula angustifolia*) при помощи спирта этилового ректификованного различной концентрации и сравнительный анализ экстрактов для выбора оптимальных условий его получения. Экстракт предназначен для последующего применения в пищевой, в частности, алкогольной, промышленности. Изучен химический состав и свойства эфирного масла лаванды узколистной, позволяющие улучшить функциональные и органолептические свойства пищевых продуктов. Результаты исследования позволили установить оптимальные условия для максимального выхода экстрактивных веществ: продолжительность экстракции составила 5 суток; соотношения сырья к экстрагенту – 1:50; концентрация этанола – 70 % об.

Abstract: The aim of the study was extraction of biologically active components from flowers of narrow-leaved lavender (Lavandula angustifolia) using rectified ethyl alcohol of various concentrations and comparative analysis of extracts to select the optimal conditions for its production. The extract is intended for subsequent use in food, in particular alcoholic industry. Chemical composition and properties of essential oil of narrow-leaved lavender, which improve functional and organoleptic properties of food products, have been studied. Results of the study made it possible to establish optimal conditions for maximum yield of extractive substances: extraction duration was 30 days; ratio of raw materials to extractant – 1:50; ethanol concentration of – 70 % vol.

Введение: В настоящее время одним из приоритетных направлений в области питания населения, как в России, так и за рубежом, является разработка функциональных пищевых продуктов [1]. Применение экстрактов пряно-ароматического, эфиромасличного и лекарственного сырья позволяет обеспечивать высокую эффективность в ряде отраслей пищевой промышленности за счет сокращения потери ценного сырья, а также за счет выпуска новых видов продукции, в том числе алкогольных напитков [2].

Особый интерес вызывает такое растение, как *Lavandula angustifolia* (лаванда узколистная). Родиной данного растения считается Южная и Юго-Западная часть Европы [3]. Благодаря схожему климату лаванда натурализована в нескольких районах России: Республика Северная Осетия-Алания, Республика Крым, Краснодарский край.

Все части растения содержат эфирное (лавандовое) масло: листья – до 0,4 %, стебли – до 0,2 %, значительное количество его накапливается в соцветиях – 3,5–4,5 % (по другим данным, 0,8–1,6 %) [4].

В таблице 1 представлен средний состав компонентов эфирного масла лаванды узколистной, при этом главной составной частью масла (30–60 %) являются сложные эфиры спирта L-линалоола и кислот (уксусной, масляной, валериановой и капроновой).

Таблица 1. Средний химический состав эфирного масла *Lavandula angustifolia*

Компоненты	%	Компоненты	%
Монотерпеновые спирты	47,52	**Монотерпеновые углеводороды**	5,09
линаоол	43,00	транс-β-оцимен	1,92
борнеол	1,80	цис-β-оцимен	1,47
терпинеол	1,02	камфен	0,28
терпинен-4-ол	0,91	лимонен	0,25
гераниол	0,59		
		Сесквитерпеновые углеводороды	4,58
Сложные эфиры	34,81	β-кариофиллен	2,80
линалилацетат	32,09	β-фарнезен	1,46
Лавандулилацетат	1,29	гермакрен-d	0,15
1-октен-3-ил ацетат	0,59		
Гексил ацетат	0,40	**Кетоны**	2,05
		Октанон-3	1,22
		Камфора	0,83

В цветках содержатся также дубильные вещества (до 12 %), горечи и смолы, урсоловая кислота, кумарин, герниарин [5]. Кумарин и герниарин в процессе гидродистилляции перегоняются одновременно с эфирным маслом.

Цветки лаванды обладают широким спектром биологической активности (антисептическое, желчегонное, седативное, мочегонное действие), однако данное растение пока что не имеет широкого применения в фармакологических препаратах России [6].

Цель работы – провести исследование экстракции биологически активных компонентов из цветков *Lavandula angustifolia* в различных условиях для получения продукта, применяемого в пищевой промышленности.

Для решения цели исследования поставлены следующие задачи:

– анализ процессов, протекающих при экстракции растительного сырья;

– подбор оптимальных условий экстракции *Lavandula angustifolia*.

Объекты и методы исследования. Исследование проведено на основе сырья, изготовленного по ТУ 9164-001-67457370-2014. В качестве экстрагента использован спирт этиловый ректификованный «Люкс» – 96,3 % об. Изучены процессы, происходящие при экстракции: диффузия, диализ, растворение, десорбция, осмос, механическое вымывание [7]. Все они идут одновременно и взаимно влияют друг на друга. Основным процессом, обеспечивающим извлечение веществ из сырья, является диффузия – постепенное взаимное проникновение веществ, граничащих друг с другом [8]. Движущей силой диффузии является разность концентраций [9]. При выравнивании концентрации диффузия приостанавливается.

Рассмотрены факторы, влияющие на выход биологически активных компонентов сырья при экстракции [10]:

- Измельчённость сырья: при измельчении увеличивается суммарная поверхность сырья, контактирующая с экстрагентом. Чем больше поверхность, тем больше вещества извлекается. Однако степень мелкости сырья регламентируется, так как при тонком измельчении извлечение загрязняется балластными веществами и механическими примесями;
- Температурный режим экстракции. С повышением температуры интенсивность диффузии увеличивается, в связи с чем этот фактор используется довольно часто: при изготовлении водных, масляных извлечений;
- Концентрационные особенности системы: соотношение экстрагируемого сырья и экстрагента.

Результаты исследований. Анализ процессов, протекающих при экстракции в статике, привел к следующей схеме (рисунок 1)

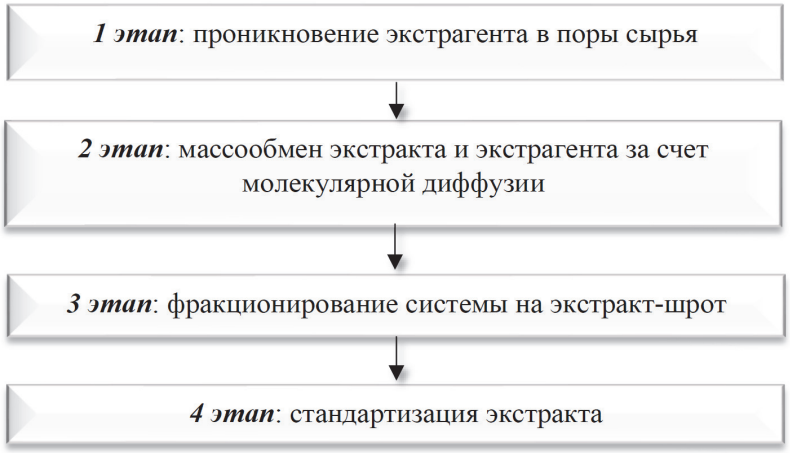


Рисунок 1 – Схема процесса экстракции

Для получения экстракта из сухого растительного сырья цветки лаванды настоящей измельчаются и заливаются экстрагентом – этиловым спиртом различной концентрации.

При изучении литературы по данной тематике, оптимальным соотношением сырья и экстрагента было выбрано 1:50 [11]. Для полной экстракции ПАВ из сырья необходимо 5 суток.

Определение выхода экстрактивных веществ по истечению времени настаивания проводилось по ГОСТ 32080-2013 рефрактометрическим методом [12].

На рисунке 2 представлены данные о содержании экстрактивных веществ при настаивании сырья на водно-спиртовом растворе различной концентрации.

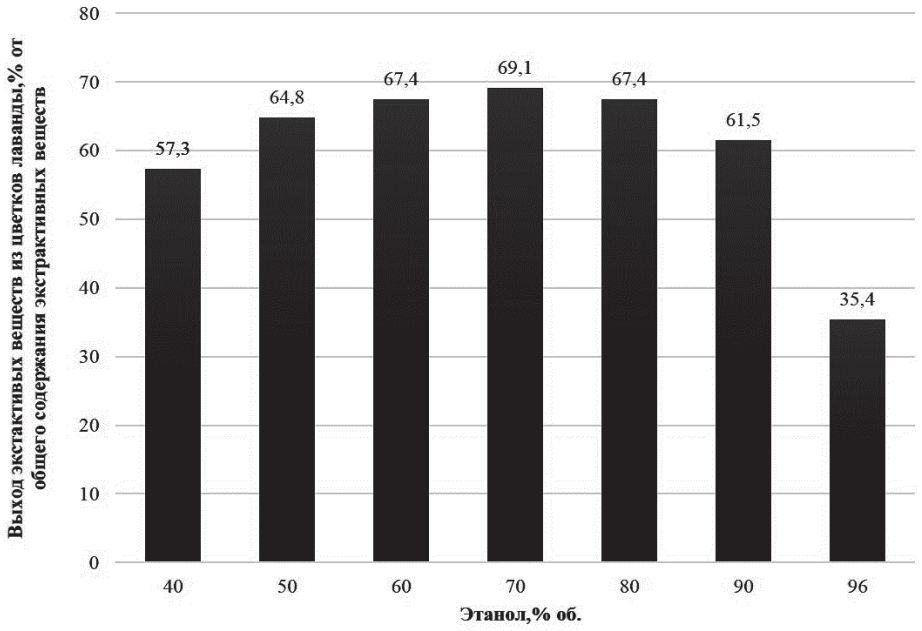


Рисунок 2 – Зависимость выхода экстрактивных веществ от концентрации экстрагента

Выводы:

Полученная зависимость выхода экстрактивных веществ от концентрации экстрагента позволила установить оптимальные условия для наиболее полного выхода биологически активных компонентов из цветков *Lavandula angustifolia*: продолжительность экстракции составила 5 суток; соотношения сырья к экстрагенту – 1:50; концентрация этанола – 70 % об.

Полученный экстракт позволит улучшить как функциональные, так и органолептические свойства пищевых продуктов.

Список использованных источников

1. Шаповалов К.Н. Разработка и товароведная оценка обогащенной соковой продукции с использованием растительных экстрактов: дис. канд. техн. наук: 05.18.15/АНО ВО БУКЭП. – Белгород,2017 – 220 с

2. Дудченко Л.Г., Козьяков А.С., Кривенко В.В. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: Справочник / Отв. ред. К.М. Сытник. – К.: Наукова думка, 1989. – 304 с.

3. Минина С.А., Каухова И.Е. Химия и технология фитопрепаратов. М., изд., Гэотар-Медиа, 2009. 560 с.

4. Блинова К.Ф. и др. Ботанико-фармакогностический словарь: Справ. пособие / Под ред. К.Ф. Блиновой, Г.П. Яковлева. – М.: Высш. шк., 1990. – С. 202.

5. Хейфиц, Л.А. Душистые вещества / Л.А. Хейфиц, В.М. Дашунин. – М.: Химия, 1994. стр. 43–45

6. Галеновые препараты: Методические указания для самостоятельной работы студентов 5 курса фармацевтического факультета / сост. А.Я. Башаров, Н.С. Мамонтова, Г.М. Глущенко. – Хабаровск: Изд-во ДВГМУ,2012. – 58 с.

7. Безчаснюк Е.М., Дяченко В.В., Кучер О.В., Процесс экстрагирования из лекарственного растительного сырья // Фармаком – 2003.-№1 стр. 54–56

8. Рудобашта С.П., Карташов Э.М. Диффузия в химико-технологических процессах. М.: Химия, 1993. 208 с.

9. Бабенко Ю.И., Иванов Е.В. Экстрагирование. Теория и практические приложения. – СПб.: НПО «Профессионал», 2009

10. Каротиноиды. Общие положения. Применение в молочной промышленности: монография / Галстян А.Г., Аветисян Г.А. – Москва: Россельхозакадемия, 2005. – 159 с.

11. Часовских А.А. Использование эфиромасличных растений при производстве алкогольных напитков / Часовских А.А., Гагиева Л.Ч. // Пиво и напитки. – 2011. – №2. – С.22–23.

12. ГОСТ 32080-2013 Изделия ликероводочные. Правила приемки и методы анализа. М.: Стандартинформ, 2014

References

1. Shapovalov K.N. Razrabotka i tovarovednaya ocenka obogashchennoj sokovoj produkcii s ispol'zovaniem rastitel'nyh ekstraktov [Development and commodity assessment of enriched juice products using plant extracts] Cand. tech. sci. diss. Belgorod, ANO VO BUKEP, 2017, 220 p. (In Russ.)
2. Dudchenko L.G., Koz'yakov A.S., Krivenko V.V. Pryano-aromaticheskie i pryano-vkusovye rasteniya: Spravochnik [Spicy aromatic and spicy flavoring plants: Reference] Kiev, Naukova dumka, 1989, 304 p. (In Russ.)
3. Minina S.A., Kauhova I.E. Himiya i tekhnologiya fitopreparatov [Chemistry and technology of phytopreparations] Moscow, Geotar-Media, 2009, 560 p. Лшум(In Russ.)
4. Blinova K.F., Yakovleva G.P. Botaniko-farmakognosticheskij slovar' [Botanical Pharmacognostic Dictionary] Moscow, Vysshaya shkola [High school], 1990, 202 p. (In Russ.)
5. Hejfic L.A., Dashunin V.M. Dushistye veshchestva [Fragrant substances] Moscow, Himiya [Chemistry],1994, pp. 43–45 (In Russ.)
6. Basharov A.Y., Mamontova N.S., Glushchenko G.M. Galenovye preparaty: Metodicheskie ukazaniya dlya samostoyatel'noj raboty studentov 5 kursa farmacevticheskogo fakul'teta [Galenic preparations: methodical instruction] Habarovsk, DVGMU,2012, 58 p. (In Russ.)
7. Bezchasnyuk E.M., Dyachenko V.V., Kucher O.V., Process ekstragirovaniya iz lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya [The process of extraction from medicinal raw materials] Farmakom,2003, no 1, pp. 54–56 (In Russ.)
8. Rudobashta S.P., Kartashov E.M. Diffuziya v himiko-tekhnologicheskih processah[Diffusion in chemical processes].Moscow, Himiya [Chemistry],1993, 208 p.(In Russ.)
9. Babenko Y. I., Ivanov E.V. Ekstragirovanie. Teoriya i prakticheskie prilozheniya [Extraction. Theory and practical applications] Saint-Petersburg, NPO «Professional», 2009 (In Russ.)
10. Galstyan A. G., Avetisyan G. A. Karotinoidy. Obshchie polozheniya. Primenenie v molochnoj promyshlennosti: monografiya [Carotenoids. General Provisions Application in the dairy industry: monograph] Moscow, Rossel'hozakademiya, 2005, 159 p. (In Russ.)
11. Chasovskih A.A., Gagieva L.CH. Ispol'zovanie efiromaslichnyh rastenij pri proizvodstve alkogol'nyh napitkov [The use of essential oil plants in the production of alcoholic beverages] Moscow.Pivo I napitki [Beer and drinks], 2011, no 2, pp. 22–23(In Russ.)
12. GOST 32080-2013 Izdeliya likerovodochnye. Pravila priemki i metody analiza [Alcoholic beverages. Acceptance rules and analysis methods.] Moscow. Standartinform, 2014 (In Russ.)

УДК 663.674

ЗАМОРОЖЕННЫЕ ДЕСЕРТЫ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ДЛЯ ПОСЕТИТЕЛЕЙ ФИТНЕС ЦЕНТРОВ

Авторы: Ландиховская А.В. – мл. научн. сотрудник, аспирант,*
Закирова Р.Р. – мл. научн. сотрудник
Научные руководители: Творогова А.А. – д.т.н., зам. директора по научной работе,
Казакова Н.В. – к.т.н., ведущий научный сотрудник
ВНИХИ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
г. Москва, anna.landih@yandex.ru

FROZEN DESSERTS OF THE INCREASED NUTRITIONAL VALUE FOR VISITORS OF FITNESS CENTERS

*Authors: Landikhovskaya A.V. * – junior researcher, graduate student, Zakirova R. R. – junior researcher*
Supervisors for research: A. A. Tvorogova – Doctor of Technical Sciences, Deputy Director for Research,
N. V. Kazakova – Candidate of Technical Sciences, leading researcher
VNIKHI – branch of the FSBI «V.M. Gorbatov Research Center for food systems» RAS
Moscow, anna.landih@yandex.ru

Ключевые слова: замороженный десерт, фитнес центры, пищевая ценность, сывороточный белок, казеин.

Keywords: frozen dessert, fitness centers, nutritional value, whey protein, casein.

Аннотация: Разработан композиционный состав замороженных аэрированных десертов для посетителей фитнес центров. Десерт не содержит сахарозы, обогащен белком и пищевыми волокнами, характеризуется пониженной калорийностью. Одна порция десерта (70 г) позволит удовлетворить суточную потребность в белке более, чем на 11 %. Исследованы технологически значимые показатели десертов с повышенным содержанием белка с соотношением казеина и сывороточных белков 4:1 и изолятами сывороточных белков. Обоснована возможность производства десертов в условиях действующих предприятий отрасли производства мороженого.

Abstract: The composition of frozen aerated desserts for visitors of fitness centers has been developed. The dessert does not contain sucrose, is enriched with protein and dietary fibers. It is characterized by low caloric content. One serving of dessert (70 g) will satisfy the daily need of protein by more than 11%. The technologically important indicators of desserts with increased content of protein and the ratio of casein and whey protein 4:1 and with isolates of whey are investigated. The possibility of production of such desserts in the conditions of the operating enterprises of ice cream production is proved.

Введение. Здоровье человека – основа его жизни. Подавляющее большинство людей следят за своим питанием и образом жизни. Растет количество фитнес-клубов, открываются новые физкультурно-оздоровительные комплексы, классы по занятию йогой, не говоря уже о тех спортсменах, чья профессиональная деятельность тесно связана с различными видами спорта.

Для достижения хорошей физической формы необходимо учитывать правильно подобранный рацион питания в соответствии с потребностями и целями спортсмена [1].

Для решения проблемы оптимального сбалансированного питания спортсменов необходимы разработка и внедрение в производство отечественных продуктов заданного состава [2]. Такими продуктами могут стать замороженные аэрированные десерты, которые наряду с пищевой ценностью обладают дополнительным охлаждающим и освежающим эффектом.

В соответствии с рекомендациями Научного комитета по питанию Европейской комиссии от 2001 г. (Scientific Committee on Food of European Commission) все продукты для питания спортсменов условно разделены на 4 категории [3, 4]:

категория A – богатые углеводами энергетические пищевые продукты;

категория B – углеводно-электролитные растворы;

категория C – белки и белковые компоненты;

категория D – биологически активные добавки к пище.

В качестве источников белка в спортивном питании используют концентраты и изоляты белков молочной сыворотки, молочные белки с различными соотношениями казеина и сывороточных белков, сухое обезжиренное молоко, сухую молочную сыворотку, гидролизаты желатина и др.

Производители мороженого также заинтересованы в удовлетворении спроса потребителей в мороженом и замороженных десертах со сниженным содержанием сахара или полностью без его применения, а также к выпуску продукции, обогащенной белками, пищевыми волокнами или пробиотическими микроорганизмами.

Объекты и методы исследования. С целью расширения ассортимента замороженных десертов для здорового питания в лаборатории технологии мороженого ВНИХИ разработан композиционный состав замороженных десертов с измененным, по сравнению с традиционным мороженым, белковым составом, без сахарозы, обогащенных пищевыми волокнами. Десерты производили по технологии молочного мороженого.

В качестве источника белка использовали молочный белок Procream AM (Ingredia, Франция) и изолят сывороточного белка (производство Китай), источник пищевых волокон – инулин (ООО «НоваПродукт», Бельгия), сахарозаменитель – стевия (Milford, Германия)

Показатели эффективной вязкости получены с использованием реотеста Brookfield DV-II+ Pro с программным обеспечением при температуре исследования (4 ± 0,5) °С. Определение формо- и термоустойчивости определяли по методике ВНИХИ.

Результаты исследований. На первом этапе исследований был разработан научно обоснованный композиционный состав замороженных десертов, при этом:

– предусмотрено применение концентратов молочных белков, состоящих на 80 % из казеина и на 20 % из сывороточных белков;

– из состава продукта полностью исключена сахароза, в качестве ее заменителя по сладости предусмотрено применение стевии, что делает продукт доступным для лиц, ограничивающих потребление сахарозы полностью или частично;

– для восполнения сухих веществ в десертах (до уровня 32 %) и обогащения пищевыми волокнами предусмотрено использование инулина.

При выборе сывороточных белков принимали во внимание, что сывороточные белки легче усваиваются по сравнению с молочными белками, состоящими преимущественно из казеина. Однако сывороточные белки не выдерживают нагревание до 80 °С, их следует вносить в охлажденную смесь, поэтому важно использовать микробиологически чистый белок.

При разработке композиционного состава десерта принимали во внимание и то, что десерт предназначен как для спортсменов, ставящих перед собой цель – набор мышечной массы, так и для тех, кто ограничивает в своём рационе содержание жира и сахарозы, помимо этого было предусмотрено обогащение замороженного десерта пищевыми волокнами. Десерт характеризовался массовыми долями: жира 3,5 %, белка – не менее 12,7 %, пищевых волокон – не менее 3 %. В качестве пищевкусовых продуктов предусмотрено применение продуктов переработки фруктов.

Десерт предназначен для употребления в качестве быстрого источника пищи сразу после тренировки для потребителей, как снижающих массу тела, так и для набирающих мышечную массу, в связи с этим важно правильно оценить его пищевую ценность. Учитывая, что в 100 г продукта содержится 12,7 г белка, то с 1 порцией десерта массой 70 г можно употребить 11,8 % белка от суточной потребности организма (из расчета 75 г). Содержание пищевых волокон в порции составляет 21 % от суточной нормы. Энергетическая ценность продукта в пересчёте на 1 порцию составляет менее 83 ккал.

При исследовании экспериментальных партий десертов было установлено, что введение сывороточных белков приводит к увеличению динамической вязкости смеси в 1,7 раза. При градиенте сдвига на срез 0,017 $с^{-1}$ (при одном и том же содержании белков) в образце с молочным белком ее значение составило 14,3 Па·с, а с сывороточным белком – 24,8 Па·с. Кроме того определено, что смеси с высокой массовой долей сывороточных белков характеризуются более высокой способностью к насыщению воздухом по сравнению со смесями с традиционным молочным белком, в котором соотношение казеина и сывороточных белков 4:1. В образце с обычным молочным белком взбитость составила 73,0 %, с сывороточными белками – 147 %, что недопустимо для мороженого, но возможно для десертов. Различия между значениями взбитости в замороженных десертах можно объяснить высокой пенообразующей способностью сывороточных белков.

При определении показателей «термо- и формоустойчивость» отмечено, что через 60 мин с момента термостатирования в образце с преобладанием казеина плава не образовалось, в образце с изолятом сывороточных белков его доля была незначительной (0,41 %). Однако форма порций в десертах с преобладанием сывороточных белков сохранялась в меньшей степени, чем в образцах с доминированием казеина в составе белковой фазы (рисунок 1).

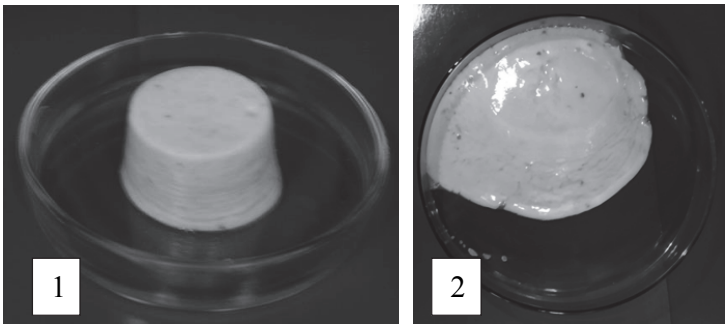


Рисунок 1 – Фотографии порций замороженного десерта через 50 мин с момента термостатирования: 1 – сывороточные белки + казеин; 2 – сывороточные белки

Выводы:

В результате исследований установлено, что в производстве замороженных десертов с повышенным содержанием белка возможно использование, как концентрата молочных белков, так и изолята сывороточных белков. Однако пищевая ценность десертов с преобладанием сывороточных белков выше.

Использование высокой массовой доли белка (12,7 %) способствует получению взбитых замороженных десертов с высокой термо- и формоустойчивостью.

С 1 порцией замороженного десерта можно потребить более 11,0 % белка и 21 % пищевых волокон от их суточной потребности.

Исключение сахарозы из рецептуры позволяет употреблять десерт лицам, ограничивающим ее в своем рационе.

Список использованных источников

1. Азизбекян Г.А. Принципы оптимального питания спортсменов различных специализаций / Г.А. Азизбекян, Д.Б. Никитюк, А.Л. Поздняков, И.С. Зилова, К.В. Выборная // Вопр. питания. 2010. Т. 79. № 4. С. 67–71.

2. Гаврилова Н.Б. Научно-экспериментальное обоснование рецептуры специализированного продукта для питания спортсменов, обогащенного пробиотическими микроорганизмами / Н.Б. Гаврилова, М.П. Щетинин, Н.Л. Чернопольская // Вопр. питания. 2017. Т. 86. №5. С. 22–28.

3. В.М. Воробьева. Классификация и характеристика специализированных продуктов для питания спортсменов / В.М. Воробьева, Л.Н. Шатнюк, И.С. Воробьева, Г.А. Михеева, Э.Н. Трушина, Е.Е. Зорина, Д.Б. Никитюк // Вопр. питания. 2010. Т. 79. №6. С. 64–68.

4. Report of the Scientific Committee on Food on composition and specification of food intended to meet the expenditure of intense muscular effort, especially for sportsmen, – European Commission, 2001. – 50 p.

References

1. Azizbekyan G.A. Printsipy optimal'nogo pitaniya sportsmenov razlichnykh spetsializatsiy / G.A. Azizbekyan, D. B. Nikityuk, A. L. Pozdnyakov, I. S. Zilova, K. V. Vybornaya // Vopr. pitaniya. 2010. T. 79. № 4. PP. 67–71.

2. Gavrilova N.B. Nauchno-eksperimental'noe obosnovanie retseptury spetsializirovannogo produkta dlya pitaniya sportsmenov, obogashchennogo probioticheskimi mikroorganizmami / N.B. Gavrilova, M.P. Shchetinin, N.L. Chernopol'skaya // Vopr. pitaniya. 2017. T. 86. №5. PP. 22–28.

3. V.M. Vorob'eva. Klassifikatsiya i kharakteristika spetsializirovannykh produktov dlya pitaniya sportsmenov / V.M. Vorob'eva, L.N. Shatnyuk, I.S. Vorob'eva, G.A. Mikheeva, E.N. Trushina, E.E. Zorina, D.B. Nikityuk // Vopr. pitaniya. 2010. T. 79. №6. PP. 64–68.

4. Report of the Scientific Committee on Food on composition and specification of food intended to meet the expenditure of intense muscular effort, especially for sportsmen, – European Commission, 2001. – 50 p.

УДК 664

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СУ-ВИД ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЛЮД ИЗ МЯСНОГО СЫРЬЯ

Авторы: Левицкая И.А., Коваль Е.А., Зайнутдинова А.Р., Грибкова В.А. – к.т.н.,доцент*
Черепова Т.И. – к.ф.н.
Научный руководитель: Славянский А.А. – д.т.н., профессор
Московский государственный университет технологий и управления
им. К.Г. Разумовского (ПКУ), г. Москва, e-mail: ekovalenok@bk.ru

THEORETICAL ASPECTS AND PROSPECTS OF THE APPLICATION OF SOUS-VIDE TECHNOLOGY IN THE PRODUCTION DISHES OF RAW MEAT

Authors: Levitskaya I. A., Koval E.A., Zainutdinova A.R., Gribkova V.A. – Ph.D., Associate Professor*
Cherepova T.A. – Ph.D.
Scientific adviser: Slavyansky A.A. – D.Sc., Professor
Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (the First Cossacs University), Moscow, e-mail: ekovalenok@bk.ru

Ключевые слова: су-вид, низкотемпературная обработка, мясное сырье, мясные полуфабрикаты.

Keywords: sous-vide, low-temperature processing, raw meat, meat semi-finished products.

Аннотация. В данной статье приведены основные аспекты применения технологии «Су-Вид» при изготовлении полуфабрикатов и готовых блюд из мясного сырья. Подробно описан технологический процесс технологии «Су-Вид» с представлением ее основных этапов.

Abstract. This article presents the main aspects of the use of technology «Sous-vide» in the manufacture of semi-finished and ready-made meals from raw meat. The technological process of the «Sous-vide» technology is described in detail with the presentation of its main stages.

Введение. Изучая работы аналитиков в настоящее время, следует отметить, что изменение физико-химических показателей происходят при режимах нагрева продуктов, требуется правильно подбирать температуру тепловой обработки, учитывая физико-химические изменения сырья [2, 6, 7].

Низкотемпературная тепловая обработка предусматривает температуру варочной среды 47–80 °С. Под понятием низкотемпературной обработки сырья понимают, что это процесс нагрева в воде в среде ненасыщенного пара, завершения готовности продукта и формированием органолептических показателей. Петров Е.В. [3] в своих работах утверждает, что термин «пастеризация» является более точным для низких температур.

В 1799 г. впервые описание технологии приготовления «Су-Вид» (низкотемпературная обработка) вывел англо-американский ученый Б. Томпсон Румфорд.

S. Cover В 1937 г. изучил положительное влияние длительной тепловой обработки при низких температурах на качественные показатели готового продукта.

В 1989 г. дано определение длительной низкотемпературной обработки мясопродуктов ученым Hrdina-Dubsky D.L. Низкотемпературная обработка – это процесс нагревания сырья в воде или в среде насыщенного пара до температуры внутри продукта от 47 до 80 °С продолжительностью от 30 минут до 24 часов в зависимости от физического и химического составляющего сырья.

Bramblett V.D., Machlik S.M., Draudt H.N., Laakkonen E., Bouton P.E., Bowers J.A., Vaudagna S.R., Mortensen L.M., Heston Marc Blumenthal [8] своими работами подтверждают влияние длительного воздействия низких положительных температурах на биологическую ценность, консистенцию, органолептические показатели и выход готового продукта.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования в данной работе является применение технологии «Су-Вид» при изготовлении полуфабрикатов и готовых изделий из

мясного сырья, основные технологические особенности и приемы данной технологии, а также влияние данного метода на органолептические свойства продукции и сроки хранения.

Результаты исследований. По данным Christensen L. и соавт. (2012) [9] следует выделить, что продолжительность теплового воздействия влияет на консистенцию и нежность свинины и говядины, но не влияют на куриную грудку. Благодаря увеличению температуры сочность мяса уменьшается, а термопотеря массы продукта увеличиваются. Отметим, что низкотемпературная обработка сырья при 58 °С на протяжении 6 часов обеспечивает нежность продукта, сочность и цвет.

Изучая работы Де-Соуза Л.Д.К. (2013), Родионова Н.С., Ряшко Г.М., H.M. Blumenthal [1, 3, 4] следует выделить основные этапы технологии приготовления полуфабриката с помощью низкотемпературной обработки – «Су-Вид»:

1) Подготовительный этап: чистка сырья, жиловка, обвалка, вымачивание, добавление вспомогательных компонентов;

2) Вакуумная упаковка: формованное сырье помещают в полиэтиленовые пакеты из термоустойчивого материала (стандартные, с молнией сбоку, рулонные);

3) Вакуумирование: на массу продукта 1 см^2 площадь гибкого пакета, вакуумируют с градиентом вакуума 1,5–2 % в секунду до достижения вакуума 99,9 % и их герметизацию на протяжении 60 секунд;

4) Полуфабрикат в вакуумной оболочке погружают в варочный котел, подвергают тепловой обработке при точной постоянной температуре от 47 до 80 °С, необходимо наличие термостата для контролирования температуры.

5) Охлаждение полуфабриката до температуры +1–3 °С. Отметим, что такой процесс предотвращает размножение микроорганизмов в продукте [3].

По данным Де-Соуза Л.Д.К. [1] низкотемпературная технология «Су-Вид» (низкотемпературная обработка) позволяет удержать химические свойства продукта, тем самым предотвращает потери органолептических свойств продукта, соответственно происходит увеличение сроков хранения.

Применение вакуумной упаковки позволяет продемонстрировать качество продукта благодаря прозрачности. Следует отметить, что в этом случае большинство бактерий и микроорганизмов будут удалены из полимерного пакета и лишены возможности размножения и развития. Вакуумная упаковка увеличивает срок хранения пищевых продуктов, обеспечивает гигиенические условия при хранении и транспортировке продукта. Происходит предотвращение перехода водорастворимых веществ в среду варки, что способствует приятному вкусу, также снижается потеря вкусовых и ароматических качеств, тем самым увеличивается выход продукта.

При изготовлении полуфабриката требуется соблюдать характеристики продукта: толщина, температурный режим, время приготовления. Данные представлены в таблицах 1–3.

Таблица 1 – Рекомендации по использованию низких температур при тепловой обработке говядины

Продукт	Толщина, мм	Температура	Время, мин
Сырой стейк	20–30 мм	49	15–30
Сырой стейк	30–40 мм	49	25–30
С кровью стейк	20–30 мм	55	40–120 (2 часа)
С кровью стейк	30–40 мм	55	45–180 (3 часа)
Слабая прожарка стейк	20–30 мм	58	45–180
Слабая прожарка стейк	30–40 мм	58	80–180
Ребрышки	–	58	60–240 (4 часа)
Язык	–	70	1080(18 ч)–1440(24 ч)

Таблица 2 – Рекомендации по использованию низких температур при тепловой обработке свинины

Продукт	Толщина, мм	Температура	Время, мин
Корейка	–	80	160–600
Филе	30–40 мм	60	65–120
Филе	20–30 мм	60	100–120
Шея	–	75	600
Вырезка	20–30 мм	60	35–170
Вырезка	30–40 мм	60	60–170
Окорок	–	65	1200
Лопатка	–	80	600
Рулька	–	70	300–420
Шашлык	–	70	120
Грудинка	–	70	300

Таблица 3 – Рекомендации по использованию низких температур при тепловой обработке птицы

Продукт	Толщина, мм	Температура	Время, мин
Утка (ножки)	–	80	130–240
Утка (филе)	–	58	90–150
Гусь (ножки)	–	58	70–130
Курица (филе)	–	65	40–70
Курица (ножки)	–	65	180

Исследуя технологию низкотемпературной обработки методом «Су-Вид» (низкотемпературная обработка), отметим, что процесс варки при низких температурах обеспечивает равномерную температуру прогревания продукта, тем самым разрушаются клеточные мембраны продукта.

Благодаря шокофризерам интенсивной заморозки полуфабриката продукт достигает заморозку в толще до –18 °С. При разморозке и регенерации продукта используют температурные режимы для достижения температуры при которой полуфабрикат готовился изначально, а именно от 47 °С до 80 °С.

Выводы:

Исследования в области низкотемпературной обработки мясного сырья позволяют судить о том, что данная технология является достаточно перспективной и оказывает положительное воздействие на характеристики изготовляемой продукции.

Было установлено, что денатурационные изменения белков, протекающие при данном технологическом процессе напрямую влияют на характеристики мясопродуктов, а именно пищевая и биологическая ценность, функционально-технологическая, структурно-механическая и цветовая характеристика сырья. Тем самым доказывается, денатурационные изменения белков различными методами изменений состава белка с рядом функционально-технологических свойств и предложены рациональные температуры тепловой обработки.

Также были отмечены улучшение органолептических свойств готовой продукции и увеличение сроков хранения, уменьшение потерь в ходе обработки.

Организации производства на предприятии питания с использованием технологии «Су-Вид» (низкотемпературная обработка) поможет оптимизировать процесс приготовления, кадровую политику, а также технологическую цепочку и программируемые машины для приготовления различных блюд.

Список использованных источников

1. Де-Соуза Л.Д.К. Совершенствование технологии тепловой обработки предварительно вакуумированных пищевых систем на основе круп, овощей и мяса птицы: дис. на соиск. уч. степ. канд. тех. наук. [Текст] / Л.Д.К. Де-Соуза – 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства»; [ВГУИТ]. Воронеж, 2013. С. 31–32.

2. Ребезов М.Б., Наумова Н.Л., Зайнутдинов Р.Р., Альхамова Г.К., Лукин А.А. и др. Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания: Мат. IV междунар. научн.-практ. конф. Челябинск: ЮУрГУ, 2010. С. 282–285.

3. Петров Е.В. Выбор способов термической обработки. Мясные технологии. 2014. №8. С. 22–23.

4. Родионова Н.С. Инновационные технологии тепловой обработки полуфабриката из свинины с применением низкотемпературного режима [Текст] / Н.С. Родионова, Е.С. Попов, Р.О. Гончаров, В.В. Галицкий // Сервис в России и за рубежом. 2013. №5 (43). С. 48–54.

5. Родионова Н.С. Sous-vide обработка мелкокусковых полуфабрикатов из мяса говядины: режимы и показатели качества. Н.С. Родионова, Е.С. Попов // Пищевая промышленность. 2015. №10. С. 32–34.

6. Хайруллин М.Ф., Ребезов М.Б., Зинина О.В., Дуць А.О., Соловьева А.А., Солнцева А.А., Варганова Е.Я., Аксенова М.О. Установление сроков хранения мясных снэков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 75. С. 403–412.

7. Хайруллин М.Ф., Ребезов М.Б., Дуць А.О., Ребезов Я.М. Способ производства деликатесного мясного продукта. Патент на изобретение RUS 2523358 07.02.2013

8. Хестон Блюменталь Наука кулинарии или молекулярная гастрономия. – М.: «Bloomsbury USA», 2006. С.49.

9. Christensen, L. Sensory characteristics of meat cooked for prolonged times at low temperature [Text] / L. Christensen, A. Gunvig, M. A. Torngren, M. D. Aaslyng, M. Christensen // Meat Science. 2012. V. 90. PP. 485–489.

10. https://chefs-academy.com/sous_vide (Дата обращения: 16.06.2019)

Referenses

1. De Souza L.D.K. Improving the technology of heat treatment of pre-evacuated food systems based on cereals, vegetables, and poultry meat. on the competition uch. step. Cand. those. sciences. [Text] / L.D.K. De Souza – 05.18.01 “Technology of processing, storage and processing of cereals, legumes, cereals, fruits and vegetables, and viticulture”; [VSUIT]. Voronezh, 2013. PP. 31–32.

2. Rebezov, MB, Naumova, NL, Zainutdinov, RR, Alkhamova, G.K., Lukin, A.A. etc. The current state and prospects of development of the food industry and public catering: Mat. IV Intern. scientific-practical conf. Chelyabinsk: SUSU, 2010. PP. 282–285.

3. Petrov E.V. The choice of methods of heat treatment. Meat technology. 2014. №8. PP. 22–23.

4. Rodionova N.S. Innovative technologies of heat treatment of semi-finished pork products using the low-temperature mode [Text] / N.S. Rodionova, E.S. Popov, R.O. Goncharov, V.V. Galitsky // Service in Russia and abroad. 2013. №5 (43). PP. 48–54.

5. Rodionova N.S. Sous-vide processing of small-sized beef semi-finished products: modes and quality indicators. N.S. Rodionova, E.S. Popov // Food Industry. 2015. №10. PP. 32–34.

6. Khairullin M.F., Rebezov M.B., Zinina O.V., Duts A.O., Soloveva A.A., Solntseva A.A., Varganova E.Ya., Aksenova M.O. Establishment of storage periods of meat snacks // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2012. No. 75. PP. 403–412.

7. Khayrullin M.F., Rebezov M.B., Duts A.O., Rebezov Ya.M. Method for the production of deli meat product. The patent for invention RUS 2523358 07.02.2013

8. Heston Blumenthal Science culinary or molecular gastronomy. – M.: “Bloomsbury USA”, 2006. P. 49.

9. Christensen, L. Christensen, A. Gunvig, M. A. Torngren, M. D. Aaslyng, M. Christensen, L. Meat Science. 2012. V. 90. PP. 485–489.

10. https://chefs-academy.com/sous_vide (Revised: 06.16.2019)

УДК 664

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ СВИНИНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ СУ-ВИД

Авторы: Левицкая И.А., Коваль Е.А., Зайнутдинова А.Р., Пенухина О.А, Хайруллин М.Ф. – к.т.н.,доцент, Черепова Т.И. – к.ф.н.*
Научный руководитель: Славянский А.А. – д.т.н., профессор
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), г. Москва, e-mail: ekovalenok@bk.ru

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF PREPARATION OF PORK SEMI-PRODUCTS WITH THE APPLICATION OF LOW-TEMPERATURE TREATMENT SOUS-VIDE

Authors: Levitskaya I. A., Koval E.A., Zainutdinova A.R., Penuhina O.A. Khayrullin M.F. – Ph.D., Associate Professor, Cherepova T.I. – Ph.D.*
Scientific adviser: Slavyansky A.A .– D.Sc., Professor
Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (the First Cossacs University), Moscow, e-mail: ekovalenok@bk.ru

Ключевые слова: су-вид, низкотемпературная обработка, мясной полуфабрикат, полуфабрикаты из свинины.
Keywords: sous-vide, low-temperature processing, raw meat, meat semi-finished products.

Аннотация. В данной статье приведены экспериментальные данные разработки новых полуфабрикатов из свинины с применением низкотемпературной технологии «Су-Вид». В ходе работы были представлены результаты исследования по изменению химического состава и физико-химических показателей исследуемых полуфабрикатов, органолептические показатели и показатели безопасности.
Abstract. This article presents experimental data on the development of new semi-finished pork products using the low-temperature technology «Sous-vide». In the course of the work, the results of the study on changes in the chemical composition and physicochemical parameters of the semifinished products under study, organoleptic and safety indicators were presented.

Введение. Приготовление пищевых продуктов при использовании низкотемпературной обработки сырья получило стремительное развитие на потребительском рынке. Технология «Су-Вид» (низкотемпературная обработка) является предпосылкой для увеличения доли мясных полуфабрикатов с минимальными затратами и режимом приготовления [2–4].

Низкотемпературная обработка продуктов для получения полуфабрикатов из сырья животного происхождения необходима, чтобы обеспечить усовершенствование технологий приготовления, которые направлены на разработку изделий, сочетающих высокие производственные показатели, качество, пищевую и биологическую ценность изделий, базирующихся на знании технологических свойств сырья, их химического состава и пищевой ценности [1, 5, 6].

Объекты и методы исследования. Исследования проводились на базе ПАО «Группа Черкизово». Основными объектами исследования были определены полуфабрикаты: стейк из шейки в маринаде «Кавказский», ребрышки свиные в маринаде «Монте Риц».

Результаты исследований. Химический состав полуфабрикатов из свинины, выработанных по режиму низкотемпературной тепловой обработки «Су-Вид» (низкотемпературная обработка), представлен в таблице 1.

Массовая доля белка в полуфабрикате из свинины повышается на 9,4 %, таким образом, выделим, что массовые доли белка в продукте увеличивались в зависимости от используемого режима обработки.

Результаты в таблице показывают, что исследование химического состава образцов свинины выражают относительные показатели содержания жира и общей золы, тем самым выделим, что массовая доля жира в продукте в интервале от 12 % до 12,5 %, зола – от 3 % до 3,4 %.

Таблица 1 – Химический состав полуфабрикатов из свинины, выработанных с использованием низкотемпературного режима

Массовая доля, %				
	Белка	Жира	Влаги	Золы
Контроль	14,90±0,83	26,20±0,38	68,50±1,56	3,60±0,12
Стейк	17,50±0,80	31,50±0,48	64,60±1,45	3,50±0,09
Ребрышки	15,40±0,80	27,50±0,37	65,70±1,19	3,4±0,10

Необходимо отметить, что низкая водосвязывающая способность белков сырья обусловлена тем, что в свинине большое содержание белка и меньшее содержание влаги.

Исследования перевариваемости белков полуфабрикатов из свинины представлены на рисунке 1.

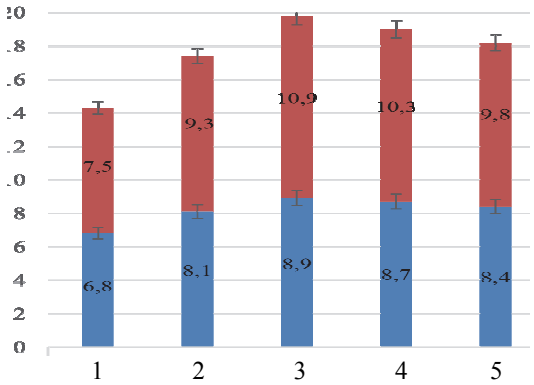


Рисунок 1 – Перевариваемость *«in vitro»* полуфабрикатов из свинины, мг тирозина/г белка. (1 – до тепловой обработки, 2 – контроль, 3 – стейк, 4 – ребрышки)

В ходе исследования динамики накопления продуктов гидролиза белков по фазам «пепсин-трипсин» была выявлена улучшенная перевариваемость полуфабрикатов с использованием низкотемпературной обработки сырья, так как общая перевариваемость свинины, термически обработанной с помощью низкотемпературной обработки, выше на 13,7 % и 16,4 %.

Перевариваемость полуфабрикатов из свинины при низкотемпературной обработке ребрышек составляет 19 мг тирозина/г белка и 19,8 мг тирозина/г белка стейка, соответственно, в сравнении с контролем выше.

Отметим, один из важных показателей пищевой ценности – это содержание минеральных веществ. При проведении анализа минерального состава полуфабрикатов из свинины установлено, что содержащиеся минеральные вещества имеют наибольшую сохранность минералов. Содержание натрия составляет 14,5 % и 14,9 %, калия – 21 % и 24,3 %, фосфора – 17,7 % и 18,5 %, кальция – 11 % и 13,5 %, магния – 15,5 % и 18,8 %, железа – 9 %.

Термическая обработка приготовления блюд обычным способом влияет на степень деструкции витаминов. Наибольшие потери витаминов происходили в результате обработки сырья при высоких температурах: снижение содержания витаминов B_1 составляет в стейке – 43,6 %, ребрышки – 51,1 %, витамина B_2 – 40,9 % и 50 %, витамина PP – 19,2 % и 20,8 %. Проведенные исследования показывают, что меньшие потери наблюдаются при низкотемпературной обработке: содержание витамина B_1 – стейка 15,9 % и ребрышек 26,1 %, витамина B_2 – 18,2 % и 22,7 %, витамина PP – 7,2 % и 9,6 %.

Исходя из анализа, низкотемпературная тепловая обработка сырья приводит к минимальному изменению белковой составляющей, тем самым способствует максимальной сохранности водорастворимых витаминов и минеральных веществ в готовой продукции.

Для определения эффективности разработанных полуфабрикатов при режиме низкотемпературной тепловой обработки были определены показатели, такие как: активная кислотность (pH), кислотное число (КЧ), аминоаммиачный азот (ААА).

Физико-химический показатель полуфабрикатов из свинины представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели

Исследуемый продукт	Исследуемый показатель		
	pH	КЧ, мг КОН/г	ААА, мг%
контроль	5,90 ± 0,02	1,55 ± 0,03	41,68 ± 0,14
стейк	5,74 ± 0,03	1,37 ± 0,01	37,37± 0,12
ребрышки	5,76 ± 0,03	1,40 ± 0,02	37,60 ± 0,14

Представленные данные в таблице показывают, что низкотемпературная тепловая обработка вызывает незначительные повышения pH, а также полуфабрикаты характеризуются меньшей степенью гидротермического распада жиров с последующим образованием свободных жирных кислот, если сравнивать с продуктами, обработанными по контрольному режиму.

Влагоудерживающая способность продукта является одним из важных качественных показателей мясопродуктов. ВУС способствует таким свойствам как: сочность, нежность продукта, потери массы при тепловой обработке, а также внешний вид.

На рисунке 2 представлены показатели ВУС готовых полуфабрикатов по технологии низкотемпературной обработки сырья. Исследования ВУС полуфабрикатов показывают, что при приготовлении стейка ВУС имеет максимальные значения – 62,6 %, это говорит о том, что увеличения тепловых нагрузок и времени экспозиции сырья приводят к снижениям показателей ВУС. Уменьшение количества функциональных групп связано со способностью взаимодействия воды и, как следствие, снижением гидрофильных свойств белков.

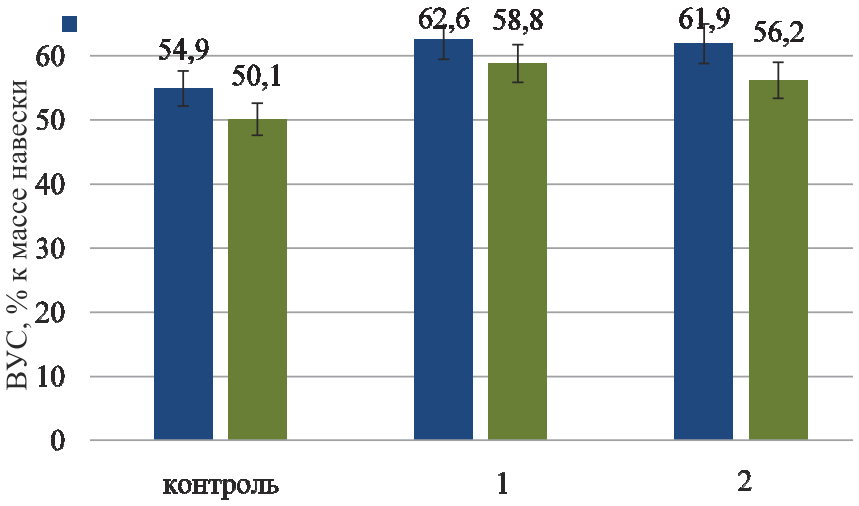


Рисунок 2 – Влагоудерживающая способность (контроль, 1 – стейк, 2 – ребрышки)

Исходя из проведеных лабораторных анализов установлено, что полуфабрикаты, обработанные по технологии «Су-Вид», а именно при низких температурах, имеют меньшие потери массы в сравнении с продуктами, обработанными с использованием контрольного режима.

Также следует отметить, что снижение потерь полуфабриката при тепловой обработки способствует увеличению выхода готового продукта, эти данные представлены на рисунке 3.

Полуфабрикаты из свинины, приготовленные при низких температурах, характеризуются величиной выхода: стейк – 93,9 %, ребрышки – 92,6 %, в сравнении с контрольным режимом, на 7,5 % и 6,2 % выше.

На основе исследованных методов, следует сделать вывод, что стейк и ребрышки при обработке «Су-Вид» имели наименьшее воздействие на белок и жир, а также высокие показатели влагоудерживающей способности и выхода готового продукта.

Комплекс данных, полученных в результате исследования, показал, что образцы полуфабрикатов из свинины по экспериментальным режимам тепловой обработки, по показателям безопасности полностью отвечают требованиям ТР ТС 034/2013.

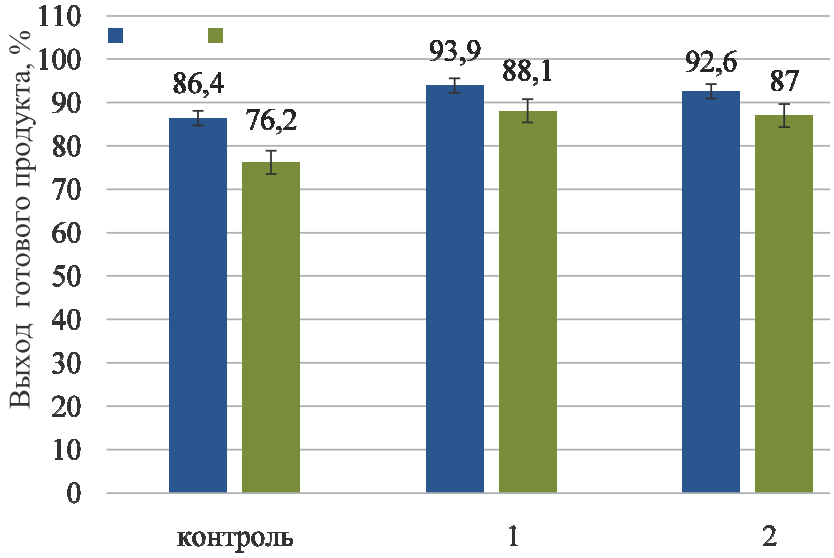


Рисунок 3 – Выход полуфабрикатов из свинины, %

Органолептический анализ полуфабрикатов из свинины показал, что продукты, приготовленные по технологии «Су-Вид» (низкотемпературная обработка), имели привлекательный внешний вид, поверхность изделий чистая, сухая, без потеков жира. Консистенция полуфабрикатов характеризовалась мягкостью и сочностью по всей толщине.

Таким образом, проведенный органолептический анализ показал, что полуфабрикаты имеют максимальные вкусовые и сенсорные характеристики с помощью обработки продуктов при низких температурах.

Результаты проведенного органолептического анализа свидетельствуют о том, что все продукты, обработанные при низкотемпературном режиме, в процессе хранения характеризовались незначительным снижением сочности, уплотнением консистенций, меньшей выраженностью цвета, запаха и вкусовых свойств.

Результаты хранения полуфабрикатов свидетельствуют о том, что к окончанию срока годности продукты, приготовленные по технологии «Су-Вид» (низкотемпературная обработка), характеризуются меньшими изменениями белков и жиров, а также органолептическими, санитарно-микробиологическими характеристиками.

Выводы:

В результате исследований физико-химических, функционально-технологических, структурно-механических свойств мяса обоснована целесообразность использования технологии «Су-Вид» при производстве полуфабрикатов из свинины. Данные исследований образцов показали высокие качественные, функционально-технологические и структурно-механические свойства, а также низкие потери массы при низкотемпературной обработке сырья.

Было получено два полуфабриката: стейк на кости в маринаде «Кавказский», ребрышки в маринаде «Монте Риц», которые имеют отличия от привычного способа приготовления. Такой способ обработки сырья под названием «Су-Вид» способствует сохранению текстуры и аромата пищи, сохранению полезных веществ, а также сокращает потери влаги и веса, что способствует увеличению выхода продукции. Благодаря вакуумной упаковке пища готовится с использованием точно регулируемого нагрева, что не позволяет попадать микроорганизмам в продукт, тем самым увеличивая сроки хранения. В результате проведенных испытаний продуктов, выработанных на АО «ЧМПЗ» по ТУ 10.13.14-005-11510767-2017 «Полуфабрикаты мясные», было выявлено, что при заявленном температурном режиме хранения 2 °С образцы продукции соответствуют нормативным документам.

Список использованных источников

1. Петров Е.В. Выбор способов термической обработки. Мясные технологии. 2014. №8. С. 22–23.

2. Родионова Н.С. Инновационные технологии тепловой обработки полуфабриката из свинины с применением низкотемпературного режима [Текст] / Н.С. Родионова, Е.С. Попов, Р.О. Гончаров, В.В. Галицкий // Сервис в России и за рубежом. 2013. №5 (43). С. 48–54.

3. Родионова Н.С. Sous-vide обработка мелкокусковых полуфабрикатов из мяса говядины: режимы и показатели качества. Н.С. Родионова, Е.С. Попов // Пищевая промышленность. 2015. №10. С. 32–34.

4. Ряшко Г.М. Технология низкотемпературного приготовления продуктов питания на предприятиях ресторанного хозяйства. 2013. №1. С. 77–80.

5. Хестон Блюменталь Наука кулинарии или молекулярная гастрономия. Год выпуска: 2006. Издательство: «Bloomsbury USA» с.49

6. Хестон Блюменталь Наука кулинарии или молекулярная гастрономия. – М.: «Bloomsbury USA», 2006. С.49.

7. Tornberg E. E. Ects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. 2005. V. 70. PP. 493–508.

Referenses

1. Petrov E. V. The choice of methods of heat treatment. Meat technology. 2014. №8. PP. 22–23.

2. Rodionova N. S. Innovative technologies of heat treatment of semi-finished pork products using low-temperature regime [Text] / N. S. Rodionova, E. S. Popov, R. O. Goncharov, V. V. Galitsky // Service in Russia and abroad. 2013. №5 (43). PP. 48–54.

3. Rodionova N. S. Sous-vide processing of small-sized beef semi-finished products: modes and quality indicators. N. S. Rodionova, E. S. Popov // Food Industry. 2015. №10. PP. 32–34.

4. Ryashko G.M. Technology of low-temperature food preparation at restaurant enterprises. 2013. №1. PP. 77–80.

5. Heston Blumenthal. Cooking Science or Molecular Gastronomy. Year of release: 2006. Publisher: "Bloomsbury USA", 2006. P. 49

6. Heston Blumenthal. Science culinary or molecular gastronomy. – M.: “Bloomsbury USA”, 2006. P. 49.

7. Tornberg E.E. Ects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products.2005. V. 70. PP. 493–508.

УДК 663.2

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ БЕЛЫХ ВИНОГРАДНЫХ ВИН С ПОМОЩЬЮ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛПОЛИПИРРОЛИДОНА (ПВПП)

*Автор: Летфуллина Д.Р.**
Научный руководитель: Панасюк А.Л. – д-р техн.наук, профессор
ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, г. Москва, e-mail:labvin@yandex.ru

ENSURING THE STABILITY OF WHITE GRAPE WINES WITH USE OF PRODUCTS BASED ON POLYVINYLPOLYPYRROLIDONE (PVPP)

*Author: Dilyara R. Letfullina.**
Scientific adviser: Panasyuk A.L., Doctor of Technical Science, Professor.
All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Beverage and Wine Industry – Branch of Gorbatov Research Center for Food Systems of RAS, Moscow, e-mail:labvin@yandex.ru

Ключевые слова: белые виноградные вина; окислительное покоричневение; конденсированные формы фенольных соединений; поливинилполипирролидон.

Keywords: white grape wines, oxidative browning, condensed forms of phenolic compounds, polyvinylpolypyrrolidone.

Аннотация. В статье приведены результаты исследований эффективности обработки белых виноградных вин препаратами нового поколения на основе поливинилполипирролидона (ПВПП) с целью удаления окисленных форм полифенолов. Опытные образцы окисленных вин обрабатывали препаратами нового поколения на основе ПВПП (Поликлар 10, Поликлар ВТ, Поликлар В). Полученные данные были обработаны методами математической статистики. Для каждого из трех исследуемых препаратов были получены уравнения, связывающие содержание фенольных веществ в продукте со временем, температурой и дозами вводимых препаратов. Установлено, что обработка белых окисленных виноградных вин препаратами на основе ПВПП способствует снижению содержания конденсированных форм фенольных веществ и устранению дефектов, связанных с окислительными процессами.

Abstract. The article presents the study results of grape wines treatment efficiency with new generation preparations based on polyvinylpolypyrrolidone (PVPP) in order to remove oxidized polyphenols forms. Prototypes of oxidized white grape wines were treated with new-generation products based on PVPP (Polyklar 10, Polyklar V, Polyklar VT). The obtained data were processed by methods of mathematical statistics. For each of the three studied drugs, the equations relating the content of phenolic substances in the product with time, temperature and doses of the administered drugs were obtained. It is established that the treatment of white oxidized grape wines with preparations based on PVP helps to reduce the content of condensed forms of phenolic substances and eliminate defects, associated with oxidative processes.

Ввведение. В странах, имеющих благоприятные климатические условия, одной из ведущих отраслей сельского хозяйства является виноградарство, более 80 % продукции которой используется для производства виноградных вин. В 2017 году в мире производство вина составило 246 млн гл, при этом Россия занимает 12 место с объемом около 5 млн гл [1].

Устойчивой тенденцией становится увеличение доли вин высоких категорий качества (резерв, марочные, защищенных географических указаний и др.), к которым предъявляют особые требования по сенсорным характеристикам. Если несколько десятилетий назад потребитель отдавал предпочтение выдержанным винам, то теперь большой интерес вызывают легкие, в частности, белые вина с выраженным ароматом, тонким вкусом с отсутствием тонов окисленности, которые связаны с наличием конденсированных форм полифенолов. В процессе производства и хранения вин показатели их качества могут ухудшаться.

В связи с этим перед специалистами отрасли стоит задача предотвращения в процессе производства вин конденсации мономерных форм полифенолов, образующих нежелательные оттенки в окраске и аромате, а также удаления их конденсированных форм без нарушения других характеристик вина [2, 3]. Регулируя их состав и количество, можно влиять также и на стабильность вин [4]. Среди препаратов, используемых для обработки вин, широкое распространение получили высокомолекулярные соединения на основе N-винилпирролидона [5–7].

Объекты и методы исследования. В настоящей работе исследовали эффективность обработки виноградных вин препаратами нового поколения Поликлар 10, Поликлар В, Поликлар ВТ. Препараты изготовлены на основе поливинилполипирролидона (ПВПП), основное их различие в размере частиц, что, в зависимости от вида сырья, цели обработки и условий производства, определяет преимущество применения одного препарата перед другими на различных этапах приготовления вин.

В качестве объектов исследований использовали окисленные белые виноградные вина. Для установления эффективности действия препаратов с целью удаления окисленных форм полифенолов в винах предварительно определяли показатели оптической плотности, массовую концентрацию полифенолов, показатели цветности.

Методом математической статистики была разработана схема проведения эксперимента [8]. Для каждого препарата в соответствии с рекомендациями фирмы-производителя выбраны: три дозы для обработки вина (минимальная, максимальная и средняя); температура обработки – 0; 12,5; 25 °С; время обработки – 5; 27,5 и 50 мин.

Результаты исследований. В промышленных образцах окисленных белых виноградных вин определяли: общее содержание фенольных веществ по методикам, рекомендованным Международной организацией винограда и вина (МОВВ), и показатель относительной оптической плотности при длине волны 420 нм на колориметре фотоэлектрическом концентрационном КФК-2. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Изменение физико-химических показателей белого виноградного вина в результате обработки препаратами на основе ПВПП

Препарат	Доза, г/дм^3	Время, мин	D_{420}	Общее содержание фенольных в-в, мг/дм^3
Контроль	-	-	0,33	740
Температура 25 °С				
Поликлар 10	0,1	5	0,29	710
	0,7	5	0,20	560
	0,4	27,5	0,28	730
	0,1	50	0,31	580
	0,7	50	0,22	660
Поликлар ВТ	0,15	5	0,30	620
	0,7	5	0,24	730
	0,43	27,5	0,25	560
	0,15	50	0,30	720
	0,7	50	0,21	580
Поликлар В	0,1	5	0,32	650
	0,6	5	0,24	590
	0,35	27,5	0,26	580
	0,1	50	0,33	640
	0,6	50	0,23	590
Температура 12,5 °С				
Поликлар 10	0,4	5	0,29	580
	0,4	50	0,29	590
	0,1	27,5	0,38	680
	0,7	27,5	0,26	540
Поликлар ВТ	0,43	5	0,31	600
	0,43	50	0,31	590
	0,15	27,5	0,40	630
	0,7	27,5	0,33	540
Поликлар В	0,35	5	0,31	580
	0,35	50	0,30	530
	0,1	27,5	0,40	650
	0,6	27,5	0,29	520
Температура 0 °С				
Поликлар 10	0,1	5	0,34	550
	0,7	5	0,24	540
	0,4	27,5	0,26	540
	0,1	50	0,31	730
	0,7	50	0,22	590
Поликлар ВТ	0,15	5	0,37	650
	0,7	5	0,27	770
	0,43	27,5	0,27	630
	0,15	50	0,30	650
	0,7	50	0,24	580
Поликлар В	0,1	5	0,36	630
	0,6	5	0,27	560
	0,35	27,5	0,26	600
	0,1	50	0,30	560
	0,6	50	0,23	660

Анализ полученных результатов показал, что общее содержание фенольных веществ в образцах, обработанных исследуемыми препаратами, закономерно снижается на 20–30 % по

сравнению с контролем. Наибольшее снижение этого показателя отмечено в образцах, полученных при температуре 12,5 °С, наименьшее – при температуре 25 °С.

В тоже время, при обработке белого виноградного вина при температуре 25 °С отмечено максимальное снижение показателя относительной оптической плотности при длине волны 420 нм, характеризующей наличие полимеризованных фенольных соединений, с 0,33 в контроле до 0,20–0,23 в опытных образцах. А при обработке при температуре 12,5 °С этот показатель снижается минимально.

Наиболее эффективной оказалась обработка при температуре 25 °С, так как позволила максимально исправить окраску, избавиться от тонов окисленности, сохранив при этом полноту вкуса опытных образцов.

Что касается продолжительности контакта опытных образцов с препаратами и дозы этих препаратов, то здесь отмечена следующая закономерность – наибольший эффект получен при использовании максимальной дозы препаратов при минимальном времени контакта.

Полученные экспериментальные данные были обработаны методами математической статистики для достижения приемлемого уровня значимости [9], равноточность всех опытов соответствует критерию Бартлетта с доверительной вероятностью, равной 0,9. В построении зависимости также учитывали контрольные значения для нулевой дозировки.

Результатом регрессионного анализа стали уравнения, связывающие содержание фенольных веществ в продукте со временем, температурой и дозами вводимых препаратов:

$$f_{pol10}(d, t, T)=723-52,9d+3,13d^2+1,84t+0,15dt-0,034t^2-3,8T+0,12dT-0,06tT+0,013dtT+0,2T^2; \quad (1)$$

$$f_{polVT}(d, t, T)=735-28,22d+5,21d^2-3,53t-0,6dt+0,07t^2-6,8T-0,24dT+0,03tT+0,24T^2; \quad (2)$$

$$f_{polV}(d, t, T)=721-72,2d+7,84d^2+1,5t-0,28dt-0,04t^2-2,54T+0,03dT+0,02tT+0,01dtT+ 0,1T^2; \quad (3)$$

где d – дозировка препарата, г/дм^3; t – время, мин; T – температура, °С.

Функции соответствуют результатам для Поликлар 10, Поликлар ВТ и Поликлар В, соответственно.

Рекомендуемые с точки зрения построенных регрессионных моделей режимы дозировки, времени экспозиции при комнатной температуре (20 °С) для всех препаратов: Поликлар 10 – доза 3,2 г/дм^3, время 70 мин; Поликлар ВТ – доза 4,6 г/дм^3, время 25 мин; Поликлар В – доза 4,6 г/дм^3, время 25 мин. Порядок и факторы воздействия можно варьировать в зависимости от производственных потребностей, используя данные полученных уравнений.

С помощью уравнений была рассчитана оптимальная температура обработки виноматериалов для рекомендуемых фирмой-изготовителем минимальной и максимальной дозировок каждого из препаратов, а также рекомендуемого времени обработки виноматериалов – 5 мин. Рассчитанный диапазон оптимальных температур обработки варьировался в достаточно широких пределах, от 6,6 °С до 17,2 °С. Технологические требования к производственным помещениям винодельческих предприятий заключаются в создании определенных температуры, влажности и др. Температура производственного помещения зависит от его функционального назначения и типа вина. Важное технологическое требование – постоянство температуры, колебания температуры нарушают нормальный ход осветления виноматериалов, неблагоприятно отражаются на созревании вина. Очевидно, что для предприятий отрасли обработка вин при рассчитанных температурах нецелесообразна.

В помещениях, предназначенных для выдержки и обработки вин, температуру поддерживают на уровне 8–10 °С и не допускают ее повышения выше 15 °С. В наземных помещениях в летний период вина выдерживают при температуре 16–20 °С. Поэтому с помощью полученных уравнений были рассчитаны оптимальные дозы препаратов при температуре обработки 12 °С и 20 °С, а также времени обработки 5, 30 и 60 мин. Полученные расчетные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Зависимость оптимальных доз препаратов на основе ПВПП от температуры и времени обработки окисленных белых виноградных вин

Препарат	Температура, °С	Время, мин	Доза, г/дм^3
Поликлар 10	12	5	7,00
		30	6,60
		60	5,10
	20	5	7,00
		30	6,00
		60	3,95
Поликлар В	12	5	4,6
		30	4,8
		60	5,1
	20	5	3,45
		30	4,88
		60	6,00
Поликлар ВТ	12	5	3,2
		30	4,7
		60	6,0
	20	5	4,50
		30	4,66
		60	4,75

Выводы:

Проведенные исследования показали, что обработка белых виноградных вин препаратами нового поколения на основе ПВПП эффективна для устранения окислительного покоричневения, так как способствует снижению содержания конденсированных форм фенольных веществ и позволяет избавиться от тонов окисленности во вкусе.

Обработка экспериментальных данных методами математической статистики позволяет подобрать оптимальные режимы обработки вин в зависимости от физико-химических показателей конкретного вина, а также возможностей и потребностей конкретного производства.

Список использованных источников

1. Оганесянц Л.А. Мировые тенденции в производстве и потреблении вина / Л.А.Оганесянц, А.Л. Панасюк // Пиво и напитки. – М.: Пищевая промышленность. – 2018. – № 1. – С. 16–18.

2. Остроухова, Е.В. Роль фенольного комплекса красных крепких виноматериалов в формировании цвета при их выдержке в бочках / Е.В. Остроухова, В.Г. Хильский, В.А. Бойко, К.Ф. Феодосиди // Виноделие и виноградарство. – М.: Пищевая промышленность. – 2000. – № 4. – С. 34–36.

3. Kontoudakis, N. Influence of Wine pH on Changes in Color and Polyphenol Composition Induced by Micro-oxygenation / N. Kontoudakis [et al.] // J. Agric. Food Chem. – 2011. – Vol. 59, no. 5. – PP. 1974–1984. DOI: 10.1021/jf103038g (In Eng)

4. Валуйко Г.Г. Стабилизация виноградных вин / Г.Г. Валуйко, В.И. Зинченко, Н.А. Мехузла. – 3-е изд., доп. – Симферополь: «Таврида», 2002. – 208 с.

5. Сидельковская Ф.П. Химия N-винилпирролидона и его полимеров / Ф.П. Сидельковская. – М.: Наука, 1970. – 150 с.

6. Дедегкаев, А.Т. Повышение физико-химической стабильности пива при использовании силикагелей и поливинилполипирролидона (ПВПП) / А.Т. Дедегкаев, Д.В. Афонин, Т.В. Меледина // Пиво и напитки. – М. Пищевая промышленность. – 2006. – № 2. – С. 26–28.

7. Simone, G.V. Study of the Specificity of Cross-Povidone (PVPP) as binding agent in the quantification of polyphenolic compounds / G.V. Simone, Pavei Cabral, G.O. George // Journal of the Brazilian Chemical Society. – 2008. – Vol. 8, no. 19. – PP. 1627–1633. DOI: 10.1590/S0103-50532008000800025 (in Eng).

8. Фетисов, Е.А. Планирование и анализ результатов технологических экспериментов / Е.А. Фетисов [и др.]. – М.: Издательский дом «Сталинград», 2015. – 98 с.

9. Семипятный В.К. Совершенствование технологии восстановления сухих молочных продуктов: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Семипятный В.К., Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. М., 2014. 18 с.

References

1. Oganesyants L.A. Global trends in wine production and consumption [Mirovye tendencii v proizvodstve i potreblenii vina] / L.A.Oganesyants, A.L.Panasyuk // Beer and beverages [Pivo i napitki]. – 2018. – № 1. – PP.16–18.
2. Ostrouhova EV, Hil'skij VG, Bojko VA, [et al.]. Rol' fenol'nogo kompleksa krasnyh krepkih vinomaterialov v formirovanii cveta pri ih vyderzhke v bochkah [Role of a phenolic complex of red strong wine materials in formation of color at their endurance in barrels]. Vinodelie i vinogradarstvo. – 2000. – № 4. – PP. 34–36.
3. Kontoudakis N, [et al.] Influence of Wine pH on Changes in Color and Polyphenol Composition Induced by Micro-oxygenation. J. Agric. Food Chem. 2011;59(5):1974–1984. DOI: 10.1021/jf103038g (In Eng)
4. Valujko GG, Zinchenko VI, Mekhuzla NA. Stabilizaciya vinogradnyh vin. Simferopol': Tavrida Publ., 2002. 208 p.
5. Sidel'kovskaya FP. Himiya N-vinilpirrolidona i ego polimerov. M.: Nauka Publ., 1970. 150 p.
6. Dedegkaev AT, Afonin DV, Meledina TV. Povyshenie fiziko-himicheskoj stabil'nosti piva pri ispol'zovanii silikagelej i polivinilpolipirrolidona (PVPP). Pivo i napitki, 2006;2:26–28.
7. Simone GV, Cabral Pavei, George GO. Study of the Specificity of Cross-Povidone (PVPP) as binding agent in the quantification of polyphenolic compounds. Journal of the Brazilian Chemical Society. 2008;8(19):1627–1633. DOI: 10.1590/S0103-50532008000800025
8. Fetisov EA, [i dr.]. Planirovanie i analiz rezul'tatov tekhnologicheskih ehksperimentov. Moscow: Stalingrad Publ., 2015. 98 p.
9. Semipyatny V.K. Improvement of Dry Milk Products Recovery Technology [Sovershenstvovanie tekhnologii vosstanovleniya suhih molochnyh produktov]. *Candidate's thesis*. Moscow (In Russian)

УДК 664

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ШОКОЛАДНОГО ПОЛУФАБРИКАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Автор: Мазукабзова Э.В., аспирант*
Научный руководитель: Линовская Н.В., к.т.н.
Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности – Филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Москва,
электронная почта: *confect@mail.ru*

SCIENTIFIC AND PRACTICAL ASPECTS OF CREATION OF CHOCOLATE SEMI-FINISHED PRODUCT USING NON-TRADITIONAL VEGETABLE RAW MATERIALS

*Author: Mazukabzova E.V. *, graduate student*
Scientific adviser: Linovskaya N.V., Ph.D.
All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Moscow, e-mail: confect@mail.ru

***Ключевые слова*:** шоколадная глазурь, комплексный показатель качества, плодоовощные порошки, эквиваленты масла какао, какао-порошок.

Keywords: chocolate glaze, comprehensive quality indicator, fruit and vegetable powders, cocoa butter equivalents, cocoa powder.

Аннотация. Получение высококачественного шоколадного полуфабриката во многом обусловлено качеством сырьевых компонентов. Комплексная оценка качества сырьевых компонентов

является актуальной задачей. В работе проанализированы качественные показатели эквивалентов масла какао (ЭМК), какао-порошков и плодоовощных порошков. Рассчитаны их комплексные показатели качества. Отмечены технологические особенности производства шоколадных полуфабрикатов с использованием изученного сырья. Предложено разделение сырьевых компонентов на группы качества (отличное, хорошее и удовлетворительное) в зависимости от величины комплексного показателя качества. В результате проведенной комплексной оценки отобраны лучшие образцы ЭМК (образец №2), какао-порошка (образец №3) и плодоовощных порошков (свеклы, тыквы и малины) для дальнейшего включения в рецептуру. Введение плодоовощных порошков в рецептуру шоколадного полуфабриката позволило снизить количество добавляемого сахара, увеличить содержание витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон.

Abstract. Obtaining high-quality chocolate semi-finished product is largely due to the quality of raw materials. A comprehensive assessment of the quality of raw materials is an urgent task. The paper analyzes the qualitative indicators of cocoa butter equivalents (CBE), cocoa powders and fruit and vegetable powders. Their complex quality indicators are calculated. Technological features of the production of chocolate semi-finished products using the studied raw materials are noted. The division of raw materials into quality groups (excellent, good and satisfactory) depending on the value of the complex quality index is proposed. As a result of a comprehensive assessment, the best samples of CBE (sample number 2), cocoa powder (sample number 3) and fruit and vegetable powders (beets, pumpkins and raspberries) were selected for further inclusion in the formulation. The introduction of fruit and vegetable powders in the recipe for chocolate semi-finished product allowed to reduce the amount of added sugar, increase the content of vitamins, minerals and dietary fiber.

Введение. Наряду с классической шоколадной продукцией в настоящее время разрабатывают шоколадные полуфабрикаты с нетрадиционным растительным сырьем [1–3].

Получение высококачественного шоколадного полуфабриката во многом обусловлено характеристиками сырьевых компонентов, используемых в его производстве. Основными рецептурными компонентами шоколадного полуфабриката с нетрадиционными растительным сырьем являются эквиваленты масла какао (ЭМК), какао-порошок и плодоовощные порошки.

Основными стандартами, определяющим качественные характеристики ЭМК и какао-порошка являются ГОСТ Р 54054-2010 «Эквиваленты масла какао и улучшители масла какао SOS-типа. Технические условия» и ГОСТ 108-2014 «Какао-порошок. Технические условия». При этом в стандартах оценка качества сырьевых компонентов не отражена в полной мере. Стандарт на плодоовощные порошки отсутствует.

В условиях жесткой конкуренции необходимо добиваться согласованности требований стандартов к качеству сырья с требованиями отдельных предприятий и производств. Этот принцип имеет особое значение для шоколадной отрасли, где характеристики используемого сырья во многом определяют качество готовой продукции.

Цель настоящей работы – разработка системы комплексной оценки качества сырьевых компонентов, используемых в производстве высококачественной шоколадной продукции с нетрадиционным растительным сырьем.

Объекты и методы исследования. Объекты исследования – эквиваленты масла какао, какао-порошки и плодоовощные порошки.

Физико-химические и микробиологические показатели качества исследуемых образцов определяли общепринятыми методами.

Гранулометрический состав какао и плодоовощных порошков определяли по ГОСТ 54052-2010 «Изделия кондитерские. Методы определения степени измельчения шоколада, шоколадных изделий, полуфабрикатов производства шоколада, какао и глазури». Параметры кристаллизации ЭМК определяли методике МВИ 075-00334675-18. Триглицеридный состав образцов ЭМК определяли по ГОСТ 31664-2012 «Масла растительные и жиры животные. Метод определения состава жирных кислот в положении 2 в молекулах триглицеридов». Показатели качества плодоовощных порошков определяли согласно разработанной методике МВИ 075-00334675-19.

Результаты исследований. В связи с тем, что стандарты на сырье не в полной мере отражают качество ингредиентов, производители шоколадной продукции разрабатывают свою карту технологического контроля. На основе проведенного анкетирования специалистов кондитерской отрасли произвели ранжирование показателей качества основных сырьевых компонентов шоколадной глазури и проанализировали их (рисунок 1).

На первом этапе изучили показатели качества ЭМК. Известно, что ЭМК на 98 % состоят из композиций симметричных триглицеридов, тип которых определяет свойства жира – поведение при кристаллизации и твёрдость (чем больше в составе триглицеридов SOS и POS типа, тем жир быстрее структурируется и твердеет) [4].

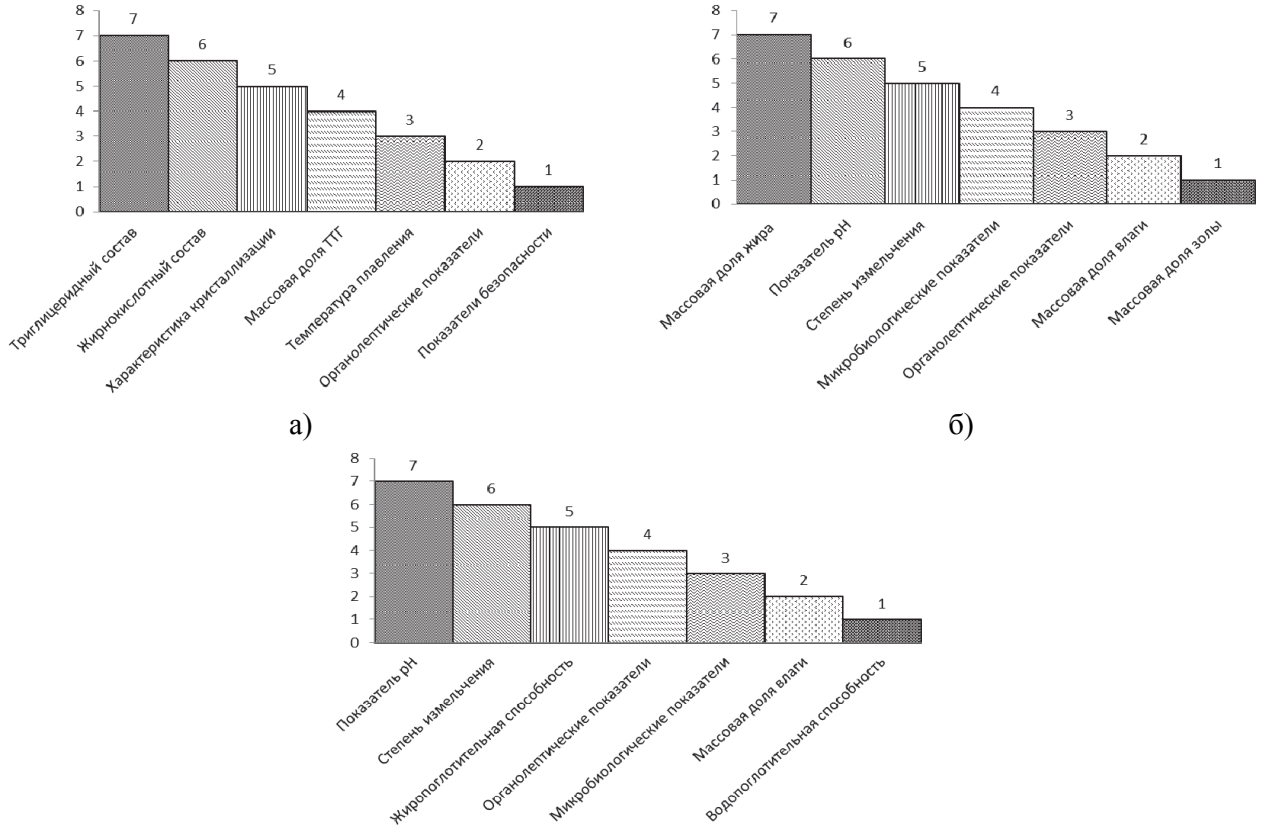


Рисунок 1 – Ранжирование показателей качества основных сырьевых компонентов шоколадной глазури: а) эквиваленты масла какао; б) какао-порошки; в) плодоовощные порошки

Анализ триглицеридного состава ЭМК показал, что образцы №1 и №2 являются самыми твердыми, так как образец №1 содержит 35,0 % POS-типа и 14,9 % триглицеридов SOS-типа, что в сумме составляет 49,9 %; образец № 2 содержит 33,6 % POS-типа и 14,6 % триглицеридов SOS-типа, что в сумме составляет 48,2 %. А образцы №5 и №6 наименее твердые и суммарное содержание триглицеридов POS- и SOS-типа составляет 45,1 % и 45,2 % соответственно (рисунок 2).

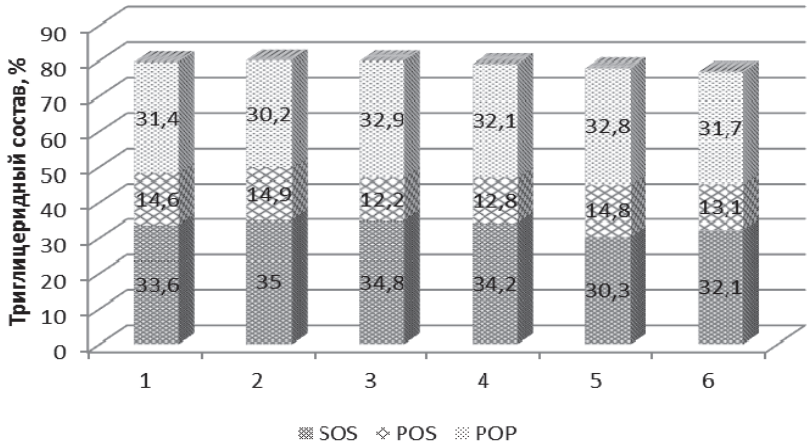


Рисунок 2 – Триглицеридный состав образцов эквивалентов масла какао

Состав всех образцов ЭМК определяется жирными кислотами – пальмитиновой, стеариновой, олеиновой. Массовая доля пальмитиновой кислоты находится в диапазоне (32,7÷35,3) %, стеариновой – (25,4÷29,1) %, олеиновой – (33,4÷35,0) %. Характерной особенностью жирнокислотного состава ЭМК является массовая доля пальмитиновой кислоты более 28 % .

Установлено, что все образцы ЭМК обладают хорошим профилем плавления (33,4÷34,8)°С. Самой высокой твердостью обладают образцы ЭМК №1 и №2 (ТТГ при 25 °С составляет 67,4 % и 69,3 % соответственно), образцы №5 и №6 наиболее мягкие (ТТГ при 25 °С – (53,4–54,9 %)), а ЭМК №3 и №4 имеют среднюю степень отверждения (ТТГ при 25 °С – (65,6–66,2 %)) (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели качества эквивалентов масла какао

Показатель	Образец №					
	1	2	3	4	5	6
Индукционный период (120 °С), ч	26,0	22,0	27,5	23,1	25,4	26,4
Температура плавления, °С	34,0	34,5	34,2	33,4	34,8	34,6
Массовая доля твердых триглицеридов ТТГ при температуре:						
20 °С	79,3	81,2	76,9	75,1	68,3	68,0
25 °С	67,4	69,3	66,2	65,6	54,9	53,4
30 °С	44,7	47,2	44,7	44,0	34,1	32,1
35 °С	3,2	3,7	3,5	0,5	6,2	5,3

Известно, что глазирование корпусов изделий сопровождается рядом сложных процессов, правильное выполнение которых должно обеспечить покрытию блестящую поверхность и твердую структуру. Основным фактором, обуславливающим необходимое качество шоколадных полуфабрикатов, является создание особо благоприятных условий для полной и интенсивной кристаллизации жировой фазы [5]. Первоочередным показателем, определяющим качество структурообразования глазури, является характеристика кристаллизации ЭМК (таблица 2). Чем ниже температура застывания и больше продолжительность застывания, тем слабее кристаллизация и длительнее структурирование изделия.

Таблица 2 – Характеристика кристаллизации эквивалентов масла какао

Характеристика кристаллизации	Образец №					
	1	2	3	4	5	6
Температура кристаллизации, °С	17,8	17,9	17,5	17,8	17,8	17,8
Время начала кристаллизации, мин	36,4	36,5	38,8	40,2	39,5	39,7
Температура застывания, °С	19,9	20,0	19,6	19,7	19,7	19,7
Время кристаллизации, мин	60,8	60,0	74,6	74,1	73,0	72,0
Коэффициент кристаллизации по Бюлер, BCI	2,9	3,0	2,8	2,8	2,5	2,6

Из полученных данных видно, что диапазоны температуры застывания и продолжительности кристаллизации составляют: (19,9÷20,0) °С и (60,0÷74,6) мин соответственно. Наиболее быстрым процессом застывания характеризуются образцы ЭМК №1 и №2. Качество жиров также оценивали по комплексному показателю кристаллизации – коэффициенту кристаллизации по Бюлер (BCI). Известно, что чем ниже коэффициент кристаллизации Бюлер, тем хуже кристаллизационные свойства жира. Для изученных образцов ЭМК от 2,5 до 3,0.

На следующем этапе исследовали физико-химические и микробиологические показатели качества какао-порошков (таблица 3).

Таблица 3 – Физико-химические и микробиологические показатели какао-порошков

Показатель	Требования в соответствии с НД	Образцы какао-порошка №:					
		1	2	3	4	5	6
Массовая доля влаги, %	не более 7,5	4,6	5,3	5,0	6,5	5,0	5,8
Массовая доля жира, %	12,0÷20,0	13,6	15,3	16,6	12,9	14,5	14,8
Степень измельчения, %	не регл.	89,7	90,6	89,9	85,3	89,2	87,6
Показатель pH	не более 7,1	5,3	5,2	5,5	5,8	5,3	5,7

Продолжение таблицы 3

Показатель	Требования в соответствии с НД	Образцы какао-порошка №:					
		1	2	3	4	5	6
Массовая доля общей золы, %	не более 6,9	3,5	3,4	2,5	3,2	3,5	2,9
КМАФАнМ, КОЕ/г	не более 1×10^5	5×10^3	$3,5\times10^3$	3×10^3	$4,4\times10^3$	$4,2\times10^3$	$3,7\times10^3$
Дрожжи, КОЕ/г	не более 100	0	20	0	100	0	50
Плесени, КОЕ/г	не более 100	50	80	40	70	60	50

По массовым долям влаги, жира и общей золы все изученные образцы какао-порошков соответствовали требованиям действующих стандартов. Наименьшим содержанием жира характеризовался образец какао-порошка №4 – 12,9 %, а наибольшим – образец какао-порошка №3 – 16,6 %. При этом все образцы какао-порошка уступали образцу №2 по степени измельчения – (85,3–89,9) % против 90,6 %. Указанное обстоятельство отрицательно скажется на технологичности производства шоколадных полуфабрикатов, увеличивая время обработки масс в измельчающих установках и снижая производительность линии. Низкий уровень pH прогнозирует более длительное время конширования шоколадных масс для придания им оптимальных органолептических свойств, поэтому наилучшим значением активной кислотности (pH) характеризуются образцы какао-порошка №4 и №6. Анализ микробиологических показателей какао-порошков показал, что количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, а также дрожжей и плесеней не превышает установленных норм.

Провели исследование физико-химических и микробиологических показателей плодоовощных порошков (таблица 4).

Таблица 4 – Физико-химические и микробиологические показатели плодоовощных порошков

Наименование показателя	Порошок					
	моркови	свеклы	тыквы	клюквы	малины	яблока
Массовая доля влаги, %	5,5	5,8	5,3	4,7	3,9	6,1
Показатель pH	4,7	6,9	6,5	3,5	3,1	3,6
Массовая доля частиц размером менее 30 мкм, %	93,5	91,1	91,8	94,6	94,4	95,5
Водопоглотительная способность, мл воды/г	10,1	5,8	5,9	7,2	7,5	8,2
Жиропоглотительная способность г жира/г	4,8	1,7	1,5	3,5	3,1	3,6
КМАФАнМ, КОЕ/г	$2,4\times10^2$	$2,8\times10^2$	$2,6\times10^2$	$1,3\times10^2$	$1,5\times10^2$	$1,9\times10^2$
Дрожжи, КОЕ/г	0	0	0	0	0	0
Плесени, КОЕ/г	20	50	40	0	0	20

Установили, что влажность плодоовощных порошков составляет 3,9÷6,1 % и соответствует какао-порошку. Показатель pH морковного, клюквенного, малинового и яблочного порошков находится в интервале 3,5÷4,7, что ниже кислотности какао-порошков и прогнозирует изменение режимов гомогенизации глазурей, выработанных с их использованием. Поскольку в состав плодоовощных порошков входят высокомолекулярные соединения, то они могут обладать различными формами сродства к воде и жиру. Для определения способности плодоовощных порошков к набуханию провели исследование их водо- и жиропоглотительной способности. Установили относительно высокую способность порошков поглощать влагу (5,8÷10,1) мл воды/г, что свидетельствует о наличии большого количества в них микрокапилляров. Наибольшей водо- и жиропоглотительной способностью обладает морковный порошок – 10,1 мл воды/г и 4,8 г жира/г соответственно. Самая низкая водо- и жиропоглотительная способность отмечена у тыквенного и свекольного порошков. Плодоовощные порошки характеризуются однородным распределением частиц по размерам. Доля частиц размером 30÷75 мкм составляет (55,6÷72,2) %. Анализ микробиологических показателей плодоовощных порошков показал, что количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, а также дрожжей и плесеней не превышает установленных норм [6].

Сравнительный анализ показателей качества основных сырьевых компонентов выявил отличия в их качественных характеристиках. Поэтому считаем рациональным деление сырьевых компонентов на группы качества в зависимости от их комплексного (суммарного) показателя качества – К (таблица 5).

Таблица 5 – Комплексный показатель качества основных сырьевых компонентов

Показатели качества	Коэффициент весомости показателя	Значение уровня качества	Оценка образца №, балл					
			1	2	3	4	5	6
Эквиваленты масла какао								
Триглицеридный состав	8	1–3	24	24	16	16	16	16
Жирнокислотный состав	11	1–2	22	22	22	22	22	22
Характеристика кристаллизации	6	1–3	12	18	12	12	6	12
Массовая доля ТТГ	7,5	1–2	15	15	15	15	7,5	7,5
Температура плавления	5,5	1–2	11	11	11	11	11	11
Органолептические показатели	2	1–2	4	4	4	4	2	2
Показатели безопасности	2	1–3	2	2	2	2	2	2
Комплексный показатель качества, балл	–	–	90	96	82	82	66,5	72,5
Какао-порошки								
Массовая доля жира	9	1–3	18	27	27	18	18	18
Показатель pH	8	1–3	16	16	24	24	16	24
Степень измельчения	5	1–3	15	15	15	15	15	15
Микробиологические показатели	7	1–2	7	7	7	7	7	7
Органолептические показатели	4	1–2	8	8	8	4	8	4
Массовая доля влаги	3	1–3	9	6	9	6	9	6
Массовая доля золы	2	1–2	4	4	4	4	4	4
Комплексный показатель качества, балл	–	–	73	83	94	78	77	78
Плодоовощные порошки								
Показатель pH	8	1–3	16	24	24	8	16	16
Степень измельчения	7	1–3	21	21	21	21	21	21
Жиропоглотительная способность	6	1–3	6	18	18	12	12	12
Органолептические показатели	7	1–2	14	14	7	14	14	7
Микробиологические показатели	5	1–2	5	5	5	10	10	5
Массовая доля влаги	3	1–3	9	6	9	9	9	9
Водопоглотительная способность	2	1–2	2	4	4	4	4	2
Комплексный показатель качества, балл	–	–	73	92	88	78	86	72

Учитывая номенклатуру качественных характеристик, выявили относительную значимость (коэффициенты весомости) отдельных показателей сырьевых компонентов с учётом их влияния на технологию производства шоколадного полуфабриката и потребительские характеристики готовой продукции. Каждый показатель качества оценивали уровнем качества: 3 – отлично; 2 – хорошо; 1 – удовлетворительно. Количество баллов по единичному показателю качества определяли как произведение граф 2 и 3. Качество сырьевых компонентов оценивали по сумме показателей и выражали в баллах. Определяли числовые значения уровней качества единичных показателей каждого образца и рассчитывали комплексные показатели их качества. Дифференцировали сырьевые компоненты на группы качества в зависимости от величины К:

– ЭМК ($K \geq 84$ – отличное , $58 \leq K < 84$ – хорошее, $42 \leq K < 58$ – удовлетворительное, если $K < 42$ не рекомендуется использовать);

– какао-порошок ($K \geq 70$ – отличное, $58 \leq K < 70$ – хорошее, $35 \leq K < 58$ – удовлетворительное, если $K < 35$ не рекомендуется использовать);

– плодоовощные порошки ($K \geq 76$ – отличное, $64 \leq K < 76$ – хорошее, $59 \leq K < 64$ – удовлетворительное, если $K < 59$ не рекомендуется использовать).

На основе комплексной оценки качества сырьевых компонентов были отобраны лучшие образцы ЭМК (образец №2), какао-порошка (образец №3) и плодоовощных порошков (свеклы, тыквы и малины) для дальнейшего включения в рецептуру (таблица 6).

Таблица 6 – Рецептуры шоколадных глазурей

Наименование сырьевого компонента	Расход сырья, % на единицу полуфабриката		
	Контрольный образец	Опытный образец №1	Опытный образец №2
Сахарная пудра	46,35	39,35	35,35
Какао-порошок (образец №3)	29,4	29,4	29,4
Эквивалент масла какао (образец №2)	23,4	23,4	23,4
Плодоовощной порошок:			
Свекла	–	4,9	–
Малина	–	2,1	3,3
Тыква	–	–	7,7
Лецитин	0,4	0,4	0,4
PGPR	0,15	0,15	0,15
Ванилин	0,3	0,3	0,3
Массовая доля плодоовощного сырья, %	0	7,0	11,0
Массовая доля заменяемого добавленного сахара, %	0	10,8	21,5

Плодоовощные порошки вводили взамен сахарной пудры в количестве 7 % и 11 % на единицу полуфабриката. Введение 7 % плодоовощного порошка позволило снизить количество добавляемого сахара на 10,8 %, введение 11 % плодоовощного порошка сократило количество добавляемого сахара на 21,5 %. Сравнительный анализ пищевой ценности глазурей показал, что введение плодоовощных порошков в рецептуру шоколадной глазури привело к снижению её сахараемкости за счет уменьшения содержания простых углеводов, увеличению содержания пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов.

Выводы:

В работе предложена система комплексной оценки качества сырьевых компонентов, используемых в производстве шоколадной глазури, и определена относительная значимость отдельных качественных показателей.

По значению комплексного показателя качества сырьевые компоненты дифференцировали на группы качества: отличное, хорошее и удовлетворительное.

В результате комплексной оценки качества сырьевых компонентов были отобраны лучшие образцы ЭМК (образец №2), какао-порошка (образец №3) и плодоовощных порошков (свеклы, тыквы и малины) и включены в рецептуру.

Введение плодоовощных порошков в шоколадную глазурь позволило снизить количество добавляемого сахара, увеличить содержание витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон.

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 53897-2010 Глазурь. Общие технические условия // М.: Стандартинформ, 2011. С. 11.

2. Мазукабзова Э.В., Линовская Н.В., Святославова И.М. Разработка шоколадного полуфабриката // Вопросы питания. 2018. Т. 87. №.5 приложение. С. 229–230.

3. Мазукабзова Э.В., Линовская Н.В., Святославова И.М. Комплексный подход к выбору рецептурных компонентов при разработке фруктово-шоколадной глазури с повышенной пищевой ценностью // ИВ «Пищевая технология». № 5–6 (365–366), 2018. С. 67–73.

4. Минифай, Б.У. Шоколад, конфеты, карамель и другие кондитерские изделия; перев. с англ. под науч. ред. Т.В. Савенковой. СПб.: Профессия, 2005. 808 с.

5. Талбот Дж. Технологии глазированных изделий и изделий с начинка-ми; перев. с англ. под науч. ред. Т.В. Савенковой, Л.И. Рысевой. СПб.: Профессия, 2011. 496 с.

6. ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции // Утвержден решением комиссии таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880, 242 с.

References

1. GOST R 53897-2010 Glazur'. Obshhie tekhnicheskie usloviya // M.: Standartinform, 2011. S. 11
2. Mazukabzova EH.V., Linovskaya N.V., Svyatoslavova I.M. Razrabotka shokoladnogo polufabrikata // Voprosy pitaniya. 2018. T. 87. №.5 prilozhenie. S. 229–230.
3. Mazukabzova EH.V., Linovskaya N.V., Svyatoslavova I.M. Kompleksnyj podkhod k vyboru retsepturnykh komponentov pri razrabotke fruktovo-shokoladnoj glazuri s povyshennoj pishhevoj tsennost'yu // IV «Pishhevaya tekhnologiya». № 5–6 (365–366), 2018. S. 67–73.
4. Minifaj, B.U. SHokolad, konfety, karamel' i drugie konditerskie izdeliya; perev. s angl. pod nauch. red. T.V. Savenkovoj. SPb.: Professiya, 2005. 808 s.
5. Talbot Dzh. Tekhnologii glazirovannykh izdelij i izdelij s nachinka-mi; perev. s angl. pod nauch. red. T.V. Savenkovoj, L.I. Rysevoj. SPb.: Professiya, 2011. 496 s.
6. TR TS 021/2011 O bezopasnosti pishhevoj produktsii // Utverzhden resheniem komissii tamozhennogo soyuza ot 9 dekabrya 2011 g. № 880, 242 s.

УДК 663.11

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИСТОЧНИКА УГЛЕРОДА НА БИОСИНТЕЗ ГЛЮКАНСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ ПРОИЗВОДНЫХ МИКРОМИЦЕТОМ ASPERGILLUS NIGER

Автор: Манжиева Б.С.
Научный руководитель: Шарова Н.Ю. – д.т.н., профессор РАН
Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых добавок – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Санкт-Петербург,
email: bmanzhieva@gmail.com

RESEARCHING OF THE INFLUENCE OF A CARBON SOURCE ON THE BIOSYNTHESIS OF GLUCAN-CONTAINING COMPOUNDS AND THEIR DERIVATIVES OF MICROMICET ASPERGILLUS NIGER

Author: Bairta S. Manzhieva.
Scientific adviser: Sharova N. Yu., Doctor of technical Sciences degree, Professor of RAS
All-Russian Research Institute for Food Additives – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, St. Petersburg, email: bmanzhieva@gmail.com

Ключевые слова: бета-глюканы, хитин-глюкановый комплекс, биомасса, гидролизат, зерно, ферменты.
Keywords: beta-glucans, chitin-glucan complex, biomass, hydrolizat, grain, enzimes.

Аннотация: В работе представлены результаты исследований содержания глюканов в мицелиальной массе *Aspergillus niger* при ферментации различных сред. Исследования проводили с использованием питательных сред различного состава, а именно крахмалсодержащих (гидролизаты кукурузного крахмала и помола зерна ржи), сахарозоминеральных и мелассных. Сравнивали количественное содержание глюканов в микробной биомассе с растительными источниками глюканов, а именно некондиционным зерном злаковых культур. Бета-глюканы представляют интерес как потенциальный компонент в продуктах функционального назначения, позволяющий снижать гликемический индекс готовой продукции. Целью данной работы являлось исследование влияния источника углерода на биосинтез глюканов микромицетом *Aspergillus niger*. Наибольшее содержание бета-глюканов, а именно 36,6 % в пересчете на сухие вещества, выявлено в гидролизате биомассы, полученной при ферментации кукурузного крахмала.

Abstract: The paper presents the results of studies of the glucan content in the mycelial mass of Asregillus niger during fermentation of various media. The studies were carried out using nutrient media of various compositions, namely starch-containing ones (corn starch hydrolysates and rye grain grinding), sugar-mineral and molasses. The quantitative content of glucans in the microbial biomass was compared with plant sources of glucans, namely, substandard cereal grains. Beta-glucans are of interest as a potential component in functional products, allowing to reduce the glycemic index of the finished product. The aim of this work was to study the effect of a carbon source on glucan biosynthesis by Aspergillus niger micromycete. The highest content of beta-glucans, namely 36.6 % in terms of dry matter, was detected in the biomass hydrolyzate obtained by fermentation of corn starch.

Введение. Мицелиальная масса микромицета *Aspergillus niger* как отход микробиологического синтеза лимонной кислоты является перспективным источником глюканов. Бета-глюканы являются важными структурными элементами клеточной стенки у бактерий, грибов, включая дрожжи, водорослей и растений [1].

Некондиционное зерно злаковых является альтернативным источником пищевых микроингредиентов. Из него получают сахаро- и белоксодержащие продукты. Также оно используется в качестве источника макро- и микроэлементов, необходимых для культивирования микроогранизмов [2].

Бета-глюканы грибного происхождения, в том числе и микромицета *Aspergillus niger*, прочно связаны с хитином и входят в состав хитин-глюканового комплекса (ХГК). Присутствие β-1,3/1,6-связей свидетельствует об активной форме глюканов. Это выгодно отличает глюканы микробного происхождения от глюканов из других источников, например, злаковых. В них присутствуют 1,4-формы, которые функционально малоактивны [3].

По природе β-глюкан представляет собой полисахарид, структурными элементами которого являются единицы глюкозы (гексозы), образующие линейную структуру за счет 1–3 гликозидной связи [4].

Образование глюканов зависит от морфологических особенностей и от индивидуального развития микроорганизма. Кроме того, на биосинтез глюканов в процессе культивирования микромицета влияет используемый источник углерода [5].

Бета-глюканы можно рассматривать как потенциальный компонент в продуктах функционального назначения, позволяющий снижать гликемический индекс готовой продукции [4].

Целью работы является изучение влияния углеводсодержащих субстратов на биосинтез глюкансодержащих соединений и их производных микромицетом *Aspergillus niger*.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования были:

1) образцы мицелиальной массы микромицета *Aspergillus niger*, полученные при ферментации мелассных сред, гидролизатов кукурузного крахмала и помола зерна ржи.

2) измельченное зерно (помол, размер частиц 750±50 мкм) нестандартного качества: рожь озимая Омского региона 4-го класса, овес Ленинградской области и сорго, регион произрастания – Краснодарский край, зерно не соответствует требованиям ГОСТ 16990-2017, ГОСТ 28673-90, ГОСТ 53902-2010. По показателям «массовая доля влаги» – 17±2 % (более 14 %), «сорная примесь» – 8±2 % (более 5 %), «зерновая примесь» – в основном, проросшие зерна и зёрна других культур 45±2 % (более 15 %) с содержанием крахмала ниже 50 %.

Ферментацию углеводсодержащих субстратов микромицетом *A. niger* проводили в условиях шейкера-инкубатора Multitron (INFORS, Швейцария): вместимость качалочных колб 750 см^3, периодический способ, аэробные условия при перемешивании 160–220 об/мин, t = 32±1 °C, τ = 120 ч.

Для проведения ферментативного гидролиза микробной биомассы в качестве биокатализаторов использовали β-глюканазу (эндо-1,3(4)-β-глюканаза) Trichoderma longibrachiatum (Sigma Aldrich, США) для объектов растительного происхождения и ксиланазу Rohament GE (AB Enzymes, Германия) для объектов микробиологического происхождения. Углеводный состав гидролизатов (глюкоза, мальтоза, декстрины) определяли методом Зихерда-Блэйера в модификации Смирнова [6].

Определение бета-глюканов в мицелиальной массе Aspergillus niger и в растительном сырье проводили в соответствии с ГОСТ 57513-2017.

Результаты исследований. В результате исследований установлено, что наибольшее содержание бета-глюканов присутствует в гидролизате биомассы, полученной при ферментации кукурузного крахмала (рисунок 1).

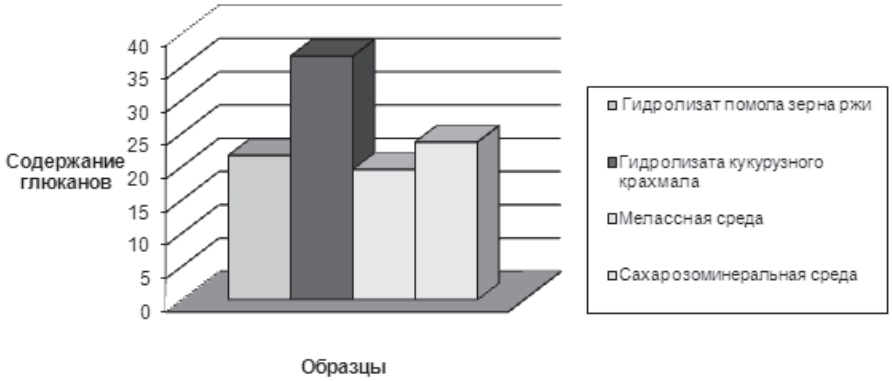


Рисунок 1 – Общее содержание глюканов (%) в биомассе при ферментации различных сред

Помимо биомассы микробного происхождения исследовали содержание β-глюканов в растительном сырье: измельченном зерне злаковых, а именно: ржи, овса и сорго. Показано, что наибольшее количество глюкана образуется в зерне ржи (рисунок 2).

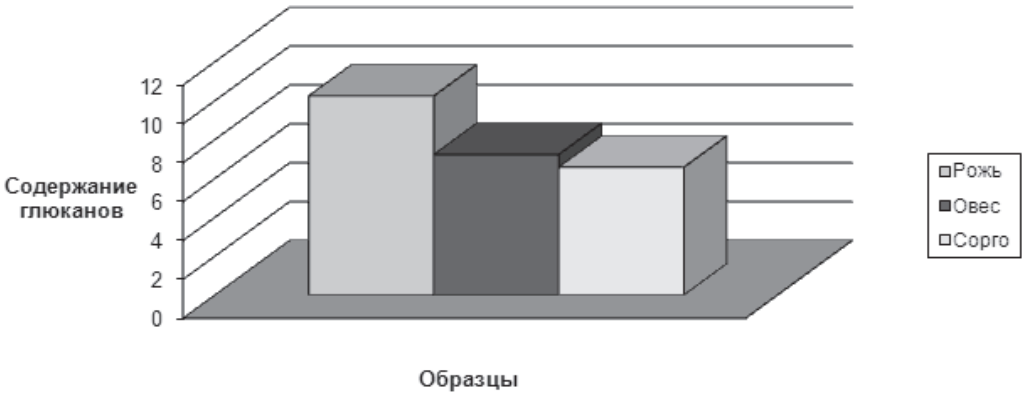


Рисунок 2 – Общее содержание глюканов (%) в зерне

Возможно, что зерно ржи в большей мере подвергается гидролизу под действием используемых в экспериментах ферментов, чем зерно сорго. В состав оболочек зерна сорго входят дубильные вещества, такие как танины. Их содержание может негативно влиять на процесс гидролиза.

Выводы:

Наибольшее содержание бета-глюканов присутствует в гидролизате биомассы, полученной при ферментации кукурузного крахмала.

Биосинтез глюканов происходит продуктивнее в сырье микробиологического происхождения, чем в сырье растительного происхождения.

В процессе культивирования микромицета в его клеточной стенке формируется прочный ХГК, поэтому глюкан микробного происхождения более устойчив к воздействию внешних факторов.

Поскольку при ферментации гидролизатов крахмала полученная биомасса характеризовалась повышенным количеством β-глюканов и, как известно, в процессе онтогенеза микромицета *Aspergillus niger* изменяется как количественное содержание ХГК, так и его состав, то представляет интерес проведение экспериментов с другими крахмалсодержащими источниками.

Список использованных источников

1. Фриуи М. Влияние грибного экстракта, содержащего бета-глюканы, на реологические характеристики хлебного теста / М. Фриуи, Л. Гачеу, О. Опря, М.М. Шамцян // Вестник МАХ. – 2018. – № 3. – с. 53–61.

2. Шарова Н.Ю., Принцева А.А., Манжиева Б.С., Выборнова Т.В. Ферменты гидролитического действия в технологиях переработки некондиционного крахмалсодержащего сырья // Пищевая промышленность – 2019. – № 4. – С. 115–117

3. Шарова Н.Ю., Манжиева Б., Принцева А.А., Выборнова Т.В. Beta-glucans from biomass of plant and microbial origin [Бета-глюканы из биомассы растительного и микробного происхождения] // Пищевые системы. 2019. том 2. № 1. С. 23–26.

4. Саломатов, А.С. О применении β-глюкана в технологии продуктов питания / Наука ЮурГУ. Сборник материалов 67-й научной конференции. Секции технических наук. Челябинск: Издательский центрн ЮурГУ, 2015. с. 580–584.

5. Феофилова Е.П. Клеточная стенка грибов: современные представления о составе и биологической функции // Микробиология. 2010. том 79. № 6. С. 723–733.

6. Трегубов Н.Н., Костенко В.Г. Технохимический контроль крахмало-паточного производства. Москва ВО «Агропромиздат», 1991, 123 с.

References

1. Friui M. Vliyaniye gribnogo ekstrakta, soderzhashchego beta-glyukany, na reologicheskiye kharakteristiki khlebnogo testa / M. Friui, L. Gacheu, O. Oprya, M.M. Shamtsyan // Vestnik MAKH. – 2018. – № 3. – s. 53–61.

2. Sharova N.YU., Printseva A.A., Manzhiyeva B.S., Vybornova T.V. Fermenty gidroliticheskogo deystviya v tekhnologiyakh pererabotki nekonditsionnogo krakhmalsoderzhashchego syr'ya // Pishchevaya promyshlennost' – 2019. – № 4. – S. 115–117

3. Sharova N.YU., Manzhiyeva B., Printseva A.A., Vybornova T.V. Beta-glyukany iz biomassy rastitel'nogo i mikrobnogo proiskhozhdeniya // Pishchevyye sistemy. 2019. tom 2. № 1. S. 23–26.

4. Salomatov, A.S. O primenenii b-glyukana v tekhnologii produktov pitaniya / Nauka YuurGU. Sbornik materialov 67-y nauchnoy konferentsii. Sektsii tekhnicheskikh nauk. Chelyabinsk: Izdatel'skiy tsentrn YuurGU, 2015. s. 580–584.

5. Feofilova Ye.P. Kletochnaya stenka gribov: sovremennyye predstavleniya o sostave i biologicheskoy funktsii // Mikrobiologiya. 2010. tom 79. № 6. S. 723–733.

6. Tregubov N.N., Kostenko V.G. Tekhnokhimicheskiy kontrol' krakhmalo-patochnogo proizvodstva. Moskva VO «Agropromizdat», 1991, 123 s.

УДК 663.2

ВЛИЯНИЕ АЗОТИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА КАЧЕСТВО ИГРИСТЫХ ВИН, ПОЛУЧАЕМЫХ БУТЫЛОЧНЫМ СПОСОБОМ

*Автор: Махрова И.В.**
Научный руководитель: Оганесянц Л.А. – д-р техн. наук, профессор, академик РАН
Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Москва, e-mail: ira.mac@yandex.ru

INFLUENCE OF NITROUS COMPOUNDS ON THE QUALITY OF SPARKLING WINES PRODUCED BY THE BOTTLE METHOD

Author: Irina V. Makhrova
Scientific adviser: Oganesyants L. A., Dr. tech. sciences, Professor, Academician of RAS
All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Beverage and Wine Industry – Branch of V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS., Moscow, e-mail: ira.mac@yandex.ru

Ключевые слова: игристые вина, виноматериал, азотистые соединения, вторичное брожение, физико-химические показатели.

Keywords: sparkling wines, wine material, nitrous compounds, the secondary fermentation, physical-chemical parameters.

Аннотация: Качество игристых вин определяется рядом физико-химических и органолептических показателей, которые в свою очередь зависят от физико-химического состава исходных виноматериалов. В данной работе уделяется внимание азотистым соединениям,

содержащимся в виноматериалах и их изменениям в процессе вторичного брожения. В качестве объектов исследования в работе использованы столовые сухие белые виноматериалы и образцы игристых вин, полученные в результате вторичного брожения в бутылках. В результате исследований установлено, что на качество игристого вина существенное влияние оказывает концентрация аммиачного и аминного азота в исходном виноматериале. Рекомендовано, для получения высококачественных игристых вин бутылочным способом использовать виноматериалы с массовой концентрацией аммиачного азота не менее 25 мг/дм^3 и аминного азота – не менее 170 мг/дм^3.

Abstract: The quality of sparkling wines is determined by several physical-chemical and organoleptic parameters, which depend on the physical-chemical composition of the wine materials. In this research focused on the concentration of nitrous compounds contained in wine materials and their changes in the process of the secondary fermentation. Table dry white wine materials and samples of sparkling wines obtained as a result of the secondary fermentation in bottles were used as objects of research. As a result of the research, it is found that the quality of sparkling wine is significantly influenced by the concentration of ammonium and amino nitrogen in the wine material. It is recommended that in order to obtain high-quality sparkling wines by bottle method, use wine materials with a mass concentration of ammonium nitrogen of at least 25 mg/dm^3 and amino nitrogen – at least 170 mg/dm^3.

Введение. Как известно, качество игристого вина, зависит от состава исходного виноматериала (купажа), расы дрожжей и технологических режимов его производства [1, 2, 3]. В настоящее время на российском алкогольном рынке отмечается высокая доля игристых вин, не соответствующих заявленному типу по органолептическим показателям. Причиной этого является, прежде всего, низкое качество виноматериалов, используемых для вторичного брожения. Как правило, при выборе сырья (виноматериалов) для производства игристых вин, производители руководствуются ценовой доступностью при соответствии минимальным требованиям по основным физико-химическим показателям [4]. Вместе с тем для производства игристых вин бутылочным способом традиционно отбирались виноматериалы наиболее высокого качества, обладающие определенным физико-химическими и органолептическими характеристиками [5].

Исходя из вышеизложенного, исследование влияния азотистых соединений, содержащихся в исходном виноматериале (купаже), направляемом на вторичное брожение, на качество игристого вина, полученного бутылочным способом, является актуальным.

Объекты и методы исследований. Объектами исследования являлись 7 образцов столовых сухих белых виноматериалов, полученных от российских производителей, и опытные образцы игристых вин. Подготовку виноматериалов к вторичному брожению осуществляли следующим образом: в образцы обработанных белых сухих столовых виноматериалов вносили тиражный ликер из расчета получения в тиражной смеси массовой концентрации сахаров 22,0 г/дм^3 и дрожжевую разводку, приготовленную из сухих активных дрожжей Oenoferm X-treme (Германия). Тиражную смесь разливали в подготовленные бутылки по уровню, оставляя газовую камеру высотой 7 см от верхнего края венчика горлышка бутылки, укупоривали полиэтиленовыми пробками и проводили вторичное брожение при температуре 12–15 °С. Продолжительность эксперимента составляла 100 суток. По окончании эксперимента в опытных образцах игристых вин определяли качественные показатели в соответствии с требованиями нормативной документации, а также дополнительные показатели качества [6].

При анализе физико-химических и органолептических показателей объектов исследования использовались общепринятые в энохимии методы анализа согласно действующим стандартам и рекомендациям МОВВ(OIV).

Помимо физико-химических показателей, регламентированных ГОСТ 33336-2015 «Вина игристые. Общие технические условия», дополнительно определяли показатели, влияющие на качество, такие как: значение pH, массовую концентрацию глицерина, аминного и аммиачного азота, фенольных соединений, динамическую устойчивость двусторонней пленки (ДУДП).

Массовую концентрацию приведенного экстракта измеряли с помощью прибора для автоматического определения объемной доли этилового спирта, относительной плотности и экстрактивности вина – считывающего модуля «SuperAlcomat» («Gibertini», Италия).

Определение аминного азота проводили методом йодометрического титрования, аммиачного азота – диффузионным методом.

Результаты исследований. На первом этапе исследования в образцах исходных виноматериалов были определены органолептические и физико-химические показатели. Установлено, что все виноматериалы не имели посторонних тонов в аромате и тонов окисленности во вкусе. Лучшими органолептическими показателями обладали образцы виноматериалов 1, 2 и 4, которые отличались ярким ароматом с цветочными оттенками и гармоничным вкусом со свежей кислотностью.

Анализ физико-химического состава исследуемых виноматериалов показал, что объемная доля этилового спирта (Сп) в них варьировала в пределах 10,4–12,1 % об., содержание приведенного экстракта (ПЭ) составляло от 19 г/дм^3 до 23 г/дм^3, массовая концентрация сахаров (сах.) – 0,9–1,2 г/дм^3, что соответствует требованиям ГОСТ 33336-2015 (Таблица 1).

Таблица 1 – Физико-химические показатели исходных виноматериалов

№	Сп, % об	Массовая концентрация, г/дм^3					Массовая концентрация, мг/дм^3			ДУДП, с	pH
		сах.	ТК	ЛК	ПЭ	глицерина	фенольн. соедин.	аминного азота	аммиачного азота		
1	12,1	0,9	7,4	0,4	23,0	6,2	140,0	196,0	73,5	15,9	3,2
2	11,1	1,2	6,2	0,3	19,5	3,8	209,0	174,5	34,3	19,7	3,2
3	10,4	0,9	6,4	0,4	19,4	4,8	196,0	156,8	5,6	24,6	3,3
4	11,4	1,0	6,2	0,4	19,4	4,8	133,8	226,3	27,2	17,8	3,3
5	11,4	0,9	5,8	0,3	20,8	5,4	128,7	153,5	44,1	17,2	3,5
6	10,9	1,2	6,1	0,4	19,3	4,0	209,6	170,0	25,6	13,0	3,3
7	10,6	1,1	6,5	0,4	20,2	4,3	197,1	159,6	31,5	16,1	3,4

Установлено, что массовая концентрация титруемых кислот (ТК) в большинстве образцов находилась в пределах от 6,1 г/дм^3 до 7,4 г/дм^3, что соответствует требованиям к столовым виноматериалам, предназначенным для производства игристых вин традиционного наименования. В образце 5 титруемая кислотность составляла 5,8 г/дм^3, что не позволяет его использовать для производства игристых вин традиционного наименования. Этот же образец имел наиболее высокое значение pH, которое определяется не только концентрацией титруемых кислот, но также и их составом. Так, в образце 7 при достаточно высокой титруемой кислотности значение pH составляло 3,4 ед.

Как видно из полученных данных, концентрации глицерина и фенольных соединений не оказывали существенного влияния на органолептические характеристики исходных виноматериалов.

Установлено, что образцы виноматериалов с высокими органолептическими характеристиками (образцы 1, 2, 4) отличались повышенной концентрацией азотистых соединений (аминного и аммиачного азота). Максимальная концентрация аммиачного азота зафиксирована в образце 1 (73,5 мг/дм^3), а аминного – в образце 4 (226,3 мг/дм^3), что может способствовать повышенному накоплению биомассы дрожжей и, как следствие, привести к интенсификации биохимических процессов при вторичном брожении [7].

На втором этапе исследований в полученных опытных образцах игристых вин были определены органолептические и физико-химические показатели в соответствии с требованиями ГОСТ 33336-2015 (Таблица 2).

Таблица 2 – Физико-химические показатели игристых вин

№	p, кПа	Объемная доля этилового спирта, % об	Массовая концентрация, г/дм^3					Массовая концентрация, мг/дм^3			ДУДП, с	pH
			сах.	ТК	ЛК	ПЭ	глицерина	фенольн. соедин.	аминного азота	аммиачного азота		
1	469	12,8	0,7	7,3	0,4	21,1	5,6	151,0	308	64,4	17,8	3,3
2	426	12,1	0,7	6,5	0,3	18,8	5,2	209,0	280	28,0	20,0	3,3
3	454	11,5	0,7	6,4	0,3	19,5	5,4	187,0	280	5,6	11,0	3,3
4	469	12,2	0,7	6,1	0,4	18,1	5,2	142,0	364	19,6	18,6	3,3
5	440	11,2	0,7	6,1	0,5	17,7	5,4	146,0	280	28,0	13,9	3,6
6	454	10,8	0,7	6,0	0,3	16,5	5,4	207,0	392	2,8	11,2	3,3
7	454	10,0	0,7	6,0	0,6	16,1	5,3	192,0	280	14,0	10,4	3,4

Все образцы соответствовали требованиям нормативной документации. Отмечен закономерный прирост объёмной доли этилового спирта на 0,8–1,1 % об. Установлено, что в процессе вторичного брожения происходит изменение физико-химического состава опытных образцов. Отмечено изменение массовой концентрации ТК, ПЭ, глицерина, аминного и аммиачного азота и фенольных соединений, причем характер изменений обусловлен качественными показателями исходного виноматериала.

Установлено, что во всех образцах массовая концентрация аминного азота имела тенденцию к повышению вплоть до 57 % (образец 4). Установлено, что высокая концентрация азотистых соединений в исходном виноматериале приводит к ускорению биохимических процессов дрожжей и обогащению игристого вина продуктами их метаболизма (аминокислотами, пептидами и др.). Так, в образцах 1, 2 и 4 отмечено повышение показателя ДУДП, что характеризует их высокие пенистые и игристые свойства. Эти образцы, получившие наиболее высокую органолептическую оценку по сравнению с другими образцами, отличались повышенным содержанием аминного азота, что свидетельствует о высокой ферментативной активности дрожжей.

Образец 1 имел светло-соломенный цвет, с выраженными пенистыми и игристыми свойствами, аромат чистый, винный, с легкими цветочными и сливочными тонами, вкус гармоничный, свежий с фруктовыми тонами. Образец 2 также имел выраженные пенистые и игристые свойства, сбалансированный аромат с легкими цветочными тонами и гармоничным вкусом. Образец 4 обладал цветочным ароматом и сбалансированным вкусом с легкой горчинкой.

Выводы:

В результате проведенных исследований установлено, что в столовых сухих белых виноматериалах, предназначенных для производства игристых вин бутылочным способом, необходимо дополнительно контролировать массовую концентрацию аминного и аммиачного азота.

Установлено, что концентрация и состав азотистых соединений исходных виноматериалов оказывают существенное влияние на качественные показатели игристого вина, полученного бутылочным способом.

Установлено, что наиболее выраженными пенистыми и игристыми свойствами обладали образцы игристых вин с повышенным содержанием азотистых соединений.

Показано, что характер изменений титруемой кислотности, массовой концентрации приведенного экстракта, глицерина, аминного и аммиачного азота и фенольных соединений в процессе вторичного брожения обусловлен качественными показателями исходного виноматериала.

Рекомендовано для получения высококачественных игристых вин бутылочным способом использовать виноматериалы с массовой концентрацией аммиачного азота не менее 25 мг/дм^3 и аминного азота – не менее 170 мг/дм^3.

Список использованных источников

1. Таран, Н.Г. Изменение физико-химического состава виноматериалов Шардоне и Совиньон в процессе производства игристых вин на Минском заводе виноградных вин / Н.Г. Таран, И.Н. Пономарева, И.Н. Троцкий // Материалы международной дистанционной научно-практической конференции. – Анапа, 2013. – С. 250–254.

2. Загоруйко, В.А. Влияние рас дрожжей на формирование ароматобразующего комплекса шампанских виноматериалов / В.А Загоруйко [и др.] // Магарач. Виноградарство и виноделие. – 2012. – №3. – С. 21–24.

3. Оганесянц, Л.А. Повышение качества игристых вин на основе использования продуктов деструкции винных дрожжей / Л.А. Оганесянц, Б.Б. Рейтблат, Л.В. Дубинчук, Н.К. Кардаш, И.А. Татевосян // Виноделие и виноградарство. – 2011. – №1. – С. 28–29.

4. ГОСТ 33336-2015 Вина игристые. Общие технические условия. – Введен 2017-01-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 12 с.

5. Макаров, А.С. Производство шампанского / А.С. Макаров. – Симферополь: Таврия, 2008. – 416 с.

6. Оганесянц, Л.А., Песчанская В.А., Дубинина Е.В. Совершенствование оценки качества столовых виноматериалов для игристых вин / Л.А. Оганесянц, В.А. Песчанская, Е.В. Дубинина // Пиво и напитки. – 2018. – №3. – С. 72–75.

7. Саришвили Н.Г., Рейтблат Б.Б. Микробиологические основы технологии шампанизации вина / Н.Г Саришвили., Б.Б. Рейтблат. – М.: Пищепромиздат, 2000. – 364 с.

References

1. Taran, N.G. Izmenenie fiziko-ximicheskogo sostava vinomaterialov Shardone i Sovin`on v processe proizvodstva igristy`x vin na Minskom zavode vinogradny`x vin / N.G. Taran, I.N. Ponomareva, I.N. Troczkij // Materialy` mezhdunarodnoj distancionnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Anapa, 2013. – S. 250–254.
2. Zagorujko, V.A. Vliyanie ras drozhzhej na formirovanie aromatobrazuyushhego kompleksa shampanskix vinomaterialov / V.A Zagorujko [i dr.] // Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie. – 2012. – №3. – S. 21–24.
3. Oganesyancz, JI.A. Povy`shenie kachestva igristy`x vin na osnove ispol`zovaniya produktov destrukcii vinny`x drozhzhej / L.A. Oganesyancz, B.B. Rejtblat, L.V. Dubinchuk, N.K. Kardash, I.A. Tatevosyan // Vinodelie i vinogradarstvo. – 2011. – №1. – S. 28–29.
4. GOST 33336-2015 Vina igristy`e. Obshhie texnicheskie usloviya. – Vveden 2017-01-01. – M.: Standartinform, 2016. – 12 s.
5. Makarov, A.S. Proizvodstvo shampanskogo / A.S. Makarov. – Simferopol`: Tavriya, 2008. – 416 s.
6. Oganesyancz, L.A., Peschanskaya V.A., Dubinina E.V. Sovershenstvovanie ocenki kachestva stolovy`x vinomaterialov dlya igristy`x vin / L.A. Oganesyancz, V.A. Peschanskaya, E.V. Dubinina // Pivo i napitki. – 2018. – №3. – S. 72–75.
7. Sarishvili N.G., Rejtblat B.B. Mikrobiologicheskie osnovy` texnologii shampanizacii vina / N.G Sarishvili., B.B. Rejtblat. – M.: Pishhepromizdat, 2000. – 364 s.

УДК 664.667

ОСОБЕННОСТИ В РАЗВИТИИ ТЕХНОЛОГИЙ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Автор: Мизинчикова И.И., Герасимов Т.В., к.т.н.
Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Москва, mki.niikp@mail.ru

FEATURES IN THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES OF FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS

Author: Inessa I. Mizinchikova, Timofei V. Gerasimov, PhD.
All-Russia Scientific Research Institute of Confectionery Industry – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Moscow, mki.niikp@mail.ru

Ключевые слова: дисперсные системы, инженерия, кавитация, кондитерские изделия, системный подход, технология.

Keywords: disperse systems, engineering, cavitation, confectionery, system approach, technology.

Аннотация: Развитие технологий на предприятиях осуществляется сопряжением оборудования, измерительных и других систем за счет устранения технических противоречий между функционированием и управлением технологическим потоком. Целью работы явилась разработка научно-практических принципов развития технологии мучных кондитерских изделий на основе системного подхода и физико-химической механики. В результате институтом разработан комплекс технологических приемов, которые позволяют регулировать реологические свойства кондитерских масс за счет увеличение количества частиц твердой фазы в эмульсии более чем в 75 раз при одновременной интенсификации технологического процесса в 1,5–2 раза, обеспечивающие получение изделия повышенной прочности и намокаемости на 20 %. В научных работах обоснованы принципы развития инновационных технологий мучных кондитерских изделий как эффективный инструмент при внедрении системы прослеживаемости «жизненного цикла» продукта от сырья до потребителя и как следствие, обеспечивающие условия повышения конкурентоспособности предприятий отрасли.

Abstract: The development of technologies in enterprises is carried out by coupling equipment, measuring and other systems by eliminating technical contradictions between the operation and management of the technological flow. The aim of the work was to develop scientific and practical principles of technology development of flour confectionery products on the basis of a systematic approach and physical and chemical mechanics. As a result, the Institute has developed a set of technological methods that allow to regulate the rheological properties of confectionery masses by increasing the number of solid phase particles in the emulsion by more than 75 times while intensifying the technological process by 1.5–2 times, providing a product of increased strength and wetting by 20 %. In scientific works the principles of development of innovative technologies of flour confectionery products as an effective tool in the implementation of the traceability system of the "life cycle" of the product from raw materials to the consumer, and as a consequence, providing conditions for improving the competitiveness of the industry.

Введение. В развитии технологий мучных кондитерских изделий институтом применяются научные знания из области производственной инженерии, занимающейся проектированием, развитием и исследованием интегрированных систем (состоящих из людей, денежных средств, знаний, информации, оборудования, энергии, материалов и процессов) [1–3].

Развитие технологии производства осуществляется по двум направлениям:

– технологическое с применением механизации, автоматизации, электронизации для приготовления изделий с заданными показателями качества при одновременной интенсификации процессов производства и снижении энергетических затрат.

– ассортиментное с использованием сырья с заданными характеристиками, в том числе нетрадиционного, обеспечивающего создание изделий со сбалансированным составом для разных групп населения.

Как результат развития технологий внедрение инноваций на кондитерских предприятиях осуществляется сопряжением оборудования, измерительных, регулирующих, информационных систем за счет устранения технических противоречий между функционированием и управлением технологическим потоком [1–3].

Объекты и методы исследований. Объектом рассмотрения были полуфабрикаты – инвертный сироп, эмульсия и др., используемые для приготовления мучных кондитерских изделий (МКИ). Исследования физико-химических свойств выбранных полуфабрикатов проводили в лабораториях ВНИИКП. Для развития научно-практических принципов технологии мучных кондитерских изделий использовались положения системного подхода и физико-химической механики. [2]

Результаты исследований. Анализ технологий мучных кондитерских изделий с позиций системного подхода показал, что в них присутствуют общие принципы приготовления, что позволяет перейти от отдельных частных технологий к универсальному прототипу, характерному по строению технологического процесса для разных видов изделий – подготовка сырья, приготовление теста, выпечка, охлаждение изделий.

Кондитерские изделия с позиций физико-химической механики – это многофазные высококонцентрированные дисперсные системы, характерные свойства которых определяются следующими критериями – дисперсность, конфигурация твёрдых частиц, их концентрация и равномерность распределения компонентов. Посредством данных критериев осуществляется регулирование реологических свойств кондитерских масс, в результате чего становится возможным управлять процессами на промежуточных стадиях и технологического потока в целом и получать изделия с заданными свойствами и структурой.

Таким образом, в практической реализации развития технологического потока институтом разработаны технологические приемы объединенные в группы:

– получение двухфазных систем отдельно для каждого вида сырья обеспечивают возможность использования рецептурных компонентов со значительным диапазоном качественных характеристик;

– использование сырья и полуфабрикатов с повышенным содержанием сухих веществ, моделирование рецептурного состава мучных кондитерских изделий, а также управление степенью растворения сахара-песка подачей в два приема (рисунок 1) обеспечивают возможность получение теста с заданной влажностью и регулирование степени набухания муки;

– применение высокоинтенсивного воздействия при обработке жидких сред (сиропов, суспензий, эмульсий) и подача компонентов на замес теста: эмульсии и смеси сыпучих компонентов одновременно двумя потоками обеспечивает повышение степени дисперсности и равномерности распределения компонентов твердой фазы.

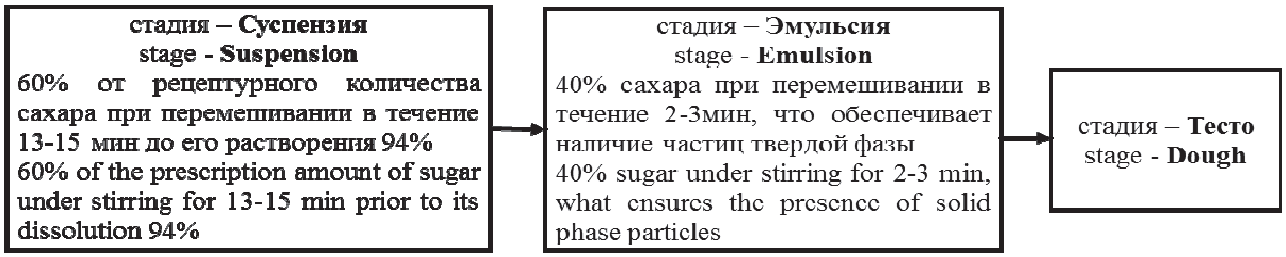


Рисунок 1 – Принципиальная схема подачи сахара-песка при приготовлении теста

Данные приемы позволяют регулировать реологические свойства кондитерских масс за счет увеличение количества частиц твердой фазы в эмульсии более чем в 75 раз при одновременной интенсификации технологического процесса в 1,5–2 раза, обеспечить получение изделия с заданными свойствами, повышенной прочностью с 5 до 7 кг/с ед.прибора структурографа и намокаемостью с 150 до 180 %. Данные приемы также создали предпосылки для разработки инновационной технологии мучных кондитерских изделий с использованием полуфабрикатов из свежих фруктов и овощей измельченных с термостерилизацией (пюре, пасты) и фракционированных на сок и мякоть (нектары, соки).

Научная реализация принципов развития инновационных технологий мучных кондитерских изделий осуществлена институтом в следующих работах:

– научные основы управления модификацией частиц твердой фазы при переходе коагуляционной структуры в конденсационно-кристаллизационную в процессе структурообразования МКИ;

– научные основы создания инновационной сквозной аграрно-пищевой технологии;

– теоретические основы совмещения двух видов подвода энергии во взаимно перпендикулярных плоскостях;

– научные основы получения мучных кондитерских изделий с использованием фруктов и овощей и их продуктов переработки – естественных носителей витаминов и микроэлементов;

– научные основы получения мучных кондитерских изделий с заданными свойствами и структурой.

Выводы:

Разработанные институтом инновационные технологии производства мучных кондитерских изделий являются эффективным инструментом в осуществлении корректирующих действий в процессе производства готовой продукции при внедрении системы прослеживаемости «жизненного цикла» продукта от сырья до потребителя, международных стандартов качества и безопасности пищевой продукции (ISO, HASSP, FSSC 22000) и, как следствие, обеспечивающие условия повышения конкурентоспособности предприятий отрасли.

Список использованных источников

1. Агеева Н.В., Кочетов В.К. Производство конкурентоспособной кондитерской продукции на основе комплексного внедрения схем управления качеством и безопасностью готовых изделий // Известия вузов. Пищевая технология / Краснодар, 2018. – № 4 (364). – 76–80 с;

2. Аксенова Л.М., Савенкова Т.В., Святославова И.М. Научные основы развития технологий кондитерских изделий / М., 2013. – 319 с;

3. Антипов С.Т, Журавлев А.В., Казарцев Д.А., и др. Инновационное развитие техники пищевых технологий / под ред. Панфилова В.А. / СПб., 2016. – 660 с;

References

1. Ageeva N.V., Kochetov V.K. Production competitive confectionery products on the basis of integrated implementation of schemes quality management and safety of finished products // News of IHE. Food Technology / Krasnodar, 2018. – № 4 (364). – 76–80 c. (in Russian)

2. Aksenova L.M., Savenkova T.V. Svyatoslavova I.M. Scientific bases of development of technologies of confectionery / M., 2013. – 319 p. (in Russian)
3. Antipov S.T., Zhuravlev A.V., Kazartsev D.A., Mordasov A.G., Innovative development of food technology technology. Saint-Petersburg, 2016. – 660 p. (in Russian)

УДК 637.6

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТОК В ОБЛАСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Авторы: Мирошник А.С. [1,2], Шарова Н.Ю. [1,2]
[1] Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых добавок – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Санкт-Петербург
[2]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», Санкт-Петербург
e-mail: natalya_sharova1@mail.ru; existudo@gmail.com

PROSPECTS FOR DEVELOPMENT IN FIELD OF PROCESSING SECONDARY RAW MATERIALS OF FOOD INDUSTRY

[1]All-Russian Research Institute for Food Additives – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, St. Petersburg, Russia
[2]St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, St. Petersburg, Russia; e-mail: natalya_sharova1@mail.ru; existudo@gmail.com

Ключевые слова: вторичное сырьё, пищевая промышленность, состояние отраслей пищевой промышленности Российской Федерации.
Keywords: secondary raw materials, food industry, state of food industry in Russian Federation.

Аннотация: В настоящей работе рассмотрены динамики производства различных отраслей пищевой промышленности Российской Федерации в частности молочной, мясной, масляной и рыбной. Был произведен анализ факторов, объясняющих сложившуюся динамику роста, и сформирован прогноз динамики на краткосрочную перспективу. Выявлено, что наиболее перспективными в плане производства можно считать вторичное сырье производства свинины и подсолнечного масла.
Abstract: In this article, we consider dynamics of production of various sectors of food industry of Russian Federation, in particular dairy, meat, oil and fish. An analysis of explaining the current dynamics factors and a forecast of dynamics for short term was formed. It was revealed that the most promising can be considered secondary raw materials for production of sunflower oil, pork and sunflower oil.

Введение. Решение проблемы использования вторичного сырья пищевой промышленности всегда было и остается одной из основных задач повышения эффективности работы предприятий пищевой промышленности. Этот вид сырья, как правило, содержит достаточно много питательных веществ и, соответственно, является питательной средой для развития микроорганизмов, в том числе патогенных, способных нанести большой вред человеку и окружающей среде [1, 2]. Следствием этого является то, что такое сырье нельзя утилизировать простым методом захоронения на свалках и полигонах для захоронения. В то же время отсутствие способов использования такого сырья на предприятии также влечет за собой увеличение расходов организации.

Благодаря этому происходит поиск новых инновационных технологий продуктов различного назначения, в том числе кормового и технического, сырьем для получения которых является вторичное сырье пищевой промышленности. При этом следует учесть, что в условиях современной экономической ситуации Российской Федерации производственные единицы обладают полной экономической самостоятельностью. Они сами определяют свою экономическую политику, формируют портфель заказов, организуют производство и сбыт

продукции, а также полностью отвечают за результаты хозяйственной деятельности [3]. В связи с этим особое значение имеет соответствие проводимых научных разработок требованиям промышленности, в частности, пищевой.

Целью работы является выявление вторичного сырья, разработки по утилизации и переработке которого являются наиболее перспективными.

Объекты и методы исследования. Методами настоящей работы являлись анализ литературных и патентных отечественных и зарубежных источников. В рамках проводимого исследования были проанализированы показатели, отражающие экономическое состояние различных секторов пищевой промышленности Российской Федерации.

Результаты исследований. Объем производства мяса крупного рогатого скота в период с 2010 по 2016 годы не претерпевал значительных изменений. Более того, можно фиксировать спад производства в 2011, 2012 и 2014 годах (таблица 1) [4].

Таблица 1 – Динамика производства мяса крупного рогатого скота Российской Федерации

Год	Объем производства, тыс. тонн	Темп роста, %
2010	262,93	-
2011	228,87	87,05
2012	213,73	93,39
2013	240,16	112,37
2014	224,56	93,5
2015	254,70	113,43
2016	263,43	103,43

Некоторые авторы связывают эти спады с такими проблемами как:
1) слабая техническая оснащенность производства;
2) низкий показатель внедрения и применения инновационных технологий;
3) неразвитая система федерального регулирования цен;
4) недостаточная организация защиты прав предприятий государственными структурами и др. [4].

Также можно предположить, что такая динамика связана с тем, что в настоящий момент на территории Российской федерации более предпочтительным является выращивание крупного рогатого скота молочной направленности [5, 6]. В краткосрочной перспективе решить эти проблемы не представляется возможным, поэтому, значительный рост данного производства не ожидается.

Объем производства свинины показывает значительный рост (таблица 2) [4]. В то же время насыщенность рынка этим видом мяса на 2016 год составляет всего 90 %.

Таблица 2 – Динамика производства свинины в Российской Федерации

Год	Объем производства, тыс. т	Темп роста, %
2010	812,14	-
2011	876,69	107,95
2012	1000,38	114,11
2013	1299,06	129,86
2014	1525,85	117,46
2015	1763,00	115,,54
2016	1993,47	113,07

Следует ожидать, что эта тенденция сохранится, однако, поскольку в настоящий момент происходит ввод новых производственных мощностей крупными компаниями, политика этих крупных компаний будет определять этот рост [4].

Производство мяса и субпродуктов домашней птицы также показывает рост на протяжении 2010–2016 годов. По данным СМИ потребление мяса птицы с каждым годом растет, поэтому тенденция роста в краткосрочной перспективе должна сохранится. Однако, учитывая замедление темпов роста, начиная с 2017 года, рост будет небольшим [7].

Более существенный рост отмечен в производстве растительных масел (рисунок 1) [4, 8]. Ожидается продолжение такой динамики, поскольку отсутствуют явные факторы сдерживания жирового производства.

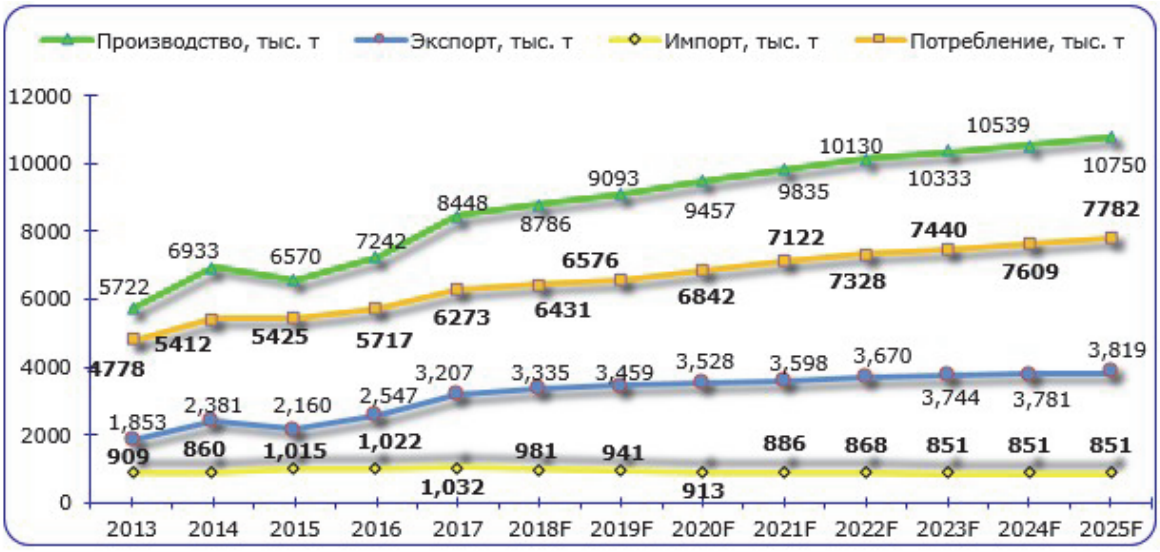


Рисунок 1 – Динамика и структура рынка растительного масла в 2013–2017 гг. и прогноз до 2025 г., тыс. т в рамках базового сценария развития [8].

Производство рыбы и продуктов рыбных переработанных и консервированных продуктов показывает незначительный рост по данным на 2014 год (таблица 3) [4].

Таблица 3 – Динамика производства рыбы и продуктов рыбных переработанных и консервированных продуктов

Год	Производство, тыс. т
2010	3556
2011	3642
2012	3689
2013	3789
2014	3725

Такая динамика объясняется снижением объема инвестиций в данную отрасль в соответствии со стратегией развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года [9].

Выводы:

В результате проведенных исследований были рассмотрены лишь некоторые отрасли пищевой промышленности, однако можно свидетельствовать о выраженной положительной динамике роста производства свинины и производства растительных жиров. Производство вторичного сырья, в частности, подсолнечной лузги, жмыха и шрота масличных культур, а также субпродуктов свиных, получаемых в этих видах производства, также с высокой степенью вероятности будет расти, как и актуальность его переработки.

Список использованных источников

1. Хрундин, Д.В. Оценка отходов переработки птицы как сырья для производства кормов / Д.В. Хрундин, Р.Э. Хабибуллин, Р.Р. Сабирзянова, А.П. Герасимов, Г.О. Ежкова // Вестник Казанского технологического университета. – 2017.– №1. – С. 167–168.

2. Колпакова, В.В. Отходы пищевой промышленности – перспективное сырье для биоразлагаемых упаковочных композиций / В.В. Колпакова, Г.Н. Панкратов, А.А. Чевокин, А.М. Гаврилов, З.Г. Скобельская, Г.В. Семенов, В.В. Ананьев, И.А. Кирш, Н.Д. Лукин, В.Г. Костенко, В.А. Шуляк, М.А. Киркор, А.В. Евдокимов, А.Г. Смусенок // Пищевая промышленность. – 2008. – №6. – С. 16–19.

3. Заплаткин, А.А. Актуальные проблемы формирования системы экономической безопасности предприятия / А.А. Заплаткин, Ю.В. Черненко // Символ науки. – 2017. – №2. – С. 55–57.

4. Бахолдина, К.Н. Современное состояние и тенденции развития пищевой промышленности России / К.Н. Бахолдина, Е.В. Горковенко, И.В. Платонова // Инновационная наука. – 2018. – №5. – С. 79–82.

5. Стрекозов, Н.И. Приоритетные направления повышения доходности молочного скотоводства / Н.И. Стрекозов, В.И. Чинаров // Вестник ВНИИМЖ. – 2017. – №2 (26). С. 44–48.

6. Широков, С.Н. Тенденции развития животноводства и основные направления по импортозамещению продукции в Российской Федерации / С.Н, Широков, П.И. Писаренко // Известия СПбГАУ. 2016. – №42. – С. 232–240.

7. Совет федерации федерального собрания Российской Федерации. «О ходе реализации Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года» [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/78393. – (Дата обращения: 10.09.2019).

8. Inderbox. Marketing & consulting «Российский рынок растительного масла продолжает расти» [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.indexbox.ru/news/rossijskij-rynok-rastitelnogo-masla-prodolzhaet-rasti. – (Дата обращения: 10.09.2019).

9. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденная Распоряжением правительства Российской Федерации от 17 апреля 2012 г. № 559-р.

References

1. Hrundin, D.V. Recycling waste assessment / D.V. Hrundin, R.E. Habibullin, R.R. Sabirzyanova, A.P. Gerasimov, G.O. Ezhkova // Bulletin of Kazan Technological University. – 2017.– no. 1. – PP. 167–168.

2. Kolpakova, V.V. Food industry waste is a promising raw material for biodegradable packaging compositions / V.V. Kolpakova, G.N. Pankratov, A.A. CHevokin, A.M. Gavrilov, Z.G. Skobel'skaya, G.V. Semenov, V.V. Anan'ev, I.A. Kirsh, N.D. Lukin, V.G. Kostenko, V.A. SHulyak, M.A. Kirkor, A.V. Evdokimov, A.G. Smusenok // Food industry. – 2008. – No. 6. – PP. 16–19.

3. Zaplatkin, A.A. Actual problems of formation of enterprise economic security system / A.A. Zaplatkin, YU.V. Chernenko // Symbol of science. – 2017. – No. 2. – PP. 55–57.

4. Baholdina, K.N. The current state and development trends of the food industry in Russia / K.N. Baholdina, E.V. Gorkovenko, I.V. Platonova // Innovative science. – 2018. – No. 5. – PP. 79–82.

5. Strekozov, N.I. Priority directions of increasing profitability of dairy cattle breeding / N.I. Strekozov, V.I. Chinarov // Bulletin of VNIIMZH. – 2017. – No. 2 (26). PP. 44–48.

6. Shirokov, S.N. Livestock development trends and main directions for import substitution of products in the Russian Federation / S.N, Shirokov, P.I. Pisarenko // News of SPbGAU. 2016. – No. 42. – PP. 232–240.

7. Council of Federation of Federal Assembly of Russian Federation. «About the implementation of the Strategy for the development of food and processing industry of Russian Federation for the period until 2020» [electronic resource]. – access mode: http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/78393. – (date of the application: 10.09.2019).

8. Inderbox. Marketing & consulting « Russian vegetable oil market continues to grow» [electronic resource]. – access mode: http://www.indexbox.ru/news/rossijskij-rynok-rastitelnogo-masla-prodolzhaet-rasti. – (date of the application: 10.09.2019).

9. The development strategy of the food and processing industry of Russian Federation for the period until 2020, approved by Order of Government of Russian Federation of April 17, 2012. No 559-p.

УДК. 637.6

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПОБОЧНОГО И НЕПИЩЕВОГО СЫРЬЯ

Автор: Мишугина Т.В.
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М, Горбатова» РАН, Россия, Москва

MODERN DIRECTIONS OF PROCESSING BY-PRODUCTS AND NON-FOOD RAW MATERIALS

Author: Tatiana V. Mishugina
V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, Russia, Moscow

Ключевые слова: побочное сырье, непищевое сырье, гидролизаты, анаэробное сбраживание, гидротермальная карбонизация.

Keywords: by-products, non-food materials, hydrolysates, anaerobic digestion, hydrothermal carbonization.

Аннотация: В обзоре описаны отечественные и зарубежные технологии, способы и новые направления переработки побочного мясного сырья на кормовые, медицинские и пищевые цели.

Abstract: The review describes the domestic and foreign technologies, methods, and new areas of processing of raw meat on a side feed, medical and food purposes.

Современный уровень развития мясной отрасли требует нового подхода к проблеме комплексного использования всех видов сырья – как основного, так и побочного. Основа этого подхода – создание и внедрение мало- и безотходных технологий, которые дают возможность максимально и комплексно извлекать все ценные компоненты сырья, уменьшать ущерб, наносимый окружающей среде: загрязнение почв, воды, воздуха в результате сбросов отходов производства [1].

В настоящее время в России сбором и переработкой побочного и непищевого сырья занимаются несколько предприятий: ОАО «Самсон-Мед», НПО «Микроген», ЗАО «Московский завод сычужного фермента», «Росагробиопром», ОАО «НижФарм». Однако коэффициент его применения сегодня остается низким около 0,1–0,33 %, а большая часть его утилизируется. По статистике (данные Росстата) в нашей стране было собрано эндокринно-ферментного сырья: поджелудочной железы коров – 9,07 т, что составляет 1,8 % от нормы, поджелудочной железы свиней 7,65 т; задней доли гипофиза – 0,009 т, желчи КРС-8,89 т, что равняется 0,8 % от возможного объема. Крови из собранных 140 тыс. на пищевые и кормовые цели перерабатывается 38 %, на технические цели (технические альбумины и их производные) – 32 %, утилизируется – 30 %. Тогда как потенциал производства около 200 тыс./г и из которых 42 % могут применяться на пищевые цели. От общего количества собранного кишечного сырья 173, 6 тыс. т было утилизировано более 25 %, некондиционное сырье, переработанное на кормовые цели – 40 %, на пищевые цели было реализовано 20 %, включая импортное сырье, и экспортировано 15 % [2].

В СССР объемы сбора, переработки и реализации побочного сырья, а также выпуск органопрепаратов был широко развит и строго контролировался. Выпускался ряд медицинских препаратов, получаемых из побочного сырья: препараты противопростудного и иммуностимулирующего действия: церебролизин, миелопептид из головного мозга, тималин, тактивин из тимуса, сплевин из селезенки; ферментативные препараты: трипсин, химотрипсин, панкреатин из поджелудочной железы, лидаза из семенников, препараты заживляющие, восстанавливающие костную и хрящевую ткань: луронит из глазных яблок, хондроксид, мукосат, хонсурид, хондроитинсульфат их хрящей крупного рогатого скота (КРС). Производство препаратов осуществляли 5 заводов и 18 цехов при мясокомбинатах и молочных заводах [3].

За рубежом система управления отходами животноводства, в основном, включает следующие направления переработки непищевого сырья:

1. Получение гидролизатов – как самостоятельных препаратов, так и в качестве технологии обработки, повышающей доступность сырья;
2. Компостирование в сельском хозяйстве с получением биоудобрений;
3. Преобразование отходов животноводства в биоэнергетику.

Белковые гидролизаты широко используют в животноводстве в составе кормовых добавок для улучшения развития молодняка крупного рогатого скота и повышения его продуктивности [4, 5]. Их применяют в медицине и ветеринарии с целью компенсации белкового дефицита, повышения неспецифической резистентности и иммунного ответа организма, в биотехнологии – для изготовления питательных сред [6, 7].

Актуальным направлением является получение биоактивных пептидов для фармацевтической, медицинской промышленности, а в пищевой промышленности они могут быть применимы в качестве консервантов. Ценным сырьем для получения активных пептидов является мозг, кровь, в частности, гемоглобин, представляющий 45 % цельной крови [8]. Из бычьего гемоглобина путем неполного гидролиза были выделены несколько видом активных пептидов: антибактериальные пептиды (α107–141, α137–141 и β126–145), брадикинин-потенцирующий пептид и обезболивающие пептиды [9–11] .Наряду с европейскими коллегами китайскими учеными была создана и запатентована антиоксидантная пептидная композиция (CN105996009A). Новый БАД включает пептид гемоглобина, олигосахарида, глюконаты цинка, марганца и меди [12].

В России учеными выделены активные пептиды из различных органов и тканей убойных животных: из головного мозга (пептиды с нейротропной активностью) и предстательной железы КРС, комплекс активных пептидов, выделенных из вилочковой железы, обладающих иммуностимулирующей активностью [13, 14]. Способ получения этих препаратов такова: гомогенизация сырья, экстракция 3 % раствором уксусной кислоты, промывка надосадочной жидкости ацетоном, промывка осадка от ацетона, высушивание осадка, экстракция пептидов с помощью фермента, инактивация фермента, фильтрация, лиофилизация.

Канаевым П.А. и Шенгер А.А. был разработан сорбционный способ получения фермента цитохрома С из мышц сердца убойных животных – свиней, КРС, лошадей. Цитохром С является ферментом, принимающим участие в процессах тканевого дыхания (является катализатором клеточного дыхания). Оказывает антигипоксическое, трофическое действие, стимулирует процессы регенерации [15].

Гидролизаты коллагена широко применяют в Европе и США для лечения остеопороза и артрита. Природные хондропротекторы можно получить из тканей убойных животных. Хрящи КРС и свиней подвергали ферментативному гидролизу различными ферментами животного и растительного происхождения. Полученные гидролизаты ферментом фитопапаина имели более высокие качественные характеристики и были рекомендованы в качестве средств для профилактики и лечения опорно-двигательной системы [16]. В Китае из хрящей, трахей, губ и носа КРС и овец методом комбинированного поэтапного гидролиза (кислотного и ферментативного) произведен хондротин сульфат(CN 101904491A), а также разработан ряд добавок из костей убойных животных термо-химическим методом.

В сельском хозяйстве за рубежом белковые гидролизаты (PHs) из непищевого животного сырья активно применяются в аграрной сфере в качестве растительных биодобавок, биоудобрений. В основном, производятся химическим гидролизом сильными кислотами или ферментативным гидролизом из побочных продуктов животного происхождения (кровь, мякотное непищевое сырье, коллагенсодержащее и кератинсодержащее сырье), или в смеси с сырьем растительного происхождения (биомасса бобовых, сено). Около 85 % препаратов для садоводства в качестве основы имеют белковые гидролизаты, полученные из побочных продуктов животного происхождения. Могут быть использованы как субстрат для выращивания культуры микроводорослей и быть вовлеченным в процесс производства биогаза. Приметяется аэробное компостирование, когда туши животных и мясные субпродукты компостируют совместно с равными частями навоза, а также с лигнинсодержащими отходами. Доля мясных побочных продуктов в таких смесях составляет от 5–40 % от общей массы. Их полная деградация проходит за 4 до 12 месяцев в зависимости состава и свойств побочных продуктов и температуры окружающей среды при аэробном компостировании [16].

Анаэробное сбраживание (AD). Данная технология используется, в основном, для очистки сточных вод с перерабатывающих предприятий, боен, а также отходов с кухонь ресторанов. Основными этапами деградации являются гидролиз, ацидогенез, ацетогенез и метаногенез. В фазе

гидролиза сложные дисперсные материалы распадаются под действием нескольких внеклеточных ферментов на аминокислоты, длинноцепочечные жирные кислоты (LCFA) и сахара [16, 17].

Оптимальное производство метана из предварительно необработанных отходов мясопереработки остается сложной задачей. Процесс биодеструкции непищевого сырья в варочных котлах проходит нестабильно из-за накопления продуктов гидролиза: увеличивающейся концентрации аммиачного азота, что ингибирует процесс метаногенеза.

Эффективный гидролиз имеет решающее значение для обеспечения доступности сложных субстратов для анаэробных бактерий.

Термический гидролиз является одним из наиболее изученных методов предварительной обработки. Суть термического гидролиза состоит в том, чтобы подвергнуть субстраты воздействию высоких температур (130–220 °C) и давления (600–2500 кПа), что способствует распаду крупных молекул. Эффективность термогидролиза зависит от температуры обработки и времени выдержки. Эта технология широко используется для предварительной обработки субстратов: навоз, отходы скотобоен в смеси с другими отходами, кухонные отходы, а также биомасса водорослей. В Венгрии запатентован способ предварительной обработки непищевого сырья путем мелкодисперстного измельчения, длительной термической обработки при высоком давлении, удаления твердых частиц (HU 1600394A2) .

Ученые Испании рассмотрели влияние термического метода обработки на непищевое сырье: кишечное сырье вместе с содержимым. Сырье было предварительно обработано в течение 20 минут при температуре 133–135 °C и давлении > 3 бар. Анаэробное сбраживание проводилось в варочных котлах полунепрерывного действия. Однако накопление летучих жирных кислот в ходе процесса приводило к нестабильному скачкообразному ходу процесса. Результаты показали, что температура и высокое давление, применяемые в предварительной обработке, способствовали образованию соединений, которые устойчивы к анаэробному пищеварению [18].

Химическая предварительная обработка. Обработка неорганическими кислотами и щелочами (HNO_3, HCl, NaOH, KOH и др.) является перспективным методом растворения субстрата и обладает рядом преимуществ: простота эксплуатации, высокая эффективность преобразования биометана и низкая стоимость. Температура эксплуатации реакторов при таком способе является умеренной, поскольку добавление химикатов устраняет необходимость в высокой температуре.

А. Баттимелли, М. Торрихос, Р. Молетта рассмотрели термохимическую предварительную обработку (омыление щелочью (NaOH)) жиросодержащего непищевого сырья как этап оптимизации анаэробного биоразложения отходов первичной переработки туш крупного рогатого скота. Сбраживание проводили в реакторах при температуре 30–40 °C, оценивали влияние различных температур омыления на анаэробную биодеградацию.

Необработанное непищевое сырье в течение длительного периода времени подвергались биодеструкции медленно, и потенциала биогаза были ниже, чем рассчитанные (теоретические) показатели. Предварительно обработанное сырье демонстрирует улучшенную периодическую биодеградацию.

В Греции были проведены исследования с целью оценки использования различных побочных продуктов животного происхождения, а также непищевого сырья (АД) в качестве субстратов для производства метана. Было исследовано несколько групп: 1 – желудок и рубец, 2 – содержимое желудка, 3 – диафрагма и репродуктивные органы и 4 – мочевой пузырь и кишечник с их содержимым. Также была изучена возможность анаэробного совместного расщепления непищевого мясного сырья с двумя агропромышленными отходами, то есть апельсиновой коркой и оливковыми листьями. Результаты, показали, что образцы, содержащие диафрагму и репродуктивные органы, мочевой пузырь и кишечник, а также желудок и рубец, имели более высокие потенциалы.

Гидротермальная карбонизация (HTC) – технология термопреобразования (температура обработки 180–350 °C) непищевого сырья и отходов с высоким содержанием влаги (80–90 %). В результате получается стерильный, гигиеничный, легко хранящийся и транспортируемый, богатый энергией ресурс – биоуголь. Такой продукт пригоден для использования к качестве адсорбента для вредных загрязнителей, сырья для углеродных топливных элементов, а также в качестве удобрения.

Исследования данного способа охватывают широкий спектр сырья, включая лигноцеллюлозную биомассу и твердые бытовые отходы (ТБО). Эксперименты с отходами бойни,

а также кухонными отходами из ресторанов, проводились при различных температурах в интервале 200–350 ºС в течение времени 0,2–120 ч. Результаты показывают, что НТС из модельных пищевых отходов выгоден. Запатентован (009934B1) разработанный способ и передвижная линия термической обработки материалов органических и неорганических отходов в продукты, которые могут быть использованы в качестве пищи для животных, топлива, повторно используемых материалов для переработки и для других применений.

В ФГБНУ «ФНЦ Пищевых систем им. В.М.Горбатова» ведётся активная работа по изучению биотехнологических способов переработки побочного сырья животного происхождения для получения ветеринарных препаратов, биологически активных добавок, по разработке ресурсосберегающих технологий переработки побочного сырья и отходов животного и растительного происхождения для создания кормов, и биостимуляторов роста биологических объектов.

Список использованных источников

1. Постановление от 14 июля 2012 года №717. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг.
2. Федеральной службы государственной статистики. – www. gks.ru.
3. Лисицын А.Б. Повышение глубины переработки животноводческого сырья. // Лисицын А.Б., Захаров А.Н., Небурчилова Н.Ф., Волынская И.П., Петрунина И.В., Чернова А.С. // Москва. ВНИИМП. – 2015. – 80 с. 2015. ISBN: 978-5-901768-30-3
4. Патент RU 2385158 препарат «Колимак». Сайт https://yandex.ru/patents/doc/ RU2385158C2_20100327 – (дата обращения 04.09.2019).
5. Патент Ru 1609153. Получение пептона // https://findpatent.ru/patent/160/1609153.html – (дата обращения 30.08.2019).
6. Патент Ru 2160538. Получение белкового гидролизата из мяса и мясокостного сырья. Сайт http://www.freepatent.ru/patents/2160538 – (дата обращения 01.09.2019).
7. Иванкин А.Н. Неклюдов А.Д. Биологически активные соединения природного происхождения, Saarbrucken: Lambert Academic Publishing, 2011. 480 с.
8. Adje et al., Production of an antimicrobial peptide derived from slaughterhouse by-product and its potential application on meat as preservative, Food Chemistry, Volume 211, 15 November 2016, pp. 306–313.
9. B. Lignot, R. Froidevaux, N. Nedjar-Arroume, Solvent effect on kinetics of appearance of neokyotorphin VVh4 and a bradykinin-potentiating peptide in the course of peptic hydrolysis of bovine haemoglobin, Biotechnol Appl Biochem, 30 (1999), pp. 201–207.
10. Przybylski R , Châtaigné G et al. , Production of an antimicrobial peptide derived from slaughterhouse by-product and its potential application on meat as preservative, Food Chemistry, Volume 211, 15 November, 2016, pp. 306–313.
11. Nedjar-Arroume N., Dubois-Delval V. et al. Isolation and characterization of four antibacterial peptides from bovine hemoglobin, Peptides, Volume 27, Issue 9, September 2006, pp. 2082–2089.
12. Патент CN105996009A, https://patents.google.com/patent/CN105996009A/un – (дата обращения 01.09.2019).
13. Николаева Т.И., Молчанов М.В., Лауринавичус К.С., и др. Ферментативный гидролиз биополимеров хрящевой ткани под влиянием фитопапаина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – №12-7-с.1252-125.
14. Канаев П.А., Маркина И.В., Сурнин С.А. Патент РФ Ru 2669691 C1 Способ получения комплекса биологически активных пептидов, обладающих иммуностимулирующей активностью, Заявка 2017128861, дата подачи 14.08.2017, дата публикации 15.10.2018, стр. 9.
15. Канаеев П.А.. Патент РФ RU 2528061 C1 Получение цитохрома С, Заявка: 2013124436/10, дата подачи 29.05.2013, дата публикации 10.09.2014, стр. 8.
16. F.-M. Pellera, E. Gidarakos Effect of substrate to inoculum ratio and inoculum type on the biochemical methane potential of solid agroindustrial waste, Journal of Environmental Chemical Engineering, Volume 4, Issue 3, 1 September 2016, Pages 3217–3229.
17. Ioannis Moukazis, Frantseska-Maria Pellera, Slaughterhouse by-products treatment using anaerobic digestion,Waste Management, Volume 71, 2018, pp. 652–662.

18. Thi Phuong at al. Food waste-to-energy conversion technologies: Current status and future directions. Waste Management, Volume 38, April 2015, pp. 399–408.

References:

1. Postanovlenie ot 14 iyulya 2012 goda #717. Gosudarstvennaya programma razvitiya sel`skogo khozyajstva i regulirovaniya ry`nkov sel`skokhozyajstvennoj produkczii, sy`r`ya i prodovol`stviya na 2013–2020 gg.

2. Federal`noj sluzhby` gosudarstvennoj statistiki. – www. gks.ru.

3. Lisitsyn A.B. Povy`shenie glubiny` pererabotki zhivotnovodcheskogo sy`r`ya / Lisitsyn A.B., Zakharov A.N., Neburchilova N.F., Volynskaya I.P., Petrunina I.V., Chernova A.S. Moscow: VNIIMP. – 2015. – 80 p. ISBN: 978-5-901768-30-3

4. Patent RU 2385158 preparat «Kolimak». Sajt https://yandex.ru/patents/doc/ RU2385158C2_20100327 – (data obrashheniya 04.09.2019).

5. Patent Ru 1609153. Poluchenie peptone // https://findpatent.ru/patent/160/1609153.html – (data obrashheniya 30.08.2019).

6. Patent Ru 2160538. Poluchenie belkovogo gidrolizata iz myasa i myasokostnogo sy`-r`ya. Sajt http://www.freepatent.ru/patents/2160538 – (data obrashheniya 01.09.2019).

7. Ivankin A.N. Neklyudov A.D. Biologicheski aktivny`e soedineniya prirodnogo proiskhozhdeniya, Saarbrucken: Lambert Academic Publishing, 2011. 480 c.

8. Adje et al., Production of an antimicrobial peptide derived from slaughterhouse by-product and its potential application on meat as preservative, Food Chemistry, Volume 211, 15 November 2016, pp. 306–313.

9. B. Lignot, R. Froidevaux, N. Nedjar-Arroume, Solvent effect on kinetics of appearance of neokyotorphin VVh4 and a bradykinin-potentiating peptide in the course of peptic hydrolysis of bovine haemoglobin, Biotechnol Appl Biochem, 30 (1999), pp. 201–207.

10. Przybylski R , Châtaigné G et al. , Production of an antimicrobial peptide derived from slaughterhouse by-product and its potential application on meat as preservative, Food Chemistry, Volume 211, 15 November, 2016, pp. 306–313.

11. Nedjar-Arroume N., Dubois-Delval V. et al. Isolation and characterization of four antibacterial peptides from bovine hemoglobin, Peptides, Volume 27, Issue 9, September 2006, pp. 2082–2089.

12. Patent CN105996009A, https://patents.google.com/patent/CN105996009A/un – (data obrashheniya 01.09.2019).

13. Nikolaeva T.I., Molchanov M.V., Laurinavichus K.S., i dr. Fermentativny`j gidroliz biopolimerov khryashhevoj tkani pod vliyaniem fitopapaina // Mezhdunarodny`j zhurnal prikladny`kh i fundamental`ny`kh issledovanij. – 2015-#12-7-s.1252-125.

14. Kanaev P.A., Markina I.V., Surnin S.A. Patent RF Ru 2669691 C1 Sposob polucheniya kompleksa biologicheski aktivny`kh peptidov, obladayushhikh immunostimuli-ruyushhej aktivnost`yu, Zayavka 2017128861, data podachi 14.08.2017, data publikaczii 15.10.2018, str. 9.

15. Kanaeev P.A.. Patent RF RU 2528061 C1 Poluchenie czitokhroma S, Zayavka: 2013124436/10, data podachi 29.05.2013, data publikaczii 10.09.2014, str. 8.

16. F.-M. Pellera, E. Gidarakos Effect of substrate to inoculum ratio and inoculum type on the biochemical methane potential of solid agroindustrial waste, Journal of Environmental Chemical Engineering, Volume 4, Issue 3, 1 September 2016, Pages 3217–3229.

17. Ioannis Moukazis, Frantseska-Maria Pellera, Slaughterhouse by-products treatment using anaerobic digestion,Waste Management, Volume 71, 2018, pp. 652–662.

18. Thi Phuong at al. Food waste-to-energy conversion technologies: Current status and future directions. Waste Management, Volume 38, April 2015, pp. 399–408.

УДК 637.04

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЛОКНА БЕЛОГО БЕЗАЛКОЛОИДНОГО ЛЮПИНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛУКОПЧЕНЫХ КОЛБАС

Автор: Муромцева Д.В.
Научный руководитель: Грикшас С.А.– профессор ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, доктор сельско-хозяйственных наук.
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, e-mail: muro-darya@yandex.ru

EFFICIENCY OF USING WHITE NON-ALKALOID LUPINE FIBER IN THE PRODUCTION OF SEMI-SMOKED SAUSAGES

Author: Muromtseva D.V.
Scientific adviser: Grikshas S.A., Professor, doctor of agricultural Sciences
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow,
e-mail: muro-darya@yandex.ru

Ключевые слова: пищевое волокно, белый безалколоидный люпин, колбасные изделия, функциональный и технологический свойства, снижение энергетической ценности.

Keywords: dietary fiber, non-alkaloids white Lupin, sausages, functional and technological properties, reduced energy value.

Аннотация: В настоящее время укрепляются тенденции «здорового» питания, что заставляет мясоперерабатывающие предприятия искать новые рецептурные решения. Одним из таких решений может стать использование пищевого волокна из оболочки белого люпина. Применение данного вида побочных продуктов сельско-хозяйственной переработки, способствует снижению энергетической ценности и массовой доли жира в колбасной продукции.

Abstract: At present, the trends of «healthy» nutrition are strengthening, which makes meat processing enterprises look for new prescription solutions. One such solution may be the use of dietary fiber from the shell of white lupine. The use of this type of by-products of agricultural processing, reduces the energy value and the mass fraction of fat in sausage products.

Введение. Мясо и мясная продукции наряду с молоком и хлебом – традиционные для россиян продукты питания. По данным Росстата, на мясо и мясную продукцию приходится более 9 % потребительских расходов. По итогам 2017 года 10 % населения с наиболее низкими доходами потребляли в среднем 56 кг мяса и мясной продукции на человека, а 10 % с наиболее высокими доходами – 111 кг. При этом по информации Росстата, за семь месяцев 2019 г. в РФ мясоперерабатывающие предприятия страны произвели 1,3 млн т колбас (+0,4 %), птицеводческие предприятия – 2,7 млн т продукции (-4,4 %) [1].

В настоящее время рынок мясной продукции характеризуется усилением конкуренции, а также находится под влиянием изменений в моделях поведения потребителей, что требует новых подходов к разработке маркетинговой стратегии и политики, прежде всего, в сфере расширения ассортимента. Основные рыночные тренды, требующие учета при формировании эффективного маркетинга на рынке мяса и мясной продукции перечислены ниже [2]:

– переход населения к здоровому образу жизни, отказ от фаст-фуда, «вредной пищи», покупатели чаще обращают внимание на этикетку, рассчитывают калорийность продукции, выбирают обогащенные или функциональные продукты питания;

– ситуационное потребление продуктов питания, совмещенное с удобством, – движущий фактор для роста потребления маринованного мяса, колбасок для барбекю, копченых колбасных изделий, так как все больше россиян стараются выехать на выходных за город, на дачу или пикник;

– повышенный интерес к акциям и новинкам, в сложившейся экономической ситуации, все больший процент покупателей старается сэкономить, выбирая акционные товары, рассматривает выгодные продуктовые новинки.

Для успешной реализации продукции основной задачей мясоперерабатывающих предприятий является совмещение всех тенденции. Это можно обеспечить использованием побочного сырья других отраслей с невысокой стоимостью и функциональными свойствами. Наиболее распространенной практикой использования побочных продуктов переработки является использование остатков переработки сельскохозяйственных растений (оболочки, жмыхи, шрота).

Объекты и методы исследования. Объектом исследования являются выработанные на базе кафедры «Технологии хранения и переработки продуктов животноводства» ГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева образцы фарша и изготовленные из него батоны полукопченой колбасы следующего состава: контрольные – выработан по ГОСТ 34162-2017; образец 1 (п/к 1) с использованием 1,0 % клетчатки белого люпина; образец 2 (п/к2) – с использованием 2,5 % клетчатки белого люпина.

Физико-химические исследования выработанных образцов проводили на базе ВНИИМП им. В.М. Горбатова, ИЦ ГНУ ВНИТРШ Россельхозакадемии и Всероссийского научно-исследовательского технологического института птицеводства, органолептический анализ – на базе кафедры технологии хранения и переработки продуктов животноводства ГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

Анализ объектов исследования проводился в соответствие со стандартными методами исследования физико-химических показателей качества: массовая доля влаги по ГОСТ 33319-2015, массовая доля белка по ГОСТ 25011-2017, массовая доля жира по ГОСТ 23042-2015, массовая доля золы по ГОСТ 31727-2012 (ISO 936:1998), также определен аминокислотный состав образцов на анализаторе Aracus. Показатели биологической ценности и коэффициента утилитарности аминокислотного состава определяли расчетным методом аминокислотного скора (U).

Органолептические показатели качества определялись в соответствие с ГОСТ 9959-2015. Определение энергетической ценности проведено расчетным методом по формуле 1:

$$Э = (М.Д.\ белков \times 4) + (М.Д.\ углеводов \times 4) + (М.Д.\ жиров \times 9), \quad (1)$$

где М.Д. белков – массовая доля белков в продукте, 4 – количество кКал высвобождаемых при биологическом окислении в организме 1 г белка, М.Д. углеводов – массовая доля углеводов в продукте, 4 – количество кКал высвобождаемых при биологическом окислении в организме 1 г углевода, М.Д. жиров – массовая доля жиров в продукте, 9 – количество кКал высвобождаемых при биологическом окислении в организме 1 г жира.

Производство полукопченой колбасы проводили по общепринятой технологии [3].

Для расчета достоверности полученных результатов исследований использовали алгоритмы, разработанные А.М. Гатаулиным [4] с применением операционной системы Microsoft Office Excel 2010. Достоверность разности принималась при пороге надежности В1 = 0,95 с уровнем статистической достоверности $P \leq 0,05$.

Результаты исследований. В целях предотвращения использования ценного пищевого ресурса в побочных сельскохозяйственных нуждах и увеличения рыночной стоимости оболочки белого безалкалойдного люпина нами проводятся работы по использованию данного продукта в рецептурах полукопченых колбасных изделий. Выбор данного вида колбасных изделий продиктован результатами социологического исследования, проведенного в Белгородской области среди работающего населения в возрасте 20–45 лет, опрошено боле 150 человек, 46 % опрошенных – мужчины, остальная часть – женщины, 53 % из опрошенных лица 25–35 лет со средним доходом на одного члена семьи 30 тысяч рублей в месяц. 3 % из опрошенных являлись вегетарианцами в возрасте до 25 лет. Опрошенные приобретают колбасные изделия не реже одного раза в неделю, тратя не менее 150 рублей на приобретение колбасных изделий.

По результатам опроса выявлено, что 27 % опрошенных не смогло определиться с предпочитаемым видом колбасных изделий, предпочитая выбирать непосредственно в магазине перед покупкой, те же, кто точно знает за какой продукцией идет, выбирает полукопченые и вареные колбасы (25 % и 15 % опрошенных соответственно) как более дешевые и традиционные продукты, а 23 % покупают в равном объеме и копченные и вареные колбасные изделия.

В соответствие с предпочтениями опрошенных подготовлены рецептуры полукопченых колбас с использованием 1,2–2,5 % оболочки (клетчатки) белого люпина в составе продукта. Рецептуры полученных продуктов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Рецептуры полукопченых колбас

Наименование сырья	П/к колбаса контроль	П/к колбаса 1,2 % оболочки	П/к колбаса 2,5 % оболочки
Сырье, кг – на несоленого сырья			
Говядина жилованная 2 сорта	0,5	0,5	0,5
Свинина жилованная полужирная	0,700	0,680	0,667
Шпик боковой	0,15	0,15	0,15
Соевый текстурат	0,15	0,15	0,15
Клетчатка белого люпина	–	0,02 (1 %)	0,033(3 %)
Итого сырья	1,5	1,5	1,5
Пряности и материалы, г на основного сырья			
Нитритно-посолочная смесь (1,8 %)	27,0	27,0	27,0
Сахар-песок	75,0	75,0	75,0
Фосфаты	75,0	75,0	75,0
Перец черный	3,0	3,0	3,0
Чеснок свежий очищенный измельченный	6,0	6,0	6,0
Орех мускатный	3,0	3,0	3,0
Аскорбиновая кислота (0,1%)	1,5	1,5	1,5
Вода (лед)	150	150	150
Выход контрольного образца / выход образца с клетчаткой	86,7/–	86,7/87,5	86,7/90,5

Выход готовых колбасных изделий в контрольном и опытных образцах №1 и №2 соответственно составил 86,7 %, 87,5 % и 90,5 %. Следовательно, выхода колбас, произведенных, с использованием клетчатки 2,5 % превышают выход контрольного образца на 3,8 % ($P \leq 0,05$).

После выработки колбасных изделий был проведен анализ физико-химических, органолептических и функциональных свойств продуктов. Результаты физико-химических анализов приведены на рисунке 1.

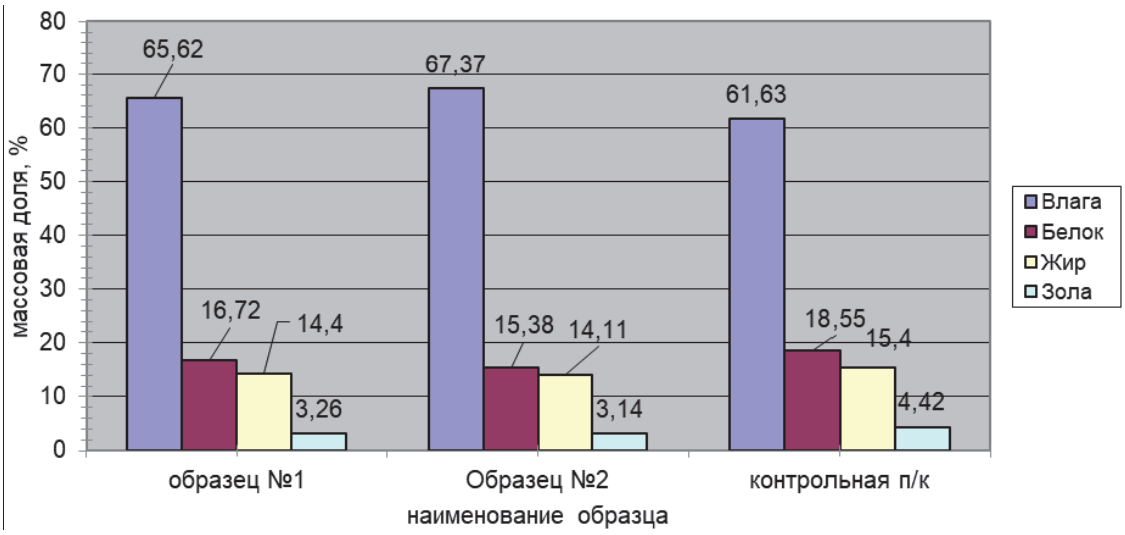


Рисунок 1 – Химический состав выработанных продуктов

В результате анализа установлено, что полученные колбасы соответствуют ГОСТ 34162-2017, а также, что в образцах полукопченых колбас с введением клетчатки белого люпина в среднем на 4,8 % повышается массовая доля влаги и на 1 % снижается массовая доля жира, таким образом, за счет высокого влагоудержания повышается выход без увеличения массовой доли жира в продукте.

Для полной оценки качества выработанной продукции произведен расчет энергетической ценности на 100 г готовых колбасных изделий, результаты приведены на рисунке 2.

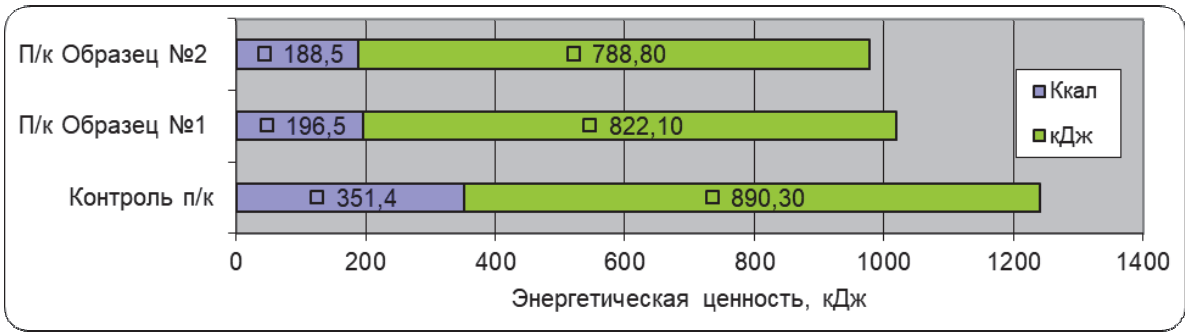


Рисунок 2 – Энергетическая ценность 100 гр. колбасных изделий

Наибольшей энергетической ценностью обладают контрольный образец – 351,4 ккал (890,3 кДж), опытные образцы соответственно имеют следующую энергетическую ценность: 196,5 ккал (822,1 кДж) п/к колбаса с 1 % оболочки белого люпина (образец №1) и 188,5 ккал (788,8 кДж) п/к колбаса с 2,5 % оболочки белого люпина (образец №2).

Таким образом, даже введение 1 % клетчатки из оболочки белого люпина позволяет снизить энергетическую ценность в полукопченых колбас на 150 ккал (68,2 кДж). Данная динамика дает возможность предположить, что при увеличении доли введения клетчатки люпина можно получить продукт с пониженной калорийностью (пониженным содержанием жира), что будет способствовать популяризации люпина и продуктов с его использованием.

Проведен анализ аминокислотного состава полученных полукопченых колбасных изделий, результаты анализа приведены в таблице 2. При анализе аминокислотного состава колбасных изделий было установлено, что выработанная колбаса с введением 2,5 % клетчатки из оболочки белого люпина в своем составе содержит достаточное количество незаменимых аминокислот.

На основе данных аминокислотного состава образцов провели оценку сбалансированности аминокислотного состава в продуктах по следующим показателям: коэффициент утилитарности, коэффициент сопоставимой избыточности, коэффициент различия аминокислотного состава (КРАС) и биологической ценности (БЦ) продукта. Результаты оценки приведены в таблице 3.

Таблица 2 – Аминокислотный состав полукопченых колбас

Наименование аминокислот	Содержание (г/100 г продукта)		
	контроль	1	2
Аспарагиновая кислота	1,53±0,23	1,47±0,22	1,50±1,50
Глутаминовая кислота	2,51±0,38	2,41±0,36	2,43±2,43
Серин	0,66±0,10	0,55±0,08	0,58±0,58
Гистидин	0,55±0,08	0,56±0,08	0,56±0,56
Глицин	0,81±0,12	0,77±0,12	0,75±0,75
Треонин	0,95±0,14	0,91±0,14	0,93±0,93
Аргинин	0,96±0,14	0,92±0,14	0,96±0,96
Аланин	0,98±0,15	0,85±0,13	0,91±0,91
Тирозин	0,74±0,11	0,68±0,10	0,69±0,69
Цистин	0,21±0,03	0,19±0,03	0,20±0,20
Валин	1,19±0,18	1,15±0,17	1,22±1,22
Метионин	0,72±0,11	0,68±0,10	0,69±0,69
Фенилаланин	0,86±0,13	0,85±0,13	0,78±0,78
Изолейцин	0,75±0,11	0,68±0,10	0,75±0,75
Лейцин	1,27±0,19	1,15±0,17	1,21±1,21
Лизин	1,90±0,29	1,74±0,26	1,75±1,75
Пролин	0,61±0,09	0,57±0,09	0,58±0,58

Как видно из приведенных данных, показатели сбалансированности аминокислотного состава и биологической ценности, контрольного и опытных образцов полукопченых колбас отклоняются в рамках погрешности, из чего можно сделать вывод, что введение клетчатки белого

люпина в количестве 2,5 % не влияет на сбалансированность аминокислотного состава полукопченых колбасных изделий.

Таблица 3 – Показатели сбалансированности аминокислотного состава пк колбас

Исследуемый продукт	КРАС, %	БЦ, %	Коэффициент утилитарности аминокислотного состава	Коэффициент сопоставимой избыточности
Контроль	20,6	79,4	0,970	-35,35
Образец№1	20,1	79,9	0,802	-35,36
Образец №2	19,9	80,1	0,804	-35,36

Проведена оценка функционального свойства – силы деформации (плотности/упругости) готовых колбасных изделий, результаты приведены на рисунке 3.

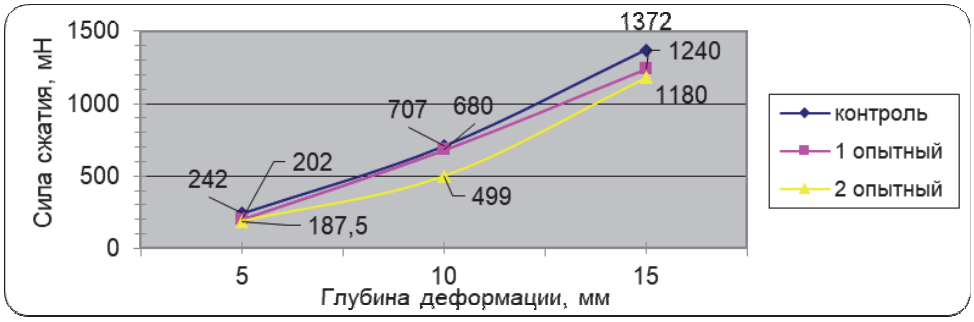


Рисунок 3 – Показатели упругости образцов п/к колбас

Выявлено, что плотность, т.е. максимально выдерживаемая нагрузка на батон колбасных изделий с введением 2,5 % клетчатки снижается на 192 единицы относительно контрольного образца. Это не превышает погрешность метода определения, что подтвердилось при проведении слепого органолептического тестирования полученных образцов – респонденты не отметили отличия в упругости как целых колбасных батонов, так и нарезанных ломтиками. Факт того, что отклонение в упругости не превышает порога чувствительности человеческих пальцев, а значит не отразиться на выборе разработанного продукта в магазине.

Результаты слепого органолептического тестирования колбасных изделий приведенные на рисунке 4.

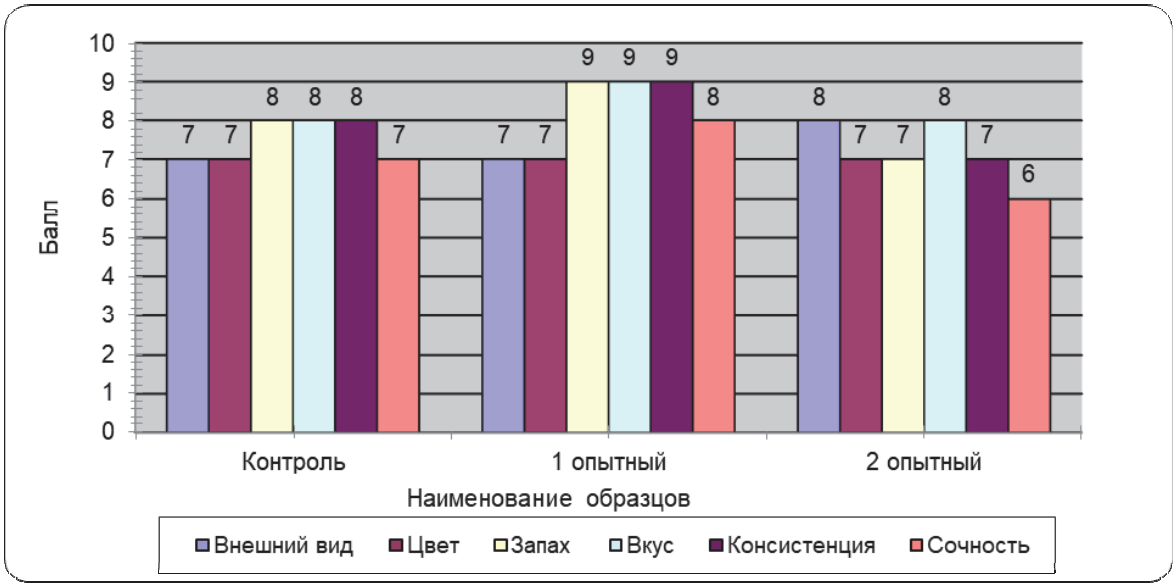


Рисунок 4 – Результаты слепого органолептического тестирования

Таким образом, результаты показывают, что все образцы характеризовались высоким качеством, средние баллы органолептической оценки составляют 7,5 балла для контрольного образца, 8,2 – для образца с 1 % клетчатки и 7,2 – для образца полукопченной колбасы с 2,5 % клетчатки. Также необходимо отметить, что введение клетчатки в полукопченые колбасы не отразилось на внешнем виде и рисунке, что является неотъемлемым плюсом, и дает возможность продажи нарезанной ломтиками продукции.

Выводы:

Установлено, что использование пищевой клетчатки из оболочки белого безалколоидного люпина способствует увеличению выхода, снижению массовой доли жира и энергетической ценности без потери биологической ценности и органолептических свойств продукта.

Применение оболочки белого люпина дает возможность использовать побочный продукт сельскохозяйственной переработки в пищевых целях, что снижает затраты сельхозпроизводителей на утилизацию данного продукта.

Список использованных источников

1. Обзор новостей и событий мясопереработки и животноводства за 33-ю неделю (12–16 августа 2019 г). «Мясной Эксперт» Новостной портал [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://meat-expert.ru/articles/233-obzor-novostey-i-sobytiy-myasopererabotki-i-zhivotnovodstva-za-33-yu-nedelyu-12-16-avgusta-2019-g, свободный. – Загл. с экрана.

2. Маркетинг в мясопереработке: новые подходы и успешные стратегии. Мясной эксперт. Новостной портал [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://meat-expert.ru/articles/184-marketing-v-myasopererabotke-novye-podkhody-i-uspeshnye-strategii, свободный. – Загл. с экрана.

3. Гатаулин А.М. Система прикладных статистико-математических методов обработки экспериментальных данных в сельском хозяйстве // В 2-х частях. – М.: Изд. ТСХА. – 1992.

4. Справочник технолога колбасного производства/И.А. Рогов, А.Г. Забашка, Б.Е. Гутник и др. – М.: Колос, 1993.

5. Красильников В.Н., Мехтиев В.С., Панкина И.А. Люпин как перспективное сырье для производства диетческих продуктов питания // Теоретические и прикладные вопросы развития общественного питания: Тез. докл. научно-практич. конференции препод. и аспир., 2008 – СПб.: СПбТЭИ.

6. Лахмоткина Г.Н. Автореферат диссертации «Формирование и оценка потребительских свойств специальных мясных изделий, выработанных с использованием функциональных ингредиентов продовольственного люпина», Москва – 2013.

References

1. Review of news and events of meat processing and livestock for the 33rd week (12–16 August 2019). «Meat Expert» News portal [Electronic resource] / access mode: https://meat-expert.ru/articles/233-obzor-novostey-i-sobytiy-myasopererabotki-i-zhivotnovodstva-za-33-yu-nedelyu-12-16-avgusta-2019-g free. The title. from the screen.

2. Marketing in meat processing: new approaches and successful strategies. Meat expert. News portal [Electronic resource] / access mode: https://meat-expert.ru/articles/184-marketing-v-myasopererabotke-novye-podkhody-i-uspeshnye-strategii free. The title. from the screen.

3. Gataulin A.M. System of applied statistical and mathematical methods of experimental data processing in agriculture // In 2 parts. – M.: Ed. TLC. – 1992.

4. Reference technologist sausage production/I.A. Rogov, A.G. Sabalka, B.E. Gutnik and others – M.: Kolos, 1993.

5. Krasilnikov V. N., Mekhtiev V. S., Pankina I. A. Lupin as a promising raw material for the production of dietary food / / Theoretical and applied issues of public catering: TEZ. Dokl. scientific-practical. conference teacher. and aspirin., 2008 – SPb.: Spbtei.

6. Lokhmatkina GN The dissertation "Formation and evaluation of consumer properties of special meat products produced with the use of functional food ingredients Lupin", Moscow – 2013.

УДК 663.3

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПОДГОТОВЛЕННОЙ ВОДЫ НА КАЧЕСТВО СПИРТНЫХ НАПИТКОВ ИЗ ПЛОДОВ МАНДАРИНА

Автор: Небежев К.В.
Научный руководитель: Оганесянц Л.А. – доктор технических наук, профессор, академик РАН
Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Москва, labcognac@mail.ru

THE INFLUENCE OF THE MINERAL COMPOSITION OF THE PREPARED WATER ON THE QUALITY OF ALCOHOLIC BEVERAGES FROM MANDARIN FRUITS

Author: Nebezhev K. Vitalyevich
Scientific adviser: Oganesyantz L.A., doctor of technical Sciences, Professor, academician of RAS
All-Russian research Institute of brewing, nonalcoholic and wine industry is a branch of the Federal state budgetary scientific institution " Federal scientific center of food systems. V. M. Gorbatova " RAS, Moscow, labcognac@mail.ru

Ключевые слова: подготовленная вода, минеральный состав, спиртные напитки из плодов мандарина.
Keywords: prepared water, mineral composition, alcoholic beverages from mandarin fruits.

Аннотация: Настоящая работа посвящена исследованию влияния минерального состава подготовленной воды на качественные показатели спиртных напитков из плодов мандарина. В качестве объектов исследования в работе были использованы образцы воды от разных российских производителей, осуществляющих водоподготовку различными способами, а также купажи спиртных напитков, приготовленные на основе мандариновых дистиллятов, полученных различными способами. В процессе исследования использовали стандартизированные аналитические методы исследования и методики, утвержденные в установленном порядке и принятые при анализе качества питьевой воды и спиртных напитков. В результате исследований установлено, что для каждого вида дистиллятов, в зависимости от массовой концентрации летучих компонентов и их соотношений, при приготовлении купажа спиртного напитка необходимо регулировать не только общую жесткость подготовленной воды, но и её солевой состав. В результате были разработаны требования к солевому составу воды в зависимости от концентрации и состава летучих компонентов в мандариновом дистилляте.

Abstract: This work is devoted to the study of the influence of the mineral composition of the prepared water on the quality of alcoholic beverages from the fruits of Mandarin. As objects of research in the work were used water samples from different Russian manufacturers engaged in water treatment in various ways, as well as blends of alcoholic beverages prepared on the basis of tangerine distillates obtained in various ways. The study used standardized analytical research methods and techniques approved in the prescribed manner and adopted in the analysis of the quality of drinking water and alcoholic beverages. As a result of researches it is established that for each type of distillates, depending on mass concentration of volatile components and their ratios, at preparation of a blend of alcoholic drink it is necessary to regulate not only the general rigidity of the prepared water, but also its salt structure. As a result, requirements were developed for the salt composition of water depending on the concentration and composition of volatile components in the mandarin distillate.

Введение. Подготовленная вода является важной составной частью купажа спиртных напитков на основе дистиллятов. Доказано, что от состава минеральных солей, присутствующих в подготовленной воде зависят как органолептические показатели спиртных напитков, так и их стойкость к различного вида помутнениям и выпадению осадка [1, 2, 3]. В свою очередь минеральный состав подготовленной воды зависит от способа ее обработки. В настоящее время на

производстве используют два способа обработки воды – ионообмен (катионирование), т.е. обработка воды при помощи ионообменных смол, загруженных в специальные реакторы (колонны), и обратный осмос (фильтрация через мембраны под большим давлением). Имея несомненные преимущества перед умягчением воды ионообменным способом, обратный осмос характеризуется практически полным удалением всех минеральных солей. В то же время известно, что для получения спиртных напитков с высокими органолептическими характеристиками полное удаление солей из воды недопустимо [4].

Спиртные напитки, приготовленные на основе дистиллятов из плодов мандарина, имеют существенные отличия от спиртных напитков, приготовленных из других видов фруктового сырья. Прежде всего, эти отличия обусловлены особым биохимическим составом такого сырья, как мандарины – высоким содержанием ароматических спиртов и пектиновых веществ [5].

В настоящей работе было изучено влияние солевого состава подготовленной воды на качественные показатели и розливостойкость спиртных напитков, приготовленных на основе дистиллятов из мандаринов.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследования в работе были использованы образцы воды от разных российских производителей, осуществляющих водоподготовку различными способами при производстве дистиллированных спиртных напитков (бренди, плодовых водок, виски), а также опытные купажи спиртных напитков. Всего было исследовано 8 образцов воды, подготовленной различными способами.

Купажи спиртных напитков готовили с использованием мандариновых дистиллятов, полученных из сырья, подготовленного тремя различными способами (1 – сбраживание мезги; 2 – мацерация подброженной мезги; 3 – двукратная мацерация свежей мезги). Для получения опытных образцов мандариновых дистиллятов была использована установка однократной прямой сгонки «Kothe Destillationstechnik» (Германия) с рабочим объемом куба 15 дм^3.

В процессе работы использовали стандартизированные аналитические методы исследования и методики, утвержденные в установленном порядке и принятые при анализе качества питьевой воды и спиртных напитков.

Общую жесткость воды определяли в соответствии с требованиями ГОСТ 31954-2012 «Вода питьевая. Методы определения жесткости» [6].

Массовую концентрацию катионов и анионов определяли методом ионообменной хроматографии с использованием хроматографа ионного «MetrohmAdvancedCompact IC-853» (Швейцария) [7].

Состав микроэлементов анализировали на атомно-абсорбционном спектрофотометре AAS-3 («Карл Цейс Иена», Германия) по ранее разработанной методике [8].

Качественный и количественный состав летучих компонентов в зерновых дистиллятах определяли методом газовой хроматографии на приборе Thermo Trace GC Ultra (Thermo, USA) с пламенно-ионизационным детектором (предел детектирования не более $3 \cdot 10^{-12}$ г/с) по действующей методике [9].

Органолептический анализ купажей спиртных напитков осуществляли в соответствии с требованиями ГОСТ 32051-2013 [10].

За результат измерения физико-химических показателей принимали среднее значение не менее 3-х измерений.

Результаты исследований. Предварительно был определен минеральный состав образцов подготовленной воды. Все образцы соответствовали требованиям НТД по жесткости, однако различались по составу катионов и анионов (таблица 1).

Результаты определения токсичных металлов, нормированных по признаку вредности (алюминий и железо) показали, что в исследованных пробах воды их концентрация была значительно ниже гигиенического норматива для питьевой воды.

Анализ дополнительных показателей минерального состава подготовленной воды показал, что он в первую очередь определяется способом водоподготовки. Способ умягчения с использованием обратного осмоса характеризуется стабильно низкими значениями концентрации отдельных микроэлементов вне зависимости от производителя. Напротив, образцы воды, полученной с помощью ионного обмена, содержали существенно более высокие концентрации минеральных веществ и, кроме того, их значения варьировались в широких пределах.

Таблица 1 – Минеральный состав образцов подготовленной воды

Показатели	О 1	О 2	О 3	О 4	О 5	О 6	О 7	О 8
	Массовая концентрация, мг/дм^3							
Жесткость, мг-экв/дм^3	<0,1	0,22	<0,1	0,31	<0,1	<0,1	0,15	<0,1
Алюминий	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Калий	0,39	0,49	0,06	2,66	0,45	0,44	12,7	0,19
Кальций	1,8	1,0	0,5	0,7	0,5	0,7	5,0	0,8
Натрий	1,0	124,5	1,2	102,3	46,6	6,4	29,8	1,1
Магний	1,0	0,5	<0,2	2,7	0,5	0,5	9,7	0,2
Железо	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Кремний	<0,5	8,0	<0,5	7,3	7,3	3,5	2,6	<0,5
Гидрокарбонаты	14,6	335,5	15,0	398,7	185,7	30,5	90,0	14,3
Хлориды	1,0	14,8	<0,5	3,6	1,5	0,5	6,7	<0,5
Сульфаты	15,8	129,8	10,0	10,3	5,9	2,4	89,0	3,6

Концентрация кальция, который, как известно, может влиять на стойкость готовой продукции, в образцах подготовленной воды не превышала 5 мг/дм^3. В таких концентрациях он обычно не оказывает негативного воздействия на стойкость спиртного напитка.

Хлориды, создающие в умеренных концентрациях мягкие тона «послевкусия» крепкого напитка, в максимальной концентрации содержались в образцах воды, подготовленной способом ионного обмена. Эти образцы также характеризовались значительным содержанием сульфатов и гидрокарбонатов, влияющих на вкус и стойкость напитков.

Образцы дистиллятов существенно различались по качественному составу и количественному содержанию основных летучих компонентов и по их органолептическим характеристикам (таблица 2).

Установлено, что как суммарное содержание, так и концентрация отдельных компонентов в первую очередь определяются способом подготовки сырья к дистилляции.

С использованием всех образцов воды были приготовлены опытные купажи спиртных напитков и проведено их тестирование по органолептическим показателям. Спиртные напитки, полученные на основе сброженного сырья, характеризовались максимальным содержанием всех летучих компонентов. При этом они имели также максимальную концентрацию метанола. Двукратная мацерация свежей мезги дает образец с минимальным содержанием метанола, но при этом из-за низкой концентрации летучих компонентов, образец обладал значительно меньшей интенсивностью вкуса и аромата.

Таблица 2 – Состав летучих компонентов мандариновых дистиллятов

Показатель	Массовая концентрация, мг/дм^3 б.с. в зависимости от способа подготовки сырья		
	1	2	3
Альдегиды и кетоны	263,8	162,4	98,3
Метанол, г/дм^3	1,9	0,8	0,3
Сложные эфиры	211,3	102,8	28,1
Высшие спирты	2980,2	1381,0	33,5
Всего летучих компонентов за исключением метанола	3464,3	1650,7	159,9

В результате исследований установлено, что для каждого вида дистиллятов, в зависимости от массовой концентрации летучих компонентов и их соотношений, при приготовлении купажа спиртного напитка необходимо регулировать не только общую жесткость подготовленной воды, но и её солевой состав. Органолептический анализ и тесты на розливостойкость, проведенные для каждого образца спиртного напитка позволили выявить определенную взаимосвязь между его качественными показателями и минеральным составом подготовленной воды.

В результате были разработаны требования к солевому составу воды в зависимости от концентрации и состава летучих компонентов дистиллятов, используемых для приготовления спиртных напитков (таблица 3).

Таблица 3 –Требования к минеральному составу подготовленной воды в зависимости от состава летучих компонентов дистиллятов из мандаринов

Сумма ЛК, мг/дм^3 б.с.	Массовая концентрация, мг/дм^3 б.с.			Массовая концентрация катионов и анионов, мг/дм^3					
	альдегиды	высшие спирты	сложные эфиры	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	Хлориды	Сульфаты	Гидрокарбонаты
≥3400	>250	>2500	>200	0,5÷5,0	0,2÷10,0	1,0÷30,0	0,5÷7,0	10÷90	15÷90
≥1600	100÷200	1000÷1500	100÷200	0,7÷1,0	0,5÷3,0	100÷125	3,5–15	10÷130	300÷400
>150	<100	<100	<50	0,7±0,1	0,5±0,1	<10	0,5±0,1	2÷5	30÷40

Выводы:

Установлено, что минеральный состав подготовленной воды, используемой для приготовления спиртных напитков не одинаков и зависит от способа водоподготовки.

Показано, что состав летучих компонентов мандариновых дистиллятов существенно различается в зависимости от способа подготовки сырья.

Предложено при приготовлении купажей спиртных напитков из мандаринов учитывать влияние солевого состава подготовленной воды на качественные показатели напитка.

В зависимости от массовой концентрации летучих компонентов в дистилляте предложено использовать воду определенного солевого состава.

Список использованных источников

1. Оганесянц Л.А., Актуальные аспекты обеспечения качества алкогольной продукции России / Л.А. Оганесянц, С.А. Хуршудян // Пиво и напитки. – М.: Пищевая промышленность. – 2015. – №5. – С. 12–14

2. Позняковский В.М. Экспертиза напитков. Качество и безопасность / В.М. Позняковский, В.А. Помозова, Т.Ф. Киселева, Л.В. Пермякова. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 407 с.

3. Севостьянова Е.М. Влияние технологической воды на органолептические характеристики крепких напитков / Е.М. Севостьянова, В.П. Осипова, Е.В. Хорошева, Г.А. Ремнева // Пиво и напитки. – М.: Пищевая промышленность. – 2017. – № 3. – С. 40–43

4. Даудова Т.Н. (2014) Новый способ водоподготовки для производства алкогольных напитков / Т.Н. Даудова, М.Э. Ахмедов, А.Ф. Демирова, Л.А. Даудова // Пиво и напитки. – М.: Пищевая промышленность. – 2014. – № 4. – С. 12–13.

5. Оганесянц Л.А. Оценка технологических свойств мандаринов для производства дистиллятов / Л.А. Оганесянц, В.А. Песчанская, Е.В. Дубинина // Пиво и напитки. М.: Пищевая промышленность. – 2018. – №4. – С. 68–71

6. ГОСТ 31954-2012 Вода питьевая. Методика определения жесткости. – Введен 2014-01-01. – М.: Стандартинформ, 2012. – 12 с.

7. ГОСТ 31867-2012 Вода питьевая. Определение содержания анионов методом хроматографии и капиллярного электрофореза. – Введен 2014-01-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 11 с.

8. ГОСТ Р 57162-2016 Вода. Определение содержания элементов методом атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией. – Введен 2018-01-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 19 с.

9. ГОСТ 33834-2016 Продукция винодельческая и сырье для ее производства. Газохроматографический метод определения массовой концентрации летучих компонентов. – Введен 2018-01-01. – М.: Стандаринформ, 2016. – 11 с.

10. ГОСТ 32051-2013 Продукция винодельческая Методы органолептического анализа. – Введен 2014-07-01. – М.: Стандартинформ, 2013. – 13 с.

References

1. Oganesyancz L.A., Aktual`ny`e aspekty` obespecheniya kachestva alkogol`noj produkcii Rossii / L.A. Oganesyancz, S.A. Xurshudyan // Pivo i napitki. – Moskva: Pishhevaya promy`shlennost`. – 2015. – №5. – S. 12–14

2. Poznyakovskij V.M. E`kspertiza napitkov. Kachestvo i bezopasnost` / V.M. Poznyakovskij, V.A. Pomozova, T.F. Kiseleva, L.V. Permyakova. – Novosibirsk: Sibirskoe universitetskoe izdatel`stvo, 2007. – 407 s.

3. Sevost`yanova E.M. Vliyanie texnologicheskoj vody` na organolepticheskie xarakteristiki krepkix napitkov / E.M. Sevost`yanova, V.P. Osipova, E.V. Xorosheva, G.A. Remneva // Pivo i napitki. – M.: Pishhevaya promy`shlennost`. – 2017. – № 3. – S. 40–43

4. Daudova T.N. (2014) Novy`j sposob vodopodgotovki dlya proizvodstva alkogol`ny`x napitkov / T.N. Daudova, M.E`. Axmedov, A.F. Demirova, L.A. Daudova // Pivo i napitki. – M.: Pishhevaya promy`shlennost`. – 2014. – № 4. – S. 12–13.

5. Oganesyancz L.A. Ocenka texnologicheskix svojstv mandarinov dlya proizvodstva distillyatov / L.A. Oganesyancz, V.A. Peschanskaya, E.V. Dubinina // Pivo i napitki. M.: Pishhevaya promy`shlennost`. – 2018. – №4. – S. 68–71

6. GOST 31954-2012 Voda pit`evaya. Metodika opredeleniya zhestkosti. – Vveden 2014-01-01. – M.: Standartinform, 2012. – 12 s.

7. GOST 31867-2012 Voda pit`evaya. Opredelenie soderzhaniya anionov metodom xromotografii i kapillyarnogo e`lektroforeza. – Vveden 2014-01-01. – M.: Standartinform, 2014. – 11 s.

8. GOST R 57162-2016 Voda. Opredelenie soderzhaniya e`lementov metodom atomno-absorbcionnoj spektrometrii s e`lektrotermicheskoj atomizaciej. – Vveden 2018-01-01. – M.: Standartinform, 2016. – 19 s.

9. GOST 33834-2016 Produkciya vinodel`cheskaya i sy`r`e dlya ee proizvodstva. Gazoxromatograficheskij metod opredeleniya massovoj koncenracii letuchix komponentov. – Vveden 2018-01-01. – M.: Standarinform, 2016. – 11 s.

10. GOST 32051-2013 Produkciya vinodel`cheskaya Metody` organolepticheskogo analiza. – Vveden 2014-07-01. – M.: Standartinform, 2013. – 13 s.

УДК 577.152.54:661.746.5

БИОСИНТЕТИЧЕСКАЯ СПОСОБНОСТЬ ШТАММА *STREPTOMYCES SP. 170*

Автор: Непомнящий А.П.[1,2]
Научный руководитель: Шарова Н.Ю.[1,2] *– д.т.н., профессор РАН*
[1]*Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых добавок – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Санкт-Петербург,*
[2]*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», Санкт-Петербург,*
e-mail: nepomnyashiy.95@mail.ru

THE BIOSYNTHETIC ABILITY OF THE STRAIN STREPTOMYCES SP. 170

Author: Anatoly P. Nepomnyashiy
Scientific director: Natalya Yu. Sharova doctor of technical sciences, professor of the Russian Academy of Sciences
A ll-R ussian Research In stitu te for Food Additives – Branch of V.M. Gorbatov Federal R esearch Center for Food System s of RAS, St. Petersburg, Russia.
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics, and Optics». St. Petersburg, Russia, e-mail: nepomnyashiy.95@mail.ru

Ключевые слова: штамм, *Streptomyces sp.* 170, ингибитор, гидролизат, ферментация
***Keywords*:** strain, *Streptomyces sp.* 170, Inhibitor, hydrolysate, fermentation.

Аннотация: была исследована способность штамма *Streptomyces sp.* 170 к биосинтезу ингибитора активности свиной панкреатической амилазы. В качестве источника углерода для ферментации использовали гидролизаты измельчённого возвратного хлеба. Результаты исследований показали, что в нативном растворе, полученном при ферментации гидролизата возвратного хлеба присутствуют ингибиторы активности панкреатической амилазы.

Максимальный уровень активности ингибитора гликозидаз, который составил 3484±100 ЕИ/см^3, достигнут на вторые сутки ферментации. По сравнению с изученными ранее штаммами рода Streptomyces – продуцентами ингибитора панкреатической амилазы исследуемый штамм более продуктивен при культивировании на углеводсодержащих средах. Цель данной работы заключалась в изучении способности штамма *Streptomyces sp.* 170 к биосинтезу ингибитора амилолитической активности для разработки технологии переработки возвратного хлеба.

***Abstract*:** the ability of a strain of *Streptomyces sp. 170* to the biosynthesis of an inhibitor of pork pancreatic amylase activity. Hydrolysates of crushed return bread were used as a carbon source for fermentation. The research results showed that in the native solution obtained by fermentation of the hydrolyzate return bread there are inhibitors of pancreatic amylase activity. The maximum level of glycosidase inhibitor activity, which amounted to 3484 ± 100 UI / cm^3, was achieved on the second day of fermentation. Compared with the previously studied strains of the genus *Streptomyces* – producers of an inhibitor of pancreatic amylase, the studied strain is more productive when cultivated on carbohydrate-containing media. The purpose of this work was to study the ability of the strain of *Streptomyces sp.* 170 to the biosynthesis of an inhibitor of amylolytic activity to develop technology for processing return bread

Введение. На данный момент существует необходимость переработки отходов различных пищевых производств и одним из них является хлебопечение. В большинстве отходы хлебопекарной промышленности представляют собой черствый и механически поврежденный хлеб. Если в случае с механическими повреждениями продукта имеет место вторичная переработка, то с черствым хлебом все гораздо сложнее, т.к. дальнейшее его применение сомнительно в связи с рисками возникновения заражения патогенными микроорганизмами. В связи с этим возникает проблема переработка данного сырья. Глубокая переработка позволяет избежать рисков появления патогенных микроорганизмов и не исключает возможность дальнейшего использования данного типа отходов.

Одним из возможных способов глубокой переработки возвратного хлеба является его использование в качестве субстрата для выращивания микроорганизмов с целью получения полезных метаболитов. Используемый в исследованиях измельчённый возвратный хлеб была подвержен ферментативному гидролизу под действием ферментов амилолитического и целлюлолитического действия и был введён в состав питательной среды в качестве источника углерода для культивирования штамма *Streptomyces sp.* 170*,* являющегося продуцентом ингибитора α-глюкозидаз, в частности панкреатической α-амилазы. Ингибитор α-глюкозидаз препятствует гипергликемии, благодаря свойству ингибировать активность ферментов, непосредственно участвующих в гидролизе крахмала в ротовой полости, тонком кишечнике человека и животных [1].

Объекты и методы исследования. Объектом исследования являлся штамм *Streptomyces sp.* 170, хранящийся при температуре +4 °С. Источник углеводов – гидролизаты возвратного хлеба, любезно предоставленные Н.В. Бараковой (НИУ ИТМО) и полученные по схемам, представленным в работе [2]. Гидролизат 1: получен под действием фермента α-амилазы 1,5 ед/г. Гидролизат 2: получен под действием фермента α-амилазы 2,5 ед/г.

Культивирование продуцента проводили на среде, содержащей гидролизат возвратного хлеба и минеральные соли, в условиях шейкера инкубатора Multitron (INFORS, Швейцария) в колбах вместимостью 750 см^3 при температуре плюс 29± 1 °С в течение 4 суток.

Результаты исследований. Результаты исследований показали, что в нативном растворе, полученном при ферментации гидролизата возвратного хлеба, присутствуют ингибиторы активности панкреатической амилазы (рисунок 1).

На рисунке 1 представлена динамика роста штамма *Streptomyces sp.* 170 на гидролизатах возвратного хлеба, отличающихся содержанием простых и сложных сахаров. Заметно значительное преобладание ингибиторной активности у клеток, культивируемых в среде с гидролизатом возвратного хлеба под номером 2.

По сравнению с ранее изученными штаммами *Streptomyces lucensis и Streptomyces violaceus* при их культивировании на среде, содержащей гидролизат кукурузного крахмала штамм *Streptomyces sp.* 170, показал относительно высокую активность на 2 сутки ферментации. В то время как штаммы *Streptomyces violaceus* и *Streptomyces lucensis,* в большинстве случаев проявляют наибольшую активность на 3 сутки культивирования [3].

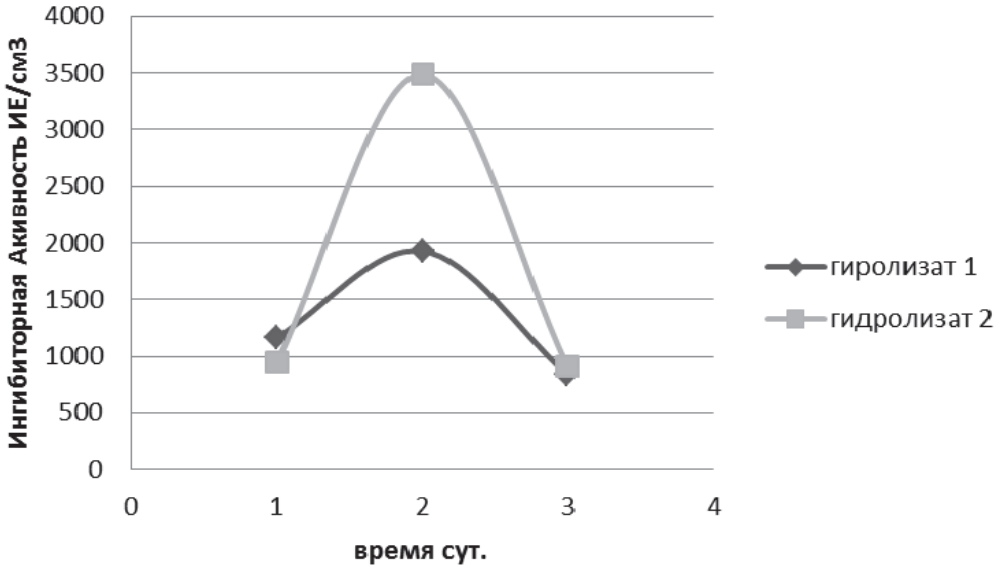


Рисунок 1 – Динамика ингибиторной активности штамма *Streptomyces sp.* 170

Выводы:

Установлено, что в нативном растворе, полученном при ферментации гидролизата возвратного хлеба, присутствуют ингибиторы активности панкреатической амилазы.

Максимальный уровень активности ингибитора гликозидаз достигнут на вторые сутки ферментации и составляет 3484±100 ЕИ/см^3.

По сравнению с изученными ранее штаммами рода *Streptomyces* – продуцентами ингибитора панкреатической амилазы исследуемый штамм более продуктивен при культивировании на углеводсодержащих средах.

Список использованных источников

1. Непомнящий А.П., Принцева А.А., Шарова Н.Ю. Хранение штамма STREPTOMYCES SPECIES – продуцента ингибитора гликозидаз // Вопросы теоретический и практической медицины: матер. LXXXIV междунар. науч. конф. / ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» . – Уфа, 2019.

2. N. Sharova, M. Ibrahim, A. Prensiva, T. Vybornova, N. Barakova and B. Manzhieva. Biosynthesis of glycosidase inhibitors on wheat bread wastes hydrolysate medium by Streptomyces sp. 170 // Agronomy Research 17(S2), 1460–1471, 2019.

3. Шарова Н.Ю., Выборнова Т.В., Принцева А.А., Манджиева Б.С. Свойства конидий штаммов актиномицетов Streptomyces lucensis и Streptomyces violaceus в процессе хранения при низких температурах // Пищевые системы. 2018. Т. 1, №3. С. 27–32.

References:

1. Nepomnyashchiy A.P., Princeva A.A., Sharova N.Yu. Storage of the STREPTOMYCES SPECIES strain – producer of glycosidase inhibitors // Questions of theoretical and practical medicine: Mater. LXXXIV Int. scientific conf. / «Bashkir State Medical University». – Ufa, 2019.

2. N. Sharova, M. Ibrahim, A. Prensiva, T. Vybornova, N. Barakova and B. Manzhieva. Biosynthesis of glycosidase inhibitors on wheat bread wastes hydrolysate medium by Streptomyces sp. 170 // Agronomy Research 17(S2), 1460–1471, 2019.

3. Sharova N.Yu., Vybornova T.V., Printseva A.A., Mandzhieva B.S. Properties of conidia of actinomycetes strains Streptomyces lucensis and Streptomyces violaceus during storage at low temperatures // Food systems. 2018.Vol. 1, No. 3. S. 27–32.

УДК:664.144

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ВЛАГОПЕРЕНОСА НА ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ ЛИПАЗЫ В ГЛАЗИРОВАННЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Авторы: Пестерев М.А., Баженова А.Е.*
Научный руководитель: Руденко О.С. к.т.н.
Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН,г. Москва.
e-mail: mikpesterev@rambler.ru

INFLUENCE OF MOISTURE TRANSFER RATE ON THE CHANGE OF LIPASE ACTIVITY IN GLAZED FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS

Authors: MikhailA. Pesterev., Alla E.Bazhenova*
Scientific adviser: Rudenko O.S., PHD,
All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food System of RAS Moscow,
e-mail: mikpesterev@rambler.ru

Ключевые слова: активность липазы, влагоперенос, глазированные мучные кондитерские изделия, микробиологические показатели.

Keywords: lipase activity, moisture transfer, glazed flour confectionery products, microbiological indicators

Аннотация: исследовано влияние скорости влагопереноса на изменение активности липазы в мучных кондитерских изделиях на примере сырцовых пряников с фруктовой начинкой, глазированных кондитерской глазурью с использованием жира лауринового типа, упакованных в полипропиленовую пленку толщиной 40 мкм. При хранении в процессе влагопереноса массовая доля влаги в начинке снизилась от 26, 2 % до 16,6 %, в выпеченном полуфабрикате от 15,5 % до 12,1 %, в верхнем слое стабильно осталась выше 5 %. Активность воды снижается, но не достигала по истечении 12 недель хранения порогового значения 0,6. При таких показателях сохраняется риск микробиологической порчи. В исходной глазури активность липазы отсутствовала, на 8 неделе хранения наблюдался рост активности липазы во всех слоях пряника, кроме начинки. На 12 неделе хранения активность липазы в глазури составила 4 балла, в выпеченном полуфабрикате – 3 балла. Микробиологические исследования показали значительное увеличение содержания КМАФАнМ с 8 недели хранения. На 10 неделе хранения содержание КМАФАнМ вырос до 8×10^2–$8{,}6\times10^2$ КОЕ/г в верхнем слое с глазурью и в выпеченном полуфабрикате по сравнению с исходными значениями. Рост активности липазы коррелируется с ростом КМАФАнМ на 8 неделе. Требуется более жесткий контроль хранения и сырья и меры предотвращения липолитической порчи.

Abstract: the influence of the rate of moisture transfer on the change of lipase activity in flour confectionery products on the example of raw gingerbread with fruit filling, glazed with confectionery glaze using lauric type fat, packed in a polypropylene film 40 microns thick. When stored in the process of moisture transfer, the mass fraction of moisture in the filling decreased from 26.2% to 16.6%, in the baked semi-finished product from 15.5% to 12.1%, in the upper layer it remained stable above 5%. Water activity is reduced, but did not reach the threshold value of 0.6 after 12 weeks of storage. With such indicators, the risk of microbiological spoilage remains. In the original glaze, lipase activity was absent, at 8 weeks of storage, there was an increase in lipase activity in all layers of the gingerbread, except for the filling. At 12 weeks of storage, the activity of lipase in the glaze was 4 points, in the baked semi-finished product-3 points. Microbiological study showed a significant increase in the content of QMAFAnM with 8 weeks of storage. At 10 weeks of storage the content of QMAFAnM rose to 8×10^2–$8{,}6\times10^2$ CFU/g in the top layer with the icing and baked the material in comparison with the original values. Increased activity of lipase was correlated with the growth of QMAFAnM 8 week. Tighter control of storage and raw materials and measures to prevent lipolytic spoilage are required.

Введение. Предотвращение липолитической порчи глазированных кондитерских изделий является актуальной проблемой. Это связано с двумя факторами – использование глазурей с заменителями масла какао лауринового типа и требованиями торговых сетей по увеличению сроков годности.

Органолептическая порча выражается в возникновении постороннего запаха, мыльного привкуса, прогорклого вкуса и т.п. и вызывается гидролитическими процессами разложения жира, входящего в состав кондитерских изделий, при участии липаз. Это связано с накоплением свободных жирных кислот (рост кислотного числа жира), которые, окисляясь под воздействием различных факторов: действия липооксигеназы, тепловой обработки, кислорода воздуха, солнечного света и др., инициируют прогоркание и сокращение срока годности продукта.

Жирные кислоты со средней длиной цепи (C_8–C_{14}), прежде всего лауриновая, высокое содержание которых от 41 до 55 %, характерно для кокосового и пальмоядрового масла, отщепляясь под действием липазы, обладают характерным «мыльным» вкусом [1]. Он ощущается при очень низких концентрациях свободной лауриновой кислоты – уже при 0,1 %.

На скорость реакции гидролиза катализируемой липазой влияет комплекс факторов: активность воды, температура, количество и качество фермента и др. [2, 3]. Поскольку липаза является водорастворимым ферментом, а триглицериды нерастворимы в воде, липаза действует только на поверхности жира при наличии свободной воды. Чем больше суммарная поверхность, т.е. чем более эмульгирован жир, тем быстрее идет гидролиз. Активность липазы определяется уже при содержании влаги в субстрате от 3 % и значительно вырастает при ее повышении.

Обеспечение качества кондитерских изделий и контроля факторов, влияющих на изменение органолептических показателей в процессе хранения, требует изучения процессов, влияющих на активность липазы, один из которых – это процесс миграции влаги. Необходимо учитывать все эти факторы, прежде всего для многослойных кондитерских изделий с длительными сроками годности.

Цель работы: исследовать влияние скорости влагопереноса на изменение активности липазы в разных слоях пряников с фруктовой начинкой, глазированных глазурью с использованием жиров лауринового типа, в процессе хранения.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования были пряники сырцовые с начинкой, глазированные кондитерской глазурью, изготовленной с использованием жира лауринового типа, как пример мучных кондитерских изделий, которые могут подвергаться липолитической порче с образованием неприятного «мыльного» вкуса (рисунок 1).

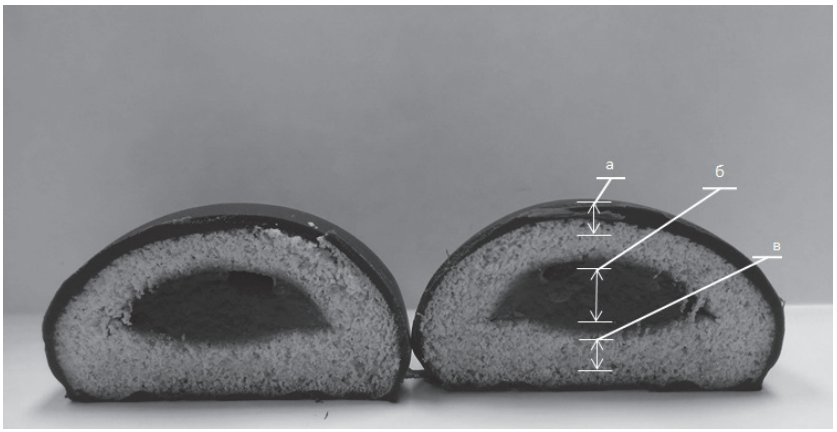


Рисунок 1 – Сырцовый пряник с фруктовой начинкой, глазированный кондитерской глазурью, изготовленной с использованием жира лауринового типа:
а-верхний слой с глазурью, б-начинка, в-выпеченный полуфабрикат

Образцы пряников с фруктовой начинкой хранились в контролируемых условиях в климатической камере «Climacell 404» при температуре 30 °С и относительной влажности окружающего воздуха 40 %. Начинку изготавливали следующего состава: 40 % яблочного пюре, 24 % модифицированного крахмала и 1 % пектина. Использовали модифицированный крахмалгидроксипропилдикрахмалфосфат (Е1442). Готовые пряники упаковывались в полипропиленовую пленку толщиной 40 мкм.

Жирнокислотный состав определяли по ГОСТ Р 51483-99 на газовом хроматографе HP 4890D с пламенно-индукционным детектором, США. Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 5900-2014. Активность воды определяли на приборе AquaLab.

Содержание липолитических ферментов проводили по методу, основанному на окислении индоксилацетата после термостатирования в эксикаторе в термостате MIR-262, Sanyo, Япония. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определяли по ГОСТ 10444.15-94, количество плесеней и дрожжей – по ГОСТ 10444.12-88.

Математический анализ проводили в Microsoft Excel 2010.

Результаты исследований. Изготавливали сырцовые пряники по классической рецептуре (таблица 1).

Для глазирования использовали кондитерскую глазурь с массовой долей жира 36 %, изготовленную с использованием жира лауринового типа.

Для анализа содержания лауриновой кислоты исследовали жирнокислотный состав жира (таблица 2).

Содержание лауринового жира составляло 53,2 %. Для таких жиров характерно появление «мыльного» привкуса в процессе липолитической порчи.

Таблица 1 – Рецептура полуфабриката сырцового пряника

Наименование сырья и полуфабрикатов	Содержание сухих веществ, %	Расход сырья на 1 кг готовой продукции, г	
		в натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная в/с	85,50	624,14	533,64
Сахар-песок	99,85	144,11	143,90
Инвертный сироп	80,00	116,10	92,88
Патока	78,00	98,75	77,03
Масло подсолнечное	100,00	43,75	43,75
Карбонат аммония	0,00	4,33	0,00
Гидрокарбонат натрия	50,00	1,80	0,90
Корица	100,00	3,13	3,13
Итого		1036,10	895,21
Выход	88,00	1000,00	880,00

Таблица 2 – Жирнокислотный состав жировой фракции глазури

Жирная кислота	Обозначение	Жирнокислотный состав,%
Каприловая	8:0	1,8
Каприновая	10:0	2,7
Лауриновая	12:0	53,2
Миристиновая	14:0	19,7
Пальмитиновая	16:0	10,3
Стеариновая	18:0	8,4
Олеиновая	18:1	2,5
Линолевая	18:2	0,8
Арахиновая	20:0	0,1

Поскольку липаза действует только на поверхности жира при наличии свободной воды, изучали процесс влагопереноса в различных частях пряника: верхний слой с глазурью, начинка, выпеченный полуфабрикат (рисунок 2).

При хранении в процессе влагопереноса происходит миграция влаги из начинки в выпеченный полуфабрикат и далее к верхнему слою с глазурью. Массовая доля влаги в начинке снизиласьот 26,2 % до 16,6 %, при этом в выпеченном полуфабрикате – от 15,5 % до 12,1 %, и в верхнем слое стабильно оставалась выше 5 %, что выше значения, при котором сохраняется активность липазы.

Активность воды снижалась, но не достигала по истечении 12 недель хранения порогового значения 0,6, при котором не может размножаться ни один из видов микроорганизмов [4]. При таких показателях сохраняется риск микробиологической порчи.

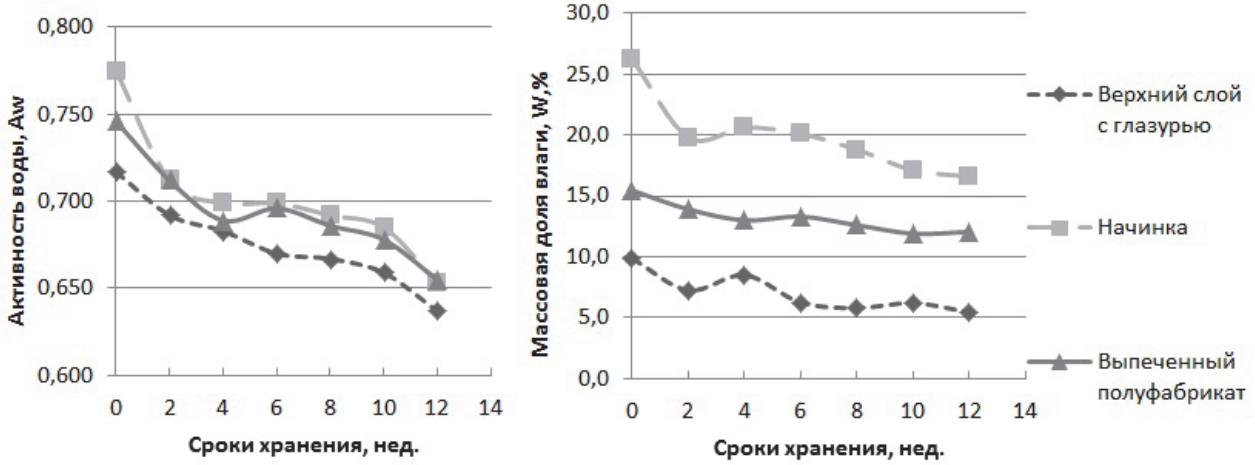


Рисунок 2 – Изменение активности воды и массовой доли влаги в процессе хранения сырцового пряника с фруктовой начинкой

Исследование активности липазы в отдельных частях пряников проводили при их хранении при температуре 30 °С в течение 12 недель с периодичностью 2 недели. Оценка липолитической активности проводилась визуально по степени окраски по десятичной шкале (рисунок 3).

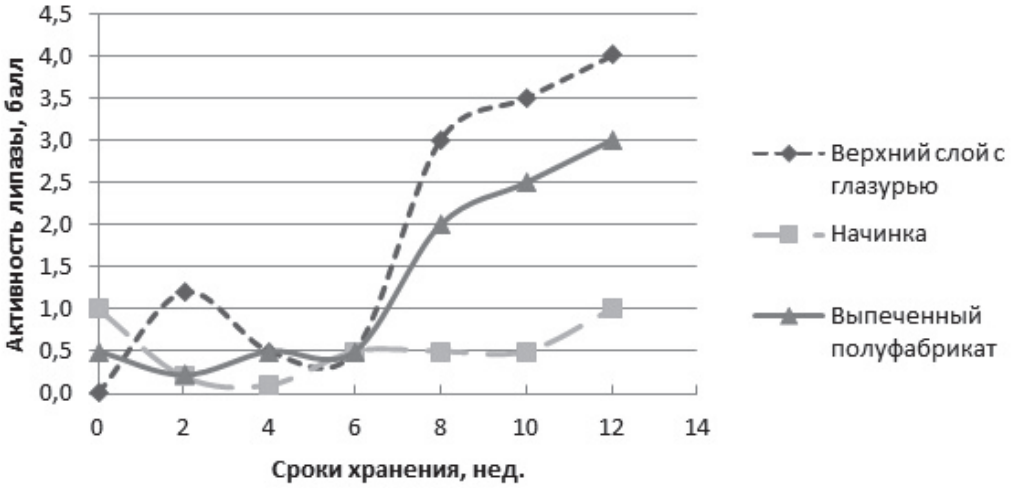


Рисунок 3 – Изменение активности липазы в частях пряников

Активность липазы при хранении увеличивалась. В исходной глазури активность липазы отсутствовала, увеличение активности липазы наблюдался на 8 неделе хранения. При этом рост активности липазы наблюдался и в выпеченном полуфабрикате, но с меньшей интенсивностью. На 12 неделе хранения активность липазы в глазури составила 4 балла, в выпеченном полуфабрикате – 3 балла. Органолептический анализ выявил «мыльный» привкус, начиная с 8 недели хранения.

Поскольку ранее была выявлена математическая зависимость изменения показателей качества образцов какаосодержащих кондитерских изделий в хранении от их степени обсемененности [5, 6], были проведены исследования микробиологических показателей используемого сырья и полуфабрикатов (таблица 3).

В муке содержание микроорганизмов не нормируется. В то же время в исследованных образцах муки и корицы было значительное количество спорообразующей микробиоты, что может являться одним из источников липолитической порчи. В процессе выпечки происходит термическая инактивация ферментов [4]. В то же время, при термической обработке при выпечке мучных кондитерских изделий гибнут только вегетативные клетки большинства бактерий и грибов, для уничтожения спор некоторых видов бактерий, отличающихся чрезвычайной термоустойчивостью, необходимы более жесткие условия.

Таблица 3 – Результаты исследований микробиологических показателей в сырье для сырцового пряника

Наименование сырья	КМАФАнМ, КОЕ/г	Спорообразующие мезофильные анаэробные бактерии, КОЕ/г	Дрожжи, КОЕ/г	Плесени, КОЕ/г
Мука	8×10^2	150	0	500
Корица	$1{,}1\times10^4$	180	0	640
Сахар	7×10	0	0	0
Начинка (крахмал Purity HPC 1442)	1×10	0	0	0
Глазурь	$1{,}7\times10^2$	50	0	0

Исследование динамики роста количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов в пряниках показало значительное увеличение их содержания с 8 недели хранения (рисунок 4).

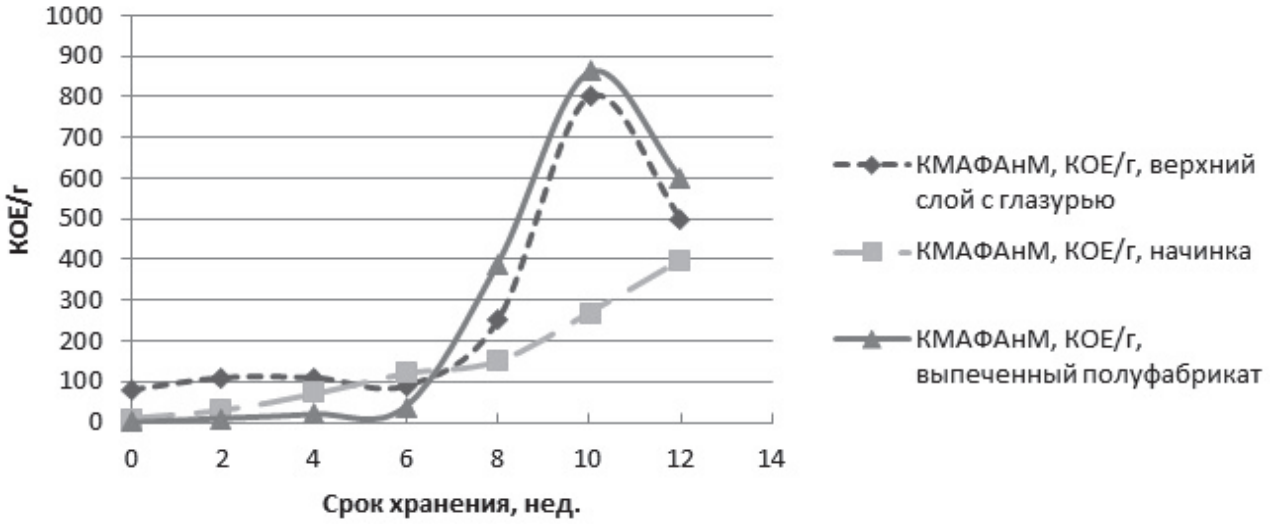


Рисунок 4 – Динамика роста количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов в пряниках

На 10 неделе хранения содержание КМАФАнМ выросло до 8×10^2–$8{,}6\times10^2$ КОЕ/г в верхнем слое с глазурью и в выпеченном полуфабрикате по сравнению с исходными значениями, но при этом не превышало нормы ТР ТС 021/2011 (Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»).

При достаточном содержании массовой доли влаги происходит прорастании спор бактерий и плесеней, вегетативные клетки которых обладают липолитической активностью. Рост активности липазы коррелируется с ростом КМАФАнМ, увеличение значений которых происходит на 8 неделе.

Исследование спорообразующей микробиоты, спорообразующих мезофильных анаэробных бактерий и плесеней выявило резкий рост до показателей, выше превышающих нормы ТР ТС 021/2011 на 8–10 неделях хранения (рисунок 5).

На 8 неделе в начинке увеличился рост спорообразующих мезофильных анаэробных бактерий, на 10 неделе хранения наблюдался рост плесени до 410 КОЕ/г, что значительно превышает требования ТР ТС 021/2011.

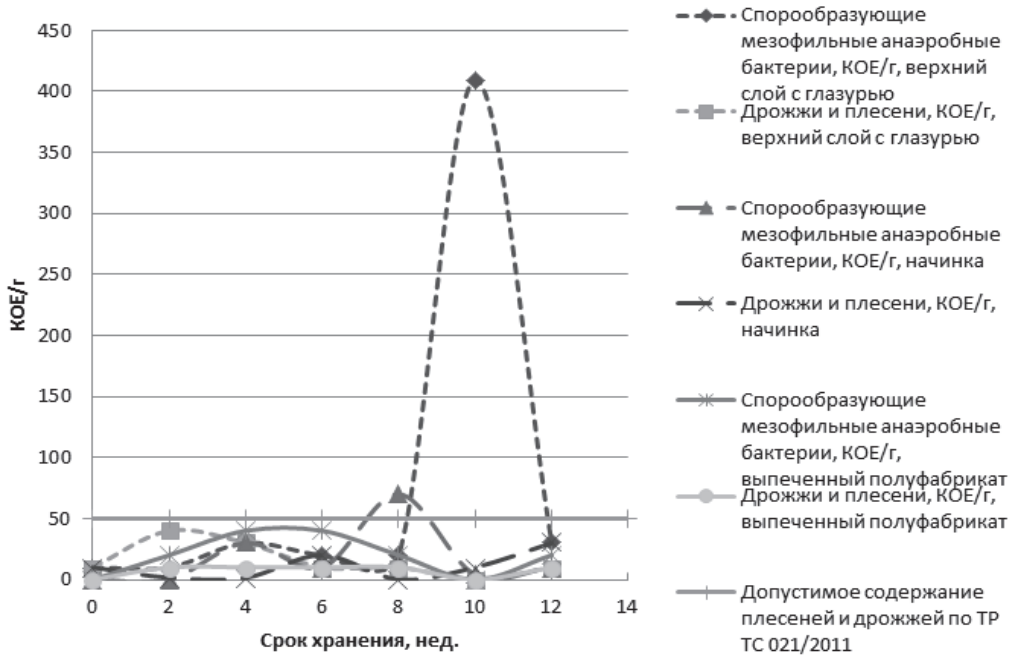


Рисунок 5 – Динамика роста спорообразующей микробиоты в пряниках

Выводы:

Миграция влаги повышает риск липолитической порчи кондитерских изделий, глазированных глазурью, изготовленной с использованием жира лауринового типа. В исходной глазури активности липазы была нулевой, но в процессе хранения пряников в связи с миграцией влаги из начинки в выпеченный полуфабрикат, наблюдался рост активность липазы во всех слоях, кроме начинки. «Мыльный» привкус ощущался, начиная с 8 недели хранения.

Содержание мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов в пряниках значительно увеличилось, также начиная с 8 недели хранения. На 10 неделе хранения наблюдался рост плесени до 400 КОЕ/г, что значительно превышает требования ТР ТС 021/2011.

Исследования подтвердили корреляцию степени обсемененности и активности липазы в пряниках по слоям.

Результаты исследований подтверждают необходимость более жесткого контроля хранения сырья и принятия мер по предотвращению липолитической порчи.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку экспресс-методов контроля активности липазы и изучения способов контроля и прогнозирования процессов влагопереноса в многослойных кондитерских изделиях длительного хранения.

Список использованных источников

1. Скокан Л.Е., Руденко О.С., Осипов М.В., Кондратьев Н.Б., Парашина Ф.И. Липаза как один из факторов конкурентоспособности кондитерских изделий, Кондитерское производство. – 2015. – № 4. – С. 19–21.

2. Water activity and food. John A. Troller, J. H. B. Christian. – New York.: Academic Press, Inc., 1978 – 217 p.

3. Современная биохимия в схемах Я. Мусил, О. Новакова, К. Кунц. – М.: Мир, 1981 – 215 с.

4. Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание / Под ред. Р. Стеле; пер. с англ. В. Широкова под общ.ред. Ю.Г. Базарновой. – СПб.: Профессия, 2006. – 480 с., ил., табл., сх.

5. Баженова А.Е. Оценка содержания микроорганизмов, обладающих липолитической активностью, как инструмент прогнозирования срока годности глазированных кондитерских изделий / Баженова А.Е., Руденко О.С., Пестерев М.А. // Сборник материалов научно-практической молодежной конференции, посвященной памяти Р.Д. Поландовой. – Международная научно-практическая конференция «Пищевые технологии будущего: инновационные идеи, научный поиск, креативные решения», Москва, 05 июня 2019 г.: Издательский комплекс «Буки-Веди». – 2019. – С. 273–279.

6. Полякова С.П. Влияние микроорганизмов, продуцирующих липолитические ферменты, на органолептические показатели кондитерских изделий / Полякова С.П., Баженова А.Е., Пестерев М.А. // Труды XV международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество.» / ФГБУН СФНЦА РАН, 28–30 июня 2018 г. – Новосибирск: 2018. – С. 496–498.

References

1. Skokan L.E., Rudenko O.S., Osipov M.V., Kondratiev N.B., Parashina F.I. Lipaza kak odin iz faktorov konkurentosposobnosti konditerskih izdelii, Konditerskoe proizvodstvo. – 2015. – № 4. – S. 19–21.
2. Water activity and food. John A. Troller, J. H. B. Christian. – NewYork.: Academic Press, Inc., 1978 – 217 p.
3. Sovremennaya biohimiya v shemah. J. Musil, O. Novakova, K. Kunz. – M.: Mir, 1981 – 215 S.
4. Srok godnosti pishevih produktov: Raschet i ispytaniya / pod red. R. Stele; per. s angl. V. Shirokova pod obshh. red. Yu.G. Bazarnovoj. – SPb.: Professiya, 2006. – 480 s., il., tabl., sx.
5. Bazhenova A.E. Ocenka soderzhaniya mikroorganizmov, obladayushhix lipoliticheskoj aktivnostyu, kak instrument prognozirovaniya sroka godnosti glazirovannyx konditerskix izdelij / Bazhenova A.E., Rudenko O.S., Pesterev M.A. // Sbornik materialov nauchno-prakticheskoj molodezhnoj konferencii, posvyashhennoj pamyati R.D. Polandovoj. – Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Pishhevye texnologii budushhego: innovacionnye idei, nauchnyj poisk, kreativnye resheniya», Moskva, 05 iyunya 2019 g.: Izdatelskij kompleks «Buki-Vedi». – 2019. – S. 273–279.
6. Polyakova S.P. Vliyanie mikroorganizmov, produciruyushhih lipoliticheskie fermenty, na organolepticheskie pokazateli konditerskix izdelij / Polyakova S. P., Bazhenova A. E., Pesterev M. A. // trudy XV mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Pishha. Ekologiya. Kachestvo.» / FGBUN SFNCA RAN, 28–30 iyunya 2018 g. – Novosibirsk: 2018. – S. 496–498.

УДК 577.112:612.017.11

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ КАК СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ БЕЛКОВО-ПЕПТИДНЫХ ФАКТОРОВ ВРОЖДЕННОГО ИММУНИТЕТА

*Автор: Полищук Е.К.**
Научный руководитель: Котенкова Е.А. – к.т.н.
ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва
e-mail: kat.1997@mail.ru

BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES AS A METHOD OF INCREASING ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF PROTEIN-PEPTIDE FACTORS OF CONGENITAL IMMUNITY

*Author: Ekaterina K. Polishchuk **
Scientific adviser: Elena A. Kotenkova, Candidate of Engineering Sciences
Gorbatov Research Center for Food Systems, Moscow, e-mail: kat.1997@mail.ru

Ключевые слова: антимикробные пептиды, ферментативная обработка, проточная цитометрия, *P. Aeruginosa.*
Keywords: antimicrobial peptides, enzymatic treatment, flow cytometry, *P. aeruginosa.*

Аннотация: С порчей продуктов питания борются различными методами, применяя при этом довольно большое количество химических агентов, что представляет угрозу здоровью потребителей. Альтернативой химическим консервантам могут стать антимикробные вещества животного происхождения, содержащиеся в тканях продуктивных животных. В статье приведены результаты сравнительного исследования антимикробной активности нативных экстрактов и гидролизатов слизистых оболочек и эпителиальных тканей свиньи. Показано, что ферментативная обработка приводит к увеличению антимикробной активности образцов. Наибольшие эффекты выявлены у коллагеназных гидролизатов слизистых гортани и носовой полости – количество

живых клеток по отношению к положительному контролю составляло 33,11 % и 32,16 % соответственно, а также эластазных гидролизатов слизистых языка и прямой кишки – количество живых клеток по отношению к положительному контролю составляло 37,74 % и 23,17 %. Таким образом, применение разработанного биотехнологического подхода позволяет рассматривать белково-пептидные комплексы слизистых оболочек в качестве перспективных средств для борьбы с микробиологической порчей пищевой продукции.

Abstract: There are various methods to combat food spoilage, while using a fairly large number of chemical agents, which poses a threat to the health of consumers. Antimicrobial substances of animal origin contained in the tissues of productive animals can be an alternative to chemical preservatives. The article presents the results of a comparative study of the antimicrobial activity of native extracts and hydrolysates of mucous membranes and pig epithelial tissues. It was shown enzymatic treatment to increase the antimicrobial activity of the samples. The greatest effects were found in collagenase hydrolysates of the mucous membranes of the larynx and nasal cavity – the number of survived cells in relation to the positive control was 33.11 % and 32.16 %, respectively, as well as elastase hydrolysates of the mucous membranes of the tongue and rectum – the number of survived cells in relation to the positive control accounted for 37.74 % and 23.17 %. Thus, the application of the developed biotechnological approach allows us to consider protein-peptide complexes of the mucous membranes as promising means for combating microbiological damage to food products.

Введение. Порча продовольствия является одной из основных проблем пищевой индустрии. В промышленно развитых странах более 40 % производимых ежегодно продуктов питания теряется на уровне розничной торговли и потребления [1]. Для увеличения сроков годности продукции и предотвращения потерь довольно часто недобросовестные производители используют неконтролируемо большое количество химических консервантов и антибиотиков, что приводит к снижению качества потребляемой пищи, а также негативно сказывается на здоровье потребителей. В связи с этим мировое научное сообщество находится в поиске альтернативных путей решения данной проблемы.

Особый интерес для продления сроков годности пищевых продуктов представляют антимикробные соединения природного происхождения, в частности, антимикробные пептиды (АМП), которые являются основными факторами противоинфекционной защиты врожденного иммунитета [2]. Было установлено, что источником данных веществ могут быть различные ткани насекомых, растений и животных, а также продукты их жизнедеятельности [3–5]. Большинство АМП млекопитающих были выделены из нейтрофильных гранулоцитов, однако они также обнаружены в меньшем количестве в слизистой тонкого кишечника, языка, миелоидных и эпителиальных клетках.

Доказано, что ввиду тесного контакта с патогенной микрофлорой пограничные зоны эпителиальных покровов продуктивных животных также содержат в себе биоактивные молекулы с антимикробной направленностью действия [6], однако для их извлечения необходимо найти правильный технологический подход. Стоит упомянуть о том, что изоэлектрические точки большинства этих молекул находятся в диапазоне pH от 7,5 до 10 [6], что необходимо учитывать при выборе экстрагента, чтобы не допустить потери антимикробной активности. Трудность также заключается в сложном строении антимикробных пептидов: они находятся в организме-хозяине в виде препробелка, то есть содержат в себе «проструктурную область», сигнальный пептид и сам зрелый пептид [7]. Для их активации необходима «распаковка», которую можно осуществить с помощью ферментативной обработки. Ключевой задачей в данном случае является подбор фермента таким образом, чтобы максимально высвободить АМП, не потеряв при этом их антимикробной активности, поэтому целью настоящей работы являлась разработка технологического подхода для извлечения АМП из животных тканей и активации их антимикробных свойств.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись слизистые оболочки гортани (1), языка (2), губ (3), носовой (4) полости, прямой кишки (5) и подъязычные слюнные железы (6) свиней. Образцы тканей отбирали на ООО «Камский Бекон», Республика Татарстан, г. Набережные Челны. Слизистые зачищали, замораживали при минус 40 °С, затем измельчали до достижения размера частиц диаметром 3±1 мм.

Нативные экстракты готовили следующим образом: целевые вещества экстрагировали 10 % уксусной кислотой, как описано ранее [8], нейтрализовали раствором 4 М гидроксида натрия до pH 6,5. Также готовили три типа гидролизатов образцов с различными ферментами. Экстракцию проводили аналогичным образом в течение 4-х часов, после чего доводили значение pH в образцах до оптимального для действия каждого фермента и вносили последний. Количество фермента рассчитывали, исходя из процентного содержания белка, находящегося в слизистых оболочках (18 %) и активности трипсина (328 USP U/mg, PanReac AppliChem), коллагеназы (12 U/mg, U. S. Pharmacopeia) и эластазы (8 U/mg, Sigma-Aldrich). Гидролиз проводили в течение 2-х часов при температуре 37 °C, после чего гидролизаты центрифугировали (Centrifuge 5427 R, Eppendorf, Германия) со скоростью 6000 об/мин, отбирали супернатант, в котором доводили значение pH до 6,5–7,0 раствором 4М гидроксида натрия. Полученные образцы центрифугировали в центрифужных ультрафильтрах Amicon Ultra-4 (10 КДа, Millipore, США) в течение 7 минут со скоростью 5000 об/мин, чтобы отделить фермент.

Определение антимикробной активности

Антимикробную активность веществ, содержащихся в нативных образцах после нейтрализации и в их гидролизатах проверяли методом проточной цитометрии по отношению к культуре клеток *P. aeruginosa* ATCC 27853. Штамм был получен из Государственного научно-исследовательского центра прикладной биотехнологии и микробиологии (г. Оболенск, Московская обл., Россия).

В качестве положительного контроля использовали суспензию клеток с начальной концентрацией $1{,}1 \div 1{,}7 \times 10^7$ кл/мл. Для получения отрицательного контроля полученную суспензию прогревали при 100 °C в течение 10 мин.

Окрашивание *P. aeruginosa* проводили с использованием набора реагентов «LIVE/DEAD™ BacLight™ Bacterial Viability and Counting Kit» (Thermo, США), состоящего из 2 готовых к употреблению растворов красителей SYTO 9 и пропидия йодида (PI). Для этого 987 мкл 0,9 % раствора натрия хлорида смешивали с 1,5 мкл SYTO 9 и 1,5 мкл PI, добавляли 10 мкл культуры, тщательно перемешивали, инкубировали в темных светозащитных эппендорфах (Axigen, США) в течение 15 минут, измеряли популяции живых и мертвых клеток на проточном цитометре Guava EasyCyte (MerkMillipore). При невоспроизведении паттернов основного алгоритма анализа, представленного на рисунке 1, проводили дополнительное окрашивание живых и мертвых клеток *P. aeruginosa* красителями cFDA и PI, соответственно.

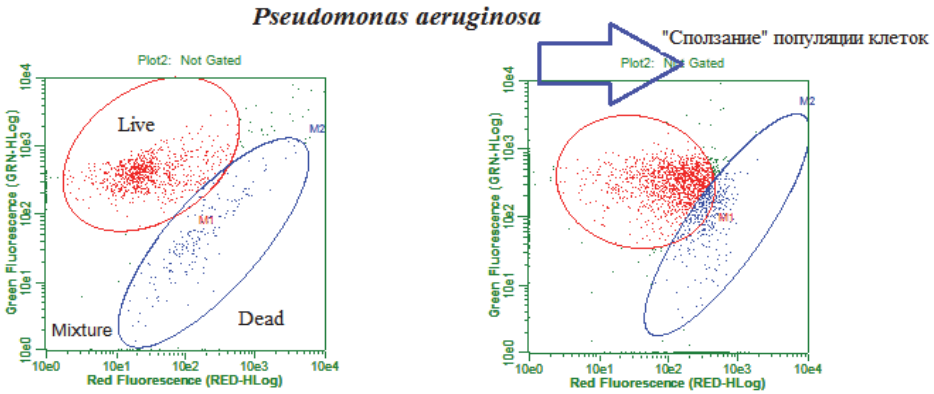


Рисунок 1 – Графическое представление результатов. Пример невоспроизведения паттернов

Для проведения исследования к 20 мкл нативного образца или 10 мкл гидролизата добавляли 80 мкл или 90 мкл культуры. Образцы инкубировали при температуре 37 °C в течение 20 часов, после чего измеряли популяции живых и мертвых клеток на проточном цитометре Guava EasyCyte. Положительный контроль готовили смешиванием 20 мкл триптиказо-соевого бульона (TSB, Liofilchem) с 80 мкл культуры (для гидролизатов соотношение составляло 10 мкл TSB и 90 мкл культуры).

Результаты исследований. Результаты определения антимикробной активности нативных образцов по отношению к *P. aeruginosa* представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Антимикробная активность нативных образцов по отношению к *P. aeruginosa*

№ Образца	***Pseudomonas aeruginosa***		
	20 часов инкубации		
	Всего клеток, % к К+ (всего)	Живые клетки, % к К+ (жив)	Мертвые клетки, % от всего клеток
Свинина			
1 – слизистая гортани	132,17	134,91	7,11
2 – слизистая языка	128,05	105,48	25,03
3 – слизистая губ	123,03	120,49	3,95
4 – слизистая носовой полости	145,83	138,79	13,39
5 – слизистая прямой кишки	4,59	4,39	13,02
6 – подъязычные слюнные железы	6,10	5,74	14,37

Выявлено, что выраженной антимикробной активностью обладали только два образца – слизистая прямой кишки и подъязычные слюнные железы, количество живых клеток в данных образцах по отношению к положительному контролю достигало не более 6 %. Однако в экстракте языка было отмечено значительное количество мертвых клеток – 25 % от общего числа (живых и мертвых) клеток. Предположительно, это наблюдение может быть объяснено тем фактом, что АМП «упакованы» в молекуле белка, которая может использоваться микроорганизмами вначале в качестве субстрата, и только после высвобождения демонстрируют антимикробный эффект.

Результаты определения антимикробной активности трипсиновых, коллагеназных и эластазных гидролизатов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Антимикробная активность гидролизатов по отношению к P. aeruginosa

№ Образца	***Pseudomonas aeruginosa***								
	Трипсин, 20 ч			Коллагеназа, 20 ч			Эластаза, 20 ч		
	Всего клеток, % к К+ (всего)	Живые клетки, % к К+ (жив)	Мертвые клетки, % от всего клеток	Всего клеток, % к К+ (всего)	Живые клетки, % к К+ (жив)	Мертвые клетки, % от всего клеток	Всего клеток, % к К+ (всего)	Живые клетки, % к К+ (жив)	Мертвые клетки, % от всего клеток
Свинина									
1 – слизистая гортани	99,14	96,33	7,42	40,66	33,11	25,11	56,08	41,89	31,31
2 – слизистая языка	86,07	70,14	22,35	44,98	36,63	25,11	48,92	37,74	26,93
3 – слизистая губ	108,90	103,87	9,12	45,06	36,64	25,23	47,49	39,49	25,89
4 – слизистая носовой полости	62,47	52,85	19,40	39,83	32,16	25,76	49,75	39,05	27,82
5 – слизистая прямой кишки	88,05	80,95	12,41	54,71	46,96	21,06	35,85	23,17	40,57
6 – подъязычные слюнные железы	225,04	181,79	23,03	65,87	51,64	27,92	37,07	26,11	35,22

Показано, что обработка трипсином в целом приводила к увеличению антимикробной активности и уменьшению числа живых клеток *P. aeruginosa*, за исключением образцов под номерами 3 и 6, причем последний проявлял высокую активность в виде нативного экстракта.

Особенно хорошие результаты показали трипсиновые гидролизаты слизистых языка, прямой кишки и носовой полости: количество живых клеток по отношению к положительному контролю снижалось минимум на 20 %.

Результаты также показали, что воздействие коллагеназы и эластазы на образцы способствовало увеличению антимикробной активности всех образцов. Даже несмотря на то, что дозировка гидролизатов по сравнению с нативными образцами была в 2 раза ниже, количество живых клеток по отношению к положительному контролю достигало не более 52 %, а количество мертвых по отношению к общему числу клеток в среднем колебалось в диапазоне 25–35 %. Такие показатели в гидролизатах, полученных после обработки образцов коллагеназой и эластазой, могут быть объяснены высокой селективностью данных ферментов и тем, что слизистые оболочки, в основном, состоят из соединительной ткани, богатой эластином и коллагеном.

Выводы:

По итогам исследования разработана технология извлечения и активации антимикробных веществ, содержащихся в пограничных зонах эпителиальных покровов свиней: экстракцию целевых веществ проводили в растворе 10 %-ой уксусной кислоты, применяли ферментативную обработку образцов.

Показано, что ферментативная обработка образцов приводила к увеличению антимикробных эффектов, особенно высокая активность проявлялась после обработки коллагеназой и эластазой.

Отобраны наиболее перспективные образцы для извлечения биоактивных веществ: коллагеназные гидролизаты слизистых гортани и носовой полости, а также эластазные гидролизаты слизистых языка и прямой кишки.

Разработанный технологический подход дает возможность применять антимикробные вещества из слизистых оболочек свиней в пищевой промышленности для продления сроков годности продуктов питания, что позволит снизить количество химических консервантов в данной отрасли, а также будет эффективным с точки зрения рационального природопользования.

Список использованных источников

1. J. Gustavson, C. Cederberg, R. van Otterdijk, and A. Meybeck Global Food Losses and Food Waste – FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). – 2011.

2. Федулова Л.В., Василевская Е.Р. Перспективные источники природных стимуляторов иммунитета // Мясные технологии. – 2016. – №. 12. – С. 37–39.

3. Segura-Ramírez P., Silva Júnior P. Loxosceles gaucho Spider Venom: An Untapped Source of Antimicrobial Agents // Toxins. – 2018. – V. 10 (12). – P. 522.

4. Przybylski R. et al. Production of an antimicrobial peptide derived from slaughterhouse by-product and its potential application on meat as preservative // Food Chemistry. – 2016. – V. 211. – PP. 306–313.

5. Jozefiak A., Engberg R. M. Insect proteins as a potential source of antimicrobial peptides in livestock production. A review // Journal of Animal and Feed Sciences. – 2017. – V. 26 (2). – PP. 87–99.

6. Лукинова Е.А., Котенкова Е.А., Макаренко А.Н. Антимикробные вещества: альтернативный подход к продлению сроков хранения // Теория и практика переработки мяса. – 2017. – Т. 2. – № 3. – С. 4–17. DOI: 10.21323/2414-438X-2017-2-3-4-20

7. UniProt Protein Database [Электронный ресурс]. – URL: http://www.uniprot.org/. – (Дата обращения: 08.09.2019)

8. Kotenkova E. A., Polishchuk E. Assessment of antimicrobial potential of substances isolated from some wastes of meat processing industry // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. – 2019. – V. 13 (1). – PP. 308–313.

References:

1.J. Gustavson, C. Cederberg, R. van Otterdijk, and A. Meybeck Global Food Losses and Food Waste – FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). – 2011.

2.Fedulova L. V., Vasilevskaya E. R. Perspektivnyye istochniki prirodnykh stimulyatorov immuniteta // Myasnyye tekhnologii. – 2016. – №. 12. – S. 37–39.

3.Segura-Ramírez P., Silva Júnior P. Loxosceles gaucho Spider Venom: An Untapped Source of Antimicrobial Agents // Toxins. – 2018. – V. 10 (12). – P. 522.

4.Przybylski R. et al. Production of an antimicrobial peptide derived from slaughterhouse by-product and its potential application on meat as preservative // Food Chemistry. – 2016. – V. 211. – PP. 306–313.

5.Jozefiak A., Engberg R. M. Insect proteins as a potential source of antimicrobial peptides in livestock production. A review // Journal of Animal and Feed Sciences. – 2017. – V. 26 (2). – PP. 87–99.

6.Lukinova E.A., Kotenkova E.A., Makarenko A.N. Antimikrobnyye veshchestva: al'ternativnyy podkhod k prodleniyu srokov khraneniya // Teoriya i praktika pererabotki myasa. – 2017. – T. 2. – № 3. – S. 4–17. DOI: 10.21323/2414-438X-2017-2-3-4-20

7.UniProt Protein Database [Elektronnyy resurs]. – URL: http://www.uniprot.org/. – (Data obrashcheniya: 08.09.2019).

8.Kotenkova E. A., Polishchuk E. Assessment of antimicrobial potential of substances isolated from some wastes of meat processing industry // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. – 2019. – V. 13 (1). – PP. 308–313.

УДК 577.152.32:661.746.5

ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СУБСТРАТОВ ИЗ УГЛЕВОДСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНВЕРТАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ МИКРОМИЦЕТА ASPERGILLUS NIGER Л-4

*Автор: Принцева А.А.[1,2]**
Научный руководитель: Шарова Н.Ю.1,2 – д.т.н., профессор РАН
[1]Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых добавок – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН,
Санкт-Петербург,
[2]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», Санкт-Петербург, e-mail: djkr_yfcnz@mail.ru

APPLICATION OF VARIOUS SUBSTRATES FROM CARBON-CONTAINING RAW MATERIALS FOR RESEARCH OF INVERTASE ACTIVITY AT CULTIVATION OF ASPERGILLUS NIGER L-4 MICROMYCET

*Author: Anastasia A. Printseva [1,2]**
Scientific adviser: Sharova N. Yu., DTS, Professor of RAS
[1]All-Russian Research Institute for Food Additives – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS,
[2]Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint-Petersburg, e-mail: djkr_yfcnz@mail.ru

Ключевые слова: меласса, сахар кристаллический, гидролизат, кукурузный крахмал, рожь, инвертазная активность, лимонная кислота, Aspergillus niger Л-4.

Keywords: molasses, crystalline sugar, hydrolysate, corn starch, rye, invertase activity, citric acid, Aspergillus niger L-4.

Аннотация: Научный и практический интерес представляет исследование разных углеводсодержащих субстратов, таких как меласса, сахар кристаллический, гидролизат кукурузного крахмала и гидролизат помола зерна ржи в качестве сырья для получения в одном биотехнологическом процессе пищевых кислот и инвертазы. Поскольку в России инвертаза не производится и значительное количество фермента закупается за рубежом, то для современной отечественной биотехнологии получение инвертазы является актуальным направлением. Цель работы – исследовать способность промышленного штамма микромицета *Aspergillus niger Л-4* – продуцента лимонной кислоты к синтезу лимонной кислоты и инвертазы при культивировании на

различных субстратах из углеводсодержащего сырья. На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что гидролизат кукурузного крахмала и гидролизат помола зерна ржи могут быть использованы в качестве сырья для получения лимонной кислоты и инвертазы в одном биотехнологическом процессе путем микробиологического синтеза отечественным штаммом *Aspergillus niger Л-4* – промышленным продуцентом пищевых кислот, который обладает способностью синтезировать гидролитические ферменты при глубинном способе культивирования на крахмалсодержащем сырье. Экстрацеллюлярная инвертазная активность на 120 ч биотехнологического процесса в результате ферментации питательной среды на основе гидролизата кукурузного крахмала штаммом *Aspergillus niger Л-4* составила (0,857±0,034) ед/см^3 нативного раствора. При культивировании штамма *Aspergillus niger Л-4* в питательной среде на основе гидролизата помола зерна ржи показатель составил (0,925±0,071) ед/см^3 нативного раствора. По сравнению с сахарозосодержащими субстратами экстрацеллюлярная инвертазная активность, полученная с использованием крахмалсодержащего сырья, в три раза выше. По количеству синтезируемой кислоты более предпочтительна для основной ферментации питательная среда на основе гидролизата кукурузного крахмала.

Abstract: Of scientific and practical interest is the study of various carbohydrate-containing substrates, such as molasses, crystalline sugar, corn starch hydrolysate and rye grain grinding hydrolysate, as raw materials for the production of food acids and invertase in one biotechnological process. Since no invertase is produced in Russia and a significant amount of the enzyme is purchased abroad, obtaining invertase is a relevant direction for modern domestic biotechnology. The purpose of the work is to investigate the ability of the industrial strain of *Aspergillus niger L-4* micromycete, a producer of citric acid, to synthesize citric acid and invertase when cultivated on various substrates from carbohydrate-containing raw materials. Based on the data obtained, it can be concluded that the corn starch hydrolysate and rye grain grinding hydrolysate can be used as raw materials for citric acid and invertase in one biotechnological process by microbiological synthesis of the domestic *Aspergillus niger L-4* strain, an industrial producer of food acids, which has the ability to synthesize hydrolytic enzymes in the deep method of cultivation on starch-containing raw materials. Extracellular invertase activity for 120 h of the biotechnological process as a result of fermentation of a nutrient medium based on a corn starch hydrolysate with *Aspergillus niger L-4* strain amounted to (0,857±0,034) u/cm^3 of the native solution. When cultivating the strain *Aspergillus niger L-4* in a nutrient medium based on a rye grain grinding hydrolysate, the indicator was (0,925±0,071) u/cm^3 of the native solution. Compared to sugar-containing substrates, extracellular invertase activity obtained using starch-containing raw materials is three times higher. By the amount of synthesized acid, a nutrient medium based on a corn starch hydrolysate is more preferable for basic fermentation.

Введение. Для современной пищевой биотехнологии очень важны разработки по исследованию и производству ферментных препаратов.

В качестве исходного сырья для получения пищевых микроингредиентов используют отходы производства, состав которых не всегда соответствует производственным требованиям по экологическим показателям. Так, в мировом производстве лимонной кислоты распространенным сырьем является меласса, а более эффективным и более важным с экологической точки зрения является крахмалсодержащее сырье. Меласса – отход свеклосахарного производства имеет сложный и непостоянный состав. Наблюдается существенное сокращение площадей для выращивания сахарной свеклы. Требуется многостадийная подготовка мелассы к биотехнологическому процессу. Все это приводит к тому, что приходится искать новые виды сырья для микробиологического синтеза.

Биотехнологическое производство на современном этапе своего развития преимущественно ориентируется на различные виды недорогого, легкодоступного и возобновляемого сырья. К такому виду сырья можно отнести зерно злаковых культур.

В долгосрочную стратегию развития зернового комплекса Российской Федерации на 2016–2030 годы входит дальнейшее развитие переработки зерновых культур в симбиозе с микробиологической отраслью. При этом, учитывая необходимость импортозамещения, переработка зерна имеет значительный потенциал развития, что является стимулом для дальнейшего развития передовых отечественных технологий.

Следует отметить, что зерно является перспективным сырьем для биотехнологического производства пищевых микроингредиентов, которые находят все большее применение в пищевой биотехнологии.

Используя крахмалсодержащее сырье можно получать различные ингредиенты благодаря максимальному использованию возможностей микроорганизмов-продуцентов. При культивировании представителей аспергиллов на таких субстратах синтезируются кислоты (лимонная, глюконовая), которые являются пищевыми добавками, и ферменты, в частности гидролитического действия, которые пользуются значительным спросом и представляют интерес в качестве технологических вспомогательных средств, пищевых ферментов.

Наряду с лимонной кислотой на российском рынке ощутим недостаток и других отечественных пищевых микроингредиентов, которые можно получить при ферментации крахмалсодержащего сырья и которые в России не производятся, а недостаток их восполняется за счет импортных поставок.

К таким ферментам можно отнести инвертазу, которая пользуется значительным спросом и способна катализировать гидролиз углеводов в кислой среде (синонимы: β-фруктофуранозидаза, сахараза; класс гидролаз (КФ 3.2.1.26)).

Лимонную кислоту применяют в качестве подкислителя и регулятора pH пищевой системы, антиоксиданта и комплексообразователя. Инвертаза востребована в качестве вспомогательного технологического средства. Ее применяют в производстве инвертного сиропа, в хлебопечении и в кондитерской промышленности. Фермент может использоваться как антикристаллизатор при изготовлении сгущенного молока, искусственного меда, плодово-ягодных морсов, соков, экстрактов и варенья.

Для биосинтеза только одного целевого метаболита – инвертазы используют распространенный углеводный субстрат – сахарозу, содержащуюся в сахаре кристаллическом, сахаре-сырце, а также в мелассе.

Патентно-информационные исследования позволили выявить в России единичные сведения о получении в лабораторных условиях фермента путем автолитической деструкции дрожжей, обладающих инвертазной активностью с целью получения инвертного сахара. За рубежом используют штаммы дрожжей, пенициллов и аспергиллов.

Во Всероссийском научно-исследовательском институте пищевых добавок с 1998 года проводятся исследования, направленные на разработку «совмещенных» технологий, которые позволяют получать в одном технологическом процессе несколько пищевых микроингредиентов [1].

В связи с этим актуальным направлением для российской промышленности является разработка «совмещенной» технологии, которая позволит получить лимонную кислоту и инвертазу в одном технологическом процессе. С помощью нее появится возможность расширить ассортимент продукции, выпускаемой профильным предприятием и решить проблему импортозамещения.

Цель работы – исследовать способность штамма микромицета *Aspergillus niger Л-4* к синтезу инвертазы при культивировании на различных субстратах из углеводсодержащего сырья.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования являлся штамм-кислотообразователь микромицет *Aspergillus niger Л-4*, селекционированный в ВНИИПД для ферментации углеводного сырья в лимонную кислоту.

Для исследований в качестве сахарозосодержащих субстратов для основной ферментации использовали сырье – свекловичная меласса (ГОСТ 30651-2013) и сахар кристаллический (ГОСТ 21-94), в качестве источников сложных углеводов использовали крахмалсодержащее сырье – гидролизат кукурузного крахмала (ГОСТ 32159-2013) и гидролизат помола зерна ржи (РД 115-00334557-2014).

Гидролиз проводили с применением ферментных препаратов целлюлолитического и амилолитического действия.

Культивирование продуцента проводили глубинным способом в качалочных колбах вместимостью 750 см^3 в шейкере-инкубаторе Multitron (INFORS, Швейцария) при температуре 32 °С в течение 5 сут.

Углеводный состав гидролизатов (глюкоза, мальтоза, декстрины) определяли методом Зихерда-Блейера в модификации В.А. Смирнова.

Количество кислоты определяли титриметрическим методом.

Инвертазную активность определяли колориметрическим методом.

Результаты исследований. В ранее проведенных исследованиях при культивировании штамма гриба *Aspergillus niger Л-4* на среде, содержащей сахарозу и продукты ее гидролиза, была обнаружена инвертазная активность в нативном растворе (экстрацеллюлярная инвертазная активность) [2,3]. Такие многокомпонентные субстраты, как гидролизат кукурузного крахмала и гидролизат помола зерна ржи, содержат в своем составе продукты гидролиза сахарозы – глюкозу. Предположительно, гидролизат зернового помола, который помимо крахмальной фракции содержит и источники азота, макро-и микроэлементов, будет более эффективным для продуктивного синтеза инвертазы. Состав гидролизата кукурузного крахмала и гидролизата помола зерна ржи, используемого в экспериментах, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав гидролизата кукурузного крахмала и гидролизата помола зерна ржи

Наименование субстрата	Декстрозный эквивалент (ДЕ), %	Доля углеводов в сумме сахаров в гидролизатах, %		
		глюкоза	мальтоза	декстрины
Гидролизат кукурузного крахмала	15,5 ± 0,1	2,1 ± 0,1	12,3 ± 0,1	85,6 ± 0,1
Гидролизат помола зерна ржи	12,5 ± 0,1	1,8 ± 0,1	10,3 ± 0,1	87,9 ± 0,1

Изученные инвертазы аспергиллов являются, в основном, внеклеточными ферментами. В проведенных опытах из исследуемых углеводных субстратов наибольший уровень экстрацеллюлярной инвертазной активности в конце процесса (120 ч) получен при ферментации гидролизатов крахмала и гидролизатов помола зерна ржи с декстрозным эквивалентом (ДЕ) в пределах от (12,5 ± 0,1) % до (15,5 ± 0,1) %.

Данные по инвертазной активности в нативном растворе (экстрацеллюлярная), полученные в результате 5 сут. (120 ч) ферментации углеводсодержащих питательных сред штаммом микромицета *Aspergillus niger Л-4* в условиях шейкера-инкубатора, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Инвертазная активность в конце процесса ферментации (120 ч)

Наименование субстрата	Экстрацеллюлярная инвертазная активность, ед/см^3	Количество кислоты, г/колба
Меласса	0,283 ± 0,012	5,7 ± 0,2
Сахар кристаллический	0,327 ± 0,032	6,5 ± 0,3
Гидролизат кукурузного крахмала ДЕ = (12,5 ± 0,1) %	0,857 ± 0,034	7,2 ± 0,1
Гидролизат помола зерна ржи ДЕ = (15,5 ± 0,1) %	0,925 ± 0,071	4,2 ± 0,1

Экстрацеллюлярная инвертазная активность на 120 ч биотехнологического процесса в результате ферментации питательной среды на основе гидролизата кукурузного крахмала штаммом *Aspergillus niger Л-4* составила (0,857±0,034) ед/см^3 нативного раствора. При культивировании штамма *Aspergillus niger Л-4* в питательной среде на основе гидролизата помола зерна ржи показатель составил (0,925±0,071) ед/см^3 нативного раствора. По сравнению с сахарозосодержащими субстратами экстрацеллюлярная инвертазная активность, полученная с использованием крахмалсодержащего сырья, в три раза выше. По количеству синтезируемой кислоты более предпочтительна для основной ферментации питательная среда на основе гидролизата кукурузного крахмала.

В сравнительном аспекте, культура *Aspergillus caespitosus* при культивировании на крахмале на 120 ч процесса синтезирует инвертазу с активностью 0,2 ед/см^3. При ферментации отходов агропроизводств (пшеничные отруби, рисовая мезга и др.) штаммами *Aspergillus* в зависимости от углеводного источника экстрацеллюлярная инвертазная активность находилась в

пределах от 0,2 до 19,1 ед/см^3 [4]. Для штамма *Aspergillus oryzae IPT301* экстрацеллюлярная активность в конце цикла ферментации в зависимости от углеводного субстрата находилась в пределах от 0,0005 до 0,009 ед/см^3 [5].

Выводы:

Научно обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность и перспективность применения гидролизата кукурузного крахмала и гидролизата помола зерна ржи в качестве сырья для получения лимонной кислоты и инвертазы в одном биотехнологическом процессе путем микробиологического синтеза отечественным штаммом *Aspergillus niger Л-4* – промышленным продуцентом пищевых кислот. Использование крахмалсодержащего сырья является предпосылкой для обеспечения экологичности производства.

Штамм микромицета *Aspergillus niger Л-4* – продуцент лимонной кислоты обладает способностью к быстрой адаптации при изменении условий культивирования, он способен продуцировать лимонную кислоту одновременно с продуктивным синтезом инвертазы при глубинном способе культивирования на гидролизате кукурузного крахмала и гидролизате помола зерна ржи.

В России и за рубежом отсутствуют данные о получении лимонной кислоты и инвертазы в одном биотехнологическом процессе. Таким образом, разработка «совмещенной» технологии этих микроингредиентов является актуальной и полученные данные создают основу для реализации поставленной цели. Полученные экспериментальные данные являются предпосылкой для создания технологии фермента с использованием крахмалсодержащего сырья.

В связи с тем, что в долгосрочную стратегию развития зернового комплекса Российской Федерации на 2016–2030 годы входит дальнейшее развитие переработки зерновых культур в симбиозе с микробиологической отраслью, одним из решений проблемы импортозамещения является внедрение на профильное производство технологии инвертазы, продуцируемой отечественным штаммом.

Список использованных источников

1. Пат. № 2366712 РФ С 12Р7/48, С12N9/30, 9/34. Способ получения лимонной кислоты, альфа-амилазы и глюкоамилазы / Шарова Н.Ю., Позднякова Т.А., Выборнова Т.В., Кулев Д.Х. заявка № 2007125728, заявл. 06.07.2007, опубл. 10.09.2009, Бюл. 25.

2. Шарова Н.Ю. Синтез инвертазы штаммами микромицета Aspergillus niger продуцентами лимонной кислоты // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2016. – № 1 (16). – С. 60–67.

3. Принцева А.А., Шарова Н.Ю., Выборнова Т.В. Исследование инвертазной активности при изменении параметров процесса ферментации сахарозоминеральной среды и гидролизата крахмала микромицетом Aspergillus niger. Пищевые системы. 2018;1(1):19–23. DOI: 10.21323/2618-9771-2018-1-1-19-23

4. Alegre A.C.P., Moraes Polizeli M.L.T., Terenzi H.F., Jorge J.A., Guimarães L.H.S. Production of thermostable invertase by Aspergillus caespitosus under submerged or solid state fermentation using agroindustrial residues as carbon source // Brazilian Journal of Microbiology. – 2009. – V. 40. – PP. 612–662.

5. Ottoni C.A., Cuervo-Fernandez R., Piccoli R. M.Moreira R., Guilarte-Maresma B., Sabino da Silva E., Rodrigues M.F.A, Maiorano A.E. Media optimization for β-fructofuranosidase production by Aspergillus oryzae // Brazilian Journal of Chemical Engineering. – 2012. – V. 29. – № 1. – PP. 49–59.

References

1. Pat. № 2366712 RF S 12R7/48, C12N9/30, 9/34. Sposob polucheniya limonnoj kisloty`, al`fa-amilazy` i glyukoamilazy` / Sharova N.Yu., Pozdnyakova T.A., Vy`bornova T.V., Kulev D.X. zayavka № 2007125728, zayavl. 06.07.2007, opubl. 10.09.2009, Byul. 25.

2. Sharova N.Yu. Sintez invertazy` shtammami mikromiceta Aspergillus niger producentami limonnoj kisloty` // Izvestiya vuzov. Prikladnaya ximiya i biotexnologiya. – 2016. – № 1 (16). – C. 60–67.

3. Printseva A.A., Sharova N.Y., Vybornova T.V. Research of invertase activity when changing the parameters of the fermentation process sugar-mineral medium and hydrolysate of starch by the micromycete Aspergillus niger. Food systems. 2018;1(1):19–23. (In Russ.) DOI: 10.21323/2618-9771-2018-1-1-19-23

4. Alegre A.C.P., Moraes Polizeli M.L.T., Terenzi H.F., Jorge J.A., Guimarães L.H.S. Production of thermostable invertase by Aspergillus caespitosus under submerged or solid state fermentation using agroindustrial residues as carbon source // Brazilian Journal of Microbiology. – 2009. – V. 40, – PP. 612–662.

5. Ottoni C.A., Cuervo-Fernandez R., Piccoli R. M.Moreira R., Guilarte-Maresma B., Sabino da Silva E., Rodrigues M.F.A, Maiorano A.E. Media optimization for β-fructofuranosidase production by Aspergillus oryzae // Brazilian Journal of Chemical Engineering. – 2012. – V. 29. – № 1. – PP. 49–59.

УДК 636.2.034:577.29

ТЕСТИРОВАНИЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПО ДНК-МАРКЕРАМ НАСЛЕДСТВЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

*Автор: Ржанова И.В.**
Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва, e-mail: rzh.irina@mail.ru

TESTING OF CATTLE ON DNA MARKERS OF HEREDITARY DISEASES

*Author: Rzhanova I.V.**
All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Non-Alcoholic and Wine Industry – a branch of the Gorbatov's Federal Scientific Center for Food Systems of RAS, Moscow, e-mail: rzh.irina@mail.ru

Ключевые слова: мутация, наследственное заболевание, крупный рогатый скот, аллель, ДНК, ПЦР.

Keywords: mutation, hereditary disease, cattle, allele, PCR, RFLP.

Аннотация: Цель работы – провести сравнительный анализ встречаемости генетических мутаций в популяциях крупного рогатого скота Республики Татарстан. Проведены исследования по выявлению среди быков-производителей мясных пород шести генетических мутаций (*BLAD*, *CVM*, *FXID*, *GSD*, *DUMPS*, *BC*). ДНК-диагностика быков-производителей показала, что изучаемое поголовье не отягощено генетическим грузом, обусловленными вышеперечисленными мутациями. Анализ литературных данных показал, что среди голштинских и голштинизированных быков-производителей племенных предприятий Республики Татарстан выявлялись животные с такими мутациями, как *BLAD*, *CVM* и *FXID*, их встречаемость от общего поголовья в среднем составляло 2,17 %; 2,77–2,90 % и 1,40 %, соответственно.

Abstract: The purpose of the work is to conduct a comparative analysis of the occurrence of genetic mutations in cattle populations of the Republic of Tatarstan. Studies have been carried out to identify six genetic mutations among bull meat breeds (*BLAD, CVM, FXID, GSD, DUMPS, BC*). DNA diagnostics of bulls showed that the studied cattle is not burdened with genetic burden due to the above mutations. An analysis of the literature data showed that among the purebred and cross-breeding Holstein bulls of the breeding enterprises of the Republic of Tatarstan, animals with such mutations as *BLAD, CVM* and *FXID* were identified, their occurrence from the total population averaged 2.17 %; 2.77–2.90 % and 1.40 %, respectively.

Введение. Изучение проблемы скрытого генетического груза у крупного рогатого скота рассматривается в качестве перспективного приёма оздоровления генофонда племенного поголовья и повышения сохранности молодняка. При распространении наследственных мутаций наблюдается снижение жизнеспособности молодняка, продолжительности хозяйственного использования животных, их воспроизводительной способности и плодовитости, что в конечном итоге снижает рентабельность отрасли. Поэтому возросло значение проблемы контроля скрытых наследственных аномалий, особенно среди быков-производителей в племенных предприятиях.

ДНК-диагностика как технология, направленная на обнаружение причины заболевания, является наиболее объективным и информативным подходом в диагностике наследственных болезней. Одним из наиболее распространённых методов выявления генетических молекулярных маркеров наследственных заболеваний является ПЦР [1–10].

Доказано, что большее число аномалий характерно для крупного рогатого скота голштинской породы. Ассоциации голштинского скота США, Канады и Австралии советуют проводить диагностику по 4–7 наследственным рецессивным дефектам по генам *CD18*, *SLC35A3*, *F11*, *UMPS*, *ASS* и др. [10]. В настоящее время встречается и диагностируется точечная мутация в гене *PYGM* преимущественно у крупного рогатого скота породы шароле [11].

Цель работы – провести сравнительный анализ встречаемости генетических мутаций в популяциях крупного рогатого скота Республики Татарстан.

Объекты и методы исследования. Исследование проведено на выборке из 7 быков-производителей мясных пород (обрак – 2 гол., герефордская – 4 гол., лимузинская – 1 гол.) в АО «Головное племенное предприятие «Элита» Высокогорского района Республики Татарстан.

ДНК выделяли из проб крови быков, консервированной ЭДТА с применением комбинированного щелочного способа [12].

Последовательность праймеров, условия проведения ПЦР-ПДРФ и АС-ПЦР для выявления наследственных мутаций в генах *CD18* [13], *SLC35A3* [14], *F11* [15], *PYGM* [16], *UMPS* [17] и *ASS* [18] крупного рогатого скота показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Последовательность праймеров и рекомендуемые условия проведения АС-ПЦР и ПЦР-ПДРФ-анализа для идентификации генетических мутаций крупного рогатого скота

Гены	**Праймеры**	**Режимы этапа амплификации**	**Этап ПДРФ**
CD18	5′-TCCGGAGGGCCAAGGGCTA-3′ 5′-GAGTAGGAGAGGTCCATCAGGT-AGTACAGG-3′	×1: 94 °C – 4 мин.; ×40: 94 °C – 20 сек., 69 °C – 20 сек., 72 °C – 20 сек.; ×1: 72 °C – 7 мин.	*HaeIII* 37 °C
SLC35A3	5′-CACAATTTGTAGGTCTCACTGCA-3′ 5′-CGATGAAAAAGGAACCAAAAGGG-3′	×1: 94 °C – 4 мин.; ×40: 94 °C – 15 сек., 65 °C – 15 сек., 72 °C – 15 сек.; ×1: 72 °C – 7 мин.	*PstI* 37 °C
F11	5′-CCCACTGGCTAGGAATCGTT-3′ 5′-CAAGGCAATGTCATATCCAC-3′	×1: 94 °C – 4 мин.; ×30: 94 °C – 5 сек., 65 °C – 5 сек., 72 °C – 5 сек.; ×1: 72 °C – 5 мин.	нет
PYGM	5′-CCAGGAAGACCCTCATTCCA-3′ 5′-AGGGAAACACACACACAG-3′	×1: 94 °C – 4 мин.; ×40: 94 °C – 5 сек., 67 °C – 5 сек., 72 °C – 5 сек.; ×1: 72 °C – 5 мин.	*ErhI* 37 °C
UMPS	5′-GCAAATGGCTGAAGAACATTCTG-3′ 5′-GCTTCTAACTGAACTCCTCGAGT-3′	×1: 94 °C – 4 мин.; ×40: 94 °C – 5 сек., 58 °C – 5 сек., 72 °C – 5 сек.; ×1: 72 °C – 5 мин.	*Ama87I* 37 °C
ASS	5′-GTGTTCATTGAGGACATC-3′ 5′-CCGTGAGACACATACTTG-3′	×1: 94 °C – 4 мин.; ×40: 94 °C – 10 сек., 60 °C – 10 сек., 72 °C – 10 сек.; ×1: 72 °C – 5 мин.	*Bme18I* 37 °C

Результаты исследований. *BLAD*-мутация (дефицит адгезии лейкоцитов) – это нарушения, обусловленные мутацией в гене *CD18* и проявляющиеся подавлением клеточного иммунитета. У телят, несущих в своём генотипе рецессивный аллель по гену *CD18*, снижается иммунитет к бактериальным и вирусным возбудителям инфекционных болезней, задерживается рост. Как правило, телята гибнут в возрасте 3–7 мес. от инфекций пищеварительной и дыхательной системы [2–4, 10, 13].

CVM-мутация (комплексный порок позвоночника) – это нарушения, обусловленные мутацией в гене *SLC35A3*. У телят, несущих в своём геноме рецессивный аллель по гену *SLC35A3*, укороченная шея, деформация позвоночника, сколиоз, деформация суставов конечностей, пороки сердца и общая недоразвитость. Наряду с этим, 25 % стельностей, при спаривании носителей данной мутации завершаются абортами или рождением мёртвых телят [3, 8, 10, 14].

FXID-мутация (дефицит фактора XI) – это нарушения, обусловленные мутацией в гене *F11* и проявляющиеся нарушением свёртываемости крови. У животных, несущих в своём генотипе рецессивный аллель по гену *F11*, при обезроживании и кастрации отмечают продолжительные

кровотечения. Отелившиеся коровы имеют молоко с примесью крови, длительные кровотечения из пуповины. Наряду с этим, снижаются воспроизводительные качества у животных [6, 8, 15].

GSD-мутация (дефицит миофосфорилазы) – это нарушения, обусловленные мутацией в гене *PYGM* и проявляющиеся гликогеновой болезнью V типа. У животных, несущих в своём геноме рецессивный аллель по гену *PYGM*, непереносимость физических нагрузок, миалгия и повторяющаяся миоглобинурия [6, 8, 16].

DUMPS-мутация (дефицит активности фермента уридин-монофосфат-синтетазы) – это нарушения, обусловленные мутацией в гене *UMPS* и проявляющиеся нарушением синтеза нуклеиновых кислот и мегабластозами. Также у животных, несущих в своём генотипе рецессивный аллель по гену *UMPS*, нарушается функционирование нервной системы [5, 17].

BC-мутация (энзиматический дефект в цикле биосинтеза мочевины) – это нарушения, обусловленные мутацией в гене *ASS* и проявляющиеся цитрулинемией. У животных, несущих в своём геноме рецессивный аллель по гену *ASS*, появляется аммониемия и неврологические симптомы. Новорождённые телята после первого кормления погибают в течение первых нескольких дней жизни [5, 18].

Наши исследования показали, что в изучаемой популяции, представленной быками-производителями мясных пород, не выявлено особей носителей в гомозиготном и гетерозиготном состоянии аномальных аллелей генетических дефектов (*BLAD*, *CVM*, *FXID*, *GSD*, *DUMPS*, *BC* мутации).

Схожие результаты исследований других популяций крупного рогатого скота Республики Татарстан показали, что среди быков чистопородных и помесных по голштинской породе, коров голштинизированной чёрно-пёстрой породы, бычков и коров холмогорской породы татарстанского типа, животных, имеющих в геноме мутантные аллели и генотипы *BLAD*, *GSD*, *DUMPS*, *BC* мутаций, не обнаружено [2–6, 8–9].

Однако имеются и другие результаты, показывающие о наличии в татарстанских стадах крупного рогатого скота *BLAD*, *CVM*, *FXID* мутаций. Так, среди быков-производителей голштинских и голштинизированных пород племенных предприятий Российской Федерации, включая Приволжский округ и Республику Татарстан, встречаемость животных с мутантными генотипами составила 2,17 % по *BLAD*-мутации [10], 2,77–2,90 % по *CVM*-мутации [8, 10], 1,40 % по *FXID*-мутации [8], соответственно.

Выводы:

Мониторинг генетического груза в популяциях крупного рогатого скота разных пород является важным отправным этапом селекции. Исследования в данном направлении позволяют исключить негативное влияние генетических мутаций, повысить жизнеспособность потомства на разных этапах развития и в целом повысить экономическую эффективность отрасли. При выявлении у животных носительства аллелей и генотипов летальных мутаций, необходимо исключать данных особей из разведения.

Список использованных источников

1. Русакова, Б.П. Генетические аномалии крупного рогатого скота / Б.П. Русакова. – Материалы II международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Молодёжная наука: вызовы и перспективы». – Т. I. Макеевка: ГОУ ВПО Донбасская аграрная академия, 2019. – С. 88–92.

2. Ахметов, Т.М. Генотипирование коров по локусам каппа-казеина, бета-лактоглобулина и BLAD-мутации / Т.М. Ахметов, С.В. Тюлькин, Э.Ф. Валиуллина // Ученые записки Казанской ГАВМ. – 2011. – Т. 205. – С. 11–17.

3. Ахметов, Т.М. Использование ДНК-маркеров в диагностике наследственных мутаций у крупного рогатого скота и свиней / Т.М. Ахметов, С.В. Тюлькин, Ф.М. Нургалиев, Р.Р. Вафин // Ученые записки Казанской ГАВМ. – 2012. – Т. 210. – С. 7–13.

4. Зиннатова, Ф.Ф. Анализ родительского индекса ремонтных бычков и генотипирование их по генам каппа-казеина (CSN3), жирномолочности (DGAT1) и BLAD / Ф.Ф. Зиннатова, А.М. Алимов, Ф.Ф. Зиннатов // Ученые записки Казанской ГАВМ. – 2011. – Т. 206. – С. 81–85.

5. Тюлькин, С.В. Идентификация генетических мутаций DUMPS и BC у быков-производителей / С.В. Тюлькин, Т.М. Ахметов, Р.Р. Вафин // Ученые записки Казанской ГАВМ. – 2013. – Т. 216. – С. 329–333.

6. Тюлькин, С.В. Идентификация генетических мутаций GSD и FXID у быков-производителей / С.В. Тюлькин, И.И. Хатыпов, Т.М. Ахметов, Р.Р. Вафин // Ученые записки Казанской ГАВМ. – 2014. – Т. 218 (2). – С. 266–271.

7. Тюлькин, С.В. Идентификация мутаций генов *MSTN* и *RYR1*, связанных с мясной продуктивностью животных / С.В. Тюлькин, Ф.М. Нургалиев, Т.М. Ахметов, Р.Р. Вафин. – Материалы всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы научного и кадрового обеспечения инновационного развития АПК». Ученые записки КГАВМ. – Казань, 2012. – Т. 212. – С. 390–395.

8. Тюлькин, С.В. Применение ДНК-диагностики для выявления рецессивных мутаций у сельскохозяйственных животных / С.В. Тюлькин, И.И. Гиниятуллин, Т.М. Ахметов, Л.А. Рахматов, Ф.М. Нургалиев, Р.Р. Вафин. – сборник трудов VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – М., 2014. – Т. 2. – С. 524–525.

9. Шайдуллин, Р.Р. Характер распространения летальных генов у молочного скота / Р.Р. Шайдуллин, Т.Х. Фаизов, А.С. Ганиев // Ученые записки Казанской ГАВМ. – 2015. – Т. 222 (2). – С. 242–245.

10. Эрнст, Л.К. Характеристика региональных популяций быков-производителей по генам наследственных заболеваний / Л.К. Эрнст, Е.А. Гладырь, П.В. Горелов, Е.А. Демидова, Р.Р. Шайдуллин, Т.Х. Фаизов, Г.С. Шарафутдинов, Ф.С. Сибагатуллин, Н.А. Зиновьева // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 10. – С. 28–30.

11. Citek, J. Genotyping glycogen storage disease type II and type V in cattle reared in the Czech Republic / J. Citek, V. Rehout, L. Vecerek, J. Hajkova // Journal of veterinary medicine series A. – 2007. – V. 54. – PP. 257–259.

12. Вафин, Р.Р. Оптимизация способов генотипирования крупного рогатого скота по гену каппа-казеина / Р.Р. Вафин, Т.М. Ахметов, Э.Ф. Валиуллина, О.Г. Зарипов, С.В. Тюлькин // Ветеринарная практика. – 2007. – № 2 (37). – С. 54–69.

13. Greer, C.R. PCR amplification from paraffin embedded tissues: Effects of fixative and fixation times / C.R. Greer, S.L. Peterson, N.B. Kiviat, M.M. Manos // American Journal of Clinical Pathology, 1991. – V. 95. – PP. 117–124.

14. Avanus, K. Comparison of allele-specific PCR, created restriction-site PCR, and PCR with primer-introduced restriction analysis methods used for screening complex vertebral malformation carriers in Holstein cattle / K. Avanus, A. Altinel // J. Vet. Sci. – 2017. – V. 18 (4). – PP. 465–700.

15. Marron, B.M. Identification of a mutation associated with factor XI deficiency in Holstein cattle / B.M. Marron, J.L. Robinson, P.A. Gentry, J.E. Beever // Anim. Genet. – 2004. – V. 35. – PP. 454–456.

16. Soethout, E.C. A direct StyI polymerase chain reaction – restriction fragment length polymorphism (PCR-RFLP). Test for the myophosphorylase mutation in cattle / E.C. Soethout, E.L.C. Verkaar, G.H. Jansen // Journal of Veterinary Medicine Series A, Physiology Pathology Clinical Medicine. – 2002. – V. 49 (6). – PP. 289–290.

17. Shanks, R.D. Deficiency of uridine monophosphate synthase among Holstein cattle / R.D. Shanks, J.L. Robinson // Cornell. Vet. – 1990. – V. 80. – PP. 119–122.

18. Dennis, J.A. Molecular definition of argininocuc-cinate synthetase deficiency // J.A. Dennis, P.J. Healy, A.L. Beaudet, W.E. O'Brien // Proc. of the Nat. Academy of Sci. of the United States of America. – 1989. – V. 86. – PP. 7947–7951.

References

1. Rusakova BP. Geneticheskie anomalii krupnogo rogatogo skota [Genetic anomalies of cattle]. Materialy` II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov i molody`x uchyony`x «Molodyozhnaya nauka: vy`zovy` i perspektivy`» [Materials of the II international scientific-practical conference of students, postgraduates and young scientists «Youth science: challenges and prospects»]. – T. I. Makeevka: GOU VPO Donbasskaya agrarnaya akademiya; 2019. PP. 88–92. (In Russ.).

2. Axmetov T.M., Tyul`kin S.V., Valiullina E.F. Genotipirovanie korov po lokusam kappa-kazeina, beta-laktoglobulina i BLAD-mutacii [Studying of genotypes cows on loci kappa-casein, beta-lactoglobulin and BLAD-mutation]. Ucheny`e zapiski Kazanskoj GAVM [Scientific notes Kazan AVM]. 2011; 205: 11–17. (In Russ.).

3. Axmetov T.M., Tyul`kin S.V., Nurgaliev F.M., Vafin R.R. Ispol`zovanie DNK-markerov v diagnostike nasledstvenny`x mutacij u krupnogo rogatogo skota i svinej [Use of DNA markers in diagnosis of hereditary mutations at the cattle and pigs]. Ucheny`e zapiski Kazanskoj GAVM [Scientific

notes Kazan AVM]. 2012; 210: 7–13. (In Russ.).

4. Zinnatova F.F., Alimov A.M., Zinnatov F.F. Analiz roditel`skogo indeksa remontny`x by`chkov i genotipirovanie ix po genam kappa-kazeina (CSN3), zhirnomolochnosti (DGAT1) i BLAD [Analysis of the parent index bulls and genotyping them on genes kappa-casein (CSN3), fat content (DGAT1) and BLAD]. Ucheny`e zapiski Kazanskoj GAVM [Scientific notes Kazan AVM]. 2011; 206: 81–85. (In Russ.).

5. Tyul`kin S.V., Axmetov T.M., Vafin R.R. Identifikaciya geneticheskix mutacij DUMPS i BC u by`kov-proizvoditelej [Identification of DUMPS and BC genetic mutations in stud bulls]. Ucheny`e zapiski Kazanskoj GAVM [Scientific notes Kazan AVM]. 2013; 216: 329–333. (In Russ.).

6. Tyul`kin S.V., Xaty`pov I.I., Axmetov T.M., Vafin R.R. Identifikaciya geneticheskix mutacij GSD i FXID u by`kov-proizvoditelej [Identification of GSD and FXID genetic mutations in stud bulls]. Ucheny`e zapiski Kazanskoj GAVM [Scientific notes Kazan AVM]. 2014; 218 (2): 266–271. (In Russ.).

7. Tyul`kin S.V., Nurgaliev F.M., Axmetov T.M., Vafin R.R. Identifikaciya mutacij genov MSTN i RYR1, svyazanny`x s myasnoj produktivnost`yu zhivotny`x [Identification mutations of genes MSTN and RYR1 the animals connected with meat efficiency]. Materialy` vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Aktual`ny`e problemy` nauchnogo i kadrovogo obespecheniya innovacionnogo razvitiya APK». Ucheny`e zapiski KGAVM [Materials of the all-Russian scientific and practical conference «Actual problems of scientific and personnel support of innovative development of AIC». Scientific notes Kazan AVM]. 2012; 212: 390–395. (In Russ.).

8. Tyul`kin S.V., Giniyatullin I.I., Axmetov T.M., Raxmatov L.A., Nurgaliev F.M., Vafin R.R. Primenenie DNK-diagnostiki dlya vy`yavleniya recessivny`x mutacij u sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x [Application of DNA diagnostics to detect recessive mutations in farm animals]. sbornik trudov VIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodny`m uchastiem [proceedings of the VIII all-Russian scientific and practical conference with international participation]. M.; 2014. 2: 524–525. (In Russ.).

9. Shajdullin R.R., Ganiev A.S., Faizov T.X. Xarakter rasprostraneniya letal`ny`x genov u molochnogo skota [Character distribution lethal genes in dairy cattle]. Ucheny`e zapiski Kazanskoj GAVM [Scientific notes Kazan AVM]. 2015; 222 (2): 242–245. (In Russ.).

10. E`rnst L.K., Glady`r` E.A., Gorelov P.V., Demidova E.A., Shajdullin R.R., Faizov T.X., et al. Xarakteristika regional`ny`x populyacij by`kov-proizvoditelej po genam nasledstvenny`x zabolevanij [The characteristics of regional populations of breeding bulls for genes of heredity disease]. Dostizheniya nauki i texniki APK [Achievements of science and technology of AIC]. 2011; 10: 28–30. (In Russ.).

11. Citek J., Rehout V., Vecerek L., Hajkova J. Genotyping glycogen storage disease type II and type V in cattle reared in the Czech Republic. Journal of veterinary medicine series A. 2007; 54: 257–259. DOI: https://doi.org/doi:10.1111/j.1439-0442.2007.00931.x.

12. Vafin R.R., Axmetov T.M., Valiullina E`.F., Zaripov O.G, Tyul`kin S.V.. Optimizaciya sposobov genotipirovaniya krupnogo rogatogo skota po genu kappa-kazeina [An optimization of cattle genotyping means by kappa-casein gene]. Veterinarnaya praktika [Veterinary practice]. 2007; 2 (37): 54–69. (In Russ.).

13. Greer C.R., Peterson S.L., Kiviat N.B., Manos M.M. PCR amplification from paraffin embedded tissues: Effects of fixative and fixation times. American Journal of Clinical Pathology. 1991; 95: 117–124.

14. Avanus K, Altinel A. Comparison of allele-specific PCR, created restriction-site PCR, and PCR with primer-introduced restriction analysis methods used for screening complex vertebral malformation carriers in Holstein cattle. J. Vet. Sci. 2017; 18 (4): 465–700. DOI: https://doi.org/10.4142/jvs.2017.18.4.465.

15. Marron B.M., Robinson J.L., Gentry P.A., Beever J.E. Identification of a mutation associated with factor XI deficiency in Holstein cattle. Anim. Genet. 2004; 35: 454–456.

16. Soethout E.C., Verkaar E.L.C., Jansen G.H. A direct StyI polymerase chain reaction – restriction fragment length polymorphism (PCR-RFLP). Test for the myophosphorylase mutation in cattle. Journal of Veterinary Medicine Series A, Physiology Pathology Clinical Medicine. 2002; 49 (6): 289–290.

17. Shanks R.D., Robinson J.L. Deficiency of uridine monophosphate synthase among Holstein cattle. Cornell. Vet. 1990; 80: 119–122.

18. Dennis J.A., Healy P.J., Beaudet A.L., O'Brien W.E. Molecular definition of argininocuccinate synthetase deficiency. Proc. of the Nat. Academy of Sci. of the United States of America. 1989; 86: 7947–7951.

УДК 66.06

УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННОЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ СЫВОРОТКИ ИЗ КОРОВЬЕГО И КОЗЬЕГО МОЛОКА

Автор: Родионов Д.А.[1]*
Научный руководитель: Лазарев С.И.[1] – Д.т.н., профессор
Научный руководитель: Полянский К.К[2]. – Д.т.н., профессор
**1. ФГБОУ ВО Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, e-mail: dimok-407@mail.ru*
2. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

ULTRAFILTRATION CONCENTRATION OF WHEY FROM COW'S AND GOAT'S MILK

*Author: Dmitry. A. Rodionov.[1 *]*
Scientific adviser: Sergey .I. Lazarev[1] Dr. tech. sc., Prof.
Scientific adviser: Konstantin K. Polyansky[2] Dr. tech. sc., Prof.
1. FSBEI HE Tambov State Technical University, Tambov, e-mail: dimok-407@mail.ru
2. Voronezh branch of FSBEI HE "REU named after G. V. Plekhanov, Voronezh

Ключевые слова: мембрана, ультрафильтрация, молочная сыворотка, концентрирование.
Keywords: membrane, ultrafiltration, whey, concentration.

Аннотация: В данной работе проводились исследования по концентрированию молочной сыворотки. Исследуемая сыворотка была получена из коровьего и козьего молока. В работе представлен общий вид и технологическая схема установки трубчатого типа. В качестве рабочих элементов мембранной установки выступали ультрафильтрационные мембраны трубчатого типа. После проведенных исследований были построены и проанализированы зависимости удельного выходного потока от коэффициента задержания. На основе графических зависимостей было отмечено снижение коэффициента задержания при увеличении выходного удельного потока. Такая картина образуется вследствие образовавшихся пограничных слоев из белка и жира, что является причиной закупорки пор.

Abstract: In this work, studies were conducted on the concentration of whey. The test whey was obtained from cow and goat milk. The paper presents a general view and a flow diagram of a tubular type installation. Tubular type ultrafiltration membranes acted as working elements of the membrane installation. After the studies, the dependences of the specific output stream on the retention coefficient were constructed and analyzed. Based on the graphical dependencies, a decrease in the retention coefficient was noted with an increase in the output specific flow. This pattern is formed due to the formation of boundary layers of protein and fat, which is the reason for the clogging of pores.

Введение. При переработке молока в сыр образуется достаточное количество молочной сыворотки. Для получения 1 килограмма сыра требуется примерно 10–12 литров молока, соответственно все остальное переходит в сыворотку. Чаще всего сыворотку никак не используют т.к. она относится к скоропортящимся продуктам. По этой причине молочную сыворотку сливают в сточные воды, это экологически опасно из-за высокой биологической активности сыворотки, но и экономически нерентабельно. Так как при производстве сыра часть полезных веществ переходит в сыворотку, из этого можно сделать вывод, что полезные вещества можно извлечь, например, с помощью мембран. Мембранная технология позволяет сконцентрировать такие вещества как белок.

Объекты и методы исследования. Для исследований применялись молочная сыворотка после производства сыра из коровьего и козьего молока. В таблице 1 показан процент перехода вещества из молока в сыворотку.

Таблица 1. Распределение компонентов молока [1, 2].

Компонент	Переход в сыр, %	Переход в сыворотку, %	Потери, %
Молоко коровье			
Сухие вещества	48,5	48,5	3,0
Белки	76,0	22,0	2,0
Жир	86,0	10,0	4,0
Лактоза	5,0	92,0	3,0
Молоко козье			
Сухие вещества	48,0	48,0	4,0
Белки	71,5	25,5	3,0
Жир	51,6	48,2	2,0
Лактоза	6,0	92,0	2,0

Для эффективного концентрирования были использованы трубчатые мембранные элементы. Эксперименты проводились на полупромышленной установке трубчатого типа. Общий вид установки и технологическая схема представлены на рисунках 1 и 2.

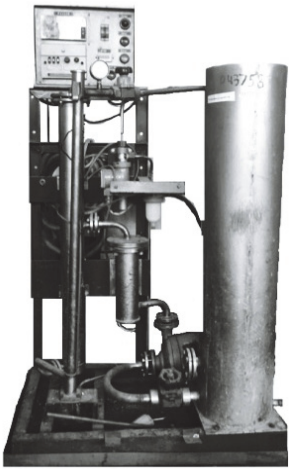


Рисунок 1 – Общий вид полупромышленной установки трубчатого типа

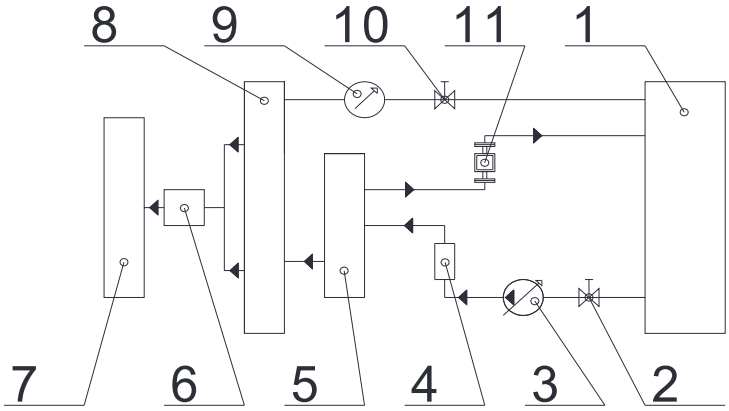


Рисунок 2 – Технологическая схема полупромышленной установки трубчатого типа:
1 – исходная емкость; 2 – вентиль; 3 – центробежный насос; 4 – фильтр грубой очистки; 5 – ресивер; 6 – отстойник, 7 – емкость для пермеата, 8 – мембранная ячейка, 9 – манометр, 10 – вентиль, 11 – ротаметр

Установка работает следующим образом. Исходную емкость (1) заполняют исследуемым раствором объемом не менее 10 л, далее с помощью вентиля (2) подаем на центробежный насос (3) исследуемый раствор, после чего раствор направляется в фильтр предварительной очистки (4), после заполняется ресивер (5), затем раствор направляется в мембранную ячейку трубчатого типа (8), после разделения раствора, пермеат проходит через отстойник (6) и собирается в емкости для пермеата (7), сконцентрированный раствор отправляется обратно в исходную емкость, проходя через манометр (9), регулировка давления происходит за счет вентиля (10), а расход концентрата производится с помощью электрического ротаметра (11).

После проведенных исследований концентрации растворенного вещества определялись методом формального титрования [3].

Исходя из полученных экспериментально значений концентраций растворенного вещества в пермеате и в исходных растворах в полупромышленной установки, рассчитывали коэффициент задержания по формуле:

$$R = 1 - \frac{C_{\text{пер}}}{C_{\text{исх}}}, \qquad (1)$$

где $C_{пер}$ – концентрация растворенного вещества в пермеате, кг/м^3; $C_{исх}$ – концентрация растворенных веществ в исходных промывных водах, кг/м^3.

Величину выходного удельного потока ультрафильтрационной очистки промывных вод определяли по формуле:

$$J = V/\left(F_м \tau\right), \tag{2}$$

где V – объем пермеата, м^3; $F_м$ – рабочая площадь мембраны, м^2; τ – время проведения экспериментальных исследований, с.

Результаты исследований. После проведенных исследований были получены значения коэффициента задержания и выходного удельного потока по формулам (1) и (2). На основании результатов данных формул были построены зависимости, представленные на рисунке 3.

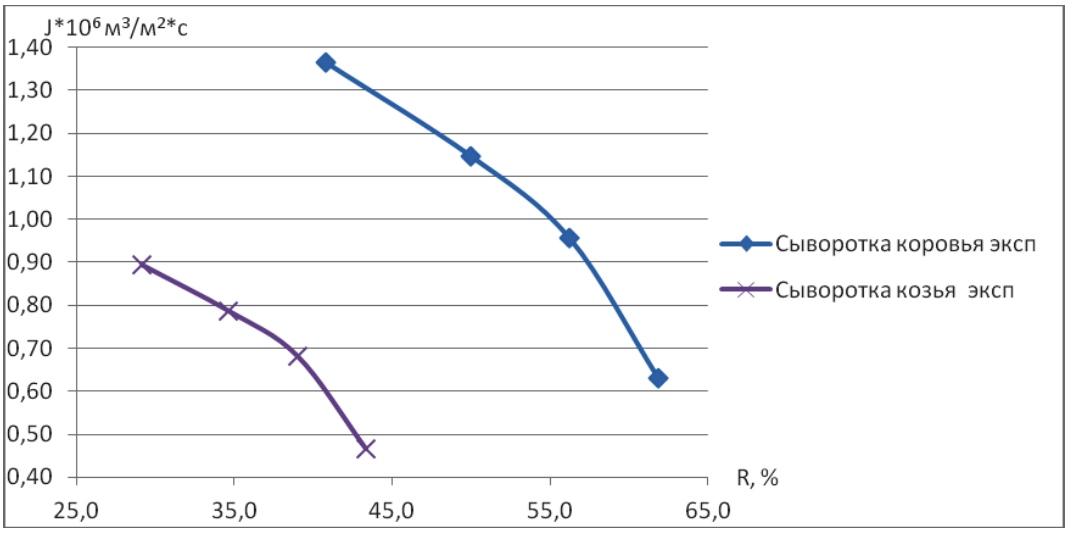


Рисунок 3 – Зависимости выходного удельного потока (J, м^3/м^{2}с) от коэффициента задержания (R) растворенных веществ для ультрафильтрационной мембраны

Как видно из рисунка 3, коэффициент задержания у сыворотки из козьего молока значительно ниже, причиной этому является более жирная структура сыворотки и образование более прочных пограничных слоев. Также из-за большей жирности козьей сыворотки происходит закупорка пор мембран, что сказывается на уменьшении выходного удельного потока по сравнению с сывороткой из коровьего молока.

При концентрировании сыворотки из коровьего молока, мы наблюдали следующую картину: с увеличением выходного удельного потока значительно уменьшился коэффициент задержания, примерно на 20 %, причиной этому является образовавшиеся в околомембранных слоях пограничные слои из жира и белка, что препятствует прохождения молекул белка сквозь поры мембраны.

Выводы:

1) Молочную сыворотку сливать в сточные воды не только экологически опасно но и нерентабельно, так как в ней остается достаточно много полезных веществ.

2) При концентрировании молочной сыворотки с применением мембранных технологий следует, что с увеличением выходного удельного потока снижается коэффициент задержания, а значит, следует подбирать оптимальные параметры потока. На снижение коэффициента задержания влияет высокая жирность сыворотки, которая тоже способствует закупорки пор мембран.

Список использованных источников

1. Догарева Н.Г. Безотходные технологии в молочной промышленности [Текст] / Н.Г. Догарева. – Оренбургский Государственный Университет, 2011. – С. 167.

2. Храмцов, А.Г. Феномен молочной сыворотки [Текст] / А.Г. Храмцов. – Спб.: Профессия, 2011. – 804 с.
3. ГОСТ 25179-2014. Молоко и молочные продукты. Методы определения мессовой доли белка. – Москва: Стандартинформ, 2015. – 16 с.

References
1. Dogareva N.G. Non-waste technologies in the dairy industry [Text] / N.G. Dogareva. – Orenburg State University, 2011 .– S. 167.
2. Khramtsov, A.G. The phenomenon of whey [Text] / A.G. Khramtsov. – St. Petersburg: Profession, 2011. – 804 p.
3. GOST 25179-2014. Milk and dairy products. Methods for determining the mass fraction of protein. – Moscow: Standartinform, 2015. – 16 p.

УДК 637.04

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛАКТАТА КАЛИЯ И ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА НА ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЯСА КУР

Авторы: к.т.н. Росликов Д.А. Дмитриенко И.С.
Научный руководитель: Махонина В.Н. – кандидат технических наук
ВНИИПП, р/п Ржавки, roslikovdanil@yandex.ru

Study of the effect of potassium lactate and enzyme preparation on the change of functional, technological and structural and mechanical properties of chicken meat

Authors: Danil A. Roslikov Dmitrienko Irina S.
Scientific adviser: Makhonina V.N. – Ph.D.
VNIIPP, r/p Rzhavki, roslikovdanil@yandex.ru

Ключевые слова: мясо кур, посол, лактат калия, ферментный препарат, функционально-технологические и структурно-механические свойства, колбасный фарш.
Keywords: chicken meat, Salted, potassium lactate, enzyme preparation, functional-technological and structural-mechanical properties, sausage stuffing.

Аннотация: В статье приведены данные по влиянию лактата калия и ферментного препарата экзогенного действия на изменение функционально-технологических (ФТС) и структурно-механических свойств (СМС) мяса кур с выбором оптимальных параметров ведения процесса созревания. Показана эффективность их использования для достижения необходимых характеристик исследуемого сырья.
Abstract: The article presents data on the effect of potassium lactate and exogenous enzyme preparation on the change of functional and technological properties (FCS) and structural and mechanical properties (SMS) of chicken meat with the choice of optimal parameters of the maturation process. The efficiency of their use to achieve the necessary characteristics of the studied raw materials is shown.

Введение. На современном этапе совершенствования технологии производства птицепродуктов проблема повышения эффективности использования сырьевых ресурсов особо волнует специалистов отрасли. Актуальность эта проблема приобрела в связи с увеличением объема производства мяса кур, что обуславливает максимальное их использование для изготовления колбасных изделий. Во всем мире птицепереработчики большое внимание уделяют проблеме обеспечения населения полноценными продуктами питания высокой пищевой (ПЦ) и биологической (БЦ) ценностью при одновременном сохранении качественных характеристик продуктов с возможной заменой более дорогостоящего мясного сырья другими, более дешевыми компонентами.

Хотя мясо кур является полноценным белковым продуктом (в среднем 20–21 % по тушке), его использование в производстве широкого ассортимента мясопродуктов ограничено в связи со специфичностью морфологического строения – повышенного содержания соединительной ткани и грубой волокнистости мышечной ткани по сравнению с мясом цыплят-бройлеров.

В настоящее время в мясо- и птицеперерабатывающей отрасли применяются различные способы, направленные на интенсификацию процесса посола сырья с улучшением его технологических свойств. Широкое распространение за последнее время получило применение лактатов натрия и калия, которые применяется не только в качестве консервантов, но и добавок, влияющих на изменение консистенции сырья. Использование солей молочной кислоты при посоле оказывает большое влияние на снижение прочности структуры куриного мяса. Проникая в мышечные волокна, лактаты, наряду с поваренной солью, вызывают деструктивные изменения в клетках [1].

Помимо солей органических кислот ускорить процесс созревания мяса кур можно при помощи ферментативной модификации. Необходимость обработки такого сырья протеолитическими ферментными препаратами обусловлена относительно низкой концентрацией внутриклеточных ферментов, способных в значительной степени повлиять на разрыхляемость соединительной ткани. При выборе того или иного препарата важное значение имеет их коллагеназная активность, так как большинство ферментов не способны гидролизовать нативный коллаген [2, 3, 4].

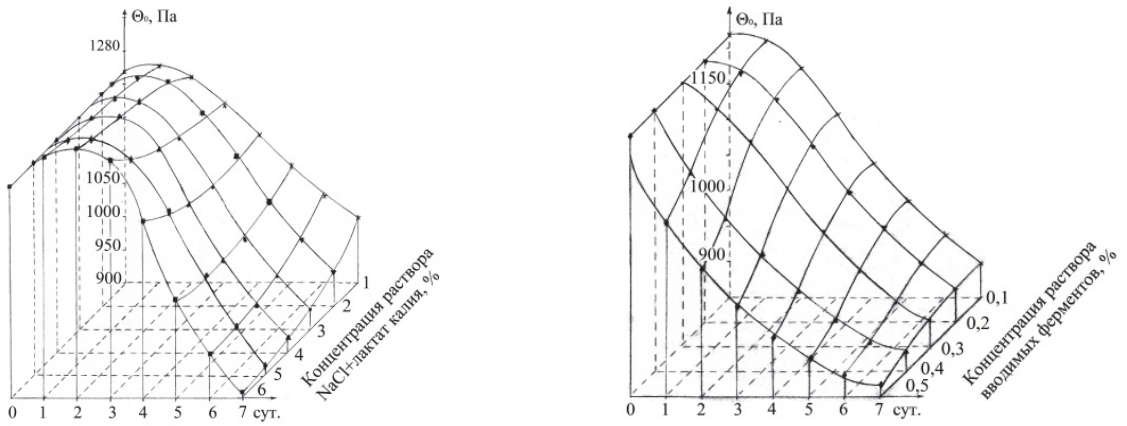
В настоящее время для размягчения мясного сырья широкое распространение получили ферментные препараты микробиологического происхождения. Одним из перспективных направлений для интенсификации процесса посола мясного сырья с улучшением его качественных характеристик может служить применение ферментных препаратов на основе продуктов жизнедеятельности микрофлоры. Эти ферментные препараты эффективно воздействуют на соединительную ткань мясного сырья, проявляют активность при температурах 4–18 °С в широком интервале pH среды. Исследователями установлено, что применение ферментного препарата микробного происхождения оказывает положительное влияние на формирование основных качественных характеристик готового продукта. При воздействии ферментного препарата микробиального происхождения увеличивается ВСС мясного сырья на 14–20 %, развариваемость коллагена повышается на 20–30 %, а работа резания уменьшается на 8–40 %. Готовые колбасы характеризуются высокими органолептическими свойствами, что особенно актуально для изделий, изготовленных из мяса с повышенным содержанием соединительной ткани [5, 6].

На основании вышесказанного, правильно подобранные в нужных концентрациях ферментные препараты для обработки мяса с повышенным содержанием соединительной ткани способствуют улучшению его технологических свойств, что позволяет увеличить сырьевую базу для производства мясных продуктов, исключить необходимость проведения тщательной жиловки и снизить количество отходов производства. Использование в технологии мясных продуктов ферментации позволяет более рационально и полно использовать низкосортное мясное сырье, что обуславливается как экономическими аспектами, так и необходимостью создания экологически безопасных, малоотходных технологий [3]. В настоящей работе использовали экзогенные протеолитические ферменты, которые частично гидролизуя пептидные связи, способствуют повышению растворимости белков актомиозинового комплекса и увеличению продуктов их расщепления.

Объекты и методы исследования. Исследования влияния разных концентраций рассола на изменение ФТС и СМС в процессе посола в течение 7 суток определяли стандартными методами по изменению напряжения пенетрации и ВСС в зависимости от концентрации соли и лактата калия, а также соли и ферментного препарата. Рассолы готовили из следующих компонентов (%/100 г): вода, поваренная соль с лактатом калия (от 1 % до 6 % в одинаковом соотношении) и вода, поваренная соль с ферментным препаратом (1 % и 0,1 %, 2 % и 0,2 % …5 % и 0,5 % соответственно).

Рассол в разных процентных соотношениях составных компонентов инъецировали с последующим массированием в течение 10–30 мин до равномерного распределения и наиболее полного поглощения его мясом. После этого сырье помещали в камеру охлаждения при температуре 4,5±0,5 °С. Через каждые сутки образцы направляли на исследование ФТС и СМС для определения оптимальных параметров проведения процесса.

Результаты исследований. Полученные данные по изменению напряжения пенетрации сырья из куриного мяса в зависимости от концентрации лактата калия и поваренной соли свидетельствуют о том, что с увеличением его концентрации от 1 % до 6 % происходит постепенное снижение этого показателя в интервале от 1205 Па до 910 Па. Добавление поваренной соли в смеси с лактатом калия с увеличением их концентрации от 1 % до 6 % незначительно увеличивает напряжение пенетрации, а с увеличением длительности посола происходит снижение этого показателя, что свидетельствует, по-видимому, о набухании мышечных волокон и созревании мясного сырья, улучшении его ФТС и СМС. Воздействие поваренной соли совместно с лактатом калия на куриное мясо при посоле в течение 2-х суток и увеличении концентрации солей приводит к незначительному увеличению напряжения пенетрации: для кускового мяса от 2 % до 6 %, на третьи сутки и концентрации смеси солей от 4 % до 6 % увеличение составит от 0,3 % до 2,5 %, при других условиях посола происходит уменьшение напряжения пенетрации от 2 % до 25 % (рисунок 1 *а*).



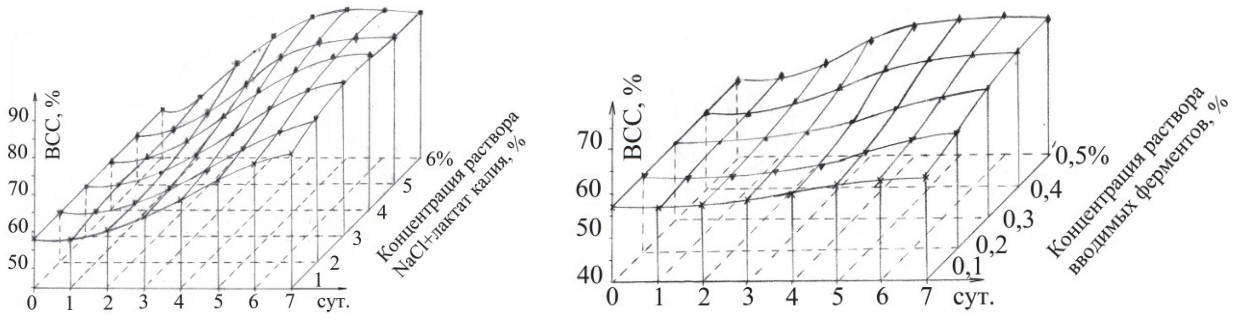
а *б*

Рисунок 1 – Изменение напряжения пенетрации куриного кускового мяса в зависимости от концентрации соли и лактата калия (а) и концентрации соли и ферментного препарата (б)

При посоле сырья с использованием ферментного препарата происходит расщепление на белки меньшей молекулярной массы, при этом наблюдается понижение напряжения пенетрации и, как следствие, улучшение его функционально-технологических свойств. Увеличение длительности посола и концентрации раствора напряжение пенетрации по сравнению с контролем значительно уменьшается: в течение 1-х суток при концентрации фермента 0,5 % от 10 % до 28,5 % (рисунок 1 *б*).

Результаты исследований по изменению ВСС кускового мяса в зависимости от концентрации лактата калия и поваренной соли свидетельствуют о том, что при обработке этого сырья смесью солей в зависимости от длительности посола и 1 %-ной концентрации ВСС увеличивается на 6,7 %, а при обработке 6 %-ной концентрации ВСС увеличивается на 11,3 %. С увеличением длительности посола до 7-и суток ВСС мяса при добавлении смеси солей от 1 %-ной до 6 %-ной концентрации этот показатель по сравнению с контролем увеличивается на 47 %, на 4-е сутки посола показатель увеличивается на 58 %, а затем снижается до 52 %, что свидетельствует о благоприятном воздействии смеси солей на данный показатель при посоле длительностью до 4-х суток (рисунок 2*а*)

При обработке куриного кускового мяса ферментным препаратом в смеси с поваренной солью ВСС сырья в течение первых суток при 0,1 %-ной концентрации увеличивается примерно на 2 %, а при 0,5 %-ной концентрации – на 5,5 %, а на 7-е сутки посола при 0,1 %-ной концентрации показатель увеличивается почти на 15,5 %, а при 0,5 %-ной концентрации ВСС увеличивается на 27,5 %, что свидетельствует о положительном влиянии фермента на повышение ФТС сырья (рисунок 2*б*)



а *б*

Рисунок 2 – Изменение ВСС куриного кускового мяса в зависимости от концентрации соли и лактата калия (а) и концентрации соли и ферментного препарата (б)

Выводы:

Полученные результаты исследований изменения консистенции куриного мясного сырья под влиянием различных параметров посола позволяют оценивать качественные показатели колбасных фаршей, а также определить направление исследований по определению напряжения пенетрации и ВСС для возможного использования по разработке методики прогнозирования дисперсной среды колбасных фаршей и их консистенции.

Список использованных источников

1. Effect of lactic acid on the meat quality properties and the taste of pork Serratus ventralis muscle Alicia Grajales-Lagunes et. al. Agricultural and Food Science. Vol 21 No 2 (2012) Vol. 171–181.

2. Лодянов, В.В. Продуктивность и технологические характеристики качества мясного сырья NOR, PSE и DFD специализированных пород и типов свиней: дис. канд. техн. наук: 06.02.01 / Лодянов Вячеслав Викторович. – п. Персиановский, 2005. – 160 с

3. Ферменты в мясной отрасли пищевой промышленности / О.В. Зинина, А.А. Соловьева, Я.М. Ребезов, И.В. Тарасова, Э.К. Окусханова // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 6.

4. Заяс, Ю.Ф. Качество мяса и мясопродуктов / Ю.Ф. Заяс. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 480 с.

5. Тимошенко Н.В., Патиева А.М. Технология хранения, переработки и стандартизации мяса и мясных продуктов. Краснодар, КубГАУ. – 615 с.

6. Бойко, О.А. Разработка технологии мясных продуктов с использованием сырья, обработанного коллагенолитическим ферментным препаратом микробного происхождения: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.04 / Бойко Оксана Александровна. – М., 2003. – 28 с.

References

1. Effect of lactic acid on the meat quality properties and the taste of pork Serratus ventralis muscle Alicia Grajales-Lagunes et. al. Agricultural and Food Science. Vol 21 No 2 (2012) Vol. 171–181.

2. Lodyanov, V.V. Produktivnost' i tekhnologicheskiye kharakteristiki kachestva myasnogo syr'ya NOR, PSE i DFD spetsializirovannykh porod i tipov sviney: dis. kand. tekhn. nauk: 06.02.01 / Lodyanov Vyacheslav Viktorovich. – p. Persianovskiy, 2005. – 160 s

3. Fermenty v myasnoy otrasli pishchevoy promyshlennosti / O.V. Zinina, A.A. Solov'yeva, YA.M. Rebezov, I.V. Tarasova, E.K. Okuskhanova // Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik. – 2015. – № 6.

4. Zayas, Yu.F. Kachestvo myasa i myasoproduktov / Yu.F. Zayas. – M.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1981. – 480 s.

5. Timoshenko N.V., Patiyeva A.M. Tekhnologiya khraneniya, pererabotki i standartizatsii myasa i myasnykh produktov. Krasnodar, KubGAU. – 615 s.

6. Boyko, O.A. Razrabotka tekhnologii myasnykh produktov s ispol'zovaniyem syr'ya, obrabotannogo kollagenoliticheskim fermentnym preparatom mikrobnogo proiskhozhdeniya: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk: 05.18.04 / Boyko Oksana Aleksandrovna. – M., 2003. – 28 s.

УДК 663.223.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВНЫХ СУХИХ ДРОЖЖЕЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВТОРИЧНОГО БРОЖЕНИЯ В БУТЫЛКАХ

Авторы: Ротару И.А., Швец С.Д.
Научный руководитель: Оганесянц Л.А. – д-р техн. наук, профессор, академик РАН
Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
Россия, г. Москва, e-mail: oltiv@mail.ru

USE OF ACTIVE DRY YEAST FOR SECONDARY FERMENTATION IN BOTTLES

Author: Irina A. Rotaru, Svetlana D. Shvets
Scientific adviser: Oganesyants L. A., Dr. tech. sciences, Professor, Academician of RAS
All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Beverage and Wine Industry – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS
Russia, Moscow, e-mail: oltiv@mail.ru

Ключевые слова: игристое вино, активные сухие дрожжи, вторичное брожение, качественные характеристики.
Keywords: sparkling wine, active dry yeast, secondary fermentation, qualitative parameters.

Аннотация: В последнее время при производстве игристых вин для вторичного брожения широко используют активные сухие дрожжи. Преимуществом таких дрожжей по сравнению с чистой культурой является простота использования и сокращение производственных затрат. В статье представлен сравнительный анализ семи рас дрожжей, наиболее часто используемых на отечественных предприятиях. Были проведены исследования по изучению способности дрожжей к накоплению биомассы в процессе культивирования и их влиянию на качественные характеристики игристого вина, включая состав и концентрацию летучих компонентов. В результате проведенных исследований рекомендовано для проведения вторичного брожения использовать расы Oenoferm X-treme, Levure Seche Active и Litto Levure Ele’gance, обеспечивающие наиболее высокие качественные характеристики игристого вина.

Abstract: Recently, in the production of sparkling wines for secondary fermentation, active dry yeast is widely used. The advantages of such yeast over a pure yeast culture are ease of use and reduced production expenses. The article presents a comparative analysis of seven different yeast strains that are most often used in domestic enterprises. Studies were conducted on the ability of yeast to accumulate biomass during cultivation and influence on the qualitative characteristics of sparkling wine, including the composition and concentration of volatile components. As a result of the studies is recommended for the secondary fermentation to use race Oenoferm X-treme, Levure Seche Levure Active and Litto Ele'gance, providing the highest quality of sparkling wine.

Введение. Одной из важнейших задач современных винодельческих заводов является производство высококачественной и конкурентоспособной продукции. Как известно, качество игристых вин в значительной степени зависит не только от исходного сырья, но и от применяемой расы дрожжей. Дрожжи являются наиважнейшим компонентом, обладающим способностью обогащать вино комплексом активных ферментов и других биологически активных соединений. В результате их метаболизма в процессе вторичного брожения и выдержки формируется гармоничный вкус и тонкий букет готовой продукции.

В настоящее время для проведения вторичного брожения на предприятиях широко используют активные сухие дрожжи (АСД), обладающие рядом преимуществ по сравнению с чистыми культурами. К таким преимуществам относятся простота использования и сокращение производственных затрат. При приготовлении препаратов активных сухих дрожжей используется уникальное свойство микроорганизмов переходить в состояние анабиоза при обезвоживании и снова восстанавливать свою жизнедеятельность при реактивации [1].

Значительное влияние на физиологическую активность дрожжей оказывает процесс восстановления культуры из обезвоженного состояния, который состоит из 2 этапов:

– первый этап – регидратация, в процессе которой происходит возвращение воды в дрожжевую клетку и восстановление ее структуры (от 10 до 30 минут);

– второй этап – реактивация, состоящая в восстановлении функций клеточных органелл и их ферментативной активности [2]. Продолжительность реактивации дрожжевых клеток зависит от состава питательной среды и составляет от 16 до 20 часов.

Выпускаемые в настоящее время различными фирмами препараты АСД помимо высушенных дрожжевых клеток содержат комплекс питательных веществ, что позволяет совместить процессы регидратации и реактивации дрожжей и сократить подготовительный этап до 30 минут. Для производства игристых вин предлагаются расы дрожжей видов *Saccharomyces cerevisiae* и *Sacch. bayanus*, которые должны обладать высокой бродильной активностью даже при низких температурах (10–12 °С), пониженной склонностью к образованию побочных продуктов брожения, оказывающих негативное влияние на букет и вкус готового игристого вина (летучие кислоты, альдегиды). Кроме того, расы дрожжей в виде препаратов АСД должны обеспечивать обогащение игристого вина ценными ароматобразующими летучими компонентами [2, 3].

Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследования в настоящей работе использовали препараты АСД импортного производства, предназначенные для приготовления игристых вин: Образец 1 – IOC Charme Fruity (Франция); Образец 2 – Oenoferm X-treme (Германия); Образец 3 – Levure Seche Active (Франция); Образец 4 – SC 22 (Франция); Образец 5 – Litto Levure Ele'gance (Германия); Образец 6 – Viti Levure Quartz (Дания); Образец 7 – GV10 (Великобритания).

В ходе работы применяли методы анализов, используемые в энохимии, согласно действующим стандартам и методикам, утвержденным в установленном порядке.

На первом этапе исследований был проведен сравнительный анализ способности дрожжей к накоплению биомассы в процессе их культивирования в течение 72 часов. Регидратацию и реактивацию АСД проводили в 10-ти кратном объеме воды при температуре 37–42 °С в течение 30 минут. При культивировании с целью обеспечения дрожжей питательными веществами в регидротированные дрожжи вносили сухой столовый виноматериал в 3-х кратном объеме и тиражный ликер для обеспечения концентрации сбраживаемых сахаров 22–24 г/дм^3. Эксперимент осуществляли в термостате при температуре 28 °С.

Концентрацию живых дрожжевых клеток и их физиологическое состояние определяли непосредственным подсчетом в камере Горяева и микроскопированием с окрашиванием препаратов.

Результаты исследований. Установлено наиболее высокое количество живых дрожжевых клеток через 24 часа в образцах 2 (Oenoferm X-treme) и 4 (SC 22) (Рисунок 1). Причем, по сравнению с остальными образцами к концу 2-х суток эксперимента в образце 4 живых дрожжевых клеток было больше в 2–3 раза. Установлено, что к концу эксперимента (72 часа) количество живых дрожжевых клеток во всех образцах снижалось на 30–50 %.

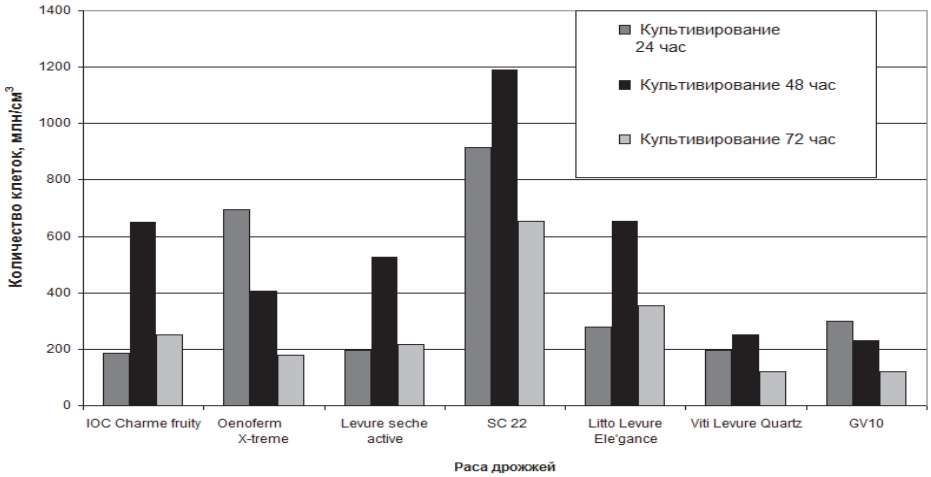


Рисунок 1 – Накопление биомассы дрожжей в течение трех суток

На втором этапе исследования изучали влияние отдельных рас дрожжей на качественные показатели игристого вина. Для этого проводили вторичное брожение тиражной смеси, в состав которой входил белый сухой столовый виноматериал, тиражный ликер в количестве, обеспечивающем концентрацию сахара 22 г/дм^3, реактивированные дрожжи из расчета 2 млн/см^3. Вторичное брожение проводили в бутылках при температуре 12–15 °С в течение 30 суток. К концу эксперимента было зафиксировано полное выбраживание сахара во всех образцах, что свидетельствует о хорошей бродильной активности всех испытанных рас. Однако, образцы полученного игристого вина различались как по органолептическим, так и по физико-химическим показателям (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние расы дрожжей на отдельные физико-химические показатели игристых вин

Показатели	Образец						
	1	2	3	4	5	6	7
Давление двуокиси углерода в бутылке, кПа	410	**426**	**410**	426	**410**	439	430
Объемная доля этилового спирта, %	11,9	**11,9**	**11,7**	11,6	**11,9**	11,8	11,6
Массовая концентрация приведенного экстракта, г/дм^3	19,4	**20,5**	**19,0**	18,6	**19,2**	20,1	19,8
Массовая концентрация летучих кислот, г/дм^3	0,36	**0,51**	**0,44**	0,48	**0,47**	0,48	0,47
Массовая концентрация аминного азота, мг/дм^3	252	**224**	**168**	224	**252**	238	227
Массовая концентрация аммиачного азота, мг/дм^3	14,0	**22,4**	**39,2**	11,2	**16,8**	5,6	8,3
Массовая концентрация глицерина,г/дм^3	4,4	**4,5**	**4,5**	4,4	**4,3**	4,5	4,5

Установлено, что во всех опытных образцах пенистые и игристые свойства хорошо выражены, при этом наиболее ярким букетом, с цветочными оттенками и гармоничным вкусом обладали образцы игристого вина, приготовленные с использованием дрожжей Oenoferm X-treme (Образец 2), Levure Seche Active (Образец 3) и Litto Levure Ele'gance (Образец 5).

Как видно из данных, представленных в таблице, все образцы по давлению двуокиси углерода, объемной доле этилового спирта, массовой концентрации приведенного экстракта и летучих кислот соответствовали требованиям ГОСТ 33336 [5].

Образцы 2, 3 и 5, получившие наиболее высокую органолептическую оценку, по сравнению с другими отличались повышенным содержанием аммиачного азота, что свидетельствует о высокой ферментативной активности рас Oenoferm X-treme, Levure Seche Active и Litto Levure Ele'gance. Максимальная концентрация аммиачного азота обнаружена в образце 3 при минимальном содержании аминного азота. Данный факт связан с более интенсивным дезаминированием аминокислот в этом образце.

К важным показателям качества игристого вина относится массовая концентрация приведенного экстракта, которая, как видно из таблицы 1, зависит от расы используемых дрожжей. Наиболее высокое содержание приведенного экстракта (20,5 г/дм^3) было отмечено в образце 2 при использовании для вторичного брожения дрожжей Oenoferm X-treme. Таким образом, выявлена определенная корреляция между физико-химическим составом и органолептическими свойствами игристого вина.

Как видно из данных, приведенных в таблице 2, образцы игристого вина также различались по содержанию и составу летучих компонентов. Некоторая корреляция отмечена между органолептическими характеристиками и летучими компонентами (альдегиды, высшие спирты). Так, в образцах с наиболее высокими органолептическими характеристиками массовая концентрация альдегидов и кетонов была значительно ниже. Как известно, повышенная концентрация ацетальдегида, который является основным альдегидом игристых вин, приводит к появлению в букете (аромате) резких тонов окисленности.

Таблица 2 – Влияние расы дрожжей на качественный и количественный состав летучих компонентов игристых вин

Образец	Массовая концентрация, мг/дм^3				
	высших спиртов	сложных эфиров	альдегидов и кетонов	фенилэтилового спирта	суммы летучих компонентов
1	301,6	54,9	70,4	17,0	443,9
2	**324,5**	**53,5**	**57,0**	**22,0**	**457,0**
3	**275,3**	**44,9**	**67,9**	**19,4**	**407,5**
4	294,7	45,7	80,5	20,9	441,8
5	**291,2**	**46,7**	**34,7**	**19,4**	**392,0**
6	319,0	50,6	78,4	20,9	468,9
7	300,6	45,7	71,7	19,6	437,6

Основу аромата готового игристого вина составляют высшие спирты. При повышении концентрации высших спиртов в букете игристого вина, как правило, усиливаются плодовые оттенки. Максимальная концентрация высших спиртов была отмечена в образце 2.

По содержанию сложных эфиров опытные образцы игристых вин различались незначительно. Наиболее высокая концентрация сложных эфиров была отмечена в образцах 1, 2. В обнаруженных концентрациях сложные эфиры оказывают несущественное влияние на аромат.

Выводы:

На основании полученных данных, выбраны расы для получения высококачественного игристого вина: Oenoferm X-treme, Levure Seche Active и Litto Levure Ele'gance. Использование этих рас позволяет получить игристые вина с высокими органолептичесими характеристиками и сбалансированным физико-химическим составом.

Список использованных источников

1. Саришвили Н.Г. Микробиологические основы технологии шампанизации вина / Н.Г. Саришвили, Б.Б. Рейтблат – М.: Пищепромиздат, 2000. – 364 с.

2. Оганесянц Л.А., Влияние культур дрожжей на процесс шампанизации при производстве игристых вин классическим и бутылочно-фильтрационным методами / Л.А. Оганесянц, Б.Б. Рейтблат, Л.В. Дубинчук, И.А. Татевосян, Н.И. Стовбурь // Виноделие и виноградарство. – 2009. – №4. – С. 12–14.

3. Макаров А.С. Производство шампанского / А.С. Макаров. – Симферополь: «Таврия», 2008. – 416 с.

4. Квасников Е.И. Дрожжи. Биология. Пути использования / Е.И. Квасников, И.Ф. Щелокова. – Киев: Наук. Думка, 1991. – 328 с.

5. ГОСТ 33336-2015 Вина игристые. Общие технические условия. – Введен 2017-01-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 12 с.

References

1. Sarishvili N.G. Mikrobiologicheskie osnovy` texnologii shampanizacii vina / N.G. Sarishvili, B.B. Rejtblat – M.: Pishhepromizdat, 2000. – 364 s.

2. Oganesyancz L.A., Vliyanie kul`tur drozhzhej na process shampanizacii pri proizvodstve igristy`x vin klassicheskim i buty`lochno-fil`tracionny`m metodami / L.A. Oganesyancz, B.B. Rejtblat, L.V. Dubinchuk, I.A. Tatevosyan, N.I. Stovbur` // Vinodelie i vinogradarstvo, – 2009. – №4. – S. 12–14.

3. Makarov A.S. Proizvodstvo shampanskogo / A.S. Makarov. – Simferopol`: «Tavriya», 2008. – 416 s.

4. Kvasnikov E.I. Drozhzhi. Biologiya. Puti ispol`zovaniya / E.I. Kvasnikov, I.F. Shhelokova – Kiev: Nauk. Dumka, 1991. – 328 s.

5. GOST 33336-2015 Vina igristy`e. Obshhie texnicheskie uloviya. – Vveden 2017-01-01. – M.: Standartinform, 2016 – 12 s.

УДК 637.04

ГЕТЕРОГЕННАЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ЛАКТОЗЫ – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ СЫРЬЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ

Автор: Рябова А.Е. – к.т.н.*
Научный консультант – Галстян А.Г., профессор РАН, член-корреспондент РАН
Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Москва, e-mail: aeryabova@yandex.ru

HETEROGENEOUS LACTOSE CRYSTALLIZATION – TECHNOLOGICAL COMPATIBILITY OF RAW MATERIALS

Author: Ryabova A.E. – Candidate of Technical Sciences*
Scientific adviser: Galstyan A.G. – Doctor of Technical Science, Professor of RAS, Corresponding Member of RAS
All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Non-Alcoholic and Wine Industry – branch of the Gorbatov's Federal Scientific Center of Food Systems of RAS, Moscow, e-mail: aeryabova@yandex.ru

Ключевые слова: лактоза, гетерогенная кристаллизация, технологическая совместимость.
Keywords: lactose, heterogeneous crystallization, technological compatibility.

Аннотация: В современном производстве пищевых продуктов активно используется сырье различной природы, при этом вопрос их технологической совместимости (ТС) глубоко не исследован. Для развития научных и прикладных основ ТС разнородных компонентов исследован процесс гетерогенной кристаллизации лактозы в насыщенных растворах с применением имитационных затравочных материалов. Предложенная модель ТС разнородных компонентов позволила расширить традиционные представления о процессе кристаллизации лактозы. Экспериментально подтверждена эффективность использования TiO_2, $CaCO_3$, SiO_2 в роли затравочных материалов. Получены гетерогенные кристаллы лактозы размером, не превышающим 5 мкм на третий месяц хранения. При этом размеры кристаллов лактозы, полученных в контрольных образцах со спонтанной кристаллизацией, за указанный период превышали 200 мкм. По эффективности применения имитационных зародышевых материалов получена следующая градация: SiO_2>$CaCO_3$>TiO_2.

Abstract: In modern food production, raw materials of various nature are actively used, while the question of their technological compatibility (TC) has not been deeply studied. To develop scientific and applied foundations of TC of heterogeneous components, the process of lactose heterogeneous crystallization in saturated solutions using simulated seed materials has been studied. Proposed TC model of heterogeneous components made it possible to expand traditional understanding of lactose crystallization process. Effectiveness of using TiO_2, $CaCO_3$, SiO_2 as seed materials has been experimentally confirmed. Heterogeneous lactose crystals were obtained with a size not exceeding 5 microns for third month of storage. In this case, sizes of lactose crystals obtained in control samples with spontaneous crystallization for indicated period exceeded 200 microns. Following gradation was obtained by effectiveness of imitation germinal materials application: SiO_2>$CaCO_3$>TiO_2.

Введение. Молочный дисахарид лактоза широко используется в различных отраслях промышленности [1]. Ее относительно малая растворимость и способность к спонтанной кристаллизации из насыщенных растворов предопределяет наличие соответствующих технологических процессов. Наиболее распространённым промышленным способом ее проведения является процесс кристаллизации с внесением затравки в виде мелкокристаллической лактозы. Для этого способа крайне важно соблюдение всех технологических режимом, т.к. их нарушения приводят к изменению целостность системы, которая характеризуется неконтролируемым ростом кристаллов лактозы [2, 3].

С учетом имеющихся данных по гетерогенной кристаллизации сахаров, солей, различных сплавов и биологических жидкостей вопрос ее применения в технологиях переработки лактозы

является достаточно перспективным [4, 5, 6]. Однако технологическая совместимость (ТС) затравочного материала из неорганических веществ кристаллической структуры и лактозы практически не изучена. Под понятием «технологическая совместимость» подразумевается способность двух и более компонентов к формированию стабильной системы при заданных параметрах и технологических условиях.

Цель: подтверждение технологической совместимости имитационных зародышевых центров с лактозой применительно к процессу гетерогенной кристаллизации.

Объекты и методы исследований. Работа проведена в МНТЦ мониторинга качества пищевых продуктов ВНИИПБиВП.

На различных этапах работы объектами исследований являлись: сухая лактоза по ГОСТ 33567-2015, имитационные зародышевые материалы (ИЗМ), монокомпонентные насыщенные растворы лактозы. Все применяемые в ходе работ объекты соответствовали требованиям действующей на них нормативно-технической документации и имели сертификаты. Растворы лактозы различной концентрации получали путем ее растворения в дистиллированной воде с температурой (90±5) °С с последующим охлаждением до температуры массовой кристаллизации, которую определяли по известной методике [2].

Микроструктуру кристаллов определяли с применением цифрового сканирующего микроскопа TescanVega 5130MM (на базе ИПЭЭ РАН).

Для оценки перспективности применения ИЗМ применена функция желательности Харрингтона. Для стандартизации размеров зародышевых центров разработан и создан лабораторный стенд на базе мельницы Cyclone Sample Mill. Повторность опытов на всех этапах работы не менее трех. Математическая обработка экспериментальных данных проводилась методом регрессионного анализа на персональных компьютерах с использованием прикладного программного обеспечения «STATGRAPHICS», Microsoft Excel, «Mat Cad» и др.

Результаты исследований. Первоначально были выбраны 7 веществ кристаллической структуры, нерастворимые или малорастворимые в воде ($CaCO_3$, TiO_2, $CaSO_3$, $Ca(H_2PO_4)_2$, $MgCO_3$, SiO_2, $CaSiO_3$). Для последующей оценки перспективности применения введены дополнительные группы критериев: I группа – растворимость, допустимая суточная дозировка, цена; II группа – реакционная способность, содержание основного вещества в препарате, органолептические показатели; III группа – наличие на рынке (доступность), наличие мелкокристаллической формы, наличие отечественного производства. Перспективность применения оценивали с помощью функции желательности Харрингтона. Результирующую оценку «уровня» эффективности применения пищевых добавок определяли значением обобщенной «функции желательности» D по формуле 1:

$$D = \sqrt{\Pi_{i=1}^{3} I_i \cdot \Pi_{i=1}^{3} II_i \cdot \Pi_{i=1}^{3} III_i}\ , \qquad (1)$$

где I_i ,II_i, III_i – приоритет оценочного критерия.

Полученные данные, представленные на рисунке 1, свидетельствуют о наибольшем значение функции желательности Харрингтона следующих ИЗМ: карбонат кальция (D=0,67), диоксид титана (D=0,68) и диоксид кремния (D=0,68).

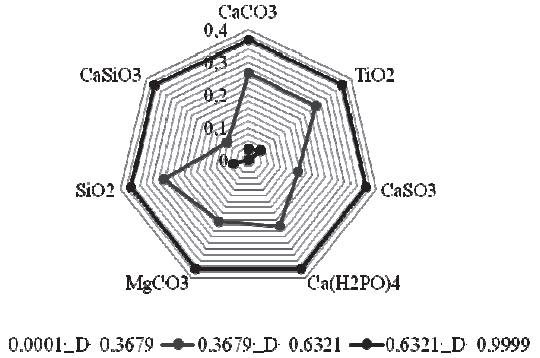
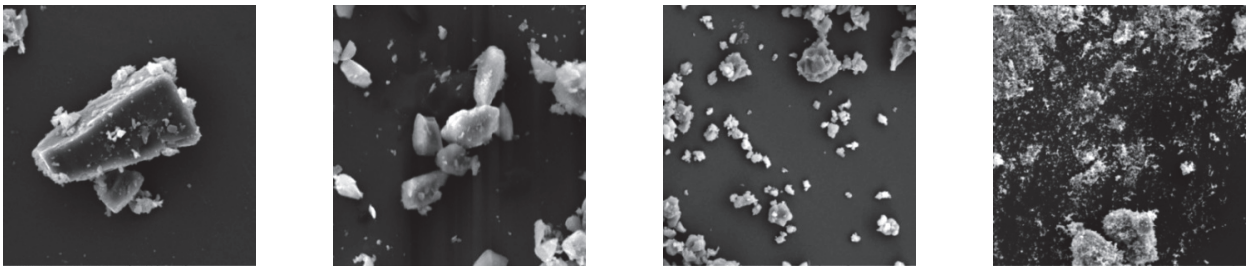


Рисунок 1 – Значение обобщенной функции желательности для исследуемых ИЗМ

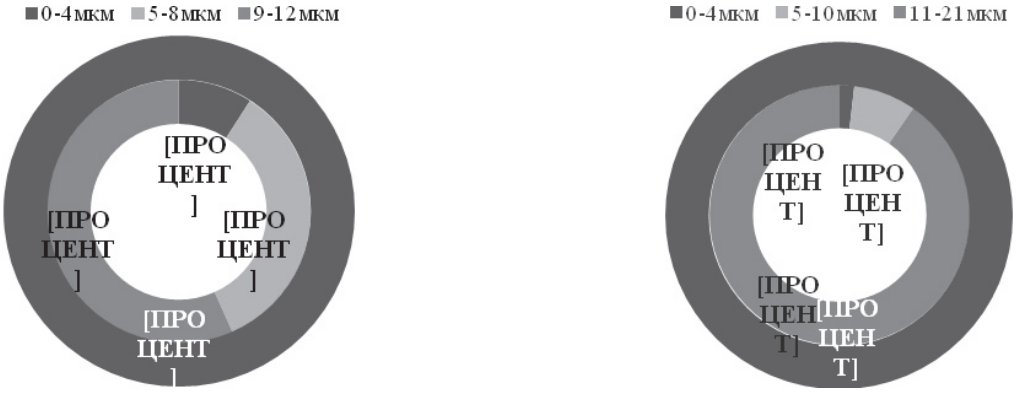
Следующим этапом было выявление особенностей микроструктуры кристаллов ИЗМ и лактозы для последующего исследования гетерогенной кристаллизации – рисунок 2.



лактоза диоксид кремния карбонат кальция диоксид титана

Рисунок 2 – Микрофотографии препаратов ИЗМ и лактозы при увеличение ×5000

Исходные кристаллы ИЗМ различаются как формой, отличной от моноклинной формы кристалла лактозы, так и размером (TiO_2 – до 1 мкм, $CaCO_3$ – до 12 мкм, SiO_2 – до 21 мкм). Для стандартизации размеров кристаллов SiO_2 и $CaCO_3$ до требуемых (не более 4 мкм) создан лабораторный стенд, который позволяет гарантировано получать кристаллы размером, не превышающим 4 мкм (рисунок 3).

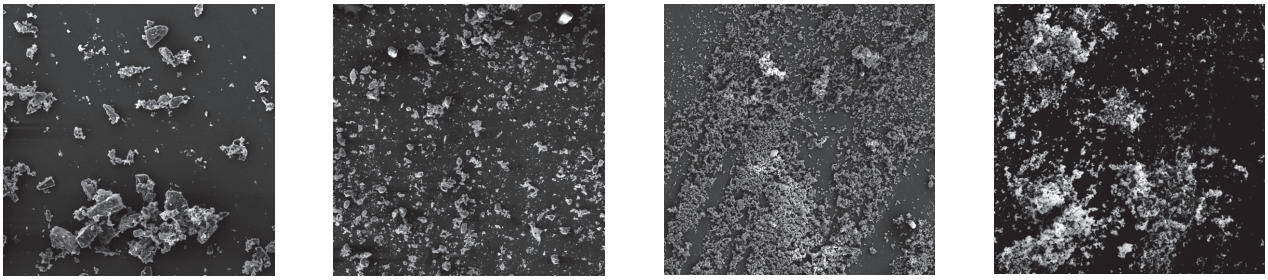


А Б

Рисунок 3 – Процентное распределение кристаллов ИЗМ по размерам до (I) и после (II) измельчения карбоната кальция (А) и диоксида кремния (Б)

На рисунке 4 представлены микрофотографии ИЗМ после стандартизации размеров в сравнении с лактозой, визуализирующие однородность и мелкую дисперсность полученных препаратов.

Полученные кристаллы прокаливали и направляли на экспериментальную апробацию. Были созданы и исследованы модельные системы – насыщенный (30 %) раствор лактозы-ИЗМ. Для этого в 100 г раствора с температурой (72±2) °С вносили 0,02 г ИЗМ. Колбу с раствором герметично укупоривали и оставляли охлаждаться до температуры (25±2) °С при постоянном перемешивание в течение 1,5–2,0 часов. При достижении указанной температуры 0,3–0,5 мл раствора переносили на предметное стекло и высушивали для дальнейшего микроскопирования. Оставшуюся часть (в колбе) хранили при температуре (6±2) °С в течение 3 месяцев, периодически (раз в месяц) определяя динамику роста кристаллов.



лактоза диоксид кремния карбонат кальция диоксид титана

Рисунок 4 – Микрофотографии имитационных затравочных центров после стандартизации размеров в сравнении с лактозой

Микрофотографии типовых гетерогенных кристаллов при увеличении ×2000 представлены на рисунке 5.

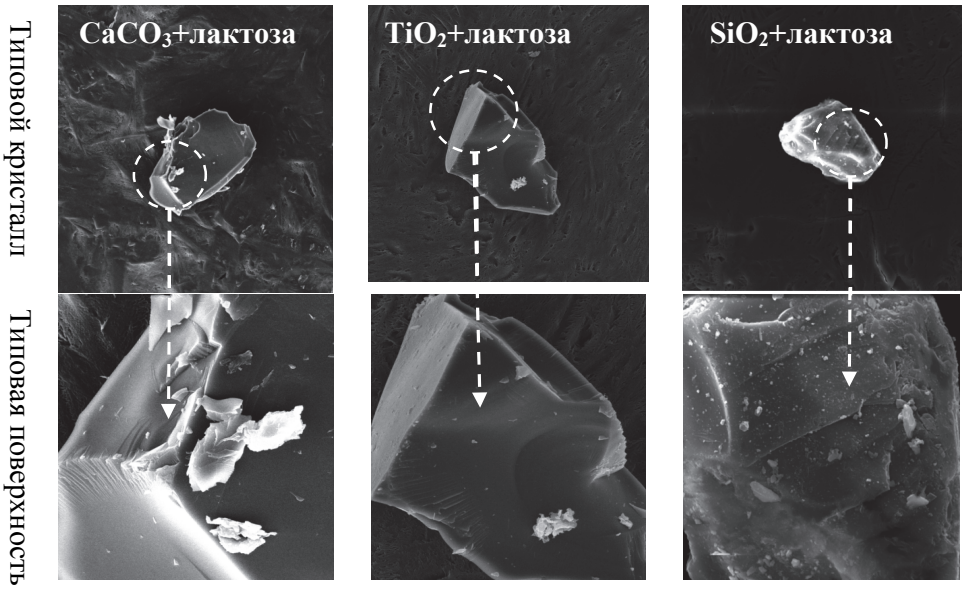


Рисунок 5 – Визуализация размеров гетерогенных кристаллов лактозы из насыщенных растворов и их поверхностей

Все исследуемые препараты представлены многочисленными кристаллами с различной степенью дисперсности и разнообразным микрорельефом поверхности. Полученные гетерогенные кристаллы различаются формой в зависимости от вида применяемого ИЗМ и отличны от формы гомогенных кристаллов лактозы. Наличие слоев на гранях, исчезновение некоторых граней, непараллельность граней призмы, образование макроступеней на гранях – все это свидетельствует о неравновесных условиях их образования и роста. Это может быть связано как с воздействием растворенных примесей (ионов, молекул) и механических частиц, так и с относительно низкой связанностью влаги в системе. Для гетерогенных кристаллов характерно наличие на стенках осколков различной формы; выявлено, что размеры гетерогенных кристаллов не превышали 4 мкм, в то время как гомогенные существенно превышали 10 мкм.

Во всех исследуемых образцах отмечен рост кристаллов в течение всего срока хранения. Установлено, что 68,9…88,1 % гетерогенных кристаллов лактозы при хранении модельных систем в течение 3 мес. не превышали 5 мкм, а в контрольных свежевыработанных образцах (без затравочных центров) размеры кристаллов достигали 200 мкм (на 3 месяц хранения количество кристаллов с размерами более 200 мкм превышало 70 %).

Выводы:

Экспериментальные данные подтвердили наличие эффекта гетерогенной кристаллизации при использовании ИЗМ.

По эффективности применения ИЗМ получена следующая градация: SiO_2>$CaCO_3$>TiO_2.

Доказана технологическая совместимость в системе лактоза – ИЗМ, что предполагает возможность ее дальнейшей интеграции в промышленные технологии переработки лактозосодержащего сырья.

Список использованных источников

1. Лактоза и ее производные / Б.М. Синельников, А.Г. Храмцов, И.А. Евдокимов, С.А. Рябцева, А.В. Серов; науч. ред. акад. РАСХН А.Г. Храмцов. – СПб.: Профессия, 2007. – 768 с.

2. Краткий справочник специалиста молочно-консервного производства / А.Г. Галстян, И.А. Радаева, С.Н. Туровская, С.А. Корчагина, В.В. Червецов, Е.Е. Илларионова, Н.Н. Свистун, М.Н. Стрижко. – М.: Издательство Ритм, 2011. – 152 с.

3. Гнездилова А.И. Развитие научных основ кристаллизации лактозы и сахарозы в многокомпо-нентных водных растворах. Дисс. д.т.н. – Вологда, 2000. – 490 с.

4. Аникина, В.И. Основы кристаллографии и дефекты кристаллического строения: учеб. пособие / А.С. Сапарова, В.И. Аникина. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. – 147 с.

5. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. В двух книгах. Книга 2 / Под ред. В.Г. Айнштейна: Учебник. – 8-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2019. – 876 с.

6. Чукин, В.В. О свойствах ядер гетерогенной кристаллизации переохлажденных капель / В.В. Чукин, А.С. Платонова // Успехи современного естествознания, 2009. – № 7 – С.10–11.

References

1. Sinel'nikov B.M., Khramtsov A.G., Yevdokimov I.A., Ryabtseva S.A., Serov A.V. Laktoza i yeyo proizvodnyye [Lactose and its derivatives]. St.Peterburg: Professiya; 2007. 768 p. (In Russ.).

2. Galstyan A.G., Radayeva I.A., Turovskaya S.N., Korchagina S.A., Chervetsov V.V., Illarionova E.E., et al. Kratkiy spravochnik spetsialista molochno-konservnogo proizvodstva [Brief reference for specialist of milkcanning production]. Moscow: Izdatel'stvo Ritm; 2011. 152 p. (in Russ.).

3. Gnezdilova AI. Razvitiye nauchnykh osnov kristallizatsii laktozy i sakharozy v mnogokomponentnykh vodnykh rastvorakh [Development of the scientific basis for the crystallization of lactose and sucrose in multicomponent water solutions]. Dr. engine. sci. diss. Vologda; 2000. 490 p. (in Russ.).

4. Anikina VI, Saparova AS. Osnovy kristallografii i defekty kristallicheskogo stroyeniya: ucheb. Posobiye [Fundamentals of crystallography and defects in the crystalline structure: tutorial]. Krasnoyarsk: Sib. feder. un-t; 2011. 147 p. (in Russ.).

5. Protsessy i apparaty khimicheskoy tekhnologii. Obshchiy kurs. V dvukh knigakh. Kniga 2 [Processes and apparatuses of chemical technology. General course. In two books. Book 2]. Ed. V.G. Aynshteyna: Textbook. 8th ed. St.Peterburg: Izdatel'stvo «Lan'». 2019. 876 p. (in Russ.).

6. Chukin V.V., Platonova A.S. O svoystvakh yader geterogennoy kristallizatsii pereokhlazhdennykh kapel' [Properties of heterogeneous crystallization nuclei of supercooled drops]. Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya [Advances in current natural sciences]. 2009;7:10–11. (in Russ.).

УДК 664

ИННОВАЦИОННЫЕ ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ: ПРОБЛЕМА СОВМЕСТИМОСТИ КОМПОНЕНТОВ

Автор: Рябова А.Е. – к.т.н.*
Научный консультант: Галстян А.Г. – д.т.н., профессор РАН, член-корреспондент РАН
Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Москва, e-mail: aeryabova@yandex.ru

INNOVATIVE FOOD PRODUCTS: COMPONENT COMPATIBILITY PROBLEM

Author: Ryabova A.E. – Candidate of Technical Sciences*
Scientific adviser: Galstyan A.G. – Doctor of Technical Science, Professor of RAS, Corresponding Member of RAS
All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Non-Alcoholic and Wine Industry – branch of the Gorbatov's Federal Scientific Center of Food Systems of RAS, Moscow, e-mail: aeryabova@yandex.ru

Ключевые слова: пищевая промышленность, совместимость компонентов, технологическая совместимость.

Keywords: food industry, component compatibility, technological compatibility.

Аннотация: В современном мире с каждым днем увеличивается темп и меняется структура жизни, усиливаются процессы глобализации, изменяются вкусовые привычки – все это предопределяет изменения в рационе питание населения. Для удовлетворения современного потребительского предпочтения разрабатываются и внедряются технологии производства новых

многокомпонентных пищевых продуктов. Стоит отметить, что большинство технологий производства инновационных продуктов получены эмпирически в производственных условиях, при этом вопрос совместимости их компонентов не имеет глубокой научной базы. В связи с этим рационально развитие научных основ совместимости компонентов пищевых продуктов. Первым этапом целесообразно введение общего понятия «совместимость», что позволит исключить разночтения при обсуждении различных аспектов производства пищевых продуктов и повысить их безопасность.

Abstract: In modern world, the pace of human life is increasing every day and its structure is changing, globalization processes are intensifying, taste habits are changing – all this predetermines changes in population diet. To meet modern consumer preferences, technologies for new multicomponent food products production are developed and implemented. It is worth noting that most of technologies for production of innovative products were obtained empirically in production environment, while compatibility of their components does not have deep scientific base. In this regard, rational development of scientific foundations of food components compatibility. The first step was introduction of general "compatibility" concept and its various modifications, which will eliminate inconsistencies in discussion of various aspects of food production.

Введение. Конец XX и начало XXI веков характеризуются значительным усилением влияния процессов глобализации на пищевую промышленность [1, 2]. Характерными признаками новых веяний является принципиальные изменения в культуре потребления пищевых продуктов. Это способствует принципиальным количественным и качественным изменениям в структуре питания, что, в свою очередь, предполагает использование инновационных технологических решений на основе пищевой комбинаторики и методов проектирования пищевых систем с заданными потребительскими свойствами [1–4].

Подавляющее количество современных продуктов являются поликомпонентными (на основе животных и растительных ингредиентов, их композиций) не только по своему составу, но и по используемому сырью. Фактически продукцию функционального назначения, базирующуюся на введение в классические продукты витаминов, различных экстрактов, БАД и др., также смело можно отнести к разнородным по сырьевому составу [3–8].

Вопросам медицинских аспектов использования комбинированных и/или функциональных продуктов уделяется достаточно серьезное внимание [9–11]. Однако не менее актуальны исследования технологической совместимости компонентов рецептуры, что предполагает определенную технологию производства и позволяет прогнозировать хранимоустойчивость продукции. Поэтому вопрос совместимости компонентов представляется весьма значительным. Несмотря на всю важность данного вопроса для пищевой промышленности, он практически не исследован, отсутствует даже однозначная трактовка данного термина – таблица 1.

Таблица 1 – Интерпретация термина совместимость по нормативно-методологическим документам

Документ	Определение термина	Примечание
ГОСТ Р ИСО/МЭК 19762-4-2011: Информационные технологии. Технологии автоматической идентификации и сбора данных (АИСД). Гармонизированный словарь. Часть 4. Общие термины в области	Пригодность продукции, процессов или служб для совместного использования при условии удовлетворения заданным требованиям без возникновения недопустимых последствий от их совместного применения	Общее определение, которое устанавливает общее требование – исключение недопустимых последствий. Данное определение применимо к пищевым продуктам, но требует уточнения недопустимости последствий.
ГОСТ 30709-2002: Техническая совместимость. Термины и определения	Пригодность продукции, процессов или услуг к совместному, но не вызывающему нежелательных взаимодействий использованию при заданных условиях для выполнения установленных требований	Определение достаточно расплывчатое, но указание на «взаимодействие» актуально для многокомпонентных пищевых продуктов

Продолжение таблицы 1

Документ	Определение термина	Примечание
ГОСТ 28246-89: Краски и лаки. Термины и определения	Способность продукта смешиваться с другими продуктами без появления нежелательных эффектов – выпадения осадка, загустевания	Определение ограниченного применения в пищевой промышленности
РДМУ 109-77: Методические указания. Методика выбора и оптимизации контролируемых параметров технологических процессов	Условие, при котором возможное взаимное влияние факторов не должно вызывать нарушение технологического процесса или качества конечного продукта	Применимо частично и только для выбора технологических режимов в производстве продуктов

Необходимо признать, что многие поликомпонентные продукты конструировались по заранее определенным требованиям (рецептура, вкус, себестоимость и т.д.), под реализацию которых подстраивалась технология производства (оборудование, технологические режимы и т.д.). Безопасность компонента в рецептуре учитывалась лишь нормой ПДК по нему, не учитывая возможности негативного взаимодействия двух и более составляющих [5, 7, 8]. Не затрагивая причинно-следственных связей и возможных взаимных флуктуаций составных частей этой системы, целесообразно ввести базовое понятие «совместимости компонентов» и разработать соответствующие алгоритмы оценки, а также предложить термины и определения.

Проведенный анализ информационных источников показал, что в области технологий производства поликомпонентных пищевых продуктов термина «совместимость» или его аналогичных понятий не выявлено. Отсутствуют соответствующие теоретические и/или практические основы, обосновывающие технологическую совместимость компонентов комбинированных продуктов питания.

Совокупность данных таблицы 1, анализ свойств современных инновационных продуктов и их технологий позволила предложить следующую трактовку терминов, связанных с понятием совместимости компонентов в пищевом продукте с разнородным сырьевым составом. Под «совместимостью» компонентов стоит понимать потенциальную способность двух и более компонентов к формированию стабильной пищевой системы. Детализация термина по базовому монофакторному признаку – наличие/отсутствие внешнего стабилизирующего воздействия, представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Определение терминов, связанных с совместимостью компонентов в пищевом продукте

№	Термин	Определение термина	Примечание
1	Технологическая совместимость	Способность двух и более компонентов к формированию стабильной системы при заданных технологических параметрах.	В соответствии с п.2 и п.4 табл. 1
2	Сырьевая совместимость	Сходство по основным свойствам или по общности происхождения компонентов, предполагающая получение стабильной системы без дополнительного внешнего воздействия.	В соответствии с п.3 табл. 1

Выводы:

Предложенные определения терминов, связанных с совместимостью компонентов в многокомпонентном пищевом продукте позволят исключить разночтения при обсуждении различных аспектов производства пищевых продуктов.

Расширение научных основ в данном направление позволит существенно оптимизировать множество технологических решений и повысить безопасность продуктов, в том числе и при длительном хранение.

Список использованных источников

1. Хуршудян, С.А. Влияние глобализации на производство отечественных пищевых продуктов / С.А. Хуршудян // Пиво и напитки. – 2008. – № 4. – С. 6–7.

2. Гаврилова, Д. Глобализация пищевой промышленности: как технический прогресс изменил наше питание / Д. Гаврилова. – 2019. – Режим доступа: http://www.ecosever.ru/article/20433.html (дата обращения 29.07.2019)

3. Хуршудян, С.А. Функциональные продукты питания: проблемы на фоне стабильного роста / С.А. Хуршудян // Пищевая промышленность. – 2009. – № 1. – С. 8–9.

4. Каротиноиды. Общие положения. Применение в молочной промышленности: монография / Галстян А.Г., Аветисян Г.А. – М.: Россельхозакадемия, 2005. – 159 с.

5. Габдукаева, Л.З. Поликомпонентные пищевые продукты с функциональными свойствами / Л.З. Габдукаева, Е.В. Никитина // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 10. – С. 211–212.

6. Решетник, Е.И. Исследование влияния растительных компонентов на функциональные свойства сывороточно-растительного продукта / Е.И. Решетник, Е.Ю. Водолагина, В.А. Максимюк // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 4. – С. 50–56.

7. Золотокопова, С.В. Математическое моделирование рецептур новых поликомпонентных продуктов из малоценных видов рыб / С.В. Золотокопова, О.М. Проталинский, И.С. Лучшева, Е.Ю. Лебедева // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2011. – № 1. – С. 110–115.

8. Лукин, А.А. Технологические особенности и перспективы использования растительных и животных белков в производстве колбасных изделий / А.А. Лукин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2014. – Т. 2. – № 1. – С. 52–59.

9. Шабров, А.В. Биохимические основы действия микрокомпонентов пищи / А.В. Шабров, В.А. Дадали, В.Г. Макаров; под ред. проф. В.А. Дадали. – М.: Авалон, 2003. – 184 с.

10. Зинчук, В.В. Физиологические основы питания / В.В. Зинчук // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2014. – № 3. – С. 140–143.

11. Дурнев, А.Д. Оценка цитогенетической и мутаген-модифицирующей активности кофеина в клетках костного мозга мышей / А.Д. Дурнев, А.В. Кулакова, А.К. Жанатаев, Л.А. Оганесянц // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94. – № 3. – С. 106–110.

References

1. Khurshudyan S.A. Vliyaniye globalizatsii na proizvodstvo otechestvennykh pishchevykh produktov [The impact of globalization on the production of domestic food products]. Pivo i napitki [Beer and beverages]. 2008;4:6–7. (in Russ.).

2. Gavrilova D. Globalizatsiya pishchevoy promyshlennosti: kak tekhnicheskiy progress izmenil nashe pitaniye [Globalization of the food industry: how technological progress has changed our nutrition]. [Internet] [cited 2019.07.29]. Avalible from: http://www.ecosever.ru/article/20433.html

3. Khurshudyan S.A. Funktsional'nyye produkty pitaniya: problemy na fone stabil'nogo rosta [Functional food products: problems against the background of stable growth]. Pishchevaya promyshlennost' [Food processing Industry]. 2009;1:8–9. (in Russ.).

4. Galstyan A.G., Avetisyan G.A. Karotinoidy. Obshchiye polozheniya. Primeneniye v molochnoy promyshlennosti: monografiya [Carotenoids. General Provisions Application in the dairy industry: monograph]. Moscow: Rossel'khozakademiya; 2005. 159 p. (in Russ.).

5. Gabdukayeva L.Z., Nikitina Ye.V. Polikomponentnyye pishchevyye produkty s funktsional'nymi svoystvami [Multicomponent food products with functional properties]. Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta [Herald of Kazan Technological University]. 2013; 16(10):211–212. (in Russ.).

6. Reshetnik Ye.I., Vodolagina Ye.U., Maksimyuk V.A. Issledovaniye vliyaniya rastitel'nykh komponentov na funktsional'nyye svoystva syvorotochno-rastitel'nogo produkta [Investigation of the effect of plant components on the functional properties of a whey plant product]. Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv [Food processing: techniques and technology]. 2014;4:50–56. (in Russ.).

7. Zolotokopova S.V., Protalinskiy O.M., Luchsheva I.S., Lebedeva Ye.Yu. Matematicheskoye modelirovaniye retseptur novykh polikomponentnykh produktov iz malotsennykh vidov ryb

[Mathematical modeling of formulations of new multicomponent products from low-value fish species]. Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoye khozyaystvo [Vestnik of astrakhan state technical university. Series: fishing industry]. 2011;1:110–115. (in Russ.).

8. Lukin AA. Tekhnologicheskiye osobennosti i perspektivy ispol'zovaniya rastitel'nykh i zhivotnykh belkov v proizvodstve kolbasnykh izdeliy [Technological features and prospects of using vegetable and animal proteins in the production of sausages]. Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevyye i biotekhnologii [Bulletin of South Ural State University, Series «Food and Biotechnology»]. 2014; 2(1):52–59. (in Russ.).

9. Shabrov A.V., Dadali V.A., Makarov V.G.. Biokhimicheskiye osnovy deystviya mikrokomponentov pishchi [Biochemical basis of the action of microcomponents of food]. Moscow: Avalon; 2003. 184 p.

10. Zinchuk V.V. Fiziologicheskiye osnovy pitaniya [Physiological basis of nutrition]. Zhurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta [Journal of the Grodno State Medical University]. 2014;3:140–143. (in Russ.).

11. Durnev A.D., Kulakova A.V., Zhanatayev A.K., Oganesyants L.A. Otsenka tsitogeneticheskoy i mutagen-modifitsiruyushchey aktivnosti kofeina v kletkakh kostnogo mozga myshey [Evaluation of the cytogenetic and mutagen-modifying activity of caffeine in mouse bone marrow cells]. Gigiyena i sanitariya [Hygiene and sanitation]. 2015;94(3):106–110. (in Russ.).

УДК 664.642

ВЛИЯНИЕ ПОРОШКА БАТАТА НА КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ИХ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ

*Автор: Саги В.А.К. **
Научный руководитель: Юсупова Г.Г., д. с-х. н., Невская Е.В., к.т.н.
ФГАНУ НИИХП, Москва, katerinarose@mail.ru

INFLUENCE OF SWEET POTATO POWDER ON QUALITY OF BAKERY PRODUCTS AND THEIR MICROBIOLOGICAL SAFETY

*Author: Sagas V.A.K. **
Scientific adviser: Yusupova G.G., PhD, Nevskaya E.V., PhD
Moscow

***Ключевые слова*:** порошок батата, качество клейковины, физико-химические показатели, свойства теста, картофельная болезнь.

***Keywords*:** sweet potato powder, gluten quality, physicochemical characteristics, properties of the dough, rope spoilage of bread.

Аннотация: В работе представлены результаты исследований органолептических и физико-химических показателей порошка батата. Приведены исследования возможности использования порошка батата в производстве хлебобулочных изделий из пшеничной муки. Установлено уменьшение показателя ИДК клейковины пшеничной муки до 16 % при внесении порошка из батата в количестве 5, 10 и 15 %. Установлено, что внесение порошка батата увеличивает газообразующую способность теста до 23 %, сокращает продолжительность брожения до 54 % и снижает газоудерживающую способность теста до 9 %. Определены физико-химические показатели хлеба с порошком батата и установлено, что внесение порошка батата в количестве 5 и 10 % влияет на увеличение удельного объема изделий на 6–8 %, пористости – на 3–5 %, кислотности – на 30–37 %, общей деформации сжатия мякиша – на 24 % по сравнению с контрольным образцом. Установлено, что при внесении порошка батата в количестве 5 % развитие картофельной болезни хлеба задерживалось на 12 ч; 10 % − на 24 ч; 15 % − на 48 ч по сравнению с контрольным образцом.

***Abstract*:** The paper presents the results of studies of organoleptic and physicochemical characteristics of sweet potato powder. The research of possibility of using sweet potato powder in making of bakery products from wheat flour is presented. The reducing of gluten′s deformation to 16 % with adding of sweet potato powder with percentage 5, 10 and 15 is found. The results show that addition of sweet potato powder enhances the gas-forming ability to 23%, shortens the dough fermentation time to 54 % and reduces the gas-holding ability of dough to 9 %. The physicochemical characteristics of bread with sweet potato powder are defined and it is set that the addition of sweet potato powder in dosage of 5 and 10 % increases the specific volume of bread to 6–8 %, the bread porosity – to 3–5 %, the acidity – to 30–37 %, the common deformation of crumb compression – to 24 % compared to check sample. It is found that the addition of 5% of sweet potato powder delayed the develop of rope spoilage in bread to 12 h, the addition of 10 % – to 24 h, the addition of 15 % – to 48 h compared to check sample.

Введение. Батат – перспективный ингредиент в обогащении хлебобулочных изделий. В его мякоти содержатся пищевые волокна (до 49,7 %),биологически активные вещества: флавоноиды, фенольные соединения, каротиноиды(от 14 до 128,5 мг/г на сухой вес). Порошковая форма растительного сырья имеет ряд преимуществ. Низкое значение влажности в пределах 4–12 % обеспечивает незначительный объем массы порошка и высокую концентрацию питательных веществ, существенно увеличивает срок хранения без значительных потерь полезных свойств исходного сырья. Наличие β-каротина позволяет применять батат в качестве добавки для продуктов диетического лечебного и диетического профилактического питания [11, 12, 13].

Объекты и методы исследования. В исследованиях использовали порошок из сладкого картофеля Батата (Ipomoéabatátas) (далее ПБ), оранжевого сорта Джорджия Рэд, завезенного из южных регионов России.

Цветовые характеристики ПБ определяли с помощью калориметра KonicaMinolta серии CR-400. Массовую долю влаги ПБ оценивали по ГОСТ 28561-90, насыпную плотность определяли при помощи волюметра Скотта PT-SV100 (PharmaTest, Германия), гранулометрический состав устанавливали с помощью ИИС ГИУ-1, набухаемость и влагоудерживающую способность определяли согласно методам, разработанным ФГАНУ НИИХП.

Свойства теста контролировали с помощью прибора Фаринограф-Е (Brabender, Германия) согласно ГОСТ Р 51404-99, газообразующую и газоудерживающую способность теста определяли на приборе Реоферментометр F3 (Chopin, Франция) в соответствии с методом AACCI 89-01.01 «Yeastactivity, gasproduction».

Признаки появления картофельной болезни хлеба определяли в соответствии с «Инструкцией по предупреждению картофельной болезни хлеба», разработанной ФГАНУ НИИХП.

Апробация хлебобулочных изделий с использованием ПБ проводилась на АОХлебокомбинат «Пролетарец».

Результаты исследований. ПБ получали следующим образом: клубни батата промывали и очищали от кожицы. Очищенные клубни нарезали в виде ломтиков 20×20×2 мм на овощерезке. Сушку производили конвективным методом в сушильном шкафу Binder FD 115, при следующих параметрах: температура 60 °С, продолжительность 6–8 часов. Далее высушенный батат измельчали на лабораторной мельнице.

С целью определения качества полученного порошка исследовали органолептические и физико-химические показатели ПБ. Результаты представлены в таблице 1.

Хлебобулочные изделия составляют основу пищевого рациона населения, поэтому одним из перспективных направлений повышения пищевой и биологической ценности изделий, представляется включение в рецептуру овощных и фруктовых порошков, в частности, порошка батата [1, 2, 5, 8].

С целью изучения влияния порошка батата на свойства теста и качество хлебобулочных изделий из пшеничной муки для исследования были выбраны следующие дозировки ПБ: 5 %, 10 % и 15 % к массе пшеничной муки.

Исследовали влияние ПБ на качество клейковины. Установлено, что увеличение дозировки оказывает укрепляющее действие на клейковину на 5,6; 11,8 и 25,6 % соответственно. Возможно, укрепляющее действие связано с присутствием в составе ПБ значительного количества органических кислот.

Таблица 1 − Характеристика порошка батата

Наименования показателей	Значения показателей
Органолептические показатели	
Внешний вид	Однородный порошок, без включений
Комкуемость	Не комкуется
Цвет	Темно-оранжевый
Эластичность	Средняя
Сыпучесть	Высокая
Твердость	Средняя
Запах	Сушеного батата
Вкус	Сушеного батата
Физико-химические показатели	
Массовая доля влаги, %	9,2
Насыпная плотность, г/см^3	0,56
Среднеэквивалентный размер частиц ($d_{экв}$), мкм*	44
Набухаемость, мл/г	7,0
Влагоудерживающая способность, %	88
Цветовые характеристики L: a: b: Желтизна: Белизна:	 75,22 20,8 25,07 0,33 0,75

* Оценивалась фракция, состоящая из 10100 частиц размером до 500 мкм

Полученные результаты свидетельствуют о влиянии порошка из батата на качество клейковины пшеничной муки, следовательно, целесообразно исследовать влияние вносимой добавки на газообразующую и газоудерживающую способности теста (рисунок 1).

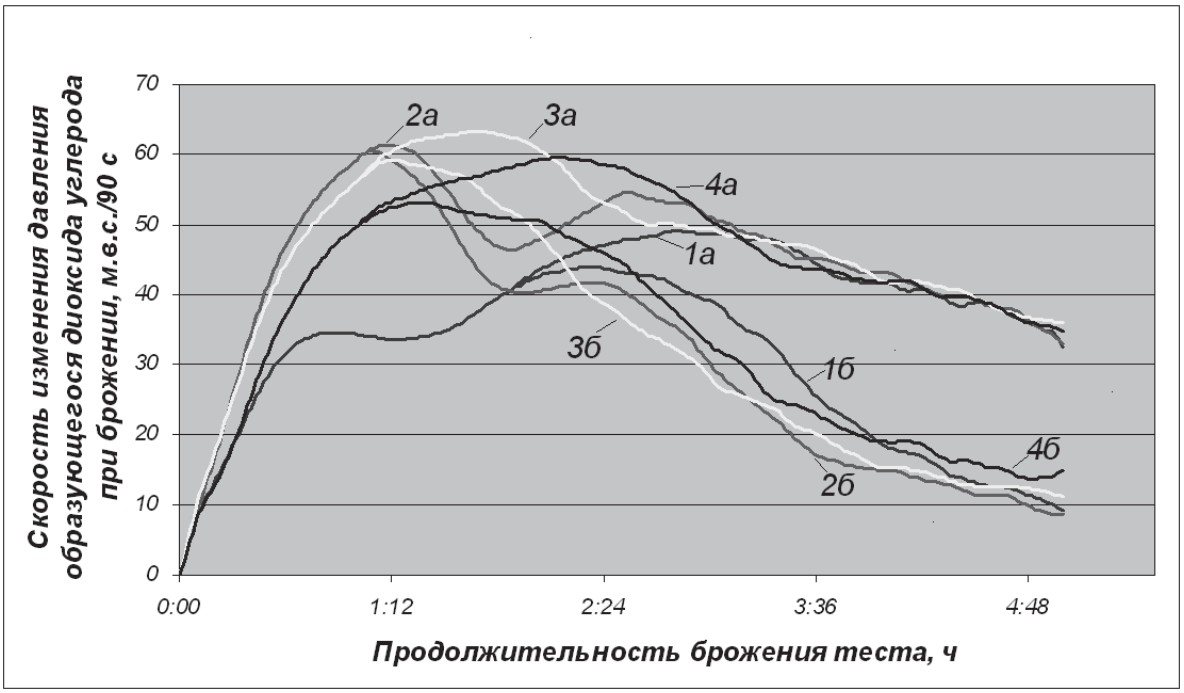


Рисунок 1 − Кривые зависимости газообразующей и газоудерживающей способности теста (1а – газообразование в контрольном образце; 1б – газоудерживание в контрольном образце; 2а – газообразование с внесением 5 % ПБ; 2б – газоудерживание с внесением 5 % ПБ; 3а – газообразование с внесением 10 % ПБ; 3б – газоудерживание с внесением 10 % ПБ; 4а – газообразование с внесением 15 % ПБ; 4б – газоудерживание с внесением 15 % ПБ)

Анализ кривых газообразования и газоудерживания показал, что оптимальная продолжительность брожения теста с внесением ПБ в количестве 5 % составила 66 минут; 10 % – 60 минут; 15 % – 53 минуты. Также выявлено, что ПБ увеличивает газообразующую способность теста до 23 %, сокращает продолжительность брожения до 54 %, снижает газоудерживающую способность теста до 9 %.

Были проведены исследования свойств теста с добавлением ПБ (таблица 2). Установлено, что внесение добавки увеличивает время образования теста в 2 раза и уменьшает разжижение теста до 48, 79 и 67,4 %, соответственно, по сравнению с контролем.

Таблица 2 – Параметры фаринограмм образцов теста

Наименование показателей	Образец с внесением ПБ в количестве:			
	0 % (контроль)	5 %	10 %	15 %
Водопоглотительная способность, %	58,2	57,8	57,6	57,3
Время образования теста, мин	3	3,7	8,2	6,4
Устойчивость теста, мин	10,3	13,8	11,6	10,8
Разжижение теста, ед. прибора	42	22	9	13

Изучено влияние исследуемой добавки на физико-химические показатели качества хлеба из пшеничной муки. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-химические показатели хлеба с ПБ

Наименование показателей	Образец с внесением батата в количестве:			
	0 % (контроль)	5 %	10 %	15 %
Удельный объем, $см^3/г$	3,2	3,4	3,2	2,6
Пористость, %	76	78	78	72
Влажность хлеба, %	41,0	41,0	41,0	41,0
Кислотность хлеба, град	1,6	2,0	2,2	2,4
$\Delta Н_{общ}$, ед. приб.	90	112	109	87

Выявлено, что внесение ПБ в количестве 5 и 10 % увеличивает удельный объем изделий на 6–8 %, пористость на 3–5 %, кислотность на 30–37 %.Увеличение дозы внесения более 10 % к массе муки снижало все исследуемые показатели, кроме кислотности, которая возрастала по сравнению с контрольным образцом.

Далее проведены исследования влияния ПБ на микробиологическую безопасность хлеба. Установлено, что внесение ПБ в количестве 5 % задерживало развитие картофельной болезни хлеба на 12 ч; 10 % – на 24 ч; 15 % – на 48 ч по сравнению с контролем, в котором заболевание отмечалось через 36 ч. Вероятно, это связано с влиянием органических кислот (лимонной, яблочной, щавелевой, изолимонной, молочной, пировиноградной, винной и др.) в составе ПБ, что обуславливает угнетающее воздействие на жизнедеятельность микроорганизмов и препятствует развитию картофельной болезни хлеба.

Выводы:

Установлено, что внесение порошка батата улучшает свойства теста и замедляет развитие картофельной болезни, тем самым повышая микробиологическую безопасность хлебобулочных изделий.

На основе полученных данных разработана технология переработки батата в порошок, рецептура и технология приготовления хлебобулочных изделий с использованием порошка батата.

Разработан проект технической документации на хлебобулочные изделия с порошком батата и проведена их промышленная апробация на АО Хлебокомбинат «Пролетарец».

Список использованных источников

1. А.С. Романов, Н.И. Давыденко, Л.Н. Шатнюк, И.В .Матвеева, В.М. Позняковский. ЭКСПЕРТИЗА Хлеба и хлебобулочных изделий качество и безопасность // 2005. – С. 269.

2. Буробин Д.Е. Сырьевая база хлебопекарной промыщленности // Хранение и переработка сельхозсырья. 2004. – №1. С. 15–16.

3. Дзантиева, Л.Б. Биоресурсный потенциал топинамбура сорта «Интерес» и батата, интродуцированных в РСО-Алания: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Владикавказ, 2006. – 17 с.

4. Дзантиева, Л.Б. Биоресурсный потенциал топинамбура сорта «Интерес» и батата, интродуцированных в РСО-Алания: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Владикавказ, // 2006. – 17 с.

5. Казаков Е. Проблемы биологической и пищевой ценности хлеба // Хлебопродукты. – 2009. – № 10. – С.10–12.

6. Подлесный В.Б. Воронежский батат / В.Б. Подлесный // NationalGeographic Россия. – 2013. – № 11. – С. 58.

7. Подлесный В.Б. Оценка урожайности современных сортов батата в условиях Центральной России / В.Б. Подлесный // Аграрная Россия. – 2013. – №6. – С. 11–13.

8. Юсупова, Г.Г. Микробиологический контроль производства пищевых продуктов из зерна. М.: Типография №2. – 2017. – 422 с.

9. Aniedu, C. and Agugo, U.A. Acceptability of bread produced from Hausa-potato and sweet potato composite flours. Journal of Agriculture and Social Research 10(2): 2010. PP. 162–166.

10. Bovell-Benjamin, A.C. Sweet Potato: A review of its past, present, and future role in human nutrition. Advances in Food Nutrition Research 52(1): 2007. PP. 1–59.

11. Hathorn, C.S., Biswas, M.A., Gichuhi, P.N., and Bovell Benjamin, A.C. Comparison of chemical, physical, micro-structural, and microbial properties of breads supplemented with sweet potato flour and high gluten dough enhancers. Lebensmittel Wissenschaft and Technologie 41(5): 2008. PP. 803–815.

12. Oluwalana, I.B., Malomo, S.A., and Ogbodogbo, E.O. Quality assessment of flour and bread from sweet potato wheat composite flour blends. International Journal of Biological and Chemical Sciences 6(1): 2012. PP. 65–76.

13. Owori, C, Bergal, L, Mwanga R.O.M, Namutebi, A et Kapinga, R. Sweet potato recipebook: Sweet potato processed products from Eastern and Central Africa. Kampala-Uganda: 2007. 93 p.

References

1. A.S. Romanov, N.I. Davydenko, L.N. Shatnyuk, I.V .Matveyeva , V.M. Poznyakovskiy. EKSPERTIZA Khleba i khlebobulochnykh izdeliy kachestvo i bezopasnost' // 2005. – S. 269.

2. Burobin D.Ye. Syr'yevaya baza khlebopekarnoy promyshchlennosti // Khraneniye i pererabotka sel'khozsyr'ya. 2004. – №1. s. 15–16.

3. Dzantiyeva, L.B. Bioresursnyy potentsial topinambura sorta «Interes» i batata, introdutsirovannykh v RSO-Alaniya: Avtoref. diss. kand. biol. nauk. Vladikavkaz, 2006. – 17 s.

4. Dzantiyeva, L.B. Bioresursnyy potentsial topinambura sorta «Interes» i batata, introdutsirovannykh v RSO-Alaniya: Avtoref. diss. kand. biol. nauk. Vladikavkaz, 2006. – 17 s.

5. Kazakov Ye. Problemy biologicheskoy i pishchevoy tsennosti khleba // Khleboprodukty. – 2009. – № 10. – S.10–12.

6. Podlesnyy V. B. Voronezhskiy batat / V. B. Podlesnyy // NationalGeographic Rossiya. – 2013. – № 11. – S. 58.

7. Podlesnyy V. B. Otsenka urozhaynosti sovremennykh sortov batata v usloviyakh Tsentral'noy Rossii / V. B. Podlesnyy // Agrarnaya Rossiya. – 2013. –№6. – S.11–13.

8. Yusupova, G.G. Mikrobiologicheskiy kontrol' proizvodstva pishchevykh produktov iz zerna. M.: Tipografiya №2. – 2017. – 422 s.

9. Aniedu, C. and Agugo, U.A. Acceptability of bread produced from Hausa-potato and sweet potato composite flours. Journal of Agriculture and Social Research 10(2): 2010. PP. 162–166.

10. Bovell-Benjamin, A.C. Sweet Potato: A review of its past, present, and future role in human nutrition. Advances in Food Nutrition Research 52(1): 2007. PP. 1–59.

11. Hathorn, C.S., Biswas, M.A., Gichuhi, P.N., and Bovell Benjamin, A.C. Comparison of chemical, physical, micro-structural, and microbial properties of breads supplemented with sweet potato flour and high gluten dough enhancers. Lebensmittel Wissenschaft and Technologie 41(5): 2008. PP. 803–815.

12. Oluwalana, I.B., Malomo, S.A., and Ogbodogbo, E.O. Quality assessment of flour and bread from sweet potato wheat composite flour blends. International Journal of Biological and Chemical Sciences 6(1): 2012. PP. 65–76.

13. Owori, C, Bergal, L, Mwanga R.O.M, Namutebi, A et Kapinga, R. Sweet potato recipebook: Sweet potato processed products from Eastern and Central Africa. Kampala-Uganda: 2007. 93 p.

УДК 664

МЕТОДОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

*Автор: к. т. н. Семипятный В.К.**
**Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва, старший научный сотрудник. e-mail: semipyatniy@gmail.com*

METHODOLOGY OF COMPOSITIONAL IDENTIFICATION OF FOOD PRODUCTS

*Author: Cand. Tech. Sc. Semipyatniy V. K.**
All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Non-Alcoholic and Wine Industry – a branch of the Gorbatov's Federal Scientific Center for Food Systems of RAS, Moscow, senior researcher. e-mail: semipyatniy@gmail.com

Ключевые слова: кластеризационный анализ, методология идентификации, диаграмма Вороного.
Keywords: cluster analysis, identification methodology, Voronoi diagram.

Аннотация: Целью работы является обзор робастной системы многокритериальной идентификации пищевых продуктов. Рассмотрен апостериорный экспериментальный анализ образцов, как представляющий собой надежный и эффективный способ установления идентификационных критериев. В силу многих факторов, таких как ограниченность лабораторного ресурса и невозможность получения исходных данных для вычисления зависимостей, перспективным методом идентификации в пищевой промышленности представлены кластерные модели данных, основывающиеся лишь на свойствах исследуемых продуктов и выводящих зависимости напрямую из различия между ними. В качестве примера применения кластерного анализа рассмотрена модель дискриминации виноматериалов из двух российских винодельческих регионов с демонстрацией диаграммы Вороного полученного результата и графической интерпретации вероятностных эллипсоидов результирующих кластеров.

Annotation: The aim of the work is to review the robust system of multi-criteria identification of food products. A posteriori experimental analysis of samples is considered as representing a reliable and effective way of establishing identification criteria. Due to many factors, such as the limited laboratory resources and the inability to obtain initial data for calculating the dependences, a promising identification method in the food industry is the cluster data modeling based only on the properties of the products studied and deriving the dependencies directly from the difference between them. As an example of the application of cluster analysis, we consider a discrimination model of wine materials from two Russian wine regions with a demonstration of the Voronoi diagram of the result obtained and a graphical interpretation of the probability ellipsoids of the resulting clusters.

Введение. В пищевой промышленности остро стоит вопрос определения принадлежности образцов продукции к конкретным группам [1–2], в том числе по качеству, позволяющим судить о происхождении и составе продукта. На текущий момент идентификация зачастую происходит эмпирическим образом и идентификационные критерии устанавливаются без математического и экспериментального обоснования на основе экспертного мнения. Такие критерии затем внедряются в правовое поле и наносят как репутационный, так и материальный ущерб производителям, а также вводят в заблуждение потребителей.

Методология работы*:* Положим функцией расстояния между точками пространства. В пищевой промышленности применимы следующие кластеризационные метрики [3]:

Классическое Евклидово расстояние

$$D(x_i x_j) = \|x_i - x_j\| = \sqrt{\sum_l^k (x_i^l - x_j^l)^2}$$

Манхэттенское расстояние

$$D(x_i x_j) = \sum_{l=1}^{k} |x_i^l - x_j^l|$$

Данное расстояние наиболее употребимо, если стоит задача кластеризации по дискретным данным (например, экспертным балльным оценкам), когда движение вне дискретной сетки не несет смысла. Например, если оценка эксперта по двум факторам одного продукта составила (5, 4), а другого (4, 5), то разница в баллах между ними составит 2 (чему и равняется Манхэттенское расстояние). Получить физических смысл Евклидова расстояния, равного 1,414, в данном случае сложнее.

Расстояние по косинусу

$$D(x_i x_j) = \cos(x_i, x_j) = \frac{x_i \cdot x_j}{\|x_i\| \|x_j\|}$$

Расстояние по косинусу наиболее употребимо, когда имеет место ассиметричность данных (например, в задачах классификации направлений фальсификации). Диаграмма, визуализирующая геометрический смысл рассмотренных расстояний, представлена на рисунке 1.

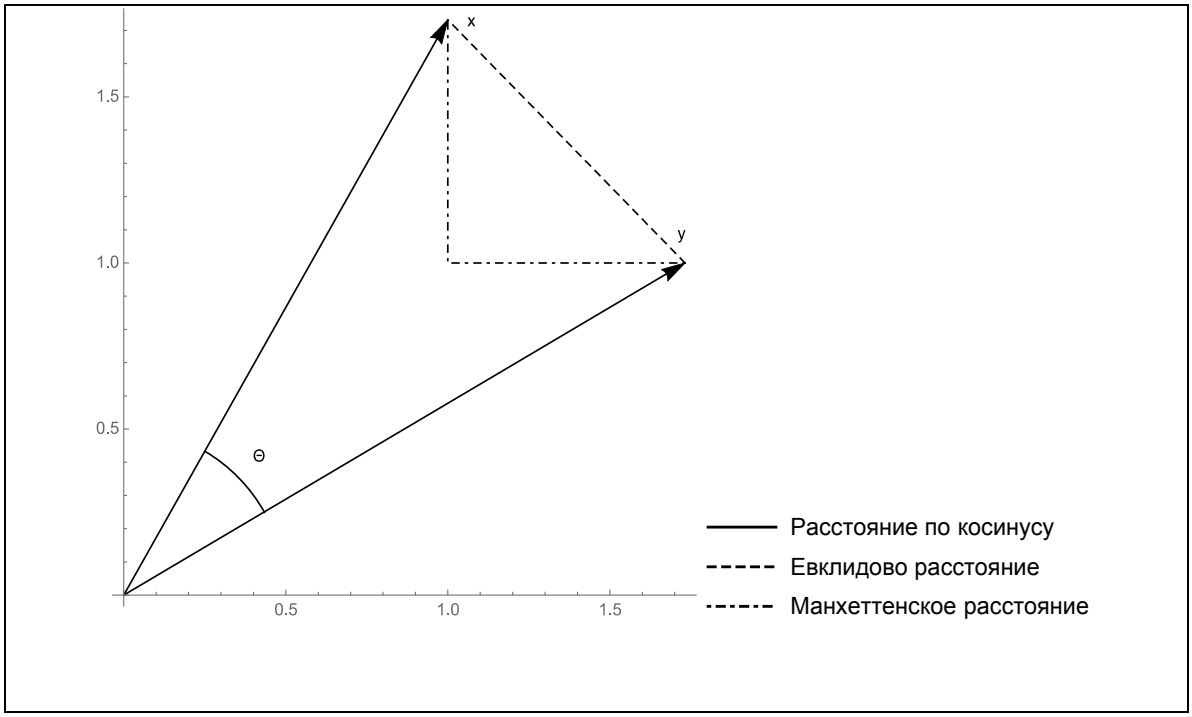


Рисунок 1 – Визуализация кластеризационных расстояний

Нормализация данных

При проведении многокомпонентного кластеризационного анализа следует обращать внимание на характер и вклад каждой компоненты [4–5]. Если строить регрессионные модели на неоднородных данных, одни компоненты могут нивелировать вклад других и, фактически, полученные уравнения будут нести ограниченную информацию о наблюдаемых объектах.

Используя центральную предельную теорему можно применить нормализацию данных. Пусть y_i – компоненты векторов x_i, отвечающих критерию, для которого проводится нормализация данных. Вычислим среднее значение:

$$\bar{y} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} y_i \ ,$$

По ГОСТ Р 8.736-2011 средним квадратическим отклонением называется:

$$S_0 = \sqrt{\frac{1}{m-1}\sum_{i=1}^{m}\left(y_i - \bar{y}\right)^2}$$

Используется именно этот вид отклонения, так как математическое ожидание его квадрата равняется дисперсии.

Теперь мы можем нормализовать значения компонентов, сместив их на среднее и разделив на размах данных:

$$\hat{\bar{y}}_i = \frac{y_i - \bar{y}}{S_0}$$

Таким образом, независимо от того, как были распределены значения компонентов y_i, $\hat{y}_i$ будут иметь нулевое математическое ожидание и дисперсию, равную единице, для всех i. Фактически, если бы величины y_i были одинаково нормально распределены, что является частым логичным предположением при получении экспериментальных критериев (измеряется один и тот же критерий с погрешностью), величины $\hat{y}_i$ имели бы распределение N (0, 1).

Результаты: продемонстрируем пример проведения кластеризационного анализа с получением дискриминирующего критерия в случае определения географического происхождения виноматериала по микро- и макроэлементному составу [6].

Предполагается, что, так как виноград забирает из почвы содержащиеся в ней элементы, имеет смысл рассмотреть микро- и макроэлементный состав виноматериала и сравнить его со значениями в почве данного географического местоположения. При этом, установить точную функцию перехода элементов в продукт не представляется возможным. Использование статистической зависимости между почвенным и винным составами также затруднительно, потому что требует, как минимум, исследование почвенного состава для всевозможных территорий произрастания вина.

Однако, используя только тот факт, что составы виноматериалов различного географического происхождения должны отличаться, возможно построить дискриминантный критерий, используя данные по микро- и макроэлементному составу достаточного количества образцов, представляющих разные регионы виноделия. Построение критерия значительно упрощено тем, что данные самой почвы регионов не требуются.

На рисунке 2 представлена кластеризационная модель дискриминационного анализа по микроэлементному составу для образцов виноматериалов Ростовского и Краснодарского винодельческих регионов. При построении использовано Евклидово расстояние и регрессионная модель с сокращением размерности с 18 до 2. На рисунке 3 представлены кластеризационные данные с наложением плотностей вероятности на кластеры.

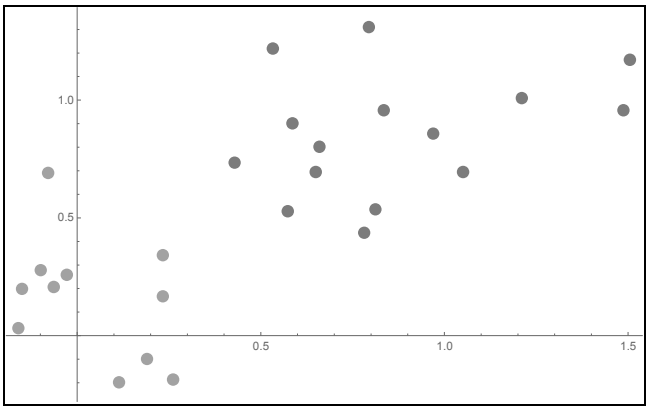


Рисунок 2 – Графическое представление дискриминационных кластеров

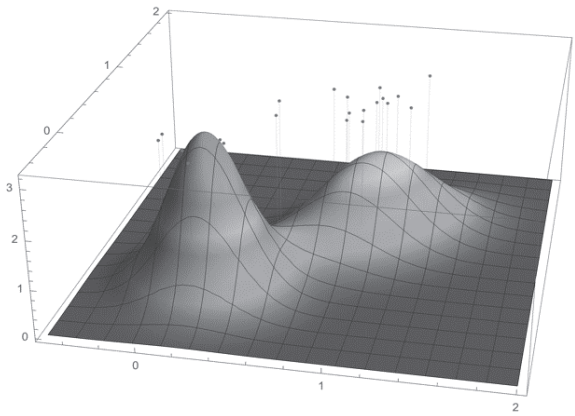


Рисунок 3 – Графическая интерпретация вероятностных эллипсоидов для двух групп образцов

***Выводы**:*

Полученная регрессионная зависимость с достаточной степенью достоверности разделяет два региона виноделия. Представленная кластеризационная модель является универсальным методом для решения идентификационных задач, применимым в большинстве отраслей пищевой промышленности.

Список использованных источников:

1. Gupta R.K., Dudeja Puja and Minhas A.S. Food Safety in the 21st Century: Public Health Perspective. // Academic Press. 2016. ISBN 978-0-12-801773-9

2. Perriere G., Thioulouse J. Use of Correspondence Discriminant Analysis to predict the subcellular location of bacterial proteins // Computer Methods and Programs in Biomedicine. 2003. T. 70.

3. Kawaguchi F., Kitamura Y., Nakajima R., Takahashi M., Goto H., Washida Y., Yamamoto Y., Sasazaki S., Mannen H. Application of DNA markers for discrimination between Japanese and Australian Wagyu beef. // Animal Science Journal, 2018, vol. 89, no. 1, pp. 257–258.

4. Petrov A.N., Galstyan A.G., Radaeva I.A., Turovskaya S.N., Illarionova E.E., Semipyatniy V.K., Khurshudyan S.A., DuBuske L.M., Krikunova L.N. Indicators of Canned Milk Quality: Russian and International Priorities // Foods and Raw Materials, 2017

5. Oganesyants L.A., Khurshudyan S.A., Galstyan A.G., Semipyatny V.K., Ryabova A.E., Vafin R.R., Nurmukhanbetova D.E., Assembayeva E.K. Base matrices – invariant digital identifiers of food products // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, series of geology and technical sciences. 2018. Vol. 6. No. 432. PP. 6–15. doi: 10.32014/2018.2518-170X.30

6. Точилина Р.П., Гончарова С.А., Хорошева Е.В., Семипятный В.К. Особенности минерального состава донских вин и виноматериалов как идентификационный показатель места происхождения // Виноделие и виноградарство. 2016. № 3. С. 14–17.

References

1. Gupta R.K., Dudeja Puja and Minhas A.S. Food Safety in the 21st Century: Public Health Perspective. // Academic Press. 2016. ISBN 978-0-12-801773-9

2. Perriere G., Thioulouse J. Use of Correspondence Discriminant Analysis to predict the subcellular location of bacterial proteins // Computer Methods and Programs in Biomedicine. 2003. T. 70.

3. Kawaguchi F., Kitamura Y., Nakajima R., Takahashi M., Goto H., Washida Y., Yamamoto Y., Sasazaki S., Mannen H. Application of DNA markers for discrimination between Japanese and Australian Wagyu beef. // Animal Science Journal, 2018, vol. 89, no. 1, pp. 257–258.

4. Petrov A.N., Galstyan A.G., Radaeva I.A., Turovskaya S.N., Illarionova E.E., Semipyatniy V.K., Khurshudyan S.A., DuBuske L.M., Krikunova L.N. Indicators of Canned Milk Quality: Russian and International Priorities // Foods and Raw Materials, 2017

5. Oganesyants L.A., Khurshudyan S.A., Galstyan A.G., Semipyatny V.K., Ryabova A.E., Vafin R.R., Nurmukhanbetova D.E., Assembayeva E.K. Base matrices – invariant digital identifiers of food products // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, series of geology and technical sciences. 2018. Vol. 6. No. 432. PP. 6–15. doi: 10.32014/2018.2518-170X.30

6. Tochilina RP, Goncharova SA, Horosheva EV, Semipyatnyj VK. Osobennosti mineral'nogo sostava donskih vin i vinomaterialov kak identifikacionnyj pokazatel' mesta proiskhozhdeniya [Features of the mineral composition of the don wines and wine materials as an identification indicator of the place of origin] // Vinodelie i vinogradarstvo. 2016. № 3. PP. 14–17.

УДК 663.479.1:633.6

ПРОИЗВОДСТВО КВАСА С РАСТИТЕЛЬНЫМ ЗАМЕНИТЕЛЕМ САХАРА

*Авторы: Сенченко М.А.–кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **
Научный руководитель: Позднякова В.Ф. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, e-mail: senchenko@yarcx.ru

PRODUCTION OF KVASS WITH A VEGETABLE SUGAR SUBSTITUTE

*Author: Senchenko M.A.–PhD, associate professor **
Scientific adviser: Pozdnyakova V.F. – PhD, professor
Yaroslavl state agricultural academy, Yaroslavl, e-mail: senchenko@yarcx.ru

Ключевые слова: безалкогольные напитки, квас, функциональные ингредиенты, заменитель сахара, стевия, рецептура, ревень.

Keywords: soft drinks, kvass, functional ingredients, sugar substitute, stevia, recipe, rhubarb.

***Аннотация*:** В настоящее время во многих странах активно проводится замена сахара в рецептурах разных продуктов и напитков, что обусловлено необходимостью оптимизации питания человека, а также возможностью решения вопросов рационального питания людей с определенными заболеваниям. Квас с древнейших времен является одним из наиболее предпочитаемых национальных напитков русского народа. Поэтому целью наших исследований явилось изучение возможности использования в качестве заменителя части сахара – сухих листьев стевии [Stevia rebaudiana BERTONI (L.)] и традиционного местного растительного сырья в рецептуре при производстве кваса. Предлагается один из оригинальных вариантов расширения ассортимента освежающих напитков: использование ревеня, сухой трава мяты перечной, мелисы, листа смородины красной, черной и малины – рецептурных компонентов, обеспечивающих фармакологическую направленность этого безалкогольного напитка. Приводятся результаты оценки органолептических, физико-химических, микробиологических и токсикологических показателей кваса с растительным заменителем сахара из натурального растительного сырья, выращенного в условиях Ярославской области, что позволяет рекомендовать его отечественной и мировой индустрии безалкогольных напитков.

Abstract: Currently, many countries are actively replacing sugar in the formulations of various foods and drinks, due to the need to optimize human nutrition, as well as the ability to address the rational nutrition of people with certain diseases. Kvass from ancient times is one of the most preferred national drinks of the Russian people. Therefore, the aim of our research was to study the possibility of using as substitute some sugar – dried stevia leaves [Stevia rebaudiana BERTONI (L.)] and traditional local plant materials in the recipe for the production of kvass. One of the original options for expanding the range of refreshing drinks is proposed: the use of rhubarb, dry peppermint, lemon balm, red currant, black and raspberry leaf – prescription components that ensure the pharmacological orientation of this soft drink. The results of the assessment of organoleptic, physicochemical, microbiological and toxicological indicators of kvass with a vegetable sugar substitute from natural plant materials grown in the conditions of the Yaroslavl region are presented, which allows us to recommend it to the domestic and world soft drinks industry.

Введение. Правильное питание обеспечивает нормальную жизнедеятельность организма человека, способствует профилактике заболеваний и создает условия для предупреждения преждевременного старения. Успешное решение проблемы здорового питания зависит от разработки и внедрения новейших технологий продуктов питания с использованием натурального растительного сырья с большим содержанием биологически активных веществ, функциональных ингредиентов и антиоксидантов, заменителей сахара. В настоящее время во многих странах активно проводится замена сахара в рецептурах разных продуктов и напитков, что обусловлено необходимостью оптимизации питания человека, а также возможностью решения вопросов рационального питания людей с определенными заболеваниями [1–7]. Институтом питания

неоднократно озвучивалась нарастающая проблема нарушения пищевого статуса человека в связи с повышением уровня сахара в крови, перенапряжением функций поджелудочной железы, снижением чувствительности клеток к инсулину. Актуальным решением для людей, живущих с определенными заболеваниями, является снижение доли сахара в рецептурах продуктов и напитков, являющихся предпочтительными в их ежедневном рационе.

Квас с древнейших времен является одним из наиболее предпочитаемых национальных продуктов русского народа. Как неотъемлемый компонент национальной пищевой культуры Руси, квас в наши дни приобретает всё большую и большую популярность. Разнообразные секреты производства этого старинного напитка веками бережно сохранялись, обогащались и передавались из поколения в поколение. К сожалению, многие из них были утеряны.

Цель исследования – изучить возможность использования заменителя сахара – сухих листьев стевии и традиционного местного растительного сырья в рецептуре при производстве кваса.

Объекты и методы исследования. Основными компонентами для разработки рецептуры кваса явились: ревень, сухая трава мяты перечной, мелисы, лист смородины красной, черной и малины, вода, сахар, дрожжи, сухие листья стевии.

Для исследования органолептических и физико-химических показателей были выбраны 4 объекта:

– объект № 1. Белый квас, произведенный по традиционной технологии, выпускаемый промышленностью;

– объект № 2. Квас, приготовленный по разработанной рецептуре и технологии, включающей дополнительные операции: вымачивание стеблей ревеня, настаивание стеблей ревеня и дополнительных ингредиентов;

– объект №3. Квас, приготовленный по разработанной рецептуре и технологии, включающей дополнительные операции: варка стеблей ревеня и дополнительных ингредиентов; охлаждение до температуры брожения;

– объект №4. Квас, приготовленный по разработанной рецептуре и технологии с использованием в качестве заменителя части сахара – сухих листьев стевии, включающей дополнительные операции: варка стеблей ревеня и дополнительных ингредиентов; охлаждение до температуры брожения.

В работе использованы теоретические (анализ) и эмпирические методы научного исследования (эксперименты, наблюдение, измерения, сравнение, описание). Выработка пробных образцов объектов была проведена на базе кафедры «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА на основании разработанных рецептур и технологических схем. У всех объектов исследования были оценены органолептические и физико-химические показатели на базе кафедры «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА: массовая доля сухих веществ (%) рефрактометрическим методом, кислотность, (к. ед.) методом титрования, объемная доля этилового спирта. Микробиологические (БГКП, КМАФАнМ, дрожжи, плесени), токсикологические (содержание солей тяжелых металлов) показатели и содержание органических кислот (яблочная, лимонная и янтарная) были оценены на базе ГБУ ЯО Ярославский государственный институт качества сырья и пищевых продуктов.

Результаты исследований. Результаты оценки органолептических показателей позволяют сделать вывод о том, что образцы № 2, № 3 и № 4 оригинальны, их купаж обладает насыщенным вкусовым и ароматическим букетом, все вкусовые и ароматические ноты хорошо гармонируют, дополняя друг друга. Дополнительные компоненты рецептурного набора не ухудшают вкусовые и ароматические ноты этих объектов по сравнению с образцом № 1.

Результаты исследований по определению содержания макро- и микроэлементов выявили незначительные отклонения в содержании основных макро- и микроэлементов в квасе, произведенном по разработанной рецептуре и технологии по сравнению с квасом, произведенным по традиционной технологии. Причем технология, включающая дополнительные операции (варка стеблей ревеня и дополнительных ингредиентов; охлаждение до температуры брожения) с использованием в качестве заменителя части сахара – сухих листьев стевии обеспечила наибольшую экстракцию функциональных ингредиентов из сырья в готовый продукт.

Физико-химические показатели кваса, приготовленного по разработанной рецептуре и технологии, включающей дополнительные операции (варка стеблей ревеня и дополнительных ингредиентов; охлаждение до температуры брожения) с использованием в качестве заменителя

части сахара – сухих листьев стевии представлены в таблице 1, микробиологические показатели и содержание органических кислот представлены в таблице 2, токсикологические показатели – в таблице 3.

Таблица 1 – Результаты определения физико-химических показателей кваса с использованием в качестве заменителя части сахара – сухих листьев стевии

Наименование показателя	ГОСТ 31494-2012 Квасы. Общие технические условия	Квас с использованием в качестве заменителя части сахара – сухих листьев стевии, из натурального растительного сырья, выращенного в условиях Ярославской области
Кислотность, $см^3$ 1н NaOH на 100 $см^3$ напитка	От 1,5 до 7	2,2
Объемная доля этилового спирта, %	Не более 1,2	0,3
Массовая доля сухих веществ, %	Не менее 3,5	3,5

Таблица 2 – Результаты определения микробиологических показателей и содержания органических кислот в квасе

Наименование показателя	Квас с использованием в качестве заменителя части сахара – сухих листьев стевии, из натурального растительного сырья, выращенного в условиях Ярославской области
БГКП (колиформы)	не обнаружены в 10 $см^3$
КМАФАМ	$8,6*10^4$ КОЕ/$см^3$
Дрожжи	$1,8*10^5$ КОЕ/$см^3$
Плесени	менее 1 КОЕ/$см^3$
Яблочная кислота	(420±107) мг/$дм^3$
Лимонная кислота	(120±36) мг/$дм^3$
Янтарная кислота	(347±46) мг/$дм^3$

Таблица 3 – Результаты токсикологического исследования кваса с использованием в качестве заменителя части сахара – сухих листьев стевии, из натурального растительного сырья, выращенного в условиях Ярославской области

Наименование показателя	Результаты испытаний	Величина допустимого уровня
Токсичные элементы:		
Свинец	менее 0,02 мг/кг	не более 0,3 мг/кг
Мышьяк	менее 0,001 мг/кг	не более 0,1 мг/кг
Кадмий	менее 0,005 мг/кг	не более 0,03 мг/кг
Ртуть	менее 0,0002 мг/кг	не более 0,005 мг/кг

Данные представленные в таблицах 1, 2 и 3 позволяют сделать вывод о том, что показатели качества кваса с растительным заменителем сахара из натурального растительного сырья, выращенного в условиях Ярославской области, соответствуют требованиям ГОСТ 31494-2012 Квасы. Общие технические условия.

Выводы:

В целом, наша научно-исследовательская работа посвящена возрождению национальных традиций пищевой культуры русского народа, широкому внедрению в рацион разных категорий населения древнего и вечно молодого продукта человеческого труда – кваса, а в частности, – использованию в качестве заменителя части сахара при производстве кваса сухих листьев стевии. Следует отметить особую ценность использования сухих листьев стевии и экологического растительного сырья, выращенного в условиях Ярославской области в производстве данного напитка, что расширяет ассортимент отечественной и мировой индустрии безалкогольных напитков, а также позволяет решать вопросы рационального питания людей с определенными заболеваниями.

Список использованных источников

1. Позднякова, В.Ф. Производство холодного черного чая с натуральным заменителем сахара – стевией [*Stevia rebaudiana* BERTONI (L.)] [Текст] / В.Ф. Позднякова, М.А. Сенченко // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии» . – 2019.Т. 7. – №2. – С. 81–88.

2. Ivanišová, E. Biological activity of apple juice enriched by herbal extracts [Text] / E. Ivanišová, H. Frančáková, P. Ritschlová, Š. Dráb, M. Solgajová, M. Tokár // J Microbiol Biotech Food Sci / Ivanišováetal. – 2015. –№ 4 (specialissue 3). – PP. 69–73.

3. Cheryl G. Fernandes. Cereal based functional beverages: a review [Text] / Cheryl G. Fernandes, Sachin K. Sonawane , Arya S.S. // J Microbiol Biotech Food Sci / Fernandesetal. – 2018/19/ – № 8 (3). – PP. 914–919.

4. Gambuś, H. Health benefits of kvass manufactured from rye wholemeal bread [Text] / H. Gambuś, B. Mickowska, H. Bartoń, G. Augustyn, G. Zięć, D. Litwinek, K. Szary Sworst, W. Berski // J Microbiol Biotech Food Sci / Gambuś et al. – 2015. – № 4 (special issue 3). – PP. 34–39.

5. Nkono, N.A. Trace elements in bottled and soft drinks in nigeria – a preliminary study, the science of the total environment [Text] / N.A. Nkono, O.I. Asubiojo // Elsevier Science Publishing Company, Inc. – 1997. – T. 208. – № 3. – PP. 161–163.

6. Teerasong, S. A reagent-free sia module for monitoring of sugar, color and dissolved CO_2 content in soft drinks [Text] / S. Teerasong, S. Chaneam, K. Sereenonchai, D.Nacapricha, N. Amornthammarong, N. Ratanawimarnwong // Analytica chimica acta: Elsevier Science Publishing Company, Inc. – 2010. – T. 668. – № 1. – PP. 47–53.

7. Konfo, Christian Tétédé Rodrigue. Improvement of African traditional sorghum beers quality and potential applications of plants extracts for their stabilization: a review [Text] / Christian Tétédé Rodrigue Konfo, Nicodème Worou Chabi, Edwige Dahouenon-Ahoussi, Martial Cakpo-Chichi, Mohamed Mansourou Soumanou, Dominique Coco Kodjo Sohounhloue // J Microbiol Biotech Food Sci / Konfo et al. – 2015. – № 5 (2) . – PP. 190–196.

References

1. Pozdnyakova, V.F. Production of cold black tea with natural sugar replacement – stevia. [Текст] / Pozdnyakova V.F., Senchenko M.A. // Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology. 2019,vol. 7, no. 2, pp. 81–88

2. Ivanisova, E. Biological activity of apple juice enriched by herbal extracts. *J Microbiol Biotech Food Sci / Ivanišová et al.,* 2015. № 4 (special issue 3), pp. 69–73.

3. Cheryl G. Fernandes. Cereal based functional beverages: a review J *Microbiol Biotech Food Sci / Fernandes et al.*, 2018/19/ , № 8 (3), pp. 914–919.

4. Gambuś, H. Health benefits of kvass manufactured from rye wholemeal bread [Text] / H. Gambuś, B. Mickowska, H. Bartoń, G. Augustyn, G. Zięć, D. Litwinek, K. Szary Sworst, W. Berski // J Microbiol Biotech Food Sci / Gambuś et al. – 2015. – № 4 (special issue 3). – PP. 34–39.

5. Nkono, N.A. Trace elements in bottled and soft drinks in nigeria – a preliminary study, the science of the total environment [Text] / N. A. Nkono, O. I. Asubiojo // Elsevier Science Publishing Company, Inc. – 1997. – T. 208. – № 3. – PP. 161–163.

6. Teerasong, S. A reagent-free sia module for monitoring of sugar, color and dissolved CO_2 content in soft drinks [Text] / S. Teerasong, S. Chaneam, K. Sereenonchai, D.Nacapricha, N. Amornthammarong, N. Ratanawimarnwong // Analytica chimica acta: Elsevier Science Publishing Company, Inc. – 2010. – T. 668. – № 1. – PP. 47–53.

7. Konfo, Christian Tétédé Rodrigue. Improvement of African traditional sorghum beers quality and potential applications of plants extracts for their stabilization: a review [Text] / Christian Tétédé Rodrigue Konfo, Nicodème Worou Chabi, Edwige Dahouenon-Ahoussi, Martial Cakpo-Chichi, Mohamed Mansourou Soumanou, Dominique Coco Kodjo Sohounhloue // J Microbiol Biotech Food Sci / Konfo et al. – 2015. – № 5 (2). – PP. 190–196.

УДК 663.674

СОСТОЯНИЕ СТРУКТУРЫ МОРОЖЕНОГО ПЛОМБИР ПРИ ПОРОКЕ «КРУПИТЧАТОСТЬ»

Ситникова П.Б. к.т.н., научный консультант Творогова А.А. д.т.н.*
ВНИХИ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им В.М. Горбатова» РАН,
г. Москва, sitnikova.p.b@gmail.com

THE CONDITION OF STRUCTURE OF ICE CREAM PLOMBIR WITH THE DEFECT OF «GRANULARITY»

Sitnikova P.B. candidate of technical sciences*
Scientific adviser: Tvorogova A.A. doctor of technical sciences
VNIHI – branch of the Federal State Budget Scientific Institution " V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems" RAS,
Moscow, sitnikova.p.b@gmail.com

Ключевые слова: мороженое пломбир, жировые шарики, агломераты, крупитчатость, пороки, органолептическая оценка, структура.

Keywords: ice cream, plombir, fat globules, agglomerates, granularity, defects, organoleptic evaluation, structure.

Аннотация*:* Представлены исследования структуры мороженого пломбир с массовой долей жира 12 % с выраженным пороком структуры «крупитчатость», возникающим в продукте при использовании в составе стабилизационной системы эффективного эмульгатора. Мороженое характеризовалось высокой термо- и формоустойчивостью, обусловленной формированием прочного каркаса из подвзбитого жира во всем объеме продукта и на воздушных пузырьках, в частности. Предложены способы предупреждения формирования порока «крупитчатость» в этой разновидности мороженого.

Abstract: Studies of the structure of ice cream plombir with a fat mass fraction of 12 % and a pronounced defect of the "granularity" in structure arising in the product when using an effective emulsifier in the composition of stabilization system are presented. Ice cream was characterized by high thermal and shape stability due to the formation of a solid skeleton of sub-beaten fat in the entire volume of the product and on air bubbles, in particular. Ice cream was characterized by the high thermal and shape stability due to the formation of a firm frame of the agglomerated fat of the entire volume of the product and on air bubbles, in particular. Methods are proposed for preventing the formation of the "granularity" defect in this variety of ice cream.

Введение. Мороженое – сладкий замороженный продукт относят к категории десертов, поэтому к его органолептическим характеристикам предъявляется высокие требования [1].

Одним из пороков, существенно снижающим качество мороженого, является крупитчатость – органолептическое ощущение комочков подвзбитого жира. Его отмечают чаще всего в мороженом с массовой долей жира 12 % и более. Причиной его возникновения является – нарушение целостности белково-липидной оболочки на жировом шарике при фризеровании из-за длительного механического воздействии при использовании фризеров периодического действия или применения в составе стабилизационной системы эмульгатора с высоким деэмульгирующим эффектом или в больших количествах [2, 3].

Высоким деэмульгирующим эффектом характеризуется эмульгатор, входящий в состав широко используемой во всем мире комплексной стабилизационной системы «Cremodan SE 709». В её состав входят: моно- и диглицериды жирных кислот, камеди гуаровая и рожкового дерева, каррагинан. Использование «Cremodan SE 709» эффективно в сливочном мороженом, в пломбире может привести к избыточному деэмульгированию жировой фазы, особенно при снижении массовой доли СОМО. В связи с этим были проведены исследования состояния структуры мороженого пломбир с массовыми долями жира 12 % и СОМО 6 % и 10 %.

Объекты и методы исследования. Объекты исследования: мороженое с массовыми долями жира 12 % и СОМО 6 % и 10 % со стабилизационной системой «Cremodan SE 709».

Исследование состояния жировой фазы проводили с помощью светового микроскопа Olympus CX-41 при увеличении ×400.

Микрофотографии подвергали обработке в программе ImageScope M с целью определения размера жировых шариков.

Термо и формоустойчивость мороженого и содержание структурирующего жира определяли по методикам ВНИХИ.

Результаты исследований. С целью исследования состояния структуры мороженого пломбир при наличии порока «крупитчатость» в условиях экспериментальной лаборатории были изготовлены партии мороженого пломбир с массовыми долями жира 12 %, СОМО 6 % и 10 % с использованием эффективного эмульгатора и дополнительного механического воздействия во фризере периодического действия. Условия эксперимента в полной мере имитировали возможный способ производства мороженого на промышленных предприятиях с учетом дополнительного механического воздействия при замораживании продукта во фризере до температуры минус 7 °С. Наличие порока отмечено дегустационной комиссией во время проведения органолептической оценки.

При исследовании технологически важных характеристик мороженого – термо и формоустойчивость (рисунок 1 и рисунок 2) отмечена его высокая устойчивость к таянию, мороженое практически не таяло, массовая доля плава через 120 минут не превысила 3 %. Это вызвано чрезмерной стабилизацией структуры дестабилизированным жиром.

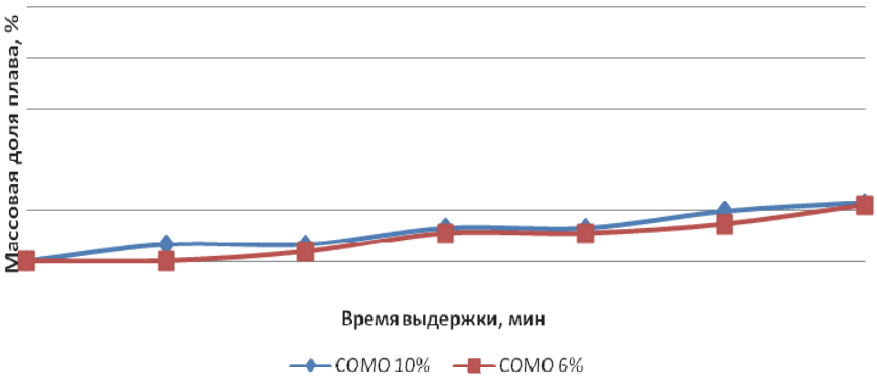


Рисунок 1 – Термоустойчивость образцов мороженого пломбир

Однако снижение массовой доли СОМО привело к снижению формоустойчивости продукта (рисунок 2).

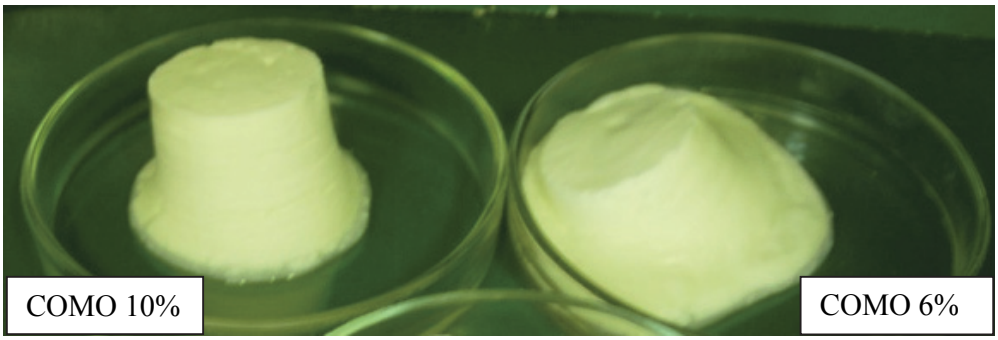


Рисунок 2 – Формоустойчивость исследуемых образцов при температуре окружающей среды (20±0,5)°С через 60 минут выдержки

Чрезмерная дестабилизация жира приводит к образованию излишне прочного жирового каркаса, который не позволяет плаву вытекать, а продукту терять форму. Снижение массовой доли СОМО до 6 % обычно приводит к ухудшению показателя «устойчивость к таянию». Однако, в данном случае, в связи с высоким содержанием деэмульгированного жира термоустойчивость продукта была высокой.

Чрезмерная дестабилизация жировой фазы подтверждена при определении показателя «содержание структурирующего жира» (Ссж), устанавливающего количество жира, остающегося в структуре продукта после таяния. Значение Ссж в исследуемых образцов составляло 93,4 % – 95,6 %.

Наличие агломератов жира можно было обнаружить и в специально приготовленных пробах на исследование состояния жировой фазы (рисунок 3). При этом было обнаружено, что снижение массовой доли СОМО в мороженом пломбир приводит к формированию более крупных частиц жира.

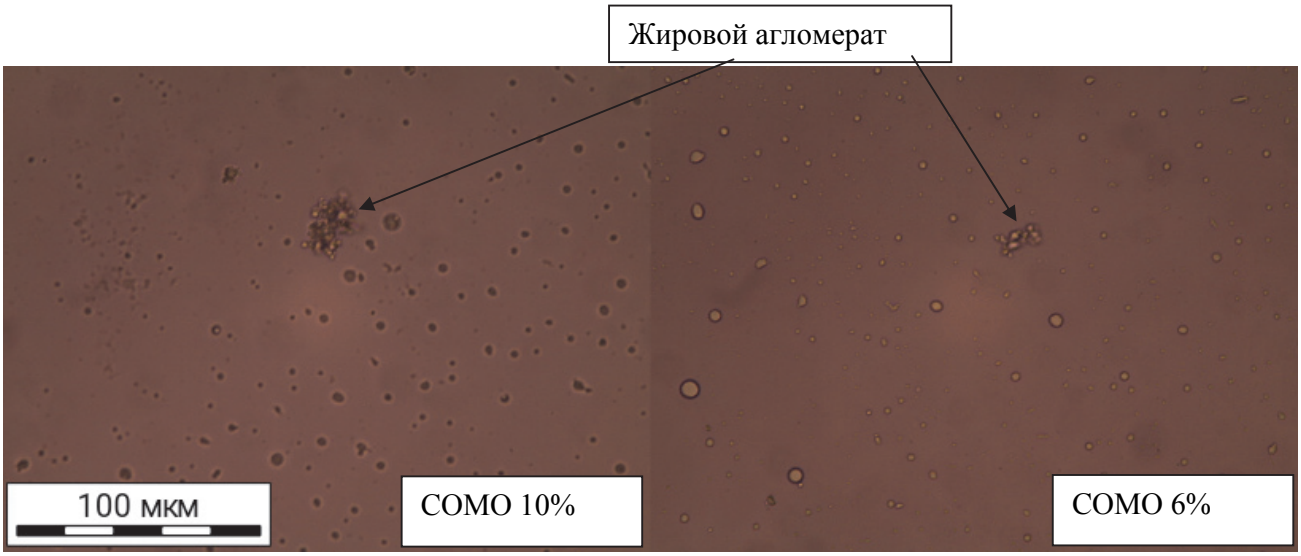


Рисунок 3 – Микрофотографии жировой фазы в образцах мороженого пломбир

Определен средний диаметр жировых шариков. В образце с массовой долей СОМО 6 % он составляет 3,4 мкм, в образце с массовой долей СОМО 10 % – 2,2 мкм. Более крупные жировые шарики сформировались в образце с пониженной долей СОМО именно из-за более низкой доли белка, который является важным компонентом для формирования оболочек жировых шариков.

Исследовали жировые шарики в адсорбированном на воздушных пузырьках состоянии. В отличие от методики исследования жировой фазы мороженого, применяемая методика позволила путем прямого просмотра видеть жировые шарики на поверхности воздушных пузырьков в том же состоянии, что и в мороженом (рисунок 4).

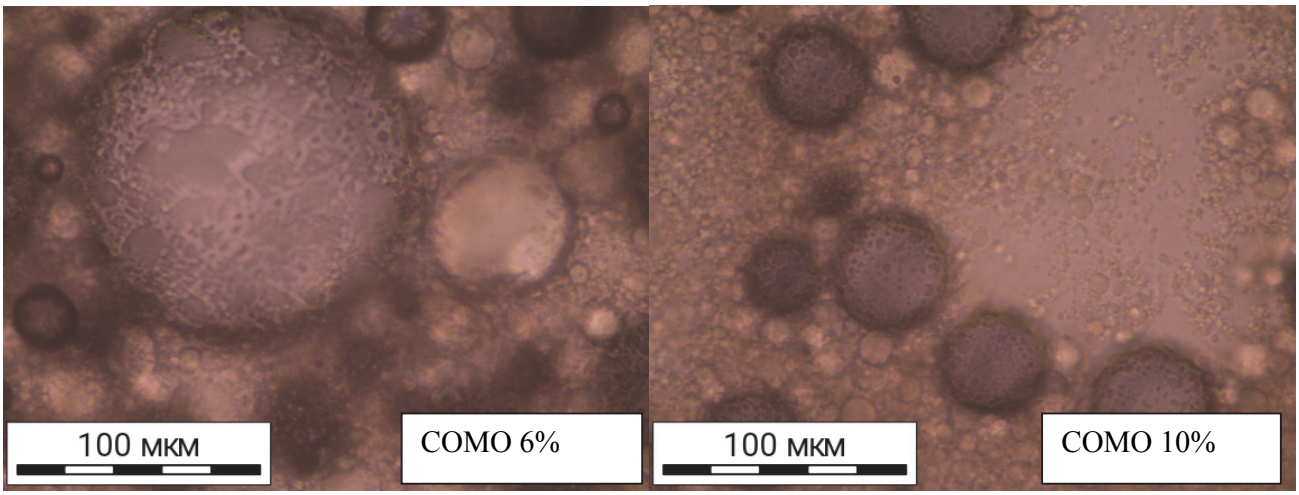


Рисунок 4 – Микрофотография воздушной фазы с жировым каркасом. При увеличении х 400

На полученных микрофотографиях можно увидеть сплошной слой сросшихся жировых частиц. Учитывая, что размер воздушных пузырьков достигает значений 30–50 мкм, конгломерат жировых частиц такого размера ощущается как масляное зерно (порок «крупитчатость»).

Выводы:

При использовании в мороженом с массовой долей жира 12 % эффективного эмульгатора и продолжительного механического воздействия происходит дестабилизация жировой фазы, что приводит к формированию в продукте прочного жирового каркаса на поверхности жировых частиц и появлению пороков «крупитчатость» и «чрезмерная термоустойчивость».

Во избежание формирования в мороженом пломбир порока «крупитчатость» целесообразно учитывать качественный и количественный состав эмульгаторов в составе стабилизационных систем или полностью отказаться от их использования, а также необходимо избегать сильного механического воздействия на продукт при фризеровании.

Список использованных источников

1. Гофф, Г.Д. и Гартел, Р.У. Мороженое. – С-Пб : Профессия. – 2016.– 535 с.
2. Шидловская, В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов. Справочник. – М: Колос, 2000. – С. 209
3. Творогова, А.А. Основные органолептические пороки мороженого // Молочная промышленность. – 2015. – № 4. – С. 42–43

References

1. Goff, G.D. i Gartel, R. U. Morozhenoye. – S-Pb : Professiya. – 2016.– 535 c.
2. Shidlovskaya, V.P. Organolepticheskiye svoystva moloka i molochnykh produktov. Spravochnik. – M: Kolos, 2000. – S. 209
3. Tvorogova, A.A. Osnovnyye organolepticheskiye poroki morozhenogo // Molochnaya promyshlennost'. – 2015. – № 4. – S. 42–43

УДК 664.2.059

ПОЛУЧЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЭФИРОВ ТРИТИКАЛЕВОГО КРАХМАЛА

Авторы: Соломин Д.А., Соломина Л.С., канд. техн. наук*
ВНИИ крахмалопродуктов – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Московская обл., пос. Красково, solominmitya@yandex.ru

OBTAINING AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF TRITICALE STARCH ESTERS

Authors: Dmitry A. Solomin, Lidiya S. Solomina, Candidate of Technical Sciences*
All-Russian Research Institute of Starch Products – Branch of the Federal Research Center for Food Systems V.M. Gorbatov RAS, Moscow region, Kraskovo village, solominmitya@yandex.ru

Ключевые слова: тритикалевый крахмал, лимонная кислота, метод экструзии, этерификация, свойства эфиров.

Keywords: triticale starch, lemon acid, extrusion method, esterification, properties of esters.

Аннотация: Цель исследования – разработать научно обоснованные параметры технологического режима получения тритикалевого цитратного крахмала с повышенной вязкостью и растворимостью в холодной воде. Обработку тритикалевого крахмала с эфирообразующим реагентом (лимонной кислотой) производили на двухшнековом экструдере. Исследовано влияние расхода реагента, температуры обработки, частоты вращения шнеков на функциональные свойства получаемого эфира крахмала. Установлено, что динамическая вязкость клейстера эфира крахмала достигает максимального значения при расходе лимонной кислоты 0,35 % к массе сухих веществ (СВ) крахмала и температурах обработки 150…170 °С. С увеличением температуры степень растворимости образцов тритикалевого цитратного крахмала повышается и достигает максимального значения (100 %) при температурах обработки крахмала 170, 180, 190 °С и расходе реагента соответственно 0,45; 040; 0,30 % к массе СВ крахмала.

Экспериментальные данные обработаны с использованием программ «Statistica 12.5», «Математика 12» и аппроксимированы уравнениями, определяющими степень растворимости и динамическую вязкость клейстера тритикалевого цитратного крахмала при разных параметрах обработки крахмала. Рекомендована оптимальная частота вращения шнеков для получения высококачественного продукта. Разработана нормативная документация для внедрения технологии на предприятия отрасли.

Abstract: The aim of the study is to develop scientifically based parameters of the technological regime for the production of triticale citrate starch with increased viscosity and solubility in cold water. Treatment of triticale starch with an ether-forming reagent (citric acid) was performed on a twin-screw extruder. The influence of reagent consumption, processing temperature, screw speed on the functional properties of the resulting starch ether is investigated. It is established that the dynamic viscosity of starch ether paste reaches a maximum value at a flow rate of citric acid of 0.35 % to the mass of starch solids (S) and processing temperatures of 150...170 °C. With an increase in the processing temperature, the degree of solubility of triticale starch samples increases and reaches a maximum value (100 %) at temperatures of 170, 180, 190 °C and at a reagent flow rate of 0.45; 040; 0.30 % to the mass of the starch S, respectively. Experimental data were processed using software «Statistica 12», «Math 12» and approximated equations that determine the degree of solubility and the viscosity of the paste triticale citrate starch under different processing parameters of starch. The optimum speed of the screws is recommended to obtain a high-quality product. Regulatory documentation for the introduction of technology in the industry has been developed.

Введение. Несмотря на ежегодное увеличение объемов производства модифицированных крахмалов в крахмалопаточной отрасли потребность в них за последние 10 лет покрывается на 70…80 % за счет импорта [1, 2]. Высокий уровень импорта модифицированных крахмалов обусловлен широким применением их в различных отраслях, в том числе в пищевой, медицинской, фармацевтической, текстильной, целлюлозно-бумажной, нефтяной промышленности, в качестве стабилизаторов, загустителей, связующих и клеящих компонентов. Особенно большим спросом у российских потребителей пользуются эфиры крахмала холодного набухания, доля которых в общем объеме импорта модифицированных крахмалов составляет около 40 %.

К числу важнейших направлений инновационного развития крахмалопаточных предприятий и повышения импортозамещения следует отнести разработку и производство новых видов модифицированных крахмалов из нетрадиционного сырья.

Для расширения ассортимента модифицированных крахмалов отечественного производства предусмотрено разработать технологию эфира крахмала холодного набухания методом экструзии на основе тритикалевого крахмала. Высокая урожайность зерна тритикале в зависимости от сорта и почвенно-климатических условий (25…120 ц/га), высокое содержание крахмала (58…72 %), белка (9…18 %) и сравнительно низкая себестоимость производства зерна тритикале позволяют считать этот зерновой продукт перспективным сырьем для получения нативного крахмала и его модификаций, белковых продуктов и спирта [3, 4, 5]. Культура тритикале по урожайности, содержанию крахмала и белка превосходит пшеницу и рожь. Достигнутые результаты в селекции относят тритикале к ряду наиболее востребованных зерновых культур [6]. Получаемый из зерна тритикалевый крахмал рекомендован в качестве альтернативного сырья для производства модифицированных крахмалов пищевого и технического назначения [2, 3].

Цель исследования – разработать научно обоснованные параметры технологического режима получения эфира тритикалевого крахмала с повышенной вязкостью и растворимостью в холодной воде.

В исследовании применены одновременно два метода: влаготермомеханический метод (метод экструзии) и метод этерификации, которые предусматривают обработку тритикалевого крахмала при высоких температурах и давлении в присутствии лимонной кислоты для получения тритикалевого цитратного эфира крахмала холодного набухания.

Объекты и методы исследования. Объект исследования – тритикалевый крахмал, полученный на Мглинском крахмальном заводе (Брянская область), со следующими показателями качества: цвет – белый; массовая доля влаги – 13,4 %; массовая доля золы – 0,13 %; массовая доля белка – 0,58 %; содержание растворимых веществ – 1,4 %; кислотность – 19,3 см^3. В качестве

эфирообразующего реагента применяли лимонную кислоту по ГОСТ 908. Эфир, образуемый лимонной кислотой с крахмалом, носит название цитратный крахмал.

Физико-химические свойства тритикалевого цитратного крахмала оценивали по следующим методам: динамическую вязкость 10 %-ного клейстера – вискозиметрическим методом с использованием вискозиметра Гепплера; степень растворимости в холодной воде – рефрактометрическим методом по ГОСТ 6034; редуцирующие вещества – методом Бертрана.

Образцы получали в опытном производстве ВНИИ крахмалопродуктов с использованием двухшнекового экструдера марки Р3 КЭД-88. Методика приготовления образцов была следующей: лимонную кислоту растворяли в воде, нагретой до температуры 60 °С, затем раствор добавляли в крахмал при непрерывном перемешивании его в смесителе. Массовая доля влаги смеси (крахмал-реагент) составляла 25 %. Экструзионную обработку смеси проводили при температуре 140…190 °С, частоте вращения шнеков 125…145 мин$^{-1}$. Производительность экструдера составляла 160 кг/ч. Выпрессовывание продукта происходило через отверстия в матрице диаметром 4 мм. Образцы измельчали и просеивали через металлическую сетку с размером стороны квадратной ячейки 1 мм. При изучении влияния лимонной кислоты на свойства готового продукта расход реагента изменяли от 0 до 0,45 % к массе СВ крахмала, частота вращения шнеков составляла 135 мин$^{-1}$, температура обработки крахмала – 160 °С

Результаты исследований. Проведены исследования по изучению влияния расхода лимонной кислоты, температуры экструзионной обработки смеси, частоты вращения шнеков экструдера на физико-химические свойства тритикалевого цитратного крахмала. Для получения достоверных экспериментальных данных все исследования проводили в трехкратной последовательности.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что с увеличением количества вводимой в крахмал лимонной кислоты от 0 до 0,45 % кислотность образцов тритикалевого крахмала повышается в 2,1 раза, степень растворимости в холодной воде – в 2,5 раза. Повышение расхода реагента ускоряет расщепление гликозидных связей в молекулах полисахаридов крахмала. Интенсивная деполимеризация молекул полисахаридов крахмала приводит к образованию низкомолекулярных продуктов, хорошо растворяющихся в холодной воде.

Таблица 1 – Влияние расхода лимонной кислоты на физико-химические свойства тритикалевого цитратного крахмала (Т=160 °С)

Расход лимонной кислоты, %	Кислотность, см^3 0,1 М NaOH	Степень растворимости, %	Динамическая вязкость, мПа·с	Цвет образцов
0	19,3	36	550	Белый
0,05	22,4	46	772	Белый
0,10	24,8	55	830	Белый
0,15	27,6	62	880	Белый
0,20	29,7	68	921	Блый
0,25	31,2	74	960	Белый
0,30	33,0	79	982	Белый
0,35	35,2	83	990	Белый
0,40	37,8	88	990	Палевый
0,45	40,1	92	985	Палевый

Данные таблицы 1 показывают, что динамическая вязкость клейстера с увеличением расхода лимонной кислоты от 0 до 0,45 % повышается в 1,8 раза и достигает максимального значения при расходе лимонной кислоты 0,35 % к массе СВ крахмала. Дальнейшее увеличение расхода лимонной кислоты не оказывает существенного влияния на изменение этого показателя. Повышение вязкости крахмала свидетельствует о протекании процесса этерификации, т.е. образовании эфиров крахмала в результате взаимодействия лимонной кислоты с расщепленными молекулами полисахаридов. На основании результатов исследования сделан вывод, что расход лимонной кислоты в количестве 0,35 % к массе СВ крахмала является оптимальным для получения тритикалевого цитратного крахмала белого цвета с высокой степенью растворимости его в холодной воде и максимальной вязкостью.

Важнейшим переменным фактором экструзионного процесса является температура обработки продукта. Экспериментально определено, что с увеличением температуры степень растворимости образцов тритикалевого крахмала повышается, достигает максимального значения (100 %) при температурах 170, 180, 190 °С и при расходе реагента соответственно 0,45; 040; 0,30 % к массе СВ крахмала (рисунок 1).

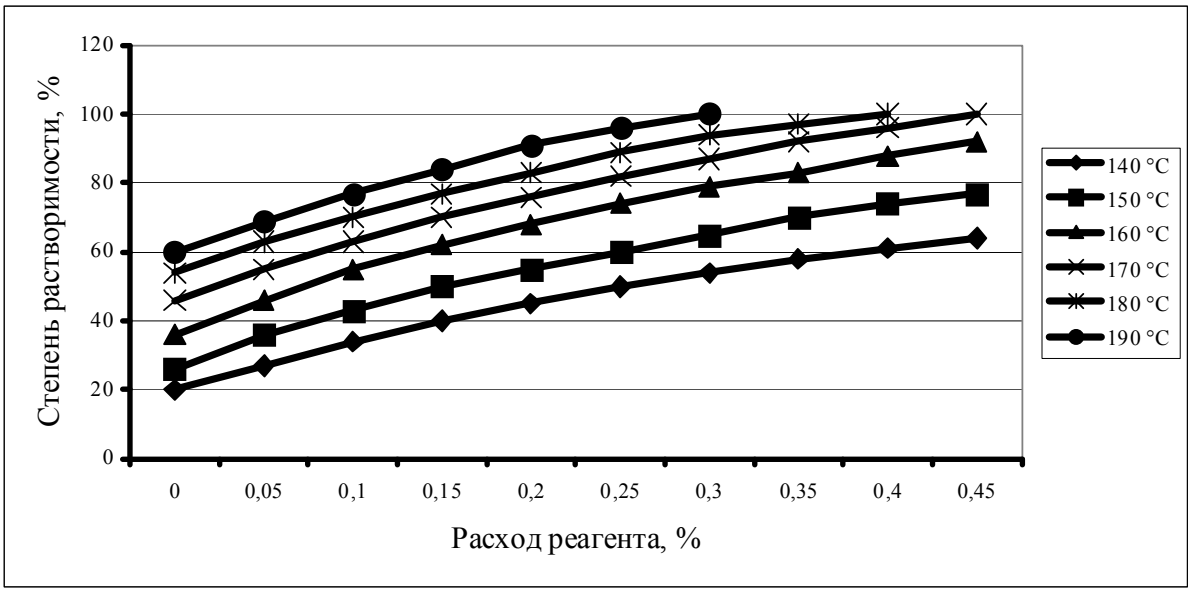


Рисунок 1 – Влияние температуры экструзионной обработки и расхода реагента на степень растворимости тритикалевого цитратного крахмала

Повышение растворимости тритикалевого цитратного крахмала происходит за счет ослабления водородных связей, которые удерживают мицеллярные структурные частицы и молекулы воды в связанном состоянии, а также реакции гидролиза в присутствии лимонной кислоты, в результате которой образуются низкомолекулярные продукты, хорошо растворяющиеся в холодной воде.

Полученные в процессе исследований экспериментальные данные обработаны с применением программ «Statistica 12.5», «Математика 12» и аппроксимированы уравнением, позволяющим определить степень растворимости (Р, %) тритикалевого цитратного крахмала от температуры обработки (Т, °С) и расхода лимонной кислоты (С, %) при различных технологических параметрах обработки:

$$P = -309,9 + 170 \cdot C - 130,4 \cdot C^2 + 3,379 \cdot T - 0,007513 \cdot T^2 \quad (1)$$

Коэффициент корреляции (R) данного уравнения равен 0,9952.

Зависимости динамической вязкости клейстера образцов тритикалевого цитратного крахмала от технологических параметров представлены на рисунке 2.

Исследования показали, что с увеличением расхода реагента динамическая вязкость образцов цитратного крахмала, полученных при разных температурах, повышается и достигает максимального значения при расходе лимонной кислоты 0,35 %. Повышение показателей вязкости исследуемых образцов свидетельствует об образовании эфиров крахмала. С повышением температуры обработки динамическая вязкость исследуемых образцов уменьшается, что подтверждает ускорение процесса расщепления молекул полисахаридов. Очевидно, что реакции расщепления и этерификации молекул полисахаридов крахмала проходят одновременно, но с разной скоростью.

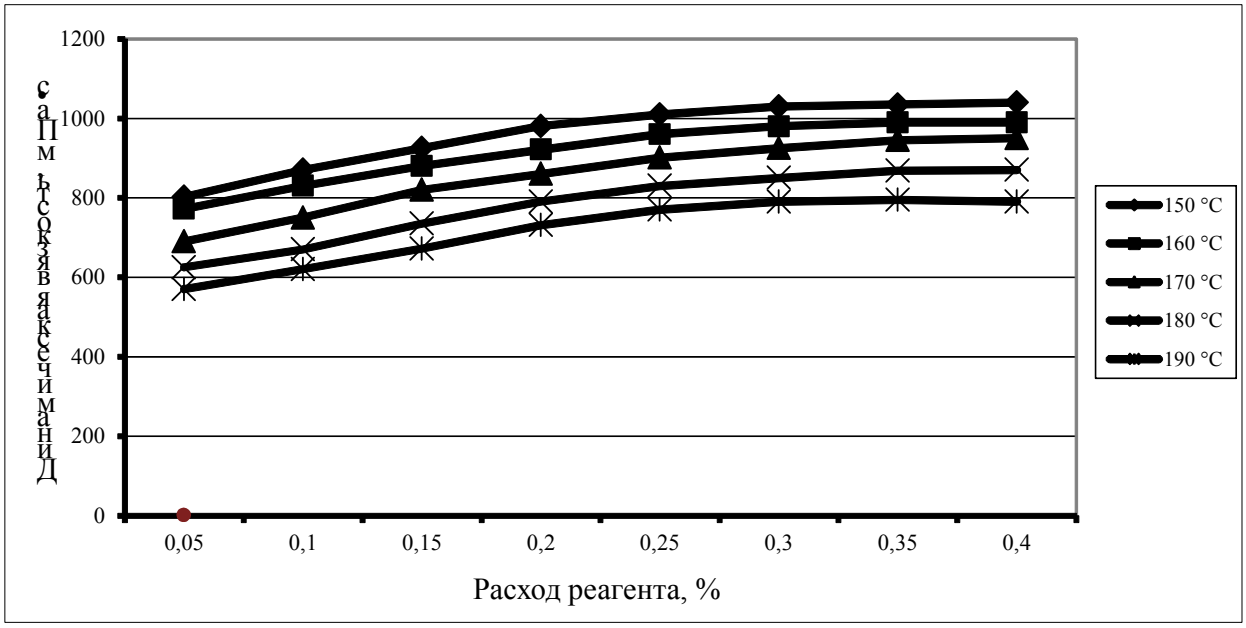


Рисунок 2 – Влияние температуры экструзионной обработки и расхода реагента на динамическую вязкость клейстера тритикалевого цитратного крахмала

Полученные в процессе исследований экспериментальные данные обработаны с использованием указанных выше математических программ и аппроксимированы уравнением, позволяющим определить динамическую вязкость клейстера (η, мПа·с) тритикалевого цитратного крахмала от температуры обработки (Т, °С) и расхода лимонной кислоты (С, %) при различных технологических параметрах обработки:

$$\eta = -949 + 1587 \cdot C - 1982 \cdot C^2 + 12,307 \cdot T - 0,0181 \cdot T^2 \qquad (2)$$

Коэффициент корреляции данного уравнения равен 0,9952.

Установлено, что при температуре обработки смеси тритикалевого крахмала с лимонной кислотой ниже 160 °С получался сырой продукт, требующий дополнительного высушивания. При температуре выше 170 °С наблюдалась интенсивное окрашивание образцов крахмала.

На основании проведённых экспериментов для предприятий отрасли рекомендованы температуры обработки крахмала 160…170 °С для получения высококачественного тритикалевого цитратного крахмала белого цвета и обеспечения высокой технологичности процесса.

Расщепление гликозидных связей в полисахаридах тритикалевого крахмала приводит к образованию и накоплению редуцирующих веществ. Влияние температуры обработки смеси крахмала с реагентом на содержание редуцирующих веществ представлено на рисунке 3.

Определено, что в интервале температур 140…170 °С наблюдается повышение содержания редуцирующих веществ в крахмале, что обусловлено образованием продуктов деструкции полисахаридов крахмала, обладающих восстанавливающей способностью. Уменьшение содержания редуцирующих веществ в интервале температур 180…190 °С происходит, по-видимому, в результате протекания реакции этерификации, при которой происходит более интенсивное образование цитратных эфиров крахмала в результате взаимодействия молекул расщепленных полисахаридов и лимонной кислоты.

Установлено, что с увеличением частоты вращения шнеков экструдера уменьшается степень растворимости крахмала в холодной воде. При частоте вращения шнеков 130…135 об/мин наблюдалось полное заполнение межвиткового объёма шнеков в зоне загрузки, нагрузка на двигатель не превышала установленные нормы, процесс протекал технологично, экструдат получался однородным. Указанный выше интервал частоты вращения шнеков экструдера рекомендован для получения тритикалевого цитратного крахмала в промышленных условиях.

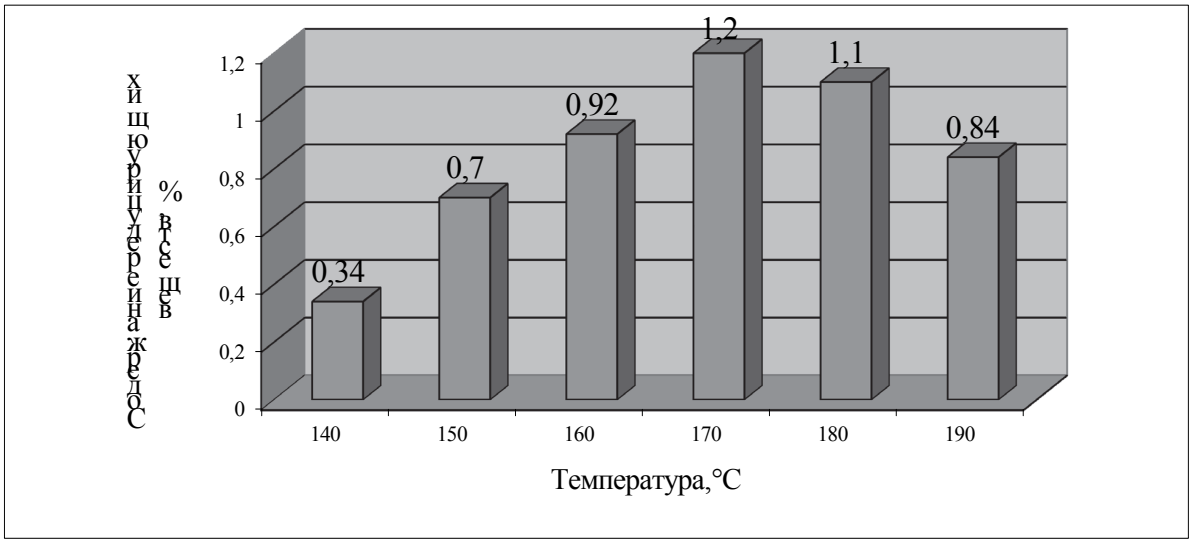


Рисунок 3 – Влияние температуры обработки на содержание редуцирующих веществ в тритикалевом цитратном крахмале (расход реагента 0,35 %)

Исследованы функциональные свойства готового продукта. Экспериментально определено, что динамическая вязкость тритикалевого цитратного крахмала при продолжительности перемешивания клейстера от 0 до 60 мин. практически не изменяется. Следовательно, клейстер тритикалевого цитратного крахмала устойчив к механическому воздействию, то есть к перемешиванию. Установлено, что динамическая вязкость клейстера образцов тритикалевого цитратного крахмала с разной растворимостью при хранении в течение недели практически оставалась на одном и том же уровне. Клейстеры не ретроградировали в течение 7-дневного наблюдения, что свидетельствует о высокой устойчивости клейстеров при хранении.

Сравнительная оценка цитратных эфиров крахмала, полученных на основе кукурузного и тритикалевого крахмалов при одинаковых условиях, показала, что качество тритикалевого цитратного крахмала выше по показателям динамической вязкости, степени растворимости и содержанию редуцирующих веществ.

Результаты исследований послужили основой для разработки нормативной документации. Разработаны и утверждены технические условия (ТУ 10.12.11-147-00334735-2019) и технологическая инструкция (ТИ 00334735-118-2019) для промышленного производства тритикалевого цитратного крахмала. Технология апробирована в опытном производстве ВНИИ крахмалопродуктов. Тритикалевый цитратный крахмал разработан для применения в пищевой промышленности при производстве киселей быстрого приготовления пудингов, напитков, а также в качестве связующего и загущающего компонента в производстве фарша, котлет, кисломолочных продуктов и кондитерских изделий.

Выводы:

Разработан научно обоснованный технологический режим получения тритикалевого цитратного крахмала, обеспечивающий интенсификацию процесса и получение продукта с повышенной динамической вязкостью и степенью растворимости в холодной воде, при этом расход лимонной кислоты составляет 0,35 % к массе СВ крахмала, температура обработки 160…170 °С, влажность смеси крахмала с реагентом 22…25 %, частота вращения шнеков 130…135 об/мин.

Предложены уравнения регрессии, позволяющие определить степень растворимости и динамическую вязкость тритикалевого цитратного крахмала при различных параметрах получения. Определено, что клейстеры крахмала устойчивы при хранении и механическом воздействии.

Установлено, что в технологическом процессе с применением лимонной кислоты протекают одновременно две реакции: этерификации и деполимеризации молекул полисахаридов.

Разработаны и утверждены технические условия и технологическая инструкция для промышленного производства тритикалевого цитратного крахмала на предприятиях крахмалопаточной отрасли. Технология апробирована в опытном цехе ВНИИ крахмалопродуктов.

Список использованных источников

1. Соломин Д.А. Целесообразность и эффективность производства модифицированных крахмалов в крахмалопаточной отрасли / Д.А.Соломин // Пищевая промышленность. – 2013. – № 7. – С. 54–56
2. Соломина Л.С. Расширение ассортимента эфиров крахмала холодного набухания / Л.С. Соломина, Д.А. Соломин, П.Ю. Варицев // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2016. – № 8 – С. 20–23.
3. Андреев Н.Р. Новые источники сырья для производства крахмала / Н.Р. Андреев, Д.А. Соломин, А.И. Грабовец // Экономика, труд и управление в сельском хозяйстве. – 2013. – №1. – С. 73–76.
4. Dobreva St. Triticale – past and future // Agricultural science and technology. – 2019. – V. 6. – no. 4. – PP. 271–275. DOI: 10.15547/ast.2016.04.051.
5. Кобелев К.В. Свойства тритикале и перспективы ее использования в бродильных производствах / К.В. Кобелев, М.В. Гернет, И.Н. Грибкова, А.В. Бойков // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. – № 5. – С. 51–53.

References

1. Solomin D.A. Celesoobraznost' i jeffektivnost' proizvodstva modificirovannyh krahmalov v krahmalopatochnoj otrasli / D.A.Solomin // Pishhevaja promyshlennost'. – 2013.- № 7. – S. 54–56
2. Solomina L.S. Rasshirenie assortimenta jefirov krahmala holodnogo nabuhanija / L.S. Solomina, D.A. Solomin, P.Ju. Varicev // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ja. – 2016. – № 8 – S. 20–23.
3. Andreev N.R. Novye istochniki syr'ja dlja proizvodstva krahmala / N.R. Andreev, D.A. Solomin, A.I. Grabovec // Jekonomika, trud i upravlenie v sel'skom hozjajstve. – 2013. – №1. – S. 73–76.
4. Dobreva St. Triticale – past and future // Agricultural science and technology. – 2019. – V. 6. – no. 4. – PP. 271–275. DOI: 10.15547/ast.2016.04.051.
5. Kobelev K.V. Svojstva tritikale i perspektivy ee ispol'zovanija v brodil'nyh proizvodstvah / K.V. Kobelev, M.V. Gernet, I.N. Gribkova, A.V. Bojkov // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ja. – 2013. – № 5. – S. 51–53.

УДК 631.16

ДОБАВКА НУТА В КРУПЕ ИЗ ТРИТИКАЛЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОЛНОЦЕННОСТИ БЕЛКА

Автор: Степаненко Д.С. e-mail: ark310@yandex.ru*
Научный руководитель: Зверев С.В. – доктор технических наук, профессор.
ВНИИ зерна и продуктов его переработки – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М.Горбатова» РАН, Россия, 117624, г. Москва, Дмитровское ш-се, 11,
e-mail: vniiz_krup@yandex.ru

ADD CHICKPEAS IN TRITICALE GROATS TO INCREASE PROTEIN USEFULNESS

Author: Stepanenko D.S. e-mail: ark310@yandex.ru*
Scientific adviser: Zverev S. V. – doctor of technical Sciences, Professor.
Research Institute of grain and products of its processing – branch Fsbi "Federal scientific center for food systems. V. M. Gorbatov", Russia, 117624, Moscow, Dmitrovskoe sh-se, 11,
e-mail: vniiz_krup@yandex.ru

Ключевые слова: Тритикале, нут, обогащение, полноценный белок, крупа, лизин, аминокислоты, аминокислотный скор.

Keywords: Triticale, chickpeas, enrichment, complete protein, groats, lysine, amino acids, amino acid rate.

Аннотация: В данном исследовании рассматривается возможность повышения питательной ценности и полноценности белка в крупах, изготовленнных из зерна тритикале, путем прибавления некоторых количеств крупы, выработанной из нута. Даются аминокислотные

характеристики тритикале и нута, проводится расчет их аминокислотных скоров, делается вывод о целесообразности приготовления смесевых продуктов.

Abstract: This study discusses the possibility of increasing the nutritional value and usefulness of protein in groats made from triticale grains by adding some quantities of groats produced from chickpeas. The amino acid characteristics of triticale and chickpea are given, their amino acid scores are calculated, and a conclusion is drawn on the advisability of preparing mixed products.

Введение. Традиционные крупы в виде каш и гарниров составляют существенную часть нашего рациона, особенно в малообеспеченных слоях населения. Однако их белковая компонента не только недостаточна для полноценного питания по общему содержанию, но и имеет низкое качество – дефицит по лизину.

Улучшить ситуацию можно путем создания комбинированного продукта. При этом, аминокислотные профили белков компонент должны быть подобраны так, чтобы они дополняли друг друга, т.е. происходило возрастание качества белка при добавлении умеренного количества белка с высоким содержанием незаменимой аминокислоты к другому белку, для которого эта аминокислота является лимитирующей. Данный прием широко применяется в хлебопечении [1, 2].

В качестве дополнительной компоненты злаковым культурам можно предложить продукты из бобовых культур.

С этой точки зрения рассмотрим комбинацию крупы из тритикале и нута.

Крупа из тритикале (в том числе и высококаротиноидного) была разработана во ВНИИЗе в последние два года [3].

Белки нута выгодно отличаются от белков других бобовых, например фасоли, гороха, сои уровнем содержания антипитательных веществ. Более того, целесообразность применения муки нута и белковых препаратов в производстве пищевых продуктов определяется не только биологической ценностью, но и функциональными свойствами его белков [4].

Объекты и методы исследования. В качестве объекта исследования была выбрана крупа дробленая (номер 2) , выработанная из зерна тритикале и крупа, изготовленная из колотого нута.

Схема выработки крупы из зерна тритикале с вариантами микронизации приведена на рисунке 1.

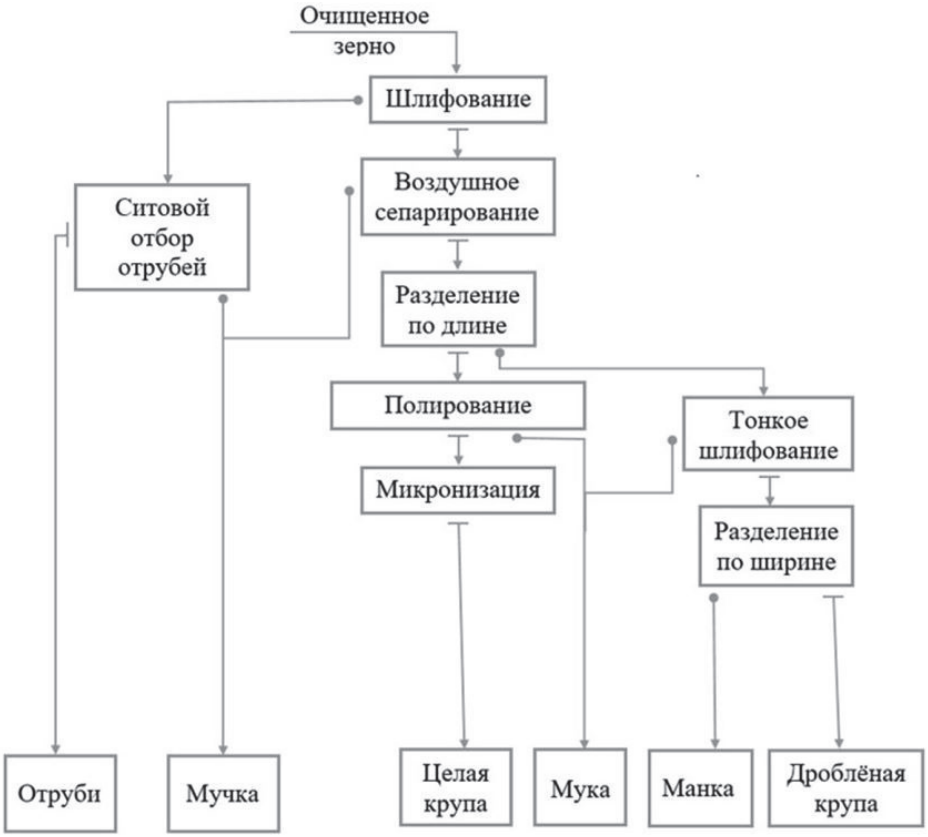


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема выработки крупы целой и дроблёной шлифованной с вариантами микронизации готовой крупы

Технология выработки крупы из тритикале включает две-три последовательные операции шлифования зерна, исключая его шелушение в связи с лёгкостью снятия поверхностных оболочек, и извлечение из продуктов шлифования дроблёного ядра в триере-куколеотборнике. Целая шлифованная крупа может быть отполирована и микронизирована, что придаёт ей привлекательный внешний вид , аппетитный аромат и сокращает время приготовления. Дроблёное ядро, извлекаемое триером, шлифуют в специальном устройстве со сдвоенной ситовой обечайкой для мягкого шлифования мелкого и дроблёного ядра. Иной вариант технологии предусматривает дробление шлифованного ядра с последующим сортированием продуктов дробления по крупности и с мягким шлифованием дроблёной крупы в устройстве со сдвоенной ситовой обечайкой.

В таблице 1 дан аминокислотный профиль зерна тритикале и нута.

Таблица 1 – Аминокислотный состав эталонного белка и белка крупяных культур (% относительно белка)

Показатели	Эталон FAO/ВОЗ (1973 г)	Нут	Тритикале
Содержание общего белка в продукте, %	**100**	25,0	10,5
Лизин	**5,5**	7,17	3,50
Метионин+Цистин	**3,5**	2,13	3,39
Изолейцин	**4,0**	4,25	3,67
Лейцин	**7,0**	7,88	6,88
Треонин	**4,0**	4,0	2,80
Фенилаланин+Тирозин	**6,0**	8,56	7,08
Триптофан	**1,0**	1,04	1,00
Валин	**5,0**	5,29	4,22

На основании данных таблицы 1 был произведен расчет скоров. Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Скоры белка нута и тритикале(безразмерная величина).

Показатели	Нут	Тритикале
Лизин	1,304	**0,64**
Метионин+цистин	**0,609**	0,97
Изолейцин	1,063	0,92
Лейцин	1,126	0,98
Треонин	1,000	0,70
Фенилаланин +тирозин	1,427	1,18
Триптофан	0,920	1,00
Валин	1,058	0,84
Доля эталонного белка (в продукте)	**0,152**	**0,067**
Избыточный белок (в продукте)	**0,098**	**0,038**

Методика расчета двухкомпонентных систем с балансировкой аминокислотного состава приведена в работе [5, 6].

Как видно из таблицы 2, имеет место комплементарность белков (синергетический эффект) тритикале и нута.

Результаты исследования. На рисунках 2 и 3 даны графики изменения долей конвертируемого и избыточного белка в продукте в зависимости от содержания нута в смеси.

Теоретически, как это видно из рисунка 2, для принятых исходных данных максимум доли эталонного белка в продукте в зависимости от доли нута отсутствует. Однако четко выражен минимум избыточного белка при 0.2 (20 %) нута (рисунок 3). При этом доля эталонного белка в продукте возрастает до 0.109 (11 %), минимальный скор составит 0.81, а общий белок 0.134 (13.4 %). Доля избыточного белка снижается до 0.025 (2.5 %).

Доля нутовой компоненты, добавляемая в смесь, определяется кулинарными, вкусовыми достоинствами такой смеси и для хлебопечения составляет около 10 % [2]. Добавка нута в кулинарно предпочтительном диапазоне дает эффект в росте общего и конвертируемого белка, при снижении избыточного.

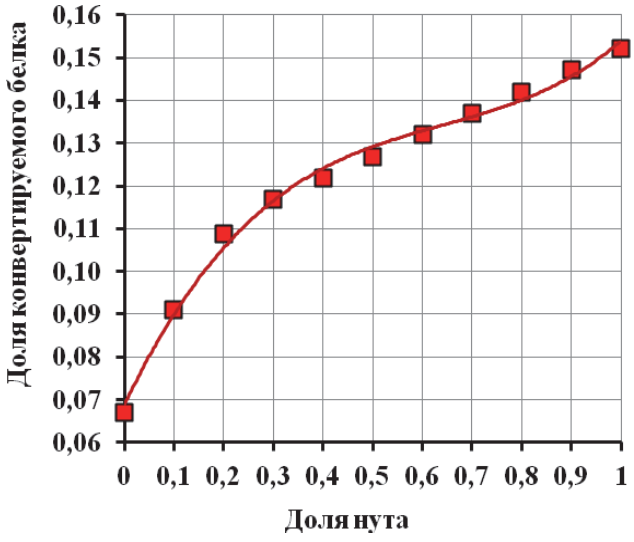


Рисунок 2 – Зависимость доли конвертируемого белка в продукте от содержания нута в смеси с тритикале

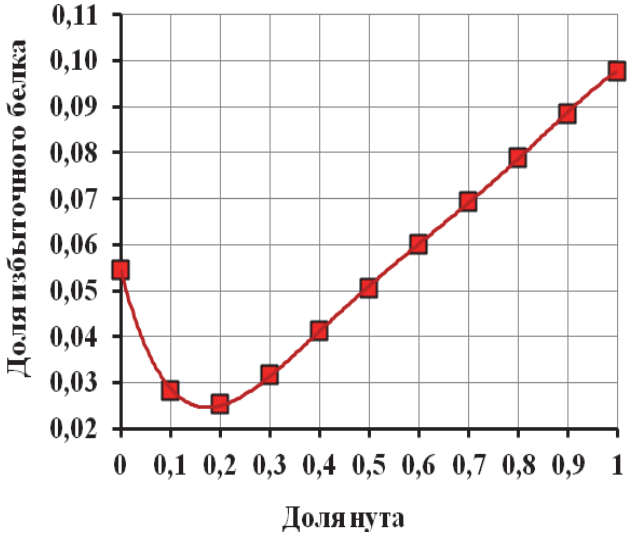


Рисунок 3 – Зависимость доли избыточного белка в продукте от содержания нута в смеси с тритикале

Дегустационные оценки тритикалевой каши (крупа № 2) с добавкой крупы из нута в объеме 5 %, 10 %, 15 %, 20 % и 25 % показали, что все образцы имеют приятный внешний вид, твердую консистенцию, отсутствует запах и вкус, характерный для бобовых культур.

Фотография каши с добавкой 10 % нута дана на рисунке 4.

Рисунок 4 – Вид каши из крупы тритикале с добавкой 10 % крупы нута

Выводы:

Рассмотренный подход к формированию эффективной смеси крупы из тритикале и нута в рассмотренном случае приводит к успеху – общий белок смеси возрастает, возрастает доля и идеального белка, соответственно, снижается доля избыточного.

В настоящее время наблюдается острый дефицит продуктов питания со сбалансированным составом, прежде всего, по содержанию незаменимых аминокислот. В предлагаемом варианте возможен уход от недостаточного содержания лизина, адекватное содержание которого

препятствует закупорке кровеносных сосудов и снижает риск развития иммунодефицитных состояний организма [7, 8].

Экономическая составляющая производства круп, обогащенных нативными белковыми продуктами, в том числе и тритикалевой, требует дальнейшего изучения.

Список использованных источников

1. Пащенко Л.П. Разработка технологии хлеба, обогащенного семенами нута / Л.П. Пащенко // Успехи современного естествознания. – 2009. – № 1. – С. 24–38.

2. Садыгова М.К. Научно-практические основы технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с применением муки из семян нута Саратовской селекции: диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук: 05.18.0 / Садыгова Мадина Карипулловна;[Место защиты: Воронежский государственный университет инженерных технологий]. – Воронеж, 2015. – 394 с.

3. Зверев С.В., Панкратьева И.А., Политуха О.В., Грабовец А.И. Высококаротиноидное тритикале – перспективная культура для получения крупы функционального назначения // Хлебопродукты. – 2019. – № 4. – С.54–56.

4. Аникеева Н.В. Нут как источник сырья для получения биологически активных добавок / Н.В. Аникеева // Кондитерское производство. – 2006. – №1. – С. 35–36.

5. Никитина М.А., Зверев С.В. Оценка качества животного белка // Все о мясе. – 2018. – №1. – С. 50–55. DOI: 10.21323/2071-2499-2018-1-50-55

6. Зверев С.В., Никитина М.А. Смеси для свиней на базе растительных белков / С.В. Зверев, М.А. Никитина // Свиноводство. – 2019 – №2. – С.37–40.

7. Chen C., Sander J.E., Dale N.M. The effect of dietary lysine deficiency on the immune response to Newcastle disease vaccination in chickens // Avian Dis. journal. – 2003. – Vol. 47, no. 4. – PP. 1346–1351.

8. Ivanov V., Roomi M.W., Kalinovsky T., Niedzwiecki A., Rath M. Anti-atherogenic effects of a mixture of ascorbic acid, lysine, proline, arginine, cysteine, and green tea phenolics in human aortic smooth muscle cells // J. Cardiovasc. Pharmacol. journal. – 2007. – March (vol. 49, no. 3). – PP. 140–145.

References

1. Pashchenko L.P. Razrabotka tekhnologii khleba, obogashchennogo semenami nuta / L.P. Pashchenko // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. – 2009. – № 1. – S. 24–38.

2. Sadygova M.K. Nauchno-prakticheskiye osnovy tekhnologii khlebobulochnykh i muchnykh konditerskikh izdeliy s primeneniyem muki iz semyan nuta Saratovskoy selektsii: dissertatsiya ... kandidata sel'skokhozyaystvennykh nauk: 05.18.0 / Sadygova Madina Karipullovna;[Mesto zashchity: Voronezhskiy gosudarstvennyy universitet inzhenernykh tekhnologiy]. – Voronezh, 2015. – 394 s.

3. Zverev S.V., Pankrat'yeva I.A., Politukha O.V., Grabovets A.I. Vysokokarotinoidnoye tritikale – perspektivnaya kul'tura dlya polucheniya krupy funktsional'nogo naznacheniya // Khleboprodukty. – 2019. – № 4. – S.54–56.

4. Anikeyeva N.V. Nut kak istochnik syr'ya dlya polucheniya biologicheski aktivnykh dobavok / N.V. Anikeyeva // Konditerskoye proizvodstvo. – 2006. – №1. – S. 35–36.

5. Nikitina M.A., Zverev S.V. assessme nt of a nimal protei n quality // Vsyo o myase. – 2018. – №1. – PP. 50–55. DOI: 10.21323/2071-2499-2018-1-50-55

6. Zverev S.V., Nikitina M.A. Smesi dlya sviney na baze rastitel'nykh belkov / S.V. Zverev, M.A. Nikitina // Svinovodstvo. – 2019 – №2. – S.37–40.

7. Chen C., Sander J.E., Dale N.M. The effect of dietary lysine deficiency on the immune response to Newcastle disease vaccination in chickens // Avian Dis. journal. – 2003. – Vol. 47, no. 4. – PP. 1346–1351.

8. Ivanov V., Roomi M.W., Kalinovsky T., Niedzwiecki A., Rath M. Anti-atherogenic effects of a mixture of ascorbic acid, lysine, proline, arginine, cysteine, and green tea phenolics in human aortic smooth muscle cells // J. Cardiovasc. Pharmacol. journal. – 2007. – March (vol. 49, no. 3). – PP. 140–145.

УДК: 664.6:613.292

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ

Автор: Стрижко М.Н. – к.т.н.
Научный руководитель: Хуршудян С.А. – д.т.н., профессор
Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва, mstrizhko@yandex.ru

FUNCTIONAL PRODUCT MARKET PROSPECTS

Author: Strizhko M.N. – Candidate of Technical Science
Scientific adviser: Hurshudyan S.A. – Doctor of Technical Science, Professor
All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Non-Alcoholic and Wine Industry – a branch of the Gorbatov's Federal Scientific Center for Food Systems of RAS, Moscow, mstrizhko@yandex.ru

Ключевые слова: функциональные продукты, перспективы развития пищевой промышленности, безлактозные и гипоаллергенные продукты.

Keywords: functional products, food industry development prospects, lactose-free and hypoallergenic products.

Аннотация: целью работы является исследование потенциала разработки технологий производства инновационных продуктов питания, в т.ч. функциональных продуктов. В статье представлены данные по потреблению и продажам функциональных продуктов во всем мире и в России, а также по отдельным категориям. Рассмотрены перспективы развития рынка функциональных продуктов.

Abstract: the aim of the work is to study potential of developing technologies for innovative food products production, including functional products. The article presents data on consumption and sales of functional products worldwide and in Russia, as well as for certain categories. The prospects for functional products market development are considered.

Введение. На сегодняшний день актуальным направлением развития пищевой индустрии является повышение качества жизни населения путем предотвращения заболеваний, обусловленных неполноценным питанием [1–3], поэтому особенно перспективными представляются исследования, направленные на разработку полноценного рациона питания человека. Неполноценный рацион с большим количеством жиров животного происхождения и простых углеводов, а также недостаточным количеством клетчатки, свежих овощей и фруктов повышают риск возникновения таких заболеваний, как ожирение, болезни сердечно-сосудистой системы, сахарный диабет и др. В этой связи, разработка технологий производства инновационных продуктов питания на основе натурального сырья становится одним из важнейших направлений развития пищевой промышленности [2–4].

Результаты исследований. Комплексные исследования в области разработки технологий производства инновационных продуктов питания должны быть направлены на снижение количества алиментарных заболеваний [3–4], количество которых по данным Росстата [5] неуклонно растет в последние годы (рисунок 1).

По аналитическим данным, при реализации программы «Основы государственной политики РФ в области здорового питания населения до 2020 года» в полном объеме к 2020 году значительно вырастет производство сельскохозяйственных продуктов, и особенно – органических продуктов [6–7]. Ожидается, что прибыть от производства данной продукции составит не менее 18 млрд рублей к 2010 году (10–15 % всего мирового рынка), а страны ЕврАзЭС могут занять около 30 % рынка, что в стоимостном выражении составит 6–7 млрд рублей.

Рисунок 1 – Динамика заболеваемости населения РФ, тыс. чел.

При успешной реализации государственной программы к 2020 году ожидается [6–9]:

– интенсификация производства обогащенных продуктов на 40–50 %;

– интенсификация производства обезжиренных молочных и мясных продуктов на 20–30 %;

– интенсификация производства овощей и фруктов на 40–50 %;

– интенсификация производства специализированных продуктов для различных групп населения (детского питания, геродиетического, спортивного и т.д.) на 80 % путем увеличения отечественных мощностей;

– снижение уровня заболеваемости по категориям: ожирение, гипертоническая болезнь (на 30 %), сахарный диабет (на 7 %).

Директивой ВОЗ был разработан пакет мер по исключению промышленно производимых трансжирных кислот из состава пищевой продукции в срок до 2023 года [10]. Трансжиры откладываются в артериях и повышают риск ишемической болезни сердца, а также их употребление может приводить к развитию других сердечно-сосудистых заболеваний, абдоминальному ожирению, диабету, болезни Альцгеймера, раку груди, нарушению репродуктивных функций, эндометриозу и желчнокаменной болезни. Данный пакет мер предусматривает не только рекомендации по замене насыщенных жирных кислот и трансжиров на растительные масла, но и оформление данных мер на законодательном уровне всех стран.

Также, ВОЗ разработано Руководство по потреблению свободных сахаров взрослыми и детьми, в соответствии с которым рекомендуется снизить уровни потребления данных продуктов до менее, чем 10 % от общей калорийности потребляемых продуктов [10].

Положительные результаты по борьбе с ростом данных заболеваний способна принести не только комплексная работа в рамках государственной политики о здоровом питании, но и поддержка здорового образа жизни на всех уровнях как фактор, обуславливающий положительную динамику потребления «здоровых» функциональных продуктов.

В странах с развитой экономикой до 25 % всех видов пищевых продуктов составляют функциональные продукты и их потребление неуклонно растет: в 2016 году объем продаж составил 36 млрд долл. [6, 11–12]. По объему производства функциональных продуктов лидирует Япония, далее США и европейские страны (Испания, Италия, Германия, Франция) [11–13].

Рынок функциональных продуктов здорового питания дифференцируют по следующим 5 категориям: «Лучше для Вас (BFY)»; «Укрепленный/функциональный (FF)»; «Свободен от» (free from); «Естественно здоровый (NH)»; «Органический». По прогнозам экспертов, в стабильно растущей категории «Свободен от» уровень прибыли достигнет отметки 9,5 млрд долл. к 2021 году. В данной категории наибольшим спросом пользуются безлактозные и гипоаллергенные продукты и напитки [6, 11–12].

Рынок функциональных продуктов стабильно развивается и в России, в таблице 1 представлены данные о потреблении и показателям продаж функциональных продуктов в 2012–2017 гг. [12].

Таблица 1 – Статистика потребления и продаж функциональных продуктов

Показатели	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Объем продаж, тысяч тонн	267,4	275,5	285,5	295,8	306,8	314
Прирост, % к предыдущему году	2,2	3,0	3,6	3,6	3,7	2,4
Объем продаж, млрд. руб.	101,3	107,6	114,1	12,2	125,9	130,7
Прирост, % к предыдущему году	5,6	6,2	6,0	5,3	4,8	3,8
Потребление, кг/чел	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2

Продукты функционального назначения дифференцируют по следующим категориям: молочные продукты, продукты на основе зерновых (в данную категорию относят хлебобулочные и кондитерские изделия), продукты масложировой отрасли, безалкогольные напитки.

На российском рынке прослеживается устойчивая тенденция к росту потребления функциональных продуктов в категории «free from», объединяя в себе такие позиции, как – «без сахара», «без глютена», «без лактозы», «без сои», «без яиц», «без молока», «без ингредиентов животного происхождения» [6, 11–13]. И особенным спросом на рынке пользуются продукты «без сахара», поэтому во всех вышеперечисленных категориях производители предлагают новые позиции с использованием натуральных сахарозаменителей: фруктозы, изомальтулозы, сахароспиртов, экстрактов стевии, различные патоки: крахмальная, мальтозная, высоко- и низкоосахареная, глюкозно-фруктозный сироп, искусственные сахарозаменители, углеводы с пребиотическими свойствами – инулин, лактулоза, олигофруктоза и др. [12, 14]. К общим направлениям создания функциональных продуктов также относят обогащение витаминными и минеральными премиксами, пре– и пробиотиками, фруктовыми и овощными добавками, антиоксидантами [12, 15].

Среди всех отраслей пищевой промышленности большее количество позиций в категории функциональных продуктов насчитывает именно молочная промышленность. Можно отметить следующие пути развития рынка молочных функциональных продуктов:

– увеличение использования органического сырья;

– увеличение продуктов со сниженным уровнем насыщенных жирных кислот;

– разработка продуктов для отдельных категорий населения;

– разработка продуктов с использованием нетрадиционного инновационного сырья.

Также, стремительными темпами растет рынок растительных аналогов молочных продуктов, которые производятся из сои, орехов, круп, и в ближайшие 5–10 лет ожидается дальнейший стабильный рост данного рынка [6, 12–13]. На сегодняшний день российский рынок молочной продукции оценивается в 9 млн т, а доля растительных аналогов молочных продуктов составляет 0,2 % (11 тыс. т), к 2029 году она достигнет 10,7 % (664 тыс. т) [6, 12–13].

Российский рынок кондитерских мучных изделий характеризуется высокой насыщенностью и конкуретностью, потому производители активно внедряют инновационные линейки продуктов, в т.ч. функциональных продуктов в категории «свободные от»: без сахара, без глютена, со сниженным количеством жира [12–14, 16].

В настоящее время в России отмечается высокий уровень спроса на функциональные напитки. Производители внедряют новые форматы инновационных продуктов и выводят на российский рынок такие новые для потребителя напитки, как шорле (напиток, в состав которого входят соки и минеральная вода), бирмиксы (напитки на основе пивного сусла), алко-попсы (энергетические напитки, в состав которых входит алкоголь) [17].

В области масложировых продуктов с функциональными свойствами актуальным направлением является создание продуктов со сниженной жирностью, регулирование жирнокислотного состава путем снижения и исключения трансизомеров жирных кислот, снижение количества насыщенных жирных кислот, а также обогащение спредов различными функциональными ингредиентами [18]. Основные категории функциональных ингредиентов, рекомендуемых для обогащения спредов, перечислены в МР 2.3.1.1915–04 «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ» (таблица 2).

Таблица 2 – Виды функциональных ингредиентов, используемых для обогащения спредов

Компонент	Адекватный уровень потребления	Верхний допустимый уровень потребления
Полиненасыщенные жирные кислоты в составе растительных масел и концентратов	11 г	20 г
β-каротин	5 г	10 г
Фосфолипиды	7 г	15 г
Пищевые волокна	20 г	40 г
Фитостерины	300 мг	600 мг
Витамин А (ретинол и его эфиры)	1 мг	3 мг
Витамин D и его активные формы	5 мкг	15 мкг
Витамин Е	15 мг	100 мг

Выводы:

На основании представленных данных очевидно, что развитие производства функциональных продуктов имеет высокой потенциал и большое экономическое, социальное и медико-биологическое значения для страны, так как помимо положительного влияния на снижение риска возникновения ряда заболеваний, позволит освоить международный рынок функциональных продуктов.

Список использованных источников

1. Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года: распоряжение Правительства РФ от 25 октября 2010 г. №1873-р.
2. Доронин, А.Ф. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / Доронин А.Ф. и др. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 282 с.
3. Хуршудян, С.А. Качество сырья и потребительские качества пищевого продукта / С.А. Хуршудян, А.В. Орещенко // Пищевая промышленность. – 2013. – № 6. – С. 40.
4. Галстян А.Г., Аветисян Г.А. Каротиноиды. Общие положения. применение в молочной промышленности. – Москва, 2005. – 159 с.
5. Федеральная служба государственной статистики: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: электронный адрес (http://www.gks.ru/). – (Дата обращения: 18.05.2019).
6. Кайшев, В.Г. Состояние и перспективы развития рынка функциональных продуктов питания / Кайшев В.Г., Серёгин С.Н. // Переработка молока. 2018. № 1 (219). С. 14–17.
7. Инновационные продукты для здорового питания – один из главных трендов продовольственного рынка России. Переработка молока. 2014. № 3 (173). С. 38–39.
8. Кочеткова, А.А., Колеснов А.Ю. и др. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты. Пищевая промышленность. 1999. № 4. С. 7–10.
9. Альхамова, Г.К. Продукты функционального назначения / Альхамова, Г.К., Мазаев А.Н., Ребезов Я.М., Шель И.А., Зинина О.В. // Молодой ученый. – 2014. – №12. – С. 62–65.
10. Всемирная организация здравоохранения: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: электронный адрес (http://www.who.int/ru/). – (Дата обращения: 22.05.2019).
11. Союзмолоко, АЦ Milknews по данным ФСГС: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: электронный адрес (https://www.dairynews.ru). – (Дата обращения: 30.05.2019).
12. Лыгина, Н.И. Экономические факторы развития рынка функциональных пищевых продуктов / Лыгина Н.И., Рудакова О.В., Соболева Ю.П. // Социально-экономические явления и процессы. 2014. Т. 9. № 11. С. 115–121.
13. Шендеров Б.А. Состояние и перспективы развития функционального питания в России // Гастропортал сегодня. 2013. № 9. С. 24–28.
14. Стрижко, М.Н. Сухие фитолактатные продукты научно-практические основы создания / М.Н. Стрижко, А.Е. Рябова, И.А. Радаева, С.Н. Туровская, Т.И. Малова, А.Г. Галстян // Молочная промышленность. – 2015. – № 1. – С. 61–63.
15. Радаева, И.А. / Новый межгосударственный стандарт на актиокислитель дигидрокверцетин / Радаева И.А., Галстян А.Г., Туровская С.Н., Илларионова Е.Е., Тихонов В.П., Шевченко Т.В. // Молочная промышленность. 2016. № 4. С. 57–59.

16. Вишневер В.Я. Особенности конкурентной среды на российском рынке кондитерских изделий / Вишневер В.Я. // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2014. № 8 (118). С. 43–46.

17. Тарасова, В.В Особенности применения специализированных жиров в современных продуктах питания / Тарасова В.В., Николаева Ю.В., Нечаев А.П. // Масложировая промышленность. 2015. № 6. С. 17–21.

18. Радионова, А.В. Анализ состояния и перспектив развития российского рынка функциональных напитков / Радионова А.В. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2014. № 1. С. 22.

References

1. Ob utverzhdenii Osnov gosudarstvennoj politiki Rossijskoj Federacii v oblasti zdorovogo pitaniya naseleniya na period do 2020 goda: rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 25 oktyabrya 2010 g. №1873-r.

2. Doronin, A.F. Funkcional'nye pishchevye produkty. Vvedenie v tekhnologii / Doronin A.F. i dr. – M.: DeLi print, 2008. – 282 s.

3. Hurshudyan, S.A. Kachestvo syr'ya i potrebitel'skie kachestva pishchevogo produkta / S.A. Hurshudyan, A.V. Oreshchenko // Pishchevaya promyshlennost'. – 2013. – № 6. – S. 40.

4. Galstyan A.G., Avetisyan G.A. Karotinoidy. Obshchie polozheniya. primenenie v molochnoj promyshlennosti. – M., 2005. – 159 s.

5. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki: [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: elektronnyj adres (http://www.gks.ru/). – (Data obrashcheniya: 18.05.2019).

6. Kajshev, V.G. Sostoyanie i perspektivy razvitiya rynka funkcional'nyh produktov pitaniya / Kajshev V.G., Seryogin S.N. // Pererabotka moloka. 2018. № 1 (219). S. 14–17.

7. Innovacionnye produkty dlya zdorovogo pitaniya – odin iz glavnyh trendov prodovol'stvennogo rynka Rossii. Pererabotka moloka. 2014. № 3 (173). S. 38–39.

8. Kochetkova, A.A., Kolesnov A. Yu. i dr. Sovremennaya teoriya pozitivnogo pitaniya i funkcional'nye produkty. Pishchevaya promyshlennost'. 1999. № 4. S. 7–10.

9. Al'hamova, G.K. Produkty funkcional'nogo naznacheniya / Al'hamova, G.K., Mazaev A.N., Rebezov Ya.M., Shel' I.A., Zinina O.V. // Molodoj uchenyj. – 2014. – № 12. – S. 62–65.

10. Vsemirnaya organizaciya zdravoohraneniya: [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: elektronnyj adres (http://www.who.int/ru/). – (Data obrashcheniya: 22.05.2019).

11. Soyuzmoloko, AC Milknews po dannym FSGS: [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: elektronnyj adres (https://www.dairynews.ru). – (Data obrashcheniya: 30.05.2019).

12. Lygina, N.I. Ekonomicheskie faktory razvitiya rynka funkcional'nyh pishchevyh produktov / Lygina N.I., Rudakova O.V., Soboleva Yu.P. // Social'no-ekonomicheskie yavleniya i processy. 2014. T. 9. № 11. S. 115–121.

13. Shenderov B.A. Sostoyanie i perspektivy razvitiya funkcional'nogo pitaniya v Rossii // Gastroportal segodnya. 2013. № 9. S. 24–28.

14. Strizhko, M.N. Suhie fitolaktatnye produkty nauchno-prakticheskie osnovy sozdaniya / M.N. Strizhko, A.E. Ryabova, I.A. Radaeva, S.N. Turovskaya, T.I. Malova, A.G. Galstyan // Molochnaya promyshlennost'. – 2015. – № 1. – S. 61–63.

15. Radaeva, I.A. / Novyj mezhgosudarstvennyj standart na aktiokislitel' digidrokvercetin / Radaeva I.A., Galstyan A.G., Turovskaya S.N., Illarionova E.E., Tihonov V.P., Shevchenko T.V. // Molochnaya promyshlennost'. 2016. № 4. S. 57–59.

16. Vishnever V.Ya. Osobennosti konkurentnoj sredy na rossijskom rynke konditerskih izdelij / Vishnever V.Ya. // Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014. № 8 (118). S. 43–46.

17. Tarasova, V.V Osobennosti primeneniya specializirovannyh zhirov v sovremennyh produktah pitaniya / Tarasova V.V., Nikolaeva YU.V., Nechaev A.P. // Maslozhirovaya promyshlennost'. 2015. № 6. S. 17–21.

18. Radionova, A.V. Analiz sostoyaniya i perspektiv razvitiya rossijskogo rynka funkcional'nyh napitkov / Radionova A.V. // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya: Processy i apparaty pishchevyh proizvodstv. 2014. № 1. S. 22.

УДК: 663.8:635.655

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ АНАЛОГОВ МОЛОКА

Автор: Стрижко М.Н. – к.т.н.
Научный руководитель: Галстян А.Г. – д.т.н., профессор РАН, член-корреспондент РАН
Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва, mstrizhko@yandex.ru

PROSPECTS FOR CREATING MILK VEGETABLE ANALOGUES

Author: Strizhko M.N. – Candidate of Technical Science
Scientific adviser: Galstyan A.G. – Doctor of Technical Science, Professor of RAS, Corresponding Member of RAS
All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Non-Alcoholic and Wine Industry – a branch of the Gorbatov's Federal Scientific Center for Food Systems of RAS, Moscow, mstrizhko@yandex.ru

Ключевые слова: растительное молоко, функциональные продукты, соя, орехи, злаковые, эмульсионные продукты.

Keywords: vegetable milk, functional products, soy, nuts, cereals, emulsion products.

Аннотация: целью работы является исследование потенциала разработки технологий производства растительных аналогов молока. В статье представлена структура потребления растительных аналогов молока в РФ, приведена разработанная авторами классификация видов соевого молока, а также общие технологические схемы получения соевого молока, жидких напитков из различных злаковых культур и орехов.

Abstract: the aim of the work is to study potential developing technologies for production of milk vegetable analogues. The article presents consumption structure of milk vegetable analogues in Russian Federation, provides soy milk types classification developed by authors, as well as general technological schemes for producing soy milk, liquid drinks from various cereals and nuts.

Введение. На сегодняшний день повсеместно наблюдается уменьшение количества и качества потребляемых нутриентов вследствие снижения качества продовольственного сырья в условиях неблагоприятного экологического состояния окружающей среды, а также наблюдается повышенная нагрузка на иммунные системы организма человека [1–3]. Решение проблемы заключается в комплексном подходе, основанном на разработке продуктов с целенаправленно сформированным составом, обладающих функциональными и профилактическими свойствами с учетом экономических предпосылок и медицинских данных. Разработка новых функциональных продуктов должна быть направлена на устранение дефицита основных нутриентов и профилактики алиментарных заболеваний [1, 3–4].

Новым направлением развития пищевой промышленности является стремительно развивающийся рынок растительных аналогов «традиционных» молочных продуктов (dairy alternatives), которые производятся из сои, различных орехов, злаковых, кунжута, мака и в ближайшие 5–10 лет ожидается дальнейший стабильный рост данного рынка [5–6].

Результаты исследований. Емкость российского рынка молочной продукции оценивается в 9 млн т, а доля растительных аналогов молочных продуктов составляет 0,2 % (11 тыс. т) и по данным экспертов к 2029 году она достигнет 10,7 % (664 тыс. т). Сформировалось несколько предпосылок, обуславливающих стремительный рост объемов продаж и потребления аналогов «традиционного» молока и молочных продуктов из растительного сырья [5–6]:

– спрос на «безлактозное» и «безказиеновое» молоко среди потребителей с лактазной недостаточностью и аллергией;

– спрос на растительные напитки среди сторонников вегетарианства, а также благополучия животных;

– спрос среди потребителей – сторонников правильного питания, следящих за своими показателями веса;

– растущий интерес к новым продуктам, формирующийся под влиянием СМИ;

– уменьшение продаж в отдельных категориях молочных продуктов;

– сокращение объемов производства соковой продукции с 2014 года.

По сравнению со многими зарубежными странами, в России данное производство насчитывает около 10 лет, но оценивается как перспективное и динамично развивающееся [1–2, 5–6]. По данным исследователей компании Euromonitor и Tetra Pak рост продаж продуктов-аналогов молока из растительного сырья с 2014 года в Европе составил 24 %, в США – 31 %, в Латинской Америке и Азиатско-Тихоокеанском регионе – 17 % и 14 % соответственно, а среднедушевой объем потребления данных продуктов в Западной Европе составляет 2,5 л в год. Также, прогнозируется, что объем рынка растительных напитков будет стабильно расти и в 2021 году прибыль составит 9,5 млрд долларов [5–6].

В России объем продаж растительного молока составляет 1 % к объему продаж традиционного молока, что в стоимостном выражении составляет 1,7 млн л (461,4 млн рублей) за 2017 год (для сравнения, продажи пастеризованного молока составили 120 млрд рублей). В первом квартале 2018 года продажи молочных альтернатив в России выросли в 2,5 раза по сравнению с аналогичным периодом 2017 года. На рисунке 1 представлены данные по структуре рынка растительного молока в России.

Рисунок 1 – Структура рынка растительного молока в России

Соя – многофункциональная культура и высокоценный продукт, белок которого содержит многие незаменимые аминокислоты. В состав белка сои входят витамины группы В, макро- и микроэлементы, олигосахара, биологически активные вещества (ненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды, фитоэстрогены) [7–8]. Исследования, проведенные в лаборатории оценки пищевых белков Института питания РАМН, включая наблюдения в условиях клинического стационара, подтвердили целесообразность использования соевых белковых продуктов в качестве лечебно-профилактических средств для лиц, страдающих сердечно-сосудистой патологией, ожирением, сахарным диабетом, желудочнокишечными заболеваниями, что обуславливает применение сои во многих отраслях промышленности, таких, как молочная, мясная, кондитерская, консервная, масложировая, хлебопекарная, кормовое и бродильное производство, медицина. Также, помимо высокой ценности белка сои, она характеризуется низким содержанием крахмала, но присутствием в достаточном количестве пектина и клетчатки.

Содержащиеся в сое антипитательные вещества с неблагоприятным воздействием на организм (ингибиторы протеаз желудочно-кишечного тракта, лектины, олигосахара, способные вызывать метеоризм) устраняют воздействием высокой температуры/регулировкой pH среды, сахара удаляются на этапе щелочного бланширования [7–8].

Рисовая крупа характеризуется высоким содержанием углеводов (88 %) и высокой усваиваемостью. Овсяная крупа характеризуется содержанием белков в 16 % и жиров – 6 %, а также таких микроэлементов, как магний, калий железо. β-Глюкан, присутствующий в составе овса, проявляет пребиотические свойства и оказывает важный для здоровья эффект, связанный с уменьшением уровня холестерина, балансом сахара и инсулина в крови, поддержанием веса и улучшением функции работы кишечника. Гречневая крупа помимо высокой пищевой ценности характеризуется высоким содержанием витаминов группы В, рутина, лецитина.

Соевое молоко характеризуется: высоким содержанием незаменимых аминокислот; способностью снижать уровень сывороточных липидов; высоким содержанием железа; высоким содержанием растительной клетчатки; высокой влагосвязывающей способностью, которая находит применение при производстве продуктов для лиц с желудочно-кишечными заболеваниями и способствует щадящей диете [7–8]. В качестве сырья для производства соевого молока используется целые зерна, мука, концентраты и изоляты.

Технологический процесс производства соевого молока представлен на рисунке 2 [7–8].

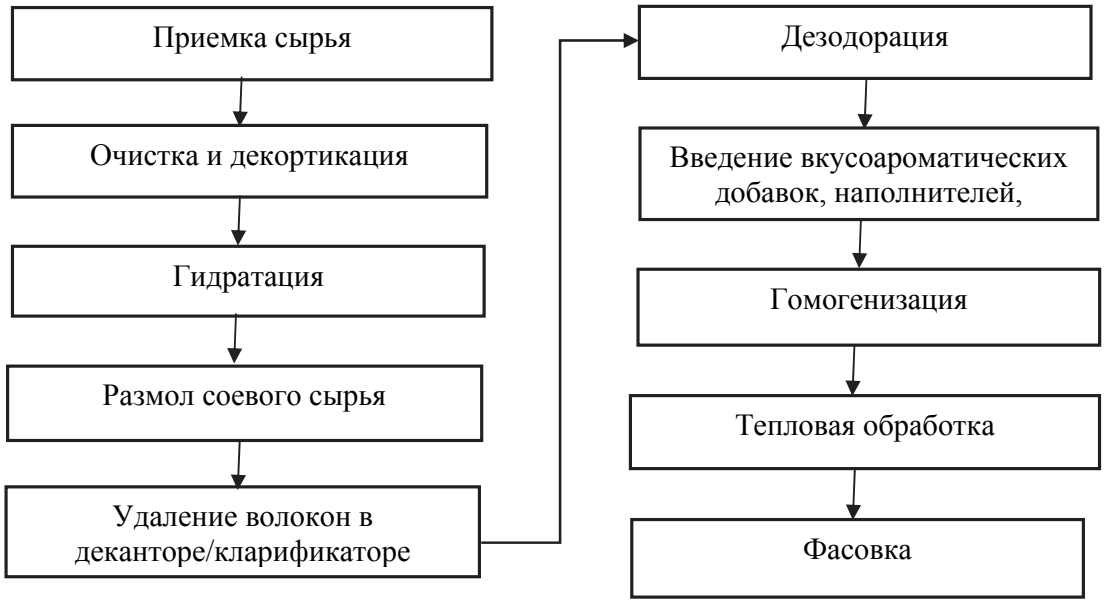


Рисунок 2 – Схема производства соевого молока

Готовый продукт возможно дифференцировать по нескольким параметрам (по типу сырья, по наличию/отсутствию процесса ферментации, наличию добавок, степени фильтрации и по содержанию белка) и для более точного разграничения соевого молока по данным параметрам авторами предложена классификация, представленная на рисунке 3.

Традиционное соевое молоко содержит в составе сою и воду, а соотношение вода/соя составляет 5:1. Соевое молоко с добавками содержит подсластители, ароматизаторы и пищевые красители. Соевое молоко «молочного» типа может содержать масло, соль, кальций, молочные и сливочные ароматизаторы, а количество белка приближено к 3,5–4,0 %, соотношение вода/соя составляет 7:1. Сквашенное соевое молоко производят путем ферментации / сквашивания.

Вторым по распространенности растительным питьевым продуктом после соевого молока является кокосовое молоко [5–7]. Кокосовое молоко характеризуется высоким уровнем содержания ненасыщенных жирных кислот, моносахаридов и полисахаридов, незаменимых аминокислот, ферментов, пищевых волокон. Продукт богат органическими кислотами, такими как лауриновая и каприновая, а также содержит холин, токоферол, аскорбиновую кислоту, ниацин (витамин PP), рибофлавин, пиридоксин, тиамин, фолиевую кислоту, пантотеновую кислоту, группу витаминов К, а также кальций, магний, медь, селен, фосфор, марганец, калий, железо.

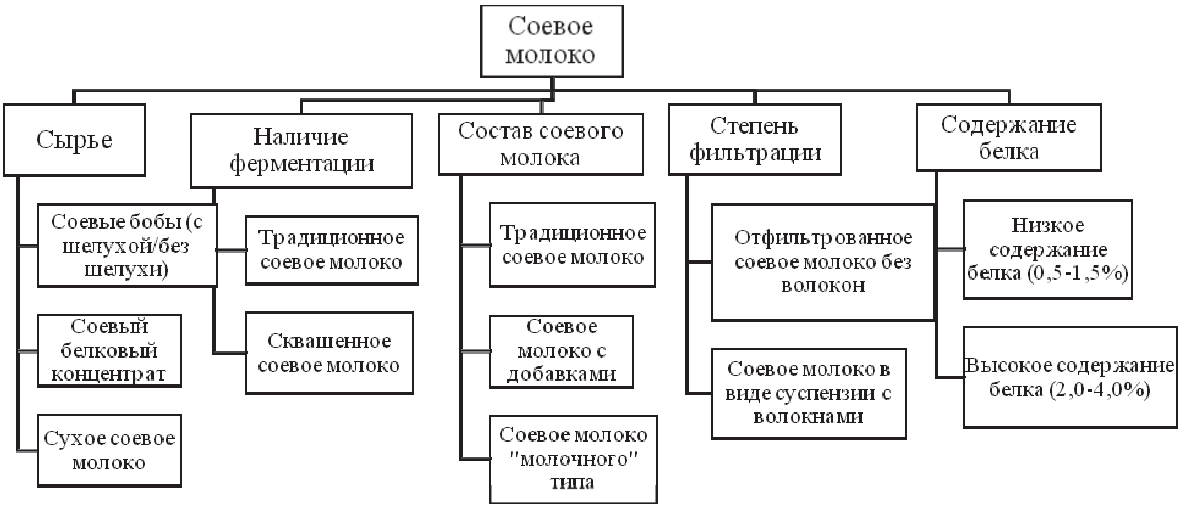


Рисунок 3 – Классификация видов соевого молока

Общий технологический процесс производства кокосового и миндального молока представлен на рисунке 4а, процесс производства напитка из злаковых представлен на рисунке 4б [8–10]:

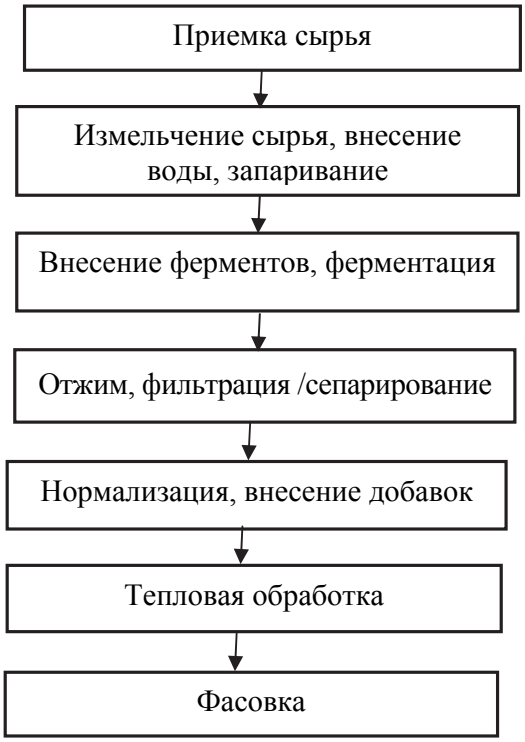


Рисунок 4а – Схема производства злакового молока

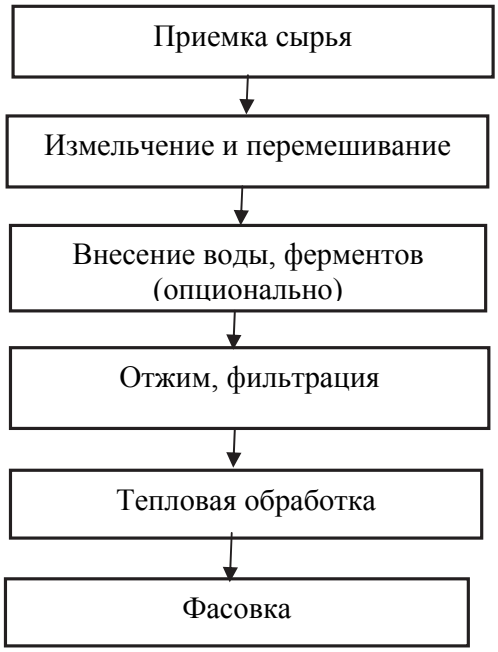


Рисунок 4б – Схема производства кокосового и миндального молока

Выводы:

Проведенный анализ позволят считать, что перспективным представляется разработка комбинированных поликомпонентных продуктов, обладающих направленным позитивным действием на организм и обогащение их биологически активным веществами; разработка социально значимых продуктов профилактического назначения [11–13]; разработка поликомпонентных растительных напитков с использованием комбинаций различного вида сырья – соевого, зернового; модификация и усовершенствование имеющихся технологий получения растительных напитков в безотходные ресурсосберегающие технологии.

Список использованных источников

1. Чугунова, О.В. Перспективы создания пищевых продуктов с заданными свойствами, повышающих качество жизни населения / Известия УГЭУ. 2014. № 5 (55). С. 120–12.
2. Доронин, А.Ф. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / Доронин А.Ф. и др. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 282 с.
3. Хуршудян, С.А. Качество сырья и потребительские качества пищевого продукта / С.А. Хуршудян, А.В. Орещенко // Пищевая промышленность. – 2013. – № 6. – С. 40.
4. Кочеткова, А.А., Колеснов А. Ю. и др. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты. Пищевая промышленность. 1999. № 4. С. 7–10.
5. Новости и аналитика молочного рынка: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: электронный адрес (https://milknews.ru). – (Дата обращения: 20.07.2019).
6. Обзор рынка сельского хозяйства. Дополнительные материалы: молочная отрасль России. Исследовательский центр «Делойт» в России, 2018 г.
7. Тихомирова, Н.А., Зайко Г.М., Корнева О.А., Российская Р.А., Ныркова Е.С. Напитки функционального назначения на основе соевого молока и пектинсодержащего дикорастущего сырья. Пищевая технология. 2012. № 2–3. С. 95–96.
8. Устюгов, А.Д., Конин, И.В, Рожков, А.Ю. Соя и технологии её переработки. Уральская ГСХА (г. Екатеринбург). 2012. С. 90.
9. Неверов, О.А. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного производства / О.А. Неверов, Г.А. Гореликова, В.М. Позняковкий. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 415 с.
10. Пахомова, Т.А. Разработка технологии соево-овсяных напитков профилактической направленности: дис. ... канд. технических наук / МГУПП. Москва, 2013.
11. Галстян, А.Г. Технология молочных геропродуктов с длительным сроком хранения / Галстян А.Г., Петров А.Н., Радаева И.А. // Переработка молока. 2008. № 4 (102). С. 35–37.
12. Радаева, И.А. / Новый межгосударственный стандарт на актиокислитель дигидрокверцетин / Радаева И.А., Галстян А.Г., Туровская С.Н., Илларионова Е.Е., Тихонов В.П., Шевченко Т.В. // Молочная промышленность. 2016. № 4. С. 57–59.
13. Галстян А.Г., Аветисян Г.А. Каротиноиды. Общие положения. применение в молочной промышленности. – М., 2005. – 159 с.

References

1. Chugunova, O.V. Perspektivy sozdaniya pishchevyh produktov s zadannymi svojstvami, povyshayushchih kachestvo zhizni naseleniya / Izvestiya UGEY. 2014. № 5 (55). S. 120–12.
2. Doronin, A.F. Funkcional'nye pishchevye produkty. Vvedenie v tekhnologii / Doronin A.F. i dr. – M.: DeLi print, 2008. – 282 s.
3. Hurshudyan, S.A. Kachestvo syr'ya i potrebitel'skie kachestva pishchevogo produkta / S.A. Hurshudyan, A.V. Oreshchenko // Pishchevaya promyshlennost'. – 2013. – № 6. – S. 40.
4. Kochetkova, A.A., Kolesnov A. YU. i dr. Sovremennaya teoriya pozitivnogo pitaniya i funkcional'nye produkty. Pishchevaya promyshlennost'. 1999. № 4. S. 7–10.
5. Novosti i analitika molochnogo rynka: [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: elektronnyj adres (https://milknews.ru). – (Data obrashcheniya: 20.07.2019).
6. Obzor rynka sel'skogo hozyajstva. Dopolnitel'nye materialy: molochnaya otrasl' Rossii. Issledovatel'skij centr «Delojt» v Rossii, 2018 g.
7. Tihomirova, N.A., Zajko G.M., Korneva O.A., Rossijskaya R.A., Nyrkova E.S. Napitki funkcional'nogo naznacheniya na osnove soevogo moloka i pektinsoderzhashchego dikorastushchego syr'ya. Pishchevaya tekhnologiya. 2012. № 2–3. S. 95–96.
8. Ustyugov, A.D., Konin, I.V, Rozhkov, A.Yu. Soya i tekhnologii eyo pererabotki. Ural'skaya GSKHA (g. Ekaterinburg). 2012. S. 90.
9. Neverov, O.A. Pishchevaya biotekhnologiya produktov iz syr'ya rastitel'nogo proizvodstva / O.A. Neverov, G.A. Gorelikova, V.M. Poznyakovkij. – Novosibirsk: Sibirskoe universitetskoe izdatel'stvo, 2007. – 415 s.
10. Pahomova, T.A. Razrabotka tekhnologii soevo-ovsyanyh napitkov profilakticheskoj napravlennosti: dis. ... kand. tekhnicheskih nauk / MGUPP. Moskva, 2013.

11. Galstyan, A.G. Tekhnologiya molochnyh geroproduktov s dlitel'nym srokom hraneniya / Galstyan A.G., Petrov A.N., Radaeva I.A. // Pererabotka moloka. 2008. № 4 (102). S. 35–37.
12. Radaeva, I.A. / Novyj mezhgosudarstvennyj standart na aktiokislitel' digidrokvercetin / Radaeva I.A., Galstyan A.G., Turovskaya S.N., Illarionova E.E., Tihonov V.P., SHevchenko T.V. // Molochnaya promyshlennost'. 2016. № 4. S. 57–59.
13. Galstyan A.G., Avetisyan G.A. Karotinoidy. Obshchie polozheniya. primenenie v molochnoj promyshlennosti. – M., 2005. – 159 s.

УДК 664.6

РАЗРАБОТКА ХЛЕБОПЕКАРНОЙ КОМПОЗИТНОЙ СМЕСИ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ С УЧЁТОМ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ

Автор: Тюрина И.А. – канд. техн. наук, Борисова А.Е.*
Научный руководитель: Невская Е.В. – канд. техн. наук
Федеральное государственное автономное научное учреждение
«Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», г. Москва
e-mail: i.tyurina@gosniihp.ru

DEVELOPMENT OF BAKERY COMPOSITE MIXTURE FOR SPORTS NUTRITION TAKING INTO ACCOUNT MEDICAL AND BIOLOGICAL ASPECTS

Author: Tyurina I.A. – PhD in Engineering sciences, Borisova A.E.*
Scientific adviser: Nevskaya E.V. – PhD in Engineering sciences
Federal State Autonomous Scientific Institution
Scientific Research Institute for the Baking Industry, Moscow
e-mail: i.tyurina@gosniihp.ru

Ключевые слова: хлебопекарная композитная смесь, рецептура, хлебобулочные изделия, спортивное питание.
Keywords: bakery composite mixture, recipe, bakery products, sports nutrition.

Аннотация: Статья посвящена разработке хлебопекарной композитной смеси для спортивного питания за счёт введения в рецептуру отечественных сырьевых ресурсов: муки пшеничной первого сорта, муки пшеничной цельнозерновой, молока сухого, семян льна, клейковины сухой. Проведён анализ гранулометрического состава смеси, результаты которого позволяют предположить, что в процессе хранения будет обеспечиваться равномерное распределение рецептурных компонентов. Произведён расчёт суточной потребности пищевых веществ за счёт употребления 300 г хлеба из разработанной хлебопекарной композитной смеси, которая в среднем покрывается в белке на 26,5 %, пищевых волокнах – на 69,0 %, калии – на 26,0 %, кальции – на 16,0 %, магнии – на 45,0 %. В соответствии с ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» хлебобулочные изделия, приготовленные из хлебопекарной смеси являются источником пищевых волокон (более 3 г на 100 г продукта), витамина B_1, железа и фосфора (более 15 % от среднесуточной потребности).
Abstract: The article is devoted to the creation of a composite baking mixture for bakery products for sports nutritionby introducing domestic raw materials into the recipe: wheat flour of the first grade, whole wheat flour, milk powder, flax seeds, and dry gluten. The analysis of the granulometric composition of the mixture, the results of which suggest that the storage process will provide a uniform distribution of prescription components.The daily requirement of nutrients calculated by consuming 300 g of bread from the developed baking composite mixture, which on average covered in protein by 26,5 %, dietary fiber – by 69,0 %, potassium – by 26,0 %, calcium – by 16,0 %, magnesium – by 45,0 %. In accordance with TR TS 022/2011 «Food products in terms of their labeling», bakery products made from a baking mixture are a source of dietary fiber (more than 3 g per 100 g of product), vitamin B_1, iron and phosphorus (more than 15 % of the average daily requirement).

Введение. Современные виды спорта характеризуются длительными интенсивными физическими и психоэмоциональными нагрузками, частыми стрессовыми ситуациями, сложными климатическими условиями и другими факторами. Важнейшим требованием при организации тренировочного процесса является грамотное построение рациона питания с обязательным восполнением затрат энергии, макро- и микронутриентов и поддержанием водного баланса организма [1, 2].

По данным НИИ спортивной медицины (РГУФКСМиТ) [3] в структуре питания спортсменов хлебобулочные изделия составляют 760–820 ккал энергетической ценности и являются наиболее доступными и высокоусвояемыми пищевыми продуктами, с помощью которых возможна корректировка пищевой ценности.

Анализ научно-технической и медицинской литературы [4] позволил установить основные медико-биологические рекомендации к питанию спортсменов. Поэтому основными принципами формирования ингредиентного состава изделий являются:

– комбинация различных видов белка – улучшает их синтез и уменьшает разрушение мышечной ткани;

– комбинация простых и сложных углеводов – ускоряет процесс восполнения гликогена и поддерживает стабильный уровень сахара в крови;

– наличие полиненасыщенных жирных кислот серии ω-3 и ω-6 – способствуют энергообеспечению спортсменов, повышают выносливость и объем мышечной массы;

– антиоксиданты – обеспечивают снижение последствий силовых тренировок посредством инактивации свободных радикалов.

Одним из перспективных направлений современного хлебопекарного производства является приготовление хлебобулочных изделий на основе использования хлебопекарных композитных смесей, способных длительное время храниться без изменения качества [5].

Поэтому разработка хлебопекарной композитной смеси для спортивного питания с учётом медико-биологических аспектов является актуальной задачей. Включение в рацион хлебобулочных изделий, приготовленных на основе композитных смесей, будет способствовать не только достижению наилучших спортивных результатов, но и позволит предотвратить ряд алиментарно-зависимых заболеваний.

Анализ отечественного рынка сырья показал целесообразность использования в составе хлебопекарной смеси следующие рецептурные компоненты: муку пшеничную хлебопекарную первого сорта, муку пшеничную цельнозерновую тонкого помола, клейковину сухую пшеничную, молоко сухое обезжиренное, соль пищевую, сахар белый, семена льна.

Использование в качестве мучной основы муки пшеничной хлебопекарной первого сорта обусловлено тем, что она имеет достаточно высокое содержание клейковины, что делает тесто, приготовленное из неё, эластичным, а готовые изделия хорошей формы, большого объёма, приятного вкуса и аромата. При использовании муки пшеничной хлебопекарной первого сорта возрастает пищевая ценность продукта благодаря наличию грубых отрубянистых частиц, в состав которых входят целлюлоза, гемицеллюлоза, не усвояемые организмом, а также пектин, выводящий из организма тяжёлые металлы и радионуклиды.

Мука пшеничная цельнозерновая тонкого помола, входящая в состав смеси содержит витамины Е, B_1, B_2 и B_3, фолиевую кислоту, кальций, цинк, медь, железо, марганец, магний. Эти питательные вещества приносят пользу клеткам, крови, нервной системе иммунитету, способствуя обновлению всего организма.

Сухая клейковина (глютен), входящая в состав разработанной смеси, является источником растительного белка.

Сухое молоко – порошок, получаемый высушиванием нормализованного пастеризованного коровьего молока, при этом продукт сохраняет многие полезные свойства свежего пастеризованного молока.

Содержание полезных пищевых веществ в семенах льна очень разнообразно. В природе практически не существует растений, способных конкурировать с семенами льна по содержанию полезных веществ, которые содержат аминокислоты и белки (около 20 видов), жирными кислотами (40 видов), а также витаминами (20 видов) и 21 минерал.

Объекты и методы исследований. Лабораторные исследования выполняли на базе существующего в институте центра технологий, биохимических и микробиологических исследований. При проведении работы использовали пробы пшеничной муки хлебопекарной первого сорта, муки пшеничной цельнозерновой тонкого помола, клейковину сухую пшеничную, молоко сухое обезжиренное, соль пищевую, сахар белый, семена льна, дрожжи хлебопекарные прессованные, масло кукурузное рафинированное дезодорированное.

В работе применяли общепринятые и специальные методы оценки качества сырья, полуфабрикатов и хлебобулочных изделий. Проведены исследования гранулометрического состава хлебопекарной композитной смеси при помощи оптического гранулометра ГИУ-1 (МГТУ им. Баумана).

Результаты исследований. Исследовано влияние муки пшеничной цельнозерновой в количестве от 40 до 60 % от массы муки пшеничной первого сорта на свойства теста: газообразующую и газоудерживающую способности, определяемые на приборе реоферментометр; реологические, определяемые на приборе альвеограф; амилолитическую активность, определяемую по вязкости суспензии на приборе амилограф.

Внесение пшеничной цельнозерновой муки увеличивало газообразующую способность, но снижало газоудержание теста. Повышение газообразующей способности связано с тем, что мука цельнозерновая имеет повышенную ферментативную активность.

Исследования реологических свойств выявили, что добавление муки цельнозерновой увеличивало показатель упругости на 7–8 %, но снижало показатель растяжимости теста на 27–32 % по сравнению с контролем. Тесто с добавлением данной муки характеризовалось большей упругостью и недостаточной растяжимостью, то есть уменьшалась эластичность теста.

При добавлении муки пшеничной цельнозерновой вязкость суспензии снижалась, что подтверждает повышенное содержание амилолитических ферментов в муке.

Исследовано влияние цельнозерновой муки в количестве от 40 до 60 %, вносимой взамен пшеничной муки первого сорта, на качество хлеба. Тесто готовили ускоренным способом. Установлено, что удельный объем снижался на 3–13 %, пористость – на 1–4 %, общая деформация сжатия мякиша – на 6–21 %, кислотность же возрастала – на 20–27 % по мере увеличения дозировки муки в сравнении с контрольным образцом.

По результатам дегустационной оценки оптимальное соотношение муки цельнозерновой и пшеничной первого сорта составило 50 к 50 %.

В процессе работы проводилась корректировка соотношения рецептурных компонентов методом пробных лабораторных выпечек хлебобулочных изделий.

Большое значение для получения качественных смесей имеет равномерное распределение всех входящих в рецептуру ингредиентов. При этом важно учитывать ряд факторов, которые создают дополнительные сложности, например, различие гранулометрического состава и других физико-химических свойств компонентов смеси. Результаты исследований гранулометрического состава композитных смесей, определяемого на оптическом гранулометре ГИУ-1 (МГТУ им. Баумана), представлены на рисунке 1.

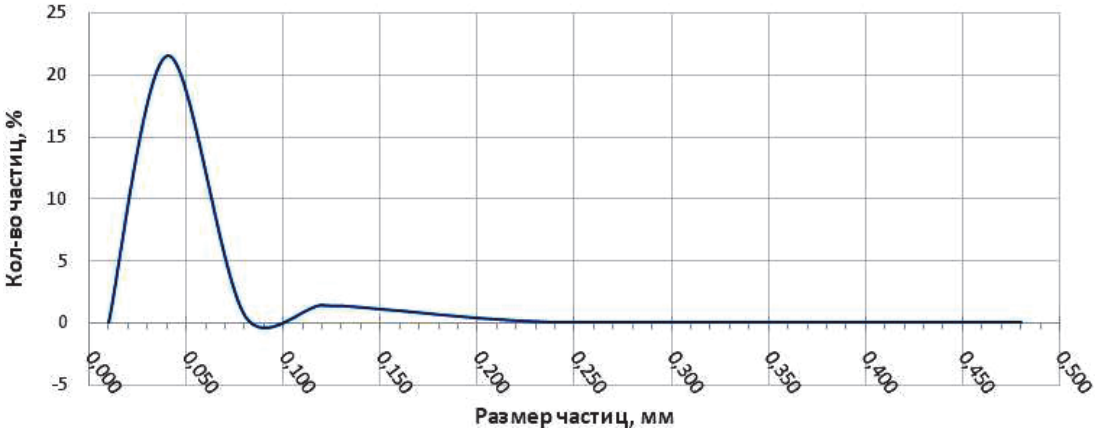


Рисунок 1 – Гранулометрический состав хлебопекарной композитной смеси

Принцип действия оптического гранулометра «ГИУ-1» основан на анализе изображений электронного микроскопирования пробы смеси, нанесённой на предметное стекло.

Анализ гранулометрического состава хлебопекарной смеси для хлебобулочных изделий показал, что размеры частиц исследованной смеси находились в пределах от 0,010 до 0,050 мм, при этом в среднем 20 % частиц находились в интервале от 0,010 до 0,080 мм, что позволит в процессе хранения сохранить равномерное распределение рецептурных компонентов и способствовать получению качественных хлебобулочных изделий (рисунок 2).

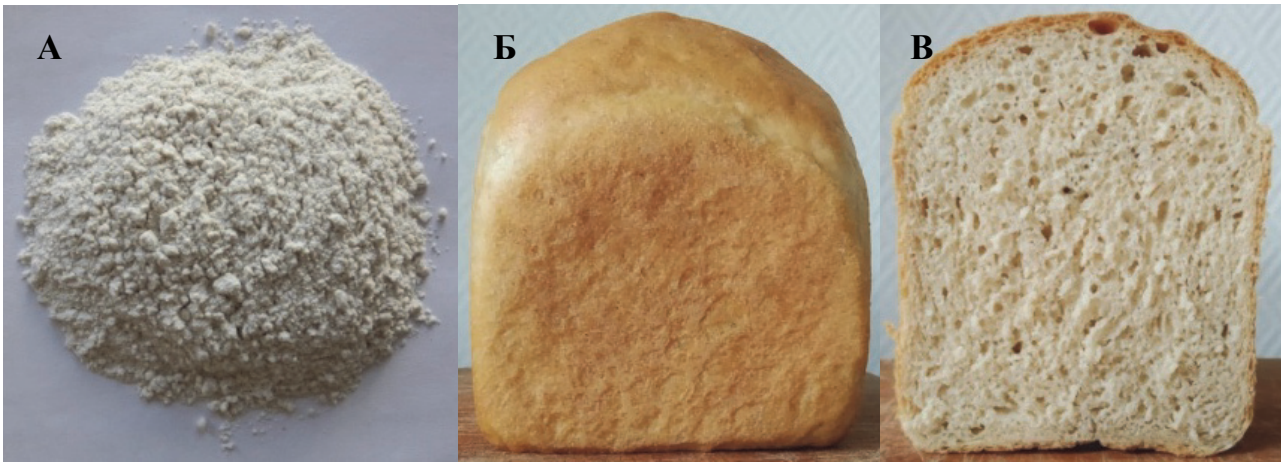


Рисунок 2 – Внешний вид разработанной хлебопекарной композитной смеси (А), опытный образец хлебобулочных изделий (Б), приготовленных из неё и его срез (В)

Определены органолептические и физико-химические показатели качества смеси, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические и физико-химические показатели качества хлебопекарной композитной смеси для спортивного питания

Показатели качества	Характеристика хлебопекарной смеси для спортивного питания
Внешний вид	Сухая порошкообразная однородная смесь, допускается незначительное количество комочков, легко рассыпающихся при механическом воздействии, с включениями семян льна
Запах, вкус	Свойственный вкусу и запаху входящих в смесь компонентов, без постороннего привкуса и запаха
Цвет	Белый с оттенком светло-жёлтого
Массовая доля влаги, %	11,8
Титруемая кислотность, град	4,4
Влагосвязывающая способность, %	180,6
Насыпная плотность, кг/м^3	385,3
Зольность, %	1,0
Кислотное число, мг КОН/г жира	26,8

Установленные показатели качества хлебопекарной смеси, учтены при разработке проекта технической документации.

Произведён расчёт удовлетворения суточной потребности спортсменов при употреблении 300 г изделий (рисунок 2),которая в среднем покрывается в белке на 26,5 %, в жирах – на 7,0 %, углеводах – на 26,5 %, пищевых волокнах – на 69,0 %, калии – на 26,0 %, кальции – на 16,0 %, магнии – на 45,0 %, фосфоре – на 71,0 %, железе – на 75,0 %, витамине B_1 – на 56,0 %, витамине B_2 – на 23,0 %, витамине PP – на 42,0 %.

В соответствии с ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» хлебобулочные изделия, приготовленные из хлебопекарной смеси являются источником пищевых волокон (более 3 г на 100 г продукта), витамина B_1, железа и фосфора (более 15 % от среднесуточной потребности).

Также при рассмотрении пищевой ценности любого продукта, особенно продукта такой первостепенной важности, как хлеб, необходимо учитывать не только общее содержание в нем белка, но также и его качественный состав, то есть содержание в белке незаменимых аминокислот.

При определении биологической ценности в качестве контрольного образца был взят хлеб, приготовленный из муки первого сорта без добавок. Сравнительный аминокислотный анализ представлен на рисунке 3.

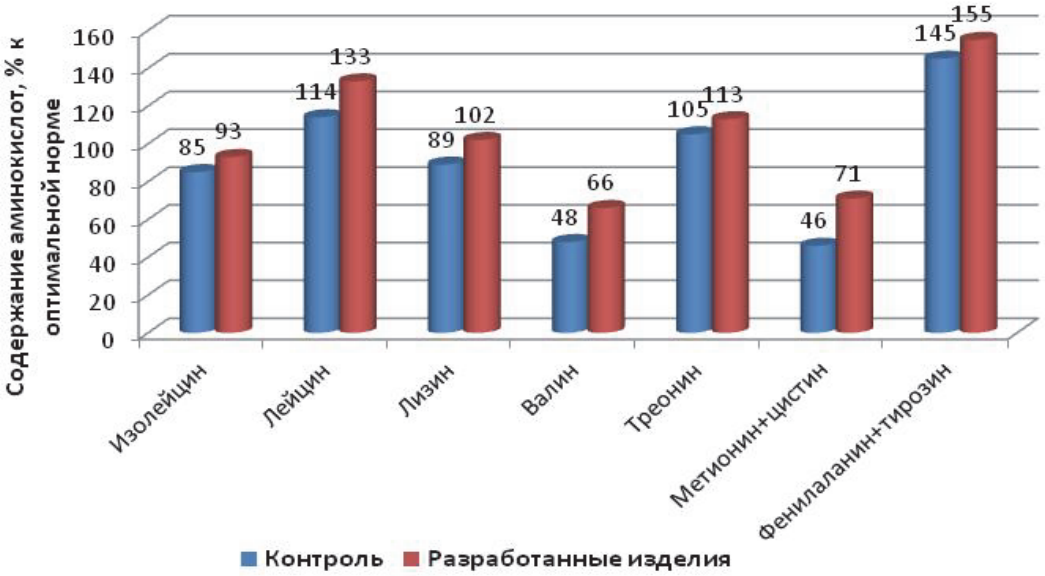


Рисунок 3 – Аминокислотный скор хлебобулочных изделий для спортивного питания

По сравнению с контрольным образцом в хлебе, приготовленном из хлебопекарной смеси, аминокислотный скор лейцина увеличился на 17,0 %, лизина – на 15,0 %, валина – на 38,0 %, метионин+цистин – на 54,0 %. Анализ биологической ценности показал, что аминокислотный состав изделий для спортивного питания имеет дефицит по трём незаменимым аминокислотам, при этом хлеб из пшеничной муки первого сорта – по четырём.

Выводы:

1. Учитывая, что в составе рецептурных компонентов смеси содержится повышенное содержание белков, пищевых волокон, минеральных веществ (магния, калия, железа), научно обосновано их использование для производства хлебобулочных изделий для спортивного питания.
2. Выявлены оптимальные дозировки муки пшеничной первого сорта (50 %) и муки цельнозерновой (50 %).
3. Установлена однородность хлебопекарной смеси, что позволит в процессе хранения сохранить равномерное распределение рецептурных компонентов и способствовать получению качественных хлебобулочных изделий.
4. Произведён расчёт удовлетворения суточной потребности спортсменов при употреблении 300 г разработанных изделий и определена их биологическая ценность.
6. Продолжается работа по установлению сроков годности разработанной хлебопекарной смеси для хлебобулочных изделий.
7. Получен патент РФ № 2698670 «Композиции мучных смесей для производства хлебобулочных изделий для питания спортсменов (варианты)».
8. Исследования выполняются по государственному заданию (0593-2019-0008) и включены в план научно-исследовательских работ ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности на 2019–2020 гг.

Список использованных источников

1. Черных, В.Я. Хлебобулочные изделия для питания спортсменов / В.Я. Черных, Л.И. Пучкова, Т.Г. Богатырёва // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2012. – № 3. – С. 8–9.

2. Щепина, В.М. Оценка адаптационных возможностей спортсменов / В.М. Щепина // Теория и практика физ. культуры. – 2009. – №1. – С. 27–30.

3. Невская, Е.В. Методологические подходы к подбору ингредиентного состава хлебобулочных изделий для питания спортсменов с применением принципов современной нутрициологии / Е.В. Невская, Л.А. Шлеленко, М.Н. Костюченко, А.В. Смоленский, А.В. Михайлова, О.И. Беличенко, А.В. Тарасов // Материалы III Всероссийского конгресса с международным участием «Медицина для спорта» в преддверии Олимпиады. – Москва. – 2013 – С. 196.

4. Борисова, О.О. Питание спортсменов: зарубежный опыт и практические рекомендации / О.О. Борисова. – М., 2007. – 132 с.

5. Тюрина, И.А. Разработка хлебопекарной композитной смеси с высоким содержанием белка для обогащенных хлебобулочных изделий / И.А. Тюрина, Е.В. Невская, О.Е. Тюрина, А.Е. Борисова, И.П. Пешкина // Хлебопродукты. – 2019. – № 9. – С. 53–55.

References

1. Chernyh, V.Ya. Hlebobulochnye izdeliya dlya pitaniya sportsmenov / V.Ya. Chernyh, L.I. Puchkova, T.G. Bogatyryova // Konditerskoe i hlebopekarnoe proizvodstvo. – 2012. – № 3. – S. 8–9.

2. Shchepina, V.M. Ocenka adaptacionnyh vozmozhnostej sportsmenov / V.M. Shchepina // Teoriya i praktika fiz. kul'tury. – 2009. – №1. – S. 27–30.

3. Nevskaya, E.V. Metodologocheskie podhody k podboru ingredientnogo sostava hlebobulochnyh izdelij dlya pitaniya sportsmenov s primeneniem principov sovremennoj nutriciologii / E.V. Nevskaya, L.A. SHlelenko, M.N. Kostyuchenko, A.V. Smolenskij, A.V. Mihajlova, O.I. Belichenko, A.V. Tarasov // Materialy III Vserossijskogo kongressa s mezhdunarodnym uchastiem «Medicina dlya sporta» v preddverii Olimpiady. – Moskva. – 2013 – S. 196.

4. Borisova, O.O. Pitanie sportsmenov: zarubezhnyj opyt i prakticheskie rekomendacii / O.O. Borisova. – M., 2007. – 132 s.

5. Tyurina, I.A. Razrabotka hlebopekarnoj kompozitnoj smesi s vysokim soderzhaniem belka dlya obogashchennyh hlebobulochnyh izdelij / I.A. Tyurina, E.V. Nevskaya, O.E. Tyurina, A.E. Borisova, I.P. Peshkina // Hleboprodukty. – 2019. – № 9. – S. 53–55.

УДК 664.7

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКИ БОБОВЫХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ, НЕ ТРЕБУЮЩЕЙ ВАРКИ

С.А. Урубков, к.т.н., А.А. Королёв, к.т.н., С.О. Смирнов, к.т.н.*
НИИПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»,
142718, Московская область, Ленинский район, поселок Измайлово, д. 22
**E-mail для переписки: glen.vniiz@gmail.com*

APPLICATION OF TECHNOLOGY OF COMPLEX PROCESSING OF LEGUMES IN THE PRODUCTION OF FAST-COOKING PRODUCTS

Sergey A. Urubkov, PhD, Aleksei A. Korolev, PhD, Stanislav O. Smirnov, PhD*
«Scientific Research Institute of Food-concentrate Industry and Special Food Technology» - branch «Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology and Food safety»,
142718, Moscow region, Leninsky district, v. Izmailovo, Russian Federation
**Corresponding author: glen.vniiz@gmail.com*

Ключевые слова: Пищевые концентраты, супы, технология, пневмоклассификация, гидратация, заморозка, сушка, быстрое приготовление, горох, бобовые.

Keywords: Food concentrates, soups, technology, pneumatic classification, hydration, freezing, drying, fast cooking, peas, legumes.

Аннотация: Одним из путей снижения дефицита белка, улучшения качества питания и состояния здоровья людей является создание пищевых продуктов, обогащенных белком растительного происхождения. Бобовые являются отличным источником белка, липидов, витаминов и минеральных веществ. Горох и продукты его переработки входят в основу для рецептур пищевых концентратов первых блюд, в том числе и для крем-супов быстрого и мгновенного приготовления. Перспективной технологией производства бобовых не требующих варки является комбинация способов комплексной обработки: гидратации, заморозки и сушки. Горох, полученный по такой схеме, разваривался в 7 раз быстрее варено-сушеного гороха, благодаря чему его рекомендуется использовать в производстве быстро-восстанавливаемых пищевых концентратов. Применяя способ пневмоклассификации при производстве концентратов первых блюд в виде крем-супов возможно повысить биодоступность нутриентов сырья. Данный способ позволяет примерно в два раза увеличить содержание белка в гороховой муке относительно его содержания в нативном горохе. Кроме того, способ позволяет улучшить качество белкового концентрата за счет сохранения нативных свойств микронутриентов гороха. Использование белковой гороховой муки при производстве концентратов супов может благоприятно повлиять на основные функциональные свойства: способность связывать воду и жиры, стабильность эмульсии, гелеобразование и взбиваемость.

Annotation: One of the ways to reduce protein deficiency, improve the quality of food and human health is the creation of foods enriched with vegetable protein. Legumes are an excellent source of protein, lipids, vitamins and minerals. Peas and products of its processing are the basis for recipes of food concentrates of the first dishes, including for cream soups of fast and instant preparation. A promising technology for the production of legumes that do not require cooking is a combination of complex processing methods: hydration, freezing and drying. Peas obtained under this scheme, boiled 7 times faster than boiled-dried peas, so it is recommended to use in the production of fast-recoverable food concentrates. Applying the method of pneumatic classification in the production of concentrates of first dishes in the form of cream soups may increase the bioavailability of raw nutrients. This method allows you to approximately double the protein content in pea flour relative to its content in the native peas. In addition, the method allows to improve the quality of protein concentrate by preserving the native properties of the micronutrients of peas. The use of protein pea flour in the production of soups concentrates can favorably affect the basic functional properties: the ability to bind water and fats, emulsion stability, gelation and whipping.

Введение. Рациональное питание – одна из важнейших составляющих здорового образа жизни человека. Распространённые на рынке основные виды «фастфуда» характеризуются высоким содержанием сахара, жира, соли и низкой питательной ценностью с точки зрения содержания белка, клетчатки, витаминов и минеральных веществ. Потребление этих продуктов может привести к заболеваниям. Решением этой проблемы может служить обогащение рациона питания, продуктами богатой необходимыми питательными веществами и при этом быстрой в приготовлении.

В последние годы в сфере производства продуктов питания большое внимание уделяется концентратам быстрого приготовления, которые оказывают профилактическое действие на ряд заболеваний желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы и обмена веществ. Данная продукция обладает преимуществом защиты от ферментативной и окислительной порчи и потери стабильности вкуса при комнатной температуре в течение длительного периода времени (6–12 месяцев). Повысить пищевую ценность пищевых концентратов можно введением в состав ингредиентов, в том числе растительного происхождения, богатых белками, минеральными веществами, витаминами.

Одним из путей снижения дефицита белка, улучшения качества питания и состояния здоровья людей является создание пищевых продуктов, обогащенных белком растительного происхождения.

Использование современных технологических приёмов при производстве концентратов не требующих варки на основе гороха, относится к актуальным научно-практическим задачам, решение которых даёт возможность повысить биологическую доступность макро- и микронутриентов в готовой продукции, а также перспективу замещения белкового концентрата, закупаемого в больших количествах по импорту, продукцией отечественного производства.

Объекты и методы исследования. В работе исследовали: горох целый шлифованный (нативный), горох колотый шлифованный согласно ГОСТ 6201-68 «Горох шлифованный. Технические условия».

При получении муки гороховой белковой и муки гороховой углеводной применяли следующие этапы обработки: размол зерна на молотковой дробилке до размеров частиц 40 мкм, включающий операции доизмельчения до размеров частиц 80 мкм и доизмельчение до размеров частиц 40 мкм; извлечение белковых, углеводных и белково-углеводных фракций муки, используя экспериментальную установку центробежно-роторного пневмоклассификатора.

В центробежно-роторном пневмоклассификаторе получают десять промежуточных фракций и одну основную – относы фильтра. Промежуточные фракции распределяют в зависимости от их качества: из начальных фракций формируют муку углеводную, из конечных фракций – муку белково-углеводную, а из относов – муку высокобелковую.

Результаты исследований. Горох полевой (*Pisum sativum L.*) является одним из основных бобовых, который используется в производстве пищевых концентратов. Он обычно содержит 23 % белка (на с. в-во), 48 % крахмала (на с. в-во), 4 % общего количества липидов, 3 % золы, 8 % сахара [1] и считается отличным источником питательных веществ.

Белок гороха по составу превосходит растительные белки злаковых культур, поскольку содержит большинство незаменимых аминокислот. Помимо метионина, который в изобилии содержится в зерновых культурах, в зернобобовых отмечается высокое содержание лизина и триптофана, ограничивающих большинство злаков [1, 2].

Семена гороха содержат 60–65 % углеводов, основной фракцией которых является крахмал. Крахмал гороха состоит из амилозы (25–45 %) и амилопектина (55–75 %). Такое содержание амилозы обусловливает низкую скорость поступления глюкозы в кровь, способствуя снижению гликемического индекса [3]. Семена гороха содержат от 2 до 10 % резистентного крахмала в зависимости от сорта, условий и региона выращивания. Известно, что гороховый крахмал подвержен ретроградации во время обработки и хранения и, таким образом, относится к более устойчивым крахмалам (RS3), который естественным образом усваивается и способствует низкому гликемическому индексу [4]. Эта важная питательная особенность способствует использованию горохового крахмала в диетических продуктах, повышая тем самым его ценность в промышленном производстве продуктов с низким гликемическим индексом, что может помочь снизить риск диабета, ожирения и сердечно-сосудистых заболеваний.

Применяя современные технологические приёмы, возможно повысить биодоступность и снизить содержание антипитательных веществ, входящих в состав бобовых. Так, перспективной технологией производства бобовых, не требующих варки, является комбинация способов комплексной обработки: гидратации, заморозки и сушки.

Гидратация способствует насыщению продукта водой и получению мягкой структуры продукта, а замораживание – переходу воды в кристаллы льда в межклеточном пространстве (кристаллообразование) и образованию пористой структуры в результате давления кристаллов льда на оболочку клеток. Установлено, что формирование пористой структуры продукта является определяющим фактором, обеспечивающим быстрое поглощение воды и скорости восстановления готового продукта.

Продолжительность гидратации гороха 6–7 часов для последующего процесса замораживания. Установлено, что замачивание гороха способствует не только получению мягкой структуры продукта, но и позволяет избавиться от нежелательных веществ, что позволяет использовать его в диетическом питании. Замороженный горох подвергали термической обработке: сушке. Сушка замороженного гороха осуществляется при температуре 90 °С до влажности готового продукта 12–14 %. Развариваемость полученного гороха составила в пределах 1–3 мин. при кипячении, 5–8 мин. при настаивании в горячей воде. Коэффициент набухания составил соответственно 1,9 и 2,0.

Горох, полученный по такой схеме, разваривался в 7 раз быстрее по отношению к развариваемости принятой в промышленности технологии варено-сушеного гороха, благодаря чему его рекомендуется использовать в производстве быстро-восстанавливаемых пищевых концентратах.

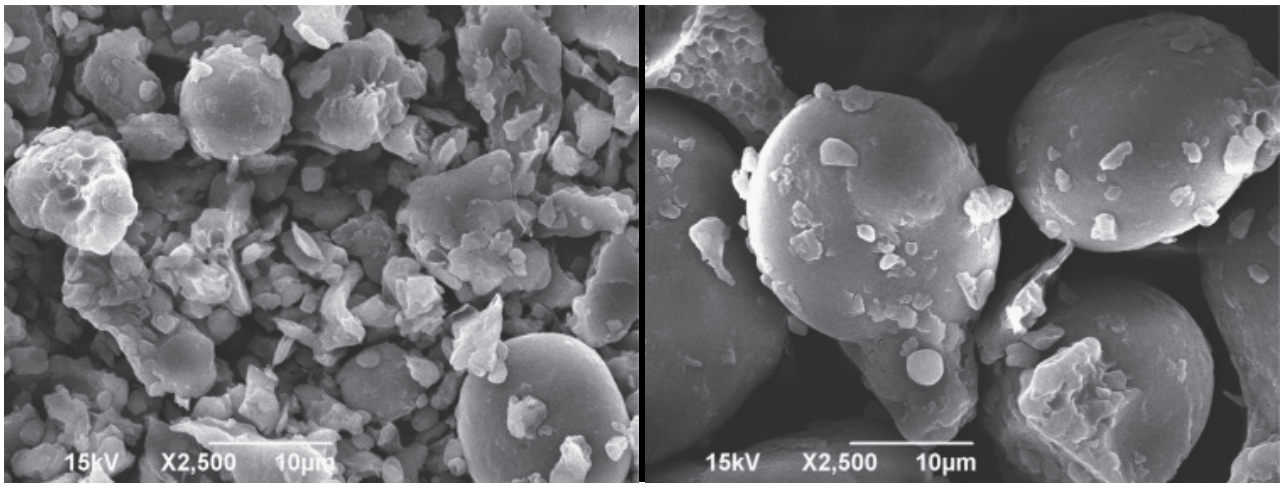
Для технологии пищевых концентратов первых блюд в виде крем-супов в качестве основы применяют гороховую муку, получаемую дроблением как целого, так и колотого гороха. Гороховая мука выдерживает более длительное время приготовления, проявляя при этом термостабильность. После ретроградации крахмала гороховая мука из-за содержания амилозы образует твердый гель.

С целью повышения биодоступности нутриентов используемого сырья и улучшения функциональных свойств готовой продукции возможно применять современные технологии производства белковых концентратов с сохранением их нативных свойств на основе «сухого» способа разделения макронутриентов: белка и крахмала. Данный «сухой» способ отличается существенно большей пищевой безопасностью в связи с отсутствием различного рода химических реагентов, что говорит о сохранении нативных свойств получаемых продуктов [5].

Используя метод пневмоклассификации, возможно получить муку с повышенным содержанием белковых и углеводных компонентов. В этом процессе тонкоизмельченная мука классифицируется потоком воздуха. Исходным продуктом является гороховая мука, а компонентами являются частицы крахмала и белка, преимущественно извлекаемые в одну из фракций: белковую или углеводную [6].

Основой способа извлечения белковой и углеводной фракций из гороховой муки является разрушение белковой матрицы и получение ее частиц, свободных от крахмала. Так, белковые фракции составляют 2–25 мкм, а крахмальные фракции – 25–70 мкм (рисунок 1).

Принцип действия пневмоклассификатора заключается в разделении частиц муки на основе различия аэродинамических свойств, которое обусловлено отличием значений размеров и плотности частиц белка и гранул крахмала.



а) б)

Рисунок 1 – Снимки электронного микроскопа (увеличение × 2500) [7]:
а) гороховая мука с повышенным содержанием белковых компонентов;
б) гороховая мука с повышенным содержанием углеводных компонентов

На снимках четко видно разделение фракций белка и крахмала при применении измельчения и последующей пневмоклассификации гороховой муки. Концентрация белка в муке, полученной данным способом, может составить более 40 %, что примерно в два раза больше содержания белка в нативном горохе. Содержание основных нутриентов в горохе, белковой и углеводной гороховой муке представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание основных нутриентов в горохе, белковой и углеводной гороховой муке

Наименование	Белок, % на с. в-во	Крахмал, % на с. в-во	Липиды, % на с. в-во	Зола, % на с. в-во
Нативный горох	21–24	42–46	1,5–2,0	1,9–2,2
Горох колотый	25–27	46–52	1,5–2,0	2,3–2,5
Мука гороховая белковая	40–55	5–10	2,5–3,0	2,7–3,1
Мука гороховая углеводная	10–15	65–75	0,9–1,3	1,2–1,4

Увеличить число свободных мелких частиц белка и, соответственно, повысить их концентрацию в муке можно путем доизмельчения муки в дезинтеграторах или применяя более «жесткий» способ измельчения (зазор 0,5–0,1 мкм) в вальцевых станках [8].

Полученные виды гороховой муки имели различные технологические свойства. Для белковой муки было характерно «слипание», что, вероятно, объясняется тонкодисперсным составом продукта, а также повышенное водопоглощение. Исследования продолжаются.

Выводы:

Применяя комплексную технологию производства концентратов, не требующих варки, на основе гороха, включая такие технологические приёмы как: гидратация, заморозка и сушка, возможно увеличить скорость разваривания гороха, повысить биодоступность макро- и микронутриентов в готовой продукции веществ, входящих в состав исходного сырья, а также снизить содержание нежелательных антипитательных веществ.

При производстве концентратов первых блюд в виде крем-супов возможно увеличить биодоступность, используя белковую гороховую муку, полученную способом пневмоклассификации. Способ позволяет улучшить качество белкового концентрата за счет сохранения нативных свойств микронутриентов гороха. Содержание белка в гороховой муке, полученной данным способом, примерно в два раза выше его содержания в нативном горохе.

Использование белковой гороховой муки при производстве концентратов супов может благоприятно повлиять на основные функциональные свойства: способность связывать воду и жиры, стабильность эмульсии, гелеобразование и взбиваемость.

Научно-исследовательская работа проведена за счёт субсидий на выполнение государственного задания в рамках программы Фундаментальных научных исследований государственной академии наук на 2019–2021, тема № 0529-2019-0065 «Разработка технологии производства быстровосстанавливаемых пищевых концентратов на основе бобовых».

Список используемых источников

1. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания Скурихин И.М., Тутельян В.А. Москва, 2007.

2. United States Department of Agriculture National Nutrient. Database for Standard Reference Legacy Release. URL: https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list?home=true

3. W. S. Ratnayake, R. Hoover, T. Warkentin Pea Starch: Composition, Structure and Properties – A Review Starch – Starke 54(6):217–234 · June 2002 DOI: 10.1002/1521-379X(200206)54:63.0.CO;2-R

4. Skrabanja V.I., Liljeberg H.G., Hedley C.L., Kreft I., Björck I.M. Influence of genotype and processing on the in vitro rate of starch hydrolysis and resistant starch formation in peas (Pisum sativum L.) J Agric Food Chem.1999 May;47(5):2033-9.DOI:10,1021 / jf981060f

5. Смирнов С.О., Урубков С.А. Разработка технологических решений "сухого" способа концентрации белковых и углеводных фракций из тритикалевой муки с сохранением их нативных свойств Хранение и переработка зерна. 2014. № 5 (182). С. 61–63.

6. Урубков С.А., Смирнов С.О. Разработка способа концентрации белковых и углеводных фракций из тритикалевой муки с целью создания продуктов питания с повышенной пищевой ценностью / Сборник: Фундаментальные и прикладные исследования по безопасности и качеству пищевых продуктов // Сборник научных трудов VIII Международной конференции молодых учёных и специалистов. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования». 2014. С. 304–308.

7. M.C. Tulbek, R.S.H. Lam, Y.(C.) Wang, P. Asavajaru, A. Lam Chapter 9 – Pea: a sustainable vegetable protein crop sustainable protein sources 2017, pp. 145–164 doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00009-3

8. Смирнов С.О., Урубков С.А., Бердышникова О.Н. Разработка способа получения новых видов тритикалевой муки методом пневмоклассификации. Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века IV Международная научно-практическая конференция. 2015. С. 51–55.

References

1. Tablicy himicheskogo sostava i kalorijnosti rossijskih produktov pitaniya Skurihin I.M., Tutel'yan V.A. Moskva, 2007.
2. United States Department of Agriculture National Nutrient. Database for Standard Reference Legacy Release. URL: https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list?home=true
3. W. S. Ratnayake, R. Hoover, T. Warkentin Pea Starch: Composition, Structure and Properties – A Review Starch – Starke 54(6):217–234 · June 2002 DOI: 10.1002/1521-379X(200206)54:63.0.CO;2-R
4. Skrabanja V.I., Liljeberg H.G., Hedley C.L., Kreft I., Björck I.M. Influence of genotype and processing on the in vitro rate of starch hydrolysis and resistant starch formation in peas (Pisum sativum L.) J Agric Food Chem.1999 May;47(5):2033-9.DOI:10,1021 / jf981060f
5. Smirnov S.O., Urubkov S.A. Razrabotka tekhnologicheskih reshenij "suhogo" sposoba koncentracii belkovyh i uglevodnyh frakcij iz tritikalevoj muki s sohraneniem ih nativnyh svojstv Hranenie i pererabotka zerna. 2014. № 5 (182). S. 61–63.
6. Urubkov S.A., Smirnov S.O. Razrabotka sposoba koncentracii belkovyh i uglevodnyh frakcij iz tritikalevoj muki s cel'yu sozdaniya produktov pitaniya s povyshennoj pishchevoj cennost'yu / Sbornik: Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya po bezopasnosti i kachestvu pishchevyh produktov // Sbornik nauchnyh trudov VIII Mezhdunarodnoj konferencii molodyh uchyonyh i specialistov. Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe nauchnoe uchrezhdenie «Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut tekhnologii konservirovaniya». 2014. S. 304–308.
7. M.C. Tulbek, R.S.H. Lam, Y.(C.) Wang, P. Asavajaru, A. Lam Chapter 9 – Pea: a sustainable vegetable protein crop sustainable protein sources 2017, pp. 145–164 doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00009-3
8. Smirnov S.O., Urubkov S.A., Berdyshnikova O.N. Razrabotka sposoba polucheniya novyh vidov tritikalevoj muki metodom pnevmoklassifikacii. Hlebobulochnye, konditerskie i makaronnye izdeliya XXI veka IV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya. 2015. S. 51–55.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ИНВЕРСИЮ САХАРОЗЫ В МОНОКОМПОНЕНТНОМ ПЮРЕ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Авторы: Усанова Ю.Ю., Федосенко Т.В.
Научные руководители: Пацюк Л.К. – ведущий научный сотрудник, Кондратенко В.В – зам. директора по научной работе
Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Российская Федерация, г. Видное, e-mail: secr-technol@vniitek.ru

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ULTRASONIC TREATMENT ON THE INVERSION OF SUCROSE INTO A MONOCOMPONENT PUREE FROM VEGETABLE RAW MATERIALS

Authors: Usanova Yu.Yu., Fedosenko T.V.
Scientific advisers: Patsyuk L.K. – Leading Researcher, Kondratenko V.V. – Deputy Director for Research
All-Russian research Institute of technology conservation – branch of FSBSI «V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems» of RAS, Russian Federation, Vidnoye, e-mail: secr-technol@vniitek.ru

Ключевые слова: фруктовое пюре, овощное пюре, инверсия сахарозы, ультразвуковая обработка, органолептические свойства.

Keywords: fruit puree, vegetable puree, sucrose inversion, ultrasonic treatment, organoleptic properties.

Аннотация: в данной статье приведены результаты исследования влияния ультразвуковой обработки на инверсию сахарозы в овощных и фруктовых монокомпонентных пюре.

Abstract: This article presents the results of the study of the effect of ultrasonic treatment on the inversion of sucrose in vegetable and fruit monocomponent purees.

Введение. В настоящее время основной задачей пищевой промышленности является снабжение населения страны продуктами с высоким содержанием витаминов, минеральных веществ, а также легкоусвояемых углеводов, в том числе редуцирующих сахаров. Все эти вещества в том или ином количестве содержатся в овощах и фруктах в нативном состоянии [1]. Так как овощи и фрукты являются скоропортящимися продуктами, возникает необходимость разработки способов переработки растительного сырья с целью производства различных видов консервированных полуфабрикатов, обладающих длительными сроками хранения [2], к которым относятся и пюреобразные пищевые продукты из растительного сырья с добавлением или без добавления углеводов (в основном, сахарозы).

Одним из перспективных направлений активного влияния на формирование свойств перерабатываемых продуктов является воздействие на них ультразвуком с определёнными параметрами, которое потенциально позволяет достичь высокой степени диспергирования частиц дисперсной фазы в дисперсионной среде до коллоидного состояния. При этом возможно проявление новых свойств, не характерных для исходного продукта, но благоприятно влияющих на качество получаемых продуктов [3].

При ультразвуковом воздействии на монокомпонентное пюре из растительного сырья с добавлением сахара может происходить инверсия сахарозы. Конечный продукт приобретает гелевую консистенцию и светопропускающую способность. В нём увеличивается массовая доля сухих веществ, и повышается вязкость. Кроме того, улучшаются органолептические характеристики. Так, аромат становится более выраженным, вкус более сладким и приятным. Фактически, после ультразвукового воздействия могут быть получены новые виды продукции с улучшенными органолептическими свойствами.

Однако ультразвуковая обработка относится к сравнительно жёстким типам воздействия, так как здесь действует ударная энергия схлопывания множества каверн (пузырьков воздуха), образующихся в результате разрежения полости среды при ультразвуковой обработке на определённых частотах и с определённой плотностью потокомощности [4].

Теоретически на интенсивность инверсии сахарозы влияют кислотность и температура обрабатываемой среды. Кислотность, в свою очередь, зависит от биохимических характеристик используемого сырья. В силу нативного присутствия в обрабатываемом продукте органических кислот, минеральных веществ и аминокислот, в условиях некоторого повышения температуры не исключена возможность отрицательных последствий инверсии – проявления реакции меланоидинообразования.

Объекты и методы исследований. Для выполнения поставленной задачи предварительно были изготовлены экспериментальные образцы яблочного, тыквенного и морковного пюре. При этом фрукты и овощи подвергли сортировке, удалили непригодные экземпляры, затем мыли до полного удаления всех загрязнений, после чего морковь очищали от кожицы, тыкву – от коры, плаценты и семян. Затем измельчали (тыкву и морковь нарезали на брусочки, яблоки – на дольки, удаляя при этом семенное гнездо). Измельчённое сырьё подвергали развариванию в варочных котлах в течение 15–20 минут при температуре 100 °С. Полученную массу протирали на протирочной машине через сита с диаметром отверстий 3 мм. В полученное пюре добавляли сахар-песок по заданной рецептуре, тщательно перемешивали и подогревали до 80 °С. После чего фасовали в прошпаренные баночки вместимостью 100 см^3, укупоривали лакированными крышками и стерилизовали в автоклаве для обеспечения микробиологической сохранности пюре.

Для выявления влияния компонентов пюре на степень инверсии сахарозы при ультразвуковой обработке и зависимости от природы состава обрабатываемого продукта провели анализы методом главных компонент.

Содержание углеводов (сахарозы, глюкозы и фруктозы) определяли методом зонного капиллярного электрофореза по методике М 04-69-2011 [5].

Содержание органических кислот (щавелевой, муравьиной, винной, яблочной, лимонной, янтарной, молочной, уксусной, сорбиновой) определяли методом зонного капиллярного электрофореза по методике М 04-47-2012 [6].

Результаты исследований. Были разработаны рецептуры смесей фруктового и овощных пюре с добавлением сахара с учётом получения массовой доли сухих веществ готовой смеси не менее 70 % (приведены в таблице 1).

Таблица 1 – Рецептуры фруктовой и овощных смесей пюре и сахара

№ п/п	Наименование	Массовая доля сухих веществ, %	Содержание углеводов, г
1	Смесь яблочная: - пюре яблочное - сахар-песок	72,6 10,0 99,85	 328 672
	Итого		1000
2	Смесь морковная: - пюре морковное - сахар-песок	71,2 8,0 99,85	 320 680
	Итого		1000
3	Смесь тыквенная: - пюре тыквенное - сахар-песок	71,2 5,0 99,85	 310 690
	Итого		1000

Для выявления влияния ультразвукового воздействия и компонентного состава обрабатываемой среды на степень инверсии сахарозы определяли массовую долю редуцирующих сахаров (глюкозы и фруктозы) в подготовленных смесях, до и после ультразвукового воздействия результаты исследования углеводного состава представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Содержание редуцирующих сахаров в смесях до ультразвуковой обработки, %

№ п/п	Наименование	Глюкоза	Фруктоза	Сумма редуцирующих сахаров	Сахароза	Всего углеводов
1	Смесь яблочная: - пюре яблочное - сахар-песок	 1,4 -	 1,3 -	 2,7 -	 2,8 67,1	 5,5 67,1
	Итого	1,4	1,3	2,7	69,9	72,6
2	Смесь морковная: - пюре морковное - сахар-песок	 0,64 -	 0,5 -	 1,14 -	 1,12 67,9	 2,27 67,9
	Итого	0,64	0,5	1,14	69,0	70,16
3	Смесь тыквенная: - пюре тыквенное - сахар-песок	 0,62 -	 0,5 -	 1,12 -	 1,18 68,9	 2,3 68,9
	Итого	6,2	5,0	1,1	70,08	71,2

Таблица 3 – Массовая доля углеводов в рецептурных смесях после ультразвуковой обработки, %

Наименование пюре	Глюкоза	Фруктоза	Сумма редуцирующих сахаров	Сахароза	Всего углеводов
Яблочное	9,6	10,6	20,2	50,7	70,9
Морковное	2,9	2,8	5,7	64,5	70,2
Тыквенное	0,7	0,9	1,6	68,5	70,1

Проведя сравнительный анализ полученных значений сахаров в рецептурных смесях фруктового и овощных пюре до и после обработки их ультразвуком (с постоянной частотой 70,4 кГц), можно сделать вывод, что углеводный состав обработанных смесей отличается от исходного. Значительно увеличилось содержание редуцирующих сахаров. Так, в яблочной смеси массовая доля глюкозы увеличилась почти в 7 раз, а фруктозы – в 8 раз при одновременном

снижении содержания сахарозы на 30 %. В морковной смеси содержание общих редуцирующих сахаров увеличилось с 1,14 % до 5,7 %, то есть почти в 5 раз. В тыквенной смеси также произошло заметное увеличение содержания редуцирующих сахаров на 30 %. Неравномерный прирост глюкозы и фруктозы подтверждают частичное разрушение углеводов с образованием оптически неактивных продуктов.

Следовательно, увеличение содержания редуцирующих сахаров в пюреобразных смесях пюре с сахаром осуществляется не только за счёт сахарозы, содержащейся в сырье, но и за счёт добавленного сахара.

Установлено, что степень инверсии сахарозы в результате ультразвуковой обработки определяется компонентным составом среды в общей сложности не более чем на 33 %, тогда как остальная часть, предположительно, формируется за счёт парных и тройственных и др. взаимодействий между компонентами. Примечательно, что начальная концентрация сахарозы не оказывает сколько-нибудь существенного влияния на результаты её инверсии. Была рассчитана доля снижения количества каждого углевода в сравнении с расчётным приростом, который должен был быть в результате фиксируемой инверсии сахарозы (рисунок 1).

Практически почти для всех образцов (кроме яблочного пюре) было характерно наличие высокой степени деградации моносахаридов – более 60 %. Было установлено, что глюкоза и фруктоза в результате ультразвуковой обработки деградируют в приблизительно одинаковой степени. Исключение составляет только яблочное пюре, для которого характерна более чем в 2,5 раза высокая скорость деградации фруктозы по отношению к глюкозе.

Таким образом, вследствие нетермической инверсии сахарозы в смесях полученный продукт приобретает улучшенные органолептические характеристики.

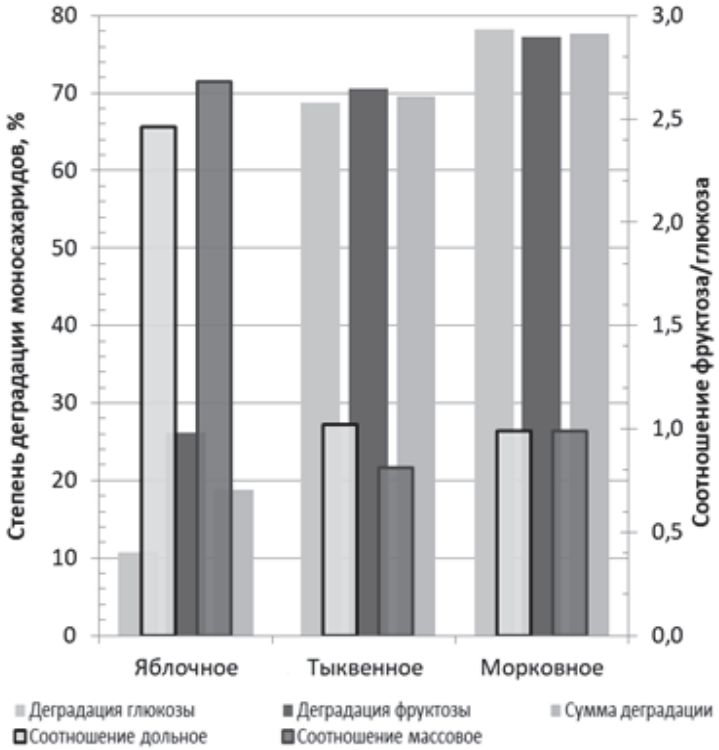


Рисунок 1 – Степень деградации моносахаридов в результате ультразвуковой обработки

Выводы:

1. В процессе исследований было достоверно установлено, что в монокомпонентных пюреобразных продуктах из фруктового и овощного сырья с добавлением сахарозы при ультразвуковой обработке имеет место нетермическая инверсия сахарозы, выраженность которой определяется продолжительностью процесса, а также исходным химическим составом пюре. При этом неизбежно происходит частичное разрушение моносахаридов с образованием бесцветных продуктов, не влияющих на органолептические свойства обработанного пюре.

2. Установлено, что при ультразвуковом воздействии увеличение содержания редуцирующих сахаров в пюреобразных смесях происходит не только за счёт сахарозы, содержащейся в сырье, но и за счёт добавленного сахара.

3. Проведённые исследования позволяют достоверно утверждать, что ультразвуковая обработка монокомпонентных пюре из растительного сырья положительно влияет на инверсию содержащейся в ней сахарозы.

Список использованных источников

1. Спиричев В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Поздняковский; под общ. ред. В.Б. Спиричева. – Саратов: Вузовское образование (Высшее образование), 2014. – 547.

2. Пацюк Л.К. Использование фруктовых и овощных соков и пюре-полуфабрикатов при изготовлении соковой продукции и напитков / Л.К Пацюк, Е.А. Медведева, Т.В. Наринянц, Г.П. Покудина // Сборник трудов «Актуальные вопросы индустрии напитков». – М.: Книга-Мемуар. – 2017. – № 2. – С. 85–86.

3. Пацюк Л.К. Инновационная технология получения новых видов продуктов за счёт применения кавитационной обработки / Л.К Пацюк, Н.М. Алабина, Л.А. Борченкова, Е.А. Медведева, Т.В. Наринянц // ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования». – Краснодар: Сборник материалов 2-ой Международной научно-практической конференции «Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной с/х пищевой продукциию. – 2017. С. 440–443.

4. Kim K-H. (eds.) Fluid Mechanics and Its Applications 106 – Advanced Experimental and Numerical Techniques for Cavitation Erosion Predict / K-H. Kim, G. Chahine, J-P. Franc, A. Karimi – New York: Springer Science+Business Media Dordrecht. 2014. – P. 399.

5. М 04-69-2011: «Измерение содержания фруктозы, глюкозы и сахарозы в напитках безалкогольных, слабоалкогольных и алкогольных, в том числе винах и виноматериалах, плодоовощной и соковой продукции, мёде и БАДах методом капиллярного электрофореза «Капель».

6. М 04-47-2012: «Методика выполнения измерений массовой концентрации органических кислот в безалкогольных и алкогольных напитках методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель».

Referenses

1. Spirichev V.B. Enrichment of food with vitamins and minerals. Science and technology / V.B. Spirichev, L. N. Shatnyuk, V. M. Pozdnyakovsky; edited by V. B. Spirichev. – Saratov: University education (Higher education), 2014. – 547.

2. Patsyuk L.K. The use of fruit and vegetable juice and puree semi-finished products in the manufacture of juice products and beverages / L.K. Patsiuk, E.A. Medvedeva, T.V. Narinian, G.P. Pogodina // Collection of papers «Current issues in the beverage industry». – M.: Book-Memoir. – 2017. – No. 2. – PP. 85–86.

3. Patsyuk L.K. Innovative technology for producing new products through the application of cavitation treatment / L.K. Patsyuk, N.M. Alabin, L.A. Borzenkova, E.A. Medvedeva, T.V. Narinian // Federal state scientific institution «All-Russian research Institute of canning technology». – Krasnodar: proceedings Of the 2nd International scientific and practical conference «Innovative research and development for scientific support of production and storage of environmentally safe agricultural food products». – 2017. PP. 440–443.

4. Kim K-H. (eds.) Fluid Mechanics and Its Applications 106 – Advanced Experimental and Numerical Techniques for Cavitation Erosion Predict / K-H. Kim, G. Chahine, J-P. Franc, A. Karimi – New York: Springer Science+Business Media Dordrecht. 2014. – P. 399.

5. M 04-69-2011: «Measurement of fructose, glucose and sucrose in soft drinks, low-alcohol and alcoholic beverages, including wines and wine materials, fruit and juice products, honey and dietary Supplements by capillary electrophoresis «Drops».

6. M 04-47-2012: «Methods of measuring the mass concentration of organic acids in soft drinks and alcoholic beverages by capillary electrophoresis using capillary electrophoresis system «Drops».

УДК: 541.64/664.2

СОВЕРШЕСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРОИЗВОДСТВА БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ ЭКСТРУЗИИ

Авторы: Усачев И.С.[1], Сарджвеладзе А.С.[1], Васильев И.Ю.[2], Соломин Д.А.[1]
Научный руководитель: Колпакова В.В., д-р техн. наук, проф.
[1]ВНИИ крахмалопродуктов – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Московская обл., пос. Красково, vaneo20012@mail.ru
[2]Московский политехнический университет, Москва, iljanaras@yandex.ru

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL MODES OF PRODUCTION OF BIODEGRADABLE POLYMER FILM PRODUCTS BY EXTRUSION

Authors:Usachev I. S. [1], Sarjveladze A. S.[1], Vasil'ev I. Yu .[2], Solomin D. A. [1]
Scientific adviser: Kolpakova V.V., Doctor of Technical Sciences, Professor
[1]All-Russian Research Institute of Starch Products – Branch of the Federal Research Center for Food Systems V.M. Gorbatov RAS, Moscow region, Kraskovo village, *vaneo20012@mail.ru;*
[2]Moscow Polytechnic University, Moscow, iljanaras@yandex.ru

Ключевые слова: крахмал, экструзия, термопластичный крахмал, структура, биоразлагаемые свойства, пленка.
Keywords: starch, thermoplastic starch, extrusion, structure, biodegradability, film.

Аннотаци: Цель исследования – совершенствование технологических режимов и разработка принципиальной технологической схемы получения биоразлагаемых полимерных пленочных изделий с использованием кукурузного крахмала. Уточнены соотношения компонентов производства термопластичного крахмала. Выявлены изменения физико-химических свойств пленки при компостировании в периоде 30–80 дней, показывающие возможность ускоренного разложения изделий.
Abstract: The aim of the study is to improve technological regimes and develop a fundamental technological scheme for biodegradable polymer film products using cornstarch. The ratios of components of thermoplastic starch production have been clarified. Changes in the physical and chemical properties of the film during composting in the period of 30–80 days, showing the possibility of accelerated decomposition of products, have been revealed.

Введение. В последние годы в стране и в мире получило развитие новое направление по созданию биоразлагаемых полимерных изделий, производство и потребление которых стало эффективным способом защиты окружающей среды от твёрдых бытовых отходов. Проблема защиты окружающей среды приобретает глобальный характер, серьёзную озабоченность вызывает быстрый рост использования синтетических пластмасс во многих отраслях. С другой стороны, важное значение приобретают задачи повышения качества, надёжности и долговечности, получаемых из них изделий, которые должны решаться в комплексе с вопросами утилизации после истечения срока эксплуатации.

Одним из наиболее приемлемых и уже решаемых способов выполнения этих задач является создание биоразлагаемых материалов на основе природных материалов, не приносящих вред окружающей среде и здоровью человека. Весьма эффективным и рациональным способом придания биологической разлагаемости синтетическим полимерам является введение в их матрицу наполнителей, в частности, крахмала и крахмалосодержащих отходов, часто в сочетании с другими ингредиентами. Последние понижают поверхностное натяжение на границе раздела фаз полимера и модификатора, в результате достигается совместимость компонентов и качество изделий. Учитывая масштабность и актуальность данной проблемы, во ВНИИ крахмалопродуктов на протяжении последних лет проводятся научные работы по использованию нативных и модифицированных крахмалов в технологических процессах биоразлагаемой полимерной продукции [1–5].

Крахмал в силу особенностей своей структуры относительно легко поддается гидролизу под действием ферментов микроорганизмов почвы и других факторов деструкции, в результате нарушается упорядоченная структура химических полимеров, а оставшаяся их матрица становится пористой, рыхлой, приобретает способность к ускоренному разложению. Целью данной работы являлось совершенствование процесса производства пленок путем исследования влияния соотношений компонентов термопластичного крахмала (ТПК) и температуры изготовления полиэтилен-крахмальных композиций на физико-механические свойства готовых изделий.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись: термопластичный крахмал, сорбитол-глицериновый пластификатор, полиэтилен низкой плотности, полиэтилен-крахмальные композиции, полученные в лабораторных условиях. Термопластичный крахмал получали методом экструзии путем смешивания нативного крахмала с добавлением пластифицирующих компонентов (глицерина и сорбитола). Исследования проведены на экспериментальной и технологической базе ВНИИ крахмалопродуктов и Научно-исследовательской лаборатории испытаний полимерных пленок Московского политехнического университета.

В качестве материала использовали крахмал кукурузный высшего, первого сорта по ГОСТ 32159-2013; глицерин дистиллированный марки ПК-94 по ГОСТ 6824-96; сорбитол кристаллический – по НД; полиэтилен низкого давления марки 115-03-70 – по ГОСТ 16338. Сырье и вспомогательные материалы соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011.

Разрушающее напряжение при растяжении и относительное удлинение при разрыве исследовали по ГОСТ 14236-81. Определение диаметра и длины гранул ТПК проводили по ГОСТ Р 51899. Образцы ТПК вырабатывали в отделе технологических испытаний ВНИИ крахмалопродуктов на лабораторных экструдерах фирмы «Брабендер», 1ВЭ-26 и двухшнековом экструдере РЗ-КЭД-88, относящемуся к опытно-промышленному классу технической производительности продукта (200–500 кг/ч). Плёнки изготавливали на лабораторном экструзионном оборудовании для ее производства. Толщина плёнок составляла 75–100 мкм.

Для получения ТПК подобрано 2 варианта соотношения компонентов, разработанных и оптимизированных на предыдущих этапах работы. В варианте № 1 соотношение компонентов крахмал: глицерин: сорбитол соответствовало результатам математического моделирования – 64,1:30,1:5,8. В варианте № 2 – образцы изготавливали по установленному ранее опытным путем соотношению компонентов – 60:30:10. Для этого крахмал смешивали с глицерином и сорбитолом, загружали в экструдер и перерабатывали при температуре на выходе 115 °С. Полученные стренги ТПК дробили на гранулы до исследуемого размера, затем охлаждали. Гранулы ТПК использовали для приготовления пленки из полиэтилена низкой плотности.

При исследовании соотношения, разработанного для выработки продукта с заданными свойствами пластичности, при подобранном температурном режиме (оптимизированном для данных компонентов) получили образец ТПК, соответствующий показателям сополимеров для модифицирования синтетических полимеров, с целью приобретения способности к разрушению изделия в условиях света, тепла, газа и микроорганизмов почвы. Вследствие этого сделан вывод, что для опытно-промышленных целей следует использовать соотношение компонентов 60:30:10, установленное ранее экспериментальным путем [3].

Результаты исследований. Опытные образцы плёнки были получены из образцов ТПК с соотношением компонентов (крахмал : глицерин : сорбитол) 60:30:10 и полиэтилена. Для этого гранулы ПЭНП и ТПК при соотношении 70:30 перемешивали, экструдировали, получали плёнку и определяли ее органолептические и физико-механические характеристики.

Исследование влияния размера гранул ТПК на качество пленки показало, что исследуемые характеристики улучшались при уменьшении их размеров с 3×4 до 2×3 мм. Установлено, что, при размере гранул 2×3, пленки имели большую максимальную прочность при растяжении и достигали значения ГОСТ и на 30 % большее значение удлинения при разрыве (рисунок 1).

Наиболее равномерная и прозрачная консистенция наблюдалась у пленки при соотношении ПЭНП:ТПК 70:30, которое и отобрано для опытно-промышленных испытаний на двухшнековом экструдере РЗ-КЭД-88 с модификацией плоскощелевой экструзией в опытном производстве ВНИИ крахмалопродуктов.

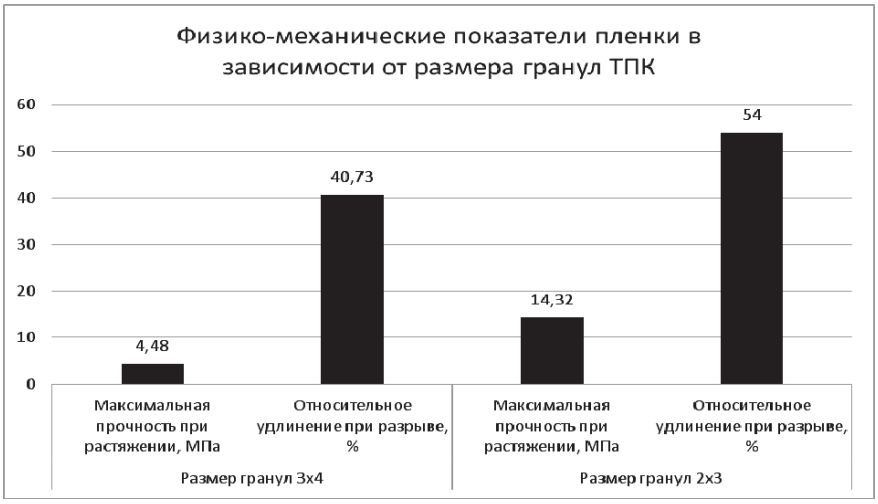
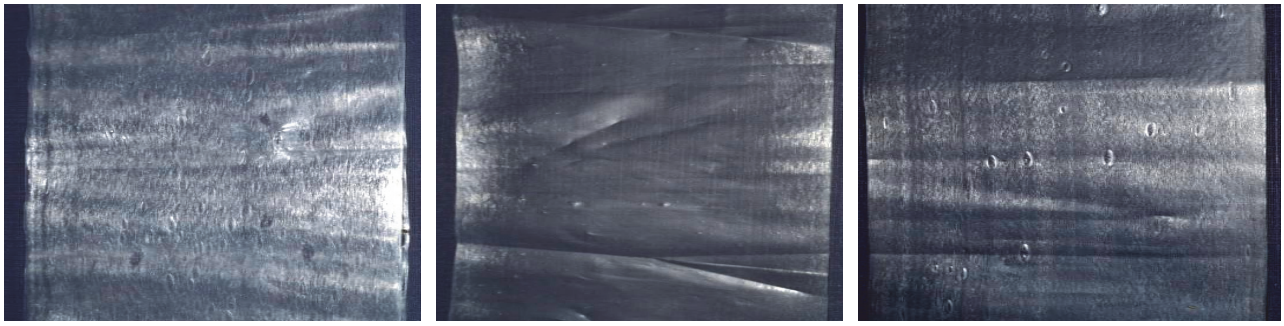


Рисунок 1 – Физико-механические показатели пленки в зависимости от размера гранул ТПК

Внешний вид пленок, выработанных при различных режимах температуры изготовления композиций ТПК-полиэтилен, приведен на рисунке 2.



1 2 3

Рисунок 2 – Внешний вид полиэтиленовых пленок из композиций ТПК-полиэтилен, изготовленных при температуре, °С: 1 – 120; 2 – 170; 3 – 190

В процессе хранения пленок, изготовленных из ПЭНП и ТПК (соотношение 70:30), исследовали растворимость сухих веществ в воде течение 60 дней. Показано, что за 30 дней хранения массовая доля сухих веществ в воде повышалась на 33 %, за 60 дней – на 66 % (рисунок 3), что свидетельствует о процессах уменьшения массы продукта при контакте с водой.

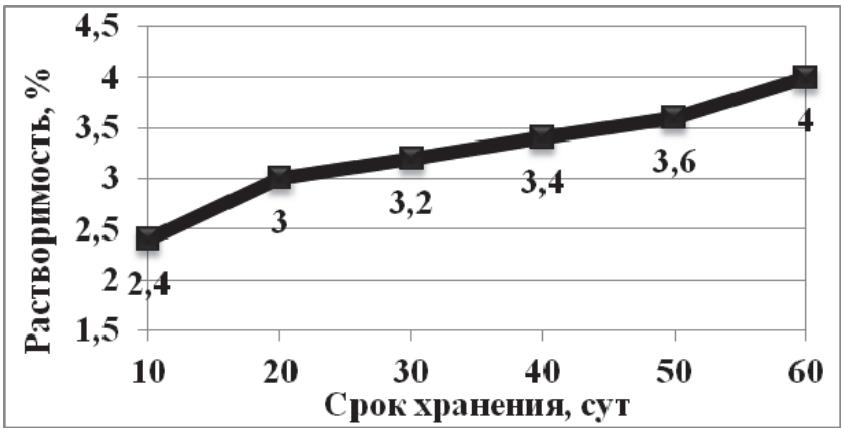


Рисунок 3 – Растворимость композиций в воде при хранении, %

Динамику биоразложения исследовали в специальных лотках с биогумусом при температуре 30 °С и влажности 70±10 % в течение 30 дней с отбором образцов через 10 дней и через 80 дней (рисунок 4).

Рисунок 4 − Внешний вид образцов в конце компостирования:
1 – ТПК; соотношение ПЭНП:ТПК: 2 – 35:65; 3 – 40:60; 4 – 60:40; 5 – 70:30.

Результаты оценки физико-механических характеристик пленочных образцов через 1 месяц хранения приведены на рисунках 5 и 6. За контроль принята пленка 1 сорта толщиной до 100 мкм, изготовленная по ГОСТ 10354-82. Толщина пленок опытных образцов находилась в диапазоне 0,075÷0,145. Установлено, что у опытных образцов почти в 3 раза меньше исходное значение относительного удлинения при разрыве, при этом максимальная прочность незначительно отличалась от значений, предусмотренных ГОСТ 10354-82. За 30 дней хранения у всех образцов закономерно уменьшилась прочность при растяжении, значительнее всего она изменялась у образца, приготовленного с ТПК (образец № 2). К концу хранения прочность образца № 3 уменьшилась на 43 % (рисунок 5), удлинение при разрыве увеличилось на 10 % (рисунок 6). У образца № 4, соответственно, прочность уменьшилась на 27 %, а удлинение увеличивалось на 49 %, соответственно. Эти данные указывают на начало изменения консистенции полимерной пленки и ее деструкцию.

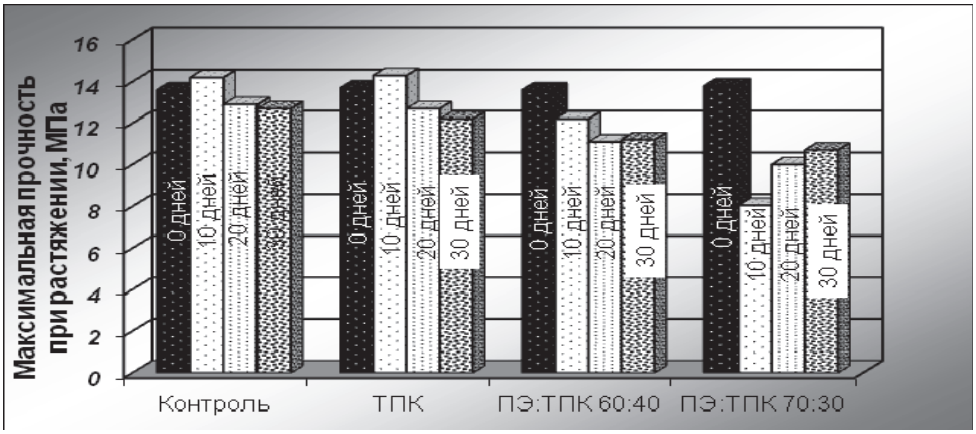


Рисунок 5 − Максимальная прочность при растяжении композиций при хранении

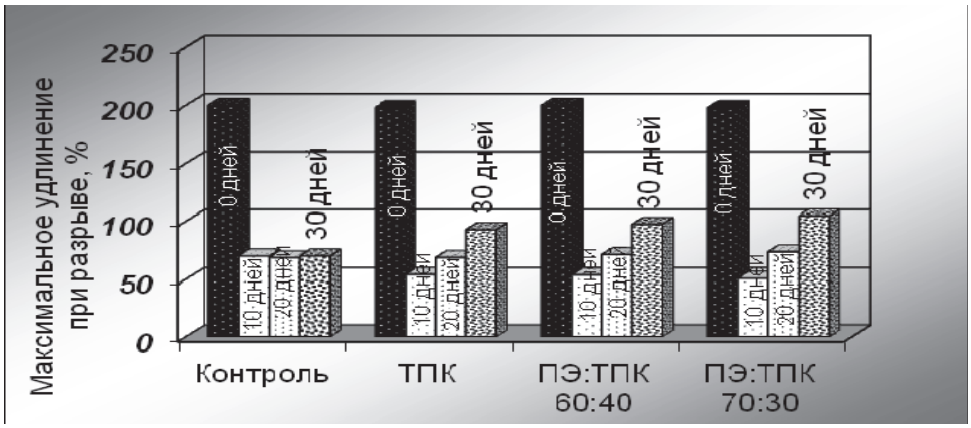


Рисунок 6 − Относительное удлинение при разрыве композиций в процессе хранения

На основании принципиальной технологической схемы и с учетом полученных результатов опытно-промышленной выработки ТПК во ВНИИ крахмалопродуктов, разработана аппаратурно-технологическая схема производства ТПК (рисунок 7).

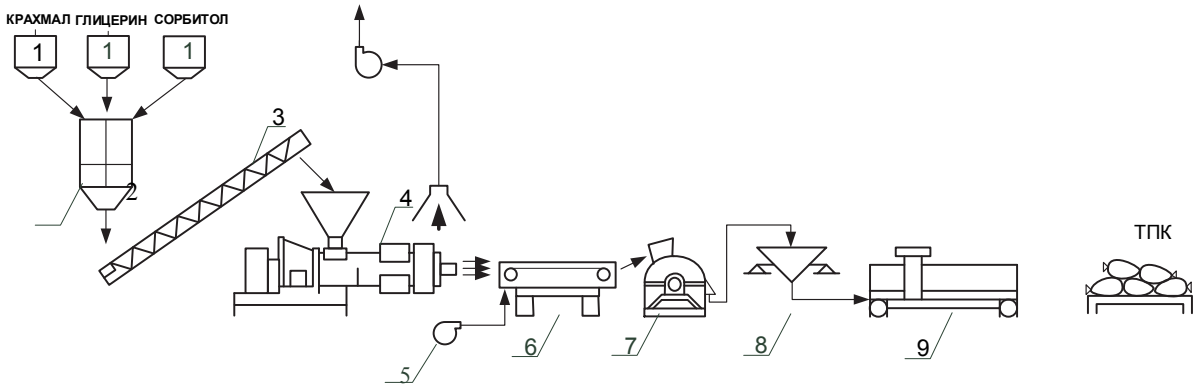


Рисунок 7 – Аппаратурно-технологическая схема производства ТПК:
1 – разгрузочный бункер; 2 – смеситель; 3 – шнек; 4 – экструдер; 5 – вентилятор;
6 – пневмоохладитель; 7 – гранулятор; 8 – весы; 9 – мешкозашивочная машина.

Выводы:

Уточнены соотношения компонентов для производства ТПК, разработанные с помощью математического моделирования на предыдущем этапе исследований.

Выполнены исследования, направленные на разработку технологических режимов, принципиальной технологической схемы производства ТПК (компонента биоразрушаемых полимерных пленочных изделий с использованием кукурузного крахмала, глицерина, сорбитола).

Изготовлены опытные образцы пленочных изделий, определены их показатели.

В процессе хранения полимерных пленок в почве (компостировании) в течение 30–80 дней, установлены изменения физико-химических свойств, свидетельствующие о вероятности ускоренного разложения изделий, изготовленных методом экструзии, в естественных условиях почвы.

Список использованных источников

1. Отходы пищевой промышленности АПК – перспективное сырье для биоразлагаемых упаковочных композиций / В.В. Колпакова, Г.Н. Панкратов, А.А. Чевокин, А.М. Скобельская, Г.В. Семенов, В.В. Ананьев, И.А. Кирш, Н.Д. Лукин, В.Г. Костенко, В.А. Шуляк, М.А. Киркор, А.В. Евдокимов, А.Г. Смусенок // Пищевая промышленность. 2008. – № 6. – С. 16–19.

2. Физико-химические свойства полимерных композиций с использованием крахмала / С.В. Краус, Н.Д. Лукин, Т.В. Иванова, О.А. Сдобникова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 1. – С. 8–11.

3. Лукин Н.Д., Усачев И.С. Технология получения термопластичных крахмалов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2015. – Вып. 66. – № 4. – С. 156–159.

4. Lukin D. Application of thermoplastic starch and starch containing waste of food industry in biodegradable polymer compositions / D. Lukin, V. Kolpakova, V. Ananyev, N. Lukin, I. Usachev, A. Sardjveladze and D. Solomin // Proceedings of the 12th International Conference on Polysaccarides-Clycoscience. Prague, 19–21 th Oktober 2016. PP. 58–62.

5. Патент РФ № 2645677 Биологически разрушаемая термопластичная композиция / Н.Д. Лукин, В.В. Ананьев, В.В. Колпакова и др. // Опубл. 27.02.2018.

References

1. Othody pishhevoj promyshlennosti APK – perspektivnoe syr'e dlja biorazlagaemyh upakovochnyh kompozicij / V.V. Kolpakova, G.N. Pankratov, A.A. Chevokin, A.M. Skobel'skaja, G.V. Semenov, V.V. Anan'ev, I.A. Kirsh, N.D. Lukin, V.G. Kostenko, V.A. Shuljak, M.A. Kirkor, A.V. Evdokimov, A.G. Smusenok // Pishhevaja promyshlennost'. 2008. – № 6. – S. 16–19.

2. Fiziko-himicheskie svojstva polimernyh kompozicij s ispol'zovaniem krahmala / S.V. Kraus, N.D. Lukin, T.V. Ivanova, O.A. Sdobnikova // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ja. – 2011. – № 1. – S. 8–11.

3. Lukin N.D., Usachev I.S. Tehnologija poluchenija termoplastichnyh krahmalov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tehnologij. – 2015. – Vyp. 66. – № 4. – S. 156–159.

4. Lukin D. Application of thermoplastic starch and starch containing waste of food industry in biodegradable polymer compositions / D. Lukin, V. Kolpakova, V. Ananyev, N. Lukin, I. Usachev, A. Sardjveladze and D. Solomin // Proceedings of the 12th International Conference on Polysaccarides-Clycoscience. Prague, 19–21th Oktober 2016. PP. 58–62.

5. Patent RF № 2645677 Biologicheski razrushaemaja termoplastichnaja kompozicija / N.D. Lukin, V.V. Anan'ev, V.V. Kolpakova i dr. // Opubl. 27.02.2018.

УДК 543.544.3

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОВ В МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ С ПОМОЩЬЮ ВЭЖХ С УФ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ

Авторы: Утьянов Д.А, Князева А.С.*
Научный руководитель: Кузнецова О.А. – д.т.н.
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем имени В.М. Горбатова» РАН, Москва,d.utyanov@fncps.ru

HPLC-UV METHOD OF DETERMINATION OF HETEROCYCLIC AROMATIC AMINES IN MEAT PRODUCTS

Authors: Dmitry A. Utyanov, Alexandra S. Knyazeva
Scientific adviser: Oxana A. Kuznetsova,Ph.D
Gorbatov Research Center for food system, Moscow, email: d.utyanov@fncps.ru

Ключевые слова: Гетероциклические ароматические амины, ГАА, мясная продукция, ВЭЖХ.
Keywords: heterocyclic aromatic amines, HAA, meat products, HPLC.

Аннотация: В настоящей статье описан разработанный метод определения гетероциклических ароматических аминов с помощью ВЭЖХ с УФ детектированием в мясной продукции: процесс пробоподготовки, условия хроматографического разделения определяемых веществ, а так же недостатки метода, которые на настоящее время не были исправлены.

Abstract: This article describes a HPLS-UV method for the determination of heterocyclic aromatic amines in meat products: the sample preparation process, the conditions for the chromatographic separation of the substances to be determined, as well as the same disadvantages that have not been until corrected.

Введение. Гетероциклические ароматические амины (ГАА) – это группа соединений, образующихся в высокобелковой пищевой продукции (такой как мясо сельскохозяйственных животных, птица, рыба) в ходе ее термической обработки под воздействием высоких температур (преимущественно жарка, жарка на открытом огне, гриль и т.п.). Предположительно эти соединения образуются из креатинина/креатина, углеводов и аминокислот. ГАА обладают канцерогенными и мутагенными свойствами, что подтверждает большое количество исследований, посвященных этому вопросу [1–6]. Риск возникновения онкозаболеваний вызванных ГАА несомненно рано или поздно приведет к нормированию их содержания в пищевых продуктах, что и делает разработку метода их определения необходимой.

Объекты и методы исследований. При постановке методики определения ГАА в качестве реактивов использовали: ацетонитрил для ВЭЖХ, производства Panreac (Франция), деионизованную воду, полученную на системе MilliQDirect 8 (Франция), картриджи для твердофазной экстракции Waters Oasis MCX (Ирландия).

В качестве стандартных образцов использовали: 2-амино-3,8-диметилимидазо[4,5-f]хиноксалин (MeIQx) производства компании Toronto Research Chemicals (Канада) и 2-амино-1-

метил-6-фенилимидазо[4,5-b]пиридин (PhIP) производства компании ChemCruz (США) с содержанием основного вещества не менее 95,0 %.

Стандартные образцы растворяли в ацетонитриле с последующим разведением их в ацетонитриле для достижения концентраций 10000, 1000, 100, 10 и 1 нг/мл. Анализ проводили на системе высокоэффективной жидкостной хроматографии Agilent 1260 (США) с УФ-детектором 1260 DAD WR. Для определения ГАА использовали хроматографическую колонку Acclaim PolarAdvantage II C18, 4,6×150 мм, (Thermo).

Условия хроматографического деления:

– объем вводимой пробы – 0,03 $см^3$/мин;

– скорость потока подвижной фазы – 0,5 $см^3$/мин;

– температура термостата колонки – 35 °С.

– подвижная фаза – ацетонитрил/вода 4:1.

Процесс пробоподготовки заключается в следующем:

3 грамма образца подвергали гидролизу в 3 мл NaOH концентрацией 1 моль/л. Полученную суспензию перемешивали на магнитной мешалке в течение 1 минуты при комнатной температуре. Щелочной раствор смешивали с 13 граммами диатомовой земли и добавляли 50 мл этилацетата, экстракт подвергали ультразвуковой обработке в течение 30 минут дважды. После центрифугировали при 5000 об./мин в течение 10 минут при температуре 4 °С и отбирали супернатант. 10 мл этилацетатного слоя супернатанта пропускали через картридж для ТФЭ, предварительно прокондиционированный 6 мл метанола, дистиллированной водой и соляной кислотой концентрации 0.1 моль/л. Затем картриджи последовательно промывали 6 мл раствора соляной кислоты и 6 мл метанола. Оставшиеся ГАА элюировали 6 мл смеси метанол-аммиак в соотношении 19:1. Органический растворитель выпаривали до сухого остатка, пропускали через шприцевой фильтр диаметром 0,22 мкм, растворяли в 1 мл ацетонитрила и проводили анализ на ВЭЖХ-УФ.

Результаты исследований. Описанные выше условия позволили обнаружить MeIQx и PhIP в концентрациях до 1 нг/мл (что удивительно для такого типа детекторов), но не позволили разделить их хроматографически при концентрациях менее 10 нг/мл.

Также в ходе работы было установлено, что наибольшей интенсивностью сигнал ГАА обладает при анализе в диапазоне длин волн от 192 до 198 нм.

Вывод:

Разработанный метод позволяет определять ГАА в пищевой продукции, но требует еще некоторых доработок. В первую очередь необходимо подобрать условия, при которых ГАА будут делиться хроматографически при низких концентрациях (ниже 10 нг/мл).

Список использованных источников

1. IARC Monographs evaluate consumption of red meat and processed meat // Электронный ресурс: URL: http://scienceblog.cancerresearchuk.org/2015/10/26/processed-meat-and-cancer-what-you-need-to-know

2. Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. Published early online October 26, 2015 in The Lancet Oncology. First author Veronique Bouvard, International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group, Lyon, France. Электронный ресурс: URL: https://www.cancer.org/latest-news/world-health-organization-says-processed-meat-causes-cancer.html#citations

3. Red and Processed Meat and Colorectal Cancer Incidence: Meta-Analysis of Prospective Studies / Doris S. M. Chan, Rosa Lau, Dagfinn Aune, Rui Vieira, Darren C. Greenwood, Ellen Kampman, Teresa Norat // PLoS ONE, 6(6), № article e20456

4. Cancer Incidence and Mortality Worldwide: IARC Cancer Base No. 11 / Ferlay J, Soerjomataram I, Ervik M, et al. // GLOBOCAN 2012 v1.0,. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer; 2013. Available at: http://globocan.iarc.fr.

5. Meat, poultry and fish and risk of colorectal cancer: pooled analysis of data from the UK dietary cohort consortium. Cancer Causes Control / Spencer EA, Key TJ, Appleby PN, Dahm CC, Keogh RH, et al. URL: doi.org/10.1371/journal.pone.0020456.

6 Gibis, M. Occurrence of carcinogenic heterocyclic aromatic amines in fried patties of different animal species / M. Gibis // Proceedings of the 53th International Congress of Meat Science and Technology, China, P. 13.

References:

1. IARC Monographs evaluate consumption of red meat and processed meat // Электронный ресурс: URL: http://scienceblog.cancerresearchuk.org/2015/10/26/processed-meat-and-cancer-what-you-need-to-know

2. Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. Published early online October 26, 2015 in The Lancet Oncology. First author Veronique Bouvard, International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group, Lyon, France. Электронный ресурс: URL: https://www.cancer.org/latest-news/world-health-organization-says-processed-meat-causes-cancer.html#citations

3. Red and Processed Meat and Colorectal Cancer Incidence: Meta-Analysis of Prospective Studies / Doris S. M. Chan, Rosa Lau, Dagfinn Aune, Rui Vieira, Darren C. Greenwood, Ellen Kampman, Teresa Norat // PLoS ONE, 6(6), № article e20456

4. Cancer Incidence and Mortality Worldwide: IARC Cancer Base No. 11 / Ferlay J, Soerjomataram I, Ervik M, et al. // GLOBOCAN 2012 v1.0,. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer; 2013. Available at: http://globocan.iarc.fr.

5. Meat, poultry and fish and risk of colorectal cancer: pooled analysis of data from the UK dietary cohort consortium. Cancer Causes Control / Spencer EA, Key TJ, Appleby PN, Dahm CC, Keogh RH, et al. URL: doi.org/10.1371/journal.pone.0020456.

6 Gibis, M. Occurrence of carcinogenic heterocyclic aromatic amines in fried patties of different animal species / M. Gibis // Proceedings of the 53th International Congress of Meat Science and Technology, China, P. 13.

УДК 664.8.039.5

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ВЛИЯНИЯ ОБРАБОТКИ УСКОРЕННЫМИ ЭЛЕКТРОНАМИ, ГАЗОВОЙ СРЕДЫ И ОХЛАЖДЕНИЯ НА СОХРАНЕНИЕ КАЧЕСТВА ШАМПИНЬОНОВ

Федянина Н.И. аспирант, Мусатова А.А.
Руководитель работы: Шишкина Н.С., к.б.н., академик МАХ
Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН,
г. Видное, vnikopholod@mail.ru

RESEARCH OF THE COMBINED INFLUENCE OF PROCESSING BY ACCELERATED ELECTRONS, THE GAS ENVIRONMENT AND THE COOLING QUALITY OF THE CHAMPIGNONS

Fedyanina N.I. graduate student, Musatova A.A.
Head of work: Shishkina N.S., Ph.D., academician IAC
Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS (VNIITeK – Branch of Gorbatov Research Center for Food Systems),
Vidnoe, vnikopholod@mail.ru

Ключевые слова: облучение ускоренными электронами, грибы шампиньоны, обработка, сохранение качества, микробиологическая безопасность.

Keywords: accelerated electron irradiation, champignon mushrooms, processing, quality preservation, microbiological safety.

Аннотация: Исследовано эффективное влияние обработки ускоренными электронами грибов шампиньонов (дозы 1–2 кГр) в комплексе с модифицированной газовой средой (5–10 % CO_2, 16–17 % O_2) и охлаждением (4…5 °С), обеспечивающих антисептирование продукции, замедление процессов созревания и старения тканей, сохранение качества и продление сроков хранения свежих грибов на 6–10 суток в сравнении с контролем при сокращении потерь от убыли массы.

Abstract: The effective effect of the processing of champignon mushrooms with accelerated electrons (doses of 1–2 kGy) in combination with a modified gaseous medium (5–10 % CO_2, 16–17 % O_2) and cooling (4...5 °C), which ensure antiseptic production, is studied processes of maturation and aging of tissues, maintaining the quality and extending the shelf life of fresh mushrooms by 6–10 days in comparison with the control while reducing losses from weight loss.

Введение. Научно-технический прогресс, позволяющий населению мира совершенствовать условия жизни, проявляется в создании и применении эффективных технических средств на основе ядерной физики для сохранения качества пищевой продукции.

Во многих странах мира расширяются возможности использования ионизирующих излучений в пищевой отрасли, сельском хозяйстве и медицине. Направления применения ионизирующих излучений (гамма-лучей, ускоренных электронов) многообразны и основаны на специфике их влияния на обрабатываемые объекты.

Особое значение имеет использование ионизирующих излучений для сохранения пищевых ресурсов путем увеличения продуктивности сельскохозяйсвенных культур, сокращения потерь при заготовках и хранении за счет подавления развития патогенной микрофлоры [1–5, 7, 8].

Радиационная обработка сельскохозяйственной и пищевой продукции применяется более чем в 60 странах мира, для чего используют комплексы или отдельные установки на основе гамма-излучений от источников ^{60}Co и ^{137}Cz, причем в последние десятилетия на основе ускорителей электронов. Производство последних в РФ получило международное признание (Китай, США и др.) и является предметом экспорта [4, 5].

Повышение сохранности качества растительной продукции обеспечивается обработкой ионизирующими излучениями за счет антисептирования и направленного регулирования процессов созревания (старения) тканей, сохранения витаминов и биологически активных веществ, продления их сроков годности. Выявлены возможности применения радиационной обработки в целях интенсифицирования процессов переработки растительного сырья (увеличение выхода соков из фруктов и овощей, повышение свойств восстанавливаемости и дезинсекции сушеной продукции, антисептирование, продление хранения замороженного сырья) [1–5]. Для реализации поставленных задач отечественными учеными создан первый и единственный в России центр антимикробной обработки продуктов питания ускоренными электронами ООО «Теклеор» (Калужская обл.).

Из многообразия ассортимента облучаемой растительной продукции в РФ менее всего изучена технология радиационной обработки грибов.

Грибы (шампиньоны, вешенка и др.) являются ценным пищевым ресурсом, благодаря высокому содержанию белковых компонентов, микро- и макроэлементов и витаминов (Д, А, В, С, РР). По пищевой ценности они превосходят многие овощи и фрукты. Наибольшую популярность среди потребителей имеют шампиньоны [9, 10]. Объемы их потребления лимитируются низкой лежкоспособностью. Повышение сохранности качества шампиньонов в процессе хранения стало целью настоящих исследований.

Объекты и методы исследований: Объектами исследований служили свежие культивируемые грибы шампиньоны *(Agaricus bisporus)*. Обработку проводили в центре ООО «Теклеор» на ускорителе УЭЛР-10-15-С-60-1 с энергией электронов 10 МэВ дозами 1 и 2 кГр.

Для упаковывания грибов использовали лотки из полистирола (PS) и полимерные плёнки состава PP (полипропилен) толщиной 80 мкм с кислородопроницаемостью 1000–6000 см^3/м^2·24 часа·бар (23 °С), паропроницаемостью 8–13 г/м^2/24 ч·бар (38 °С, отн. вл. 90 %) и PE (полиэтилен) толщиной 7 мкм с кислородопроницаемостью $5\cdot10^{-13}$ м^2·Па$^{-1}$ с$^{-1}$, паропроницаемостью 0,5–5 г/м^2/24 ч.

Хранение упакованных грибов проводили в холодильной камере при температуре + 4…5 °С.

Газовая среда в упаковках создавалась за счёт дыхания грибов (поглощение O_2, выделение CO_2) и селективной проницаемости полимерного материала по отношению к компонентам газовой среды. Контроль состава газовой среды (O_2, CO_2) в упаковках проводили с использованием газоанализатора МАГ-6 П-В.

В качестве важных критериев лежкости шампиньонов определяли убыль массы – весовым методом, а также интенсивность прохождения процессов созревания, старения тканей (раскрытие шляпки, покоричневение эпидермы, и др.), определяемых визуальным способом.

При оценке степени антисептирования сырья до и после обработки определяли:

– КМАФАнМ – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов по ГОСТ 10444.15;

– количество плесневых грибов и дрожжей по ГОСТ 10444.12.

Результаты исследований. Изучена эффективность применения комплексной технологии хранения для грибов шампиньонов, которая включает обработку ионизирующим излучением в сочетании с воздействием модифицированной газовой среды (МГС) и режимами охлаждения (4…5 °С).

Обработка грибов шампиньонов ускоренными электронами приводила к повышению интенсивности дыхания: снижению концентрации O_2 в упаковках состава PP и PE и накоплению концентрации CO_2 и на 5 сутки хранения облученных образцов в упаковках PP, тогда как в упаковках PE содержание CO_2 не изменялось в связи с избирательной газопроницаемостью пленочного материала (таблица 1).

При последующем хранении интенсивность дыхания опытных грибов снижалась в результате прохождения адаптационных процессов и к 10–13 суткам хранения приближалась к показателям контрольных образцов (необлученные грибы в аналогичных полимерных упаковках).

Таблица 1 – Изменение состава газовой среды (%) в упаковках при хранении шампиньонов облученных ускоренными электронами

Доза облучения	Вид упаковки	Исх.	5 сут	13 сут	21 сут	Исх.	5 сут	13 сут	21 сут
		O_2				CO_2			
0 кГр (Контроль)	PP	20,95±0,40	16,10±1,79	14,37±1,03	16,5±1,24	0,03±0,02	8,10±0,99	10,17±0,04	6,63±0,56
1 кГр		20,95±0,40	15,00±0,90	15,8±1,12	16,6±0,66	0,03±0,02	11,60±1,05	8,15±0,78	4,33±2,30
2 кГр		20,95±0,40	15,50±1,08	16,20±0,63	15,9±1,24	0,03±0,02	12,40±1,68	9,60±1,51	6,63±1,31
0 кГр (Контроль)	PE	20,95±0,40	17,30±1,38	17,30±0,40	17,7±2,03	0,03±0,02	0,03±0,02	0,02±0,02	0,025±0,01
1 кГр		20,95±0,40	17,00±1,88	17,45±0,40	17,50±0,75	0,03±0,02	0,02±0,02	0,275±0,56	0,025±0,03
2 кГр		20,95±0,40	17,20±0,99	17,65±0,40	17,45±0,75	0,03±0,02	0,02±0,02	0,27±0,33	0,02±0,02

Исследованы изменения одного из важнейших показателей сохранности качества шампиньонов – естественная убыль массы. Установлено, что у облученных грибов в условиях МГС на протяжении всего периода хранения потери от убыли массы были меньше, чем в контрольном варианте (МГС, без облучения) – таблица 2.

Установлено, что с вероятностью ошибки не более 5 % в значениях естественной убыли массы статистически значимых изменений не выявлено.

Таблица 2 – Влияние обработки ускоренными электронами на потери грибов от убыли массы при хранении в условиях МГС (21 суток при 4…5 °С)

Доза облучения	Вид упаковки	Естественные убыль массы, %
0 кГр (Контроль)	PP	2,30±0,94
1 кГр		1,58±1,25
2 кГр		1,32±0,37
0 кГр (Контроль)	PE	3,07±1,35
1 кГр		2,64±1,98
2 кГр		2,79±1,23

По органолептическим показателям грибы, облученные дозами 1–2 кГр, при хранении в полимерных упаковках приобретали слабый желтоватый оттенок, но даже после 20 суток хранения имели удовлетворительную общую органолептическую оценку.

Таблица 3 – Влияние обработки ускоренными электронами и условий МГС на микробиологическую обсемененность грибов

Доза облучения, кГр	Концентрация жизнеспособной микрофлоры, КОЕ на 1 г продукта								
	МАФАнМ			Дрожжи			Плесневые грибы		
Упаковка PE	1 сут	13 сут	21 сут	1 сут	13 сут	21 сут	1 сут	13 сут	21 сут
0 кГр (Контроль)	$1{,}2\cdot10^{7}$	$1{,}5\cdot10^{7}$	$1{,}6\cdot10^{7}$	$3{,}0\cdot10^{1}$	$4{,}0\cdot10^{1}$	$5{,}0\cdot10^{1}$	$1{,}0\cdot10^{1}$	$1{,}0\cdot10^{1}$	$3{,}0\cdot10^{1}$
1 кГр	$2{,}2\cdot10^{5}$	$3{,}4\cdot10^{6}$	$3{,}8\cdot10^{6}$	$2{,}0\cdot10^{1}$	$1{,}0\cdot10^{1}$	$2{,}0\cdot10^{1}$	$2{,}0\cdot10^{1}$	$1{,}0\cdot10^{1}$	$2{,}0\cdot10^{1}$
2 кГр	$8{,}8\cdot10^{4}$	$1{,}8\cdot10^{5}$	$4{,}9\cdot10^{5}$	$1{,}0\cdot10^{1}$	$1{,}0\cdot10^{1}$	$2{,}0\cdot10^{1}$	$1{,}0\cdot10^{1}$	$1{,}0\cdot10^{1}$	$1{,}0\cdot10^{1}$
	МАФАнМ			Дрожжи			Плесневые грибы		
Упаковка PP	1 сут	13 сут	21 сут	1 сут	13 сут	21 сут	1 сут	13 сут	21 сут
0 кГр (Контроль)	$1{,}2\cdot10^{7}$	$1{,}5\cdot10^{7}$	$1{,}4\cdot10^{7}$	$1{,}3\cdot10^{1}$	$1{,}3\cdot10^{1}$	$4{,}0\cdot10^{1}$	$2{,}0\cdot10^{1}$	$2{,}0\cdot10^{1}$	$2{,}0\cdot10^{1}$
1 кГр	$2{,}5\cdot10^{5}$	$2{,}8\cdot10^{6}$	$2{,}8\cdot10^{6}$	$2{,}0\cdot10^{1}$	$2{,}0\cdot10^{1}$	$2{,}0\cdot10^{1}$	0	$2{,}0\cdot10^{1}$	$1{,}0\cdot10^{1}$
2 кГр	$6{,}5\cdot10^{4}$	$5{,}3\cdot10^{5}$	$4{,}5\cdot10^{5}$	$1{,}0\cdot10^{1}$	$1{,}0\cdot10^{1}$	$2{,}0\cdot10^{1}$	0	$1{,}0\cdot10^{1}$	0

Допустимая концентрация МАФАнМ в соответствии с [11] составляет $1\cdot10^{5}$ КОЕ/г, спор плесневых грибов – 500 КОЕ/г, дрожжей – 500 КОЕ/г.

Обработка ускоренными электронами приводит к снижению КМАФАнМ на 2 порядка при облучении дозой 1 кГр и на 3 порядка при облучении дозой 2 кГр. При дальнейшем хранении к 13 суткам происходит ее восстановление на 1 порядок и стабилизация до конца хранения (21 сутки) – таблица 3. Представленные результаты свидетельствуют о наличии устойчивой популяции микрофлоры к воздействию ускоренными электронами.

Выводы:

1. В результате исследований установлено, что пленка состава PE не обладает барьерными свойствами относительно CO_2, за счет этого в атмосфере упаковки не происходит формирование газовой среды с повышенным его содержанием, поэтому ее использование не рационально. Наиболее подходящей является упаковка из PP, так как формируемая модифицированная газовая среда способствует торможению биохимических процессов.
2. Установлено, что антисептирующими дозами, при которых возможно сохранение микробиологической безопасности грибов и органолептических показателей качества являются дозы 1–2 кГр.
3. Применение радиационной обработки шампиньонов ускоренными электронами в комплексе с модифицированной газовой средой и охлаждением (4–5 °С), не приводит к статистически значимым изменениям естественной убыли массы при хранении.
4. Использование упаковки из полимеров PP и PE предупреждает повторную контаминацию поверхностной микрофлорой облученных грибов в технологическом процессе обработки и при последующем хранении.
5. Полученные результаты дают основания для дальнейшего изучения воздействия ионизирующего излучения как на растительный объект, так и на поверхностную микрофлору, с последующей идентификацией ее качественного состава.

Список использованных источников:

1. Джеймс М. Джей, Мартин Дж. Лёсснер, Дэвид А. Гольден. Современная пищевая микробиология /; [пер. с англ. Е.А. Барановой и др.]. – Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 887 с.
2. Санжарова Н.И., Козьмин Г.В., Павлов А.Н., Кобялко В.О., Лой Н.Н., Цыгвинцев П.Н. Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы» // Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: история, современное состояние и перспективы. – Обнинск: 2018. – С. 32–36.
3. Фрумкин М.Л. Технологические основы радиационной обработки пищевых продуктов. / М.Л.Фрумкин, Л.П.Ковальская, С.Ю Гельфанд. – М.: 1973. – 406 с.
4. Шишкина Н.С., Степанов Г.П. Перспективная радиационная технология переработки и хранения плодоовощной продукции // Ж. Вопросы атомной науки и техники, сер. Техническая физика и автоматизация // 2017 г. в 76, с. 35–42.

5. Петров А.Н. Применение ионизирующих излучений для оптимизации технологии холодильного хранения плодоовощной продукции / А.Н. Петров, Н.С. Шишкина, О.В. Карастоянова, О.А. Клюева, М.Т. Левшенко // Холодильная техника. – 2015. – № 11. – С. 51–55.

6. Н.С. Шишкина, О.В. Карастоянова, Н.И. Шаталова. Исследование влияния обработки ионизирующим излучением на лежкоспособность фруктов при холодильном хранении с использованием модифицированной газовой среды, журнал «Холодильная техника». – 2018. – № 12. – С. 42–46.

7. Fan, X., 2012. Irradiation of fresh and fresh-cut fruits and vegetables: quality and shelf life. Book Chapter. In: Fan, X., Sommers, C.H. (Eds.), Food Irradiation: Research and Technology. Wiley Blackwell, West Sussex, UK, pp. 274–294. 446 pp.

8. Duan, Z., Xing, Z., Shau, Y., Zhao, X., 2010. Effect of electron beam irradiation on postharvest quality and selected enzyme activities of the white Button Mushroom, Agaricus bisporus. J. Agric. Food Chem. 58, 9617–9621.

9. Лазарева Т.Г., Александрова Е.Г. Производство грибов в России: основные проблемы и перспективы // Успехи современной науки и образования. 2017. Т. 5. №. 4. С. 181–184.

10. Концепция развития Российского грибоводства на период 2015–2020 гг. [Электронный ресурс: https://clck.ru/JCBr2] (Дата обращения:05.09.2019).

11. ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции».

References:

1. James M. Jay, Martin J. Lössner, David A. Golden. Modern food microbiology /; [trans. from English E. A. Baranova and others]. – M.: Binom. Laboratory of Knowledge, 2011. – 887 p.

2. Sanzharova NI, Kozmin G.V., Pavlov A.N., Kobyalko V.O., Loy N.N., Tsygvintsev P.N. Collection of reports of the International scientific-practical conference «Radiation technologies in agriculture and the food industry: state and prospects» // Radiation technologies in agriculture and the food industry: history, current status and prospects, Obninsk: 2018 – PP. 32–36.

3. Frumkin M.L. Technological basis of radiation processing of food products / M.L. Frumkin, L.P. Kovalskaya, S.Yu. Gelfand. – M.: 1973. – 406 p.

4. Shishkina N.S., Stepanov G.P. Promising radiation technology for processing and storage of fruits and vegetables // Zh. Questions of atomic science and technology, ser. Technical Physics and Automation // 2017 at 76, pp. 35–42.

5. Petrov A.N. The use of ionizing radiation to optimize the technology of refrigerated storage of fruits and vegetables / A.N. Petrov, N.S. Shishkina, O.V. Karastoyanova, O.A. Klyueva, M.T. Levshenko // Refrigeration. – 2015. – No. 11. – S. 51–55.

6. N.S. Shishkina, O.V. Karastoyanova, N.I. Shatalova. Investigation of the effect of ionizing radiation treatment on the keeping quality of fruits during refrigerated storage using a modified gas medium, the magazine «Refrigeration equipment». – 2018. – No. 12. – pp. 42–46.

7. Fan, X., 2012. Irradiation of fresh and fresh-cut fruits and vegetables: quality and shelf life. Book Chapter. In: Fan, X., Sommers, C.H. (Eds.), Food Irradiation: Research and Technology. Wiley Blackwell, West Sussex, UK, pp. 274–294. 446 pp.

8. Duan, Z., Xing, Z., Shau, Y., Zhao, X., 2010. Effect of electron beam irradiation on postharvest quality and selected enzyme activities of the white Button Mushroom, Agaricus bisporus. J. Agric. Food Chem. 58, 9617–9621.

9. Lazareva T.G., Alexandrova E.G. Mushroom production in Russia: main problems and prospects // Successes in modern science and education. 2017.V. 5.No. 4.P. 181–184.

10. The concept of development of Russian mushroom growing for the period 2015–2020 [Electronic resource: https://clck.ru/JCBr2]. (Date accessed:05.09.2019).

11. TR CU 021/2011 technical regulations of the Customs Union "on food safety".

УДК 633.11:631.563.9

ДИНАМИКА МУКОМОЛЬНО-ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ПОСЛЕ 5 ЛЕТ ХРАНЕНИЯ

Автор: Хаба Н.А.
Научный руководитель: Белецкий С.Л., к.т.н., доцент
ФГБУ НИИПХ Росрезерва, Российская Федерация, Москва

DYNAMICS OF WHEAT GRAIN FLOUR-BAKING PROPERTIES AFTER 5 YEARS OF STORAGE

Author: Khaba N.A.
Scientific adviser: Beletskiy S.L., Ph.D.
Rosrezerv Research Institute of Storage Problems, Russian Federation, Moscow

Ключевые слова: анализ, пшеница, мукомольные свойства, хлебопекарные свойства, хранение, помол, выход, мука, тесто, реология, выпечка, хлеб, объём, пористость, органолептические свойства, качество

Keywords: analysis, wheat, milling properties, baking properties, storage, grinding, yield, flour, dough, rheology, baking, bread, volume, porosity, organoleptic properties, quality

Аннотация: в статье приводится сравнительный анализ результатов показателей качества шести образцов пшеницы после длительного хранения не менее пяти лет, подтверждено соответствие всех образцов зерна ГОСТ 9353−2016 и некоторый запас по качеству.

Abstract: the article presents a comparative analysis of quality indicators of six samples of wheat after long-term storage for at least five years, confirmed the compliance of all grain samples to Russian standard GOST 9353-2016 and some stock in quality.

Введение. Цель работы − комплексная оценка качества зерна при хранении по мукомольным и хлебопекарным свойствам. Задачи − оценка качества муки, теста и хлеба, полученных из проб зерна на основании результатов лабораторных исследований.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования были 6 образцов зерна пшеницы 3 класса, хранящихся в элеваторах сроком от 5 до 6 лет (таблица 1).

Таблица 1 – Перечень проб ежегодно испытываемых по мукомольным и хлебопекарным свойствам

№	Наименование образцов
1	Образец № 1. Пшеница 3 класс I тип 3 подтип, 2013 год урожая
2	Образец № 2. Пшеница 3 класс I тип 3 подтип, 2013 год урожая
3	Образец № 3. Пшеница 3 класс I тип 3 подтип, 2013 год урожая
4	Образец № 4. Зерно пшеницы 3 класс, 4 тип, 3 подтип, 2013 год урожая
5	Образец № 5. Зерно пшеницы 3 класс, 4 тип, 3 подтип, 2012 год урожая
6	Образец № 6. Зерно пшеницы 3 класс, 2013 года урожая

Первым этапом работы является получение пшеничной муки и определение мукомольных свойств зерна. С этой целью проведен лабораторный помол зерна пшеницы на мельнице МЛУ-202 [1–4].

На втором этапе проводили испытания полученной муки после её отлёжки в течение 3 недель. Испытания включали определение показателей качества муки на соответствие ГОСТа (влажность, количество и качество клейковины, число падения, белизна, крупность и др.), седиментации, твердозерности, кислотности пшеничной муки [1–4]. Также определены реологические свойства теста из пшеничной муки на фаринографе и альвеографе. Исследования хлебопекарных свойств проводили путём пробной лабораторной выпечки формового и подового хлеба и оценили его. В результате исследования была дана оценка качества 6 пробам муки пшеничной.

На третьем этапе проводили испытания выпеченного из муки хлеба органолептическим показателям с применением балльной шкалы и по физико-химическим показателям [1–4].

Результаты исследований. Проведен сравнительный анализ данных о мукомольных свойствах пшеницы за три года (с 2016 по 2018 гг.). Динамика качественных показателей зерна (физико-химические показатели муки, мукомольные свойства зерна, реологические свойства теста и хлебопекарные свойства муки) представлены в таблицах №№ 2–6.

По данным динамики мукомольных свойств пшеницы (таблица 2) наблюдается ровные (на одном уровне) показатели выходов муки на уровне 70 %, что обусловлено особенностью технологической схемы мельницы. Это свидетельствует о стабильном показателе мукомольных достоинств всех шести образцов зерна.

Таблица 2 – Динамика мукомольных свойств пшеницы

№	Масса муки						Общий выход, %		
	с драных систем, %			с размольных систем, %					
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
1	12,3	12,7	17,1	57,3	57,3	82,9	69,7	70,0	70,2
2	12,9	13,1	16,2	58,0	58,1	87,7	70,8	71,2	70,0
3	12,6	12,3	14,7	57,5	57,7	89,2	70,1	70,0	70,0
4	10,8	8,5	12,3	60,6	59,6	87,7	71,4	68,1	70,0
5	10,2	10,4	15,2	60,0	60,0	75,5	70,2	70,2	70,0
6	10,5	9,2	14,2	59,3	59,3	77,0	69,8	69,8	70,0

По данным динамика качества пшеничной муки (таблицы 3) наблюдаются различные данные, обусловленные большой неоднородностью зерна, что показано предыдущими исследованиями. Тем не менее, все показатели находились в рамках допустимых и имеют, особенно по показателям количества и качества сырой клейковины, хороший запас качества. Показатель кислотности муки имеет небольшую тенденцию к увеличению, что говорит о протекающих окислительных процессах в хранящемся зерне. По этому показателю запас качества минимален и приблизился в первых трёх образца к своему пределу в рамках высшего сорта.

Таблица 3 – Динамика качества пшеничной муки

№	Белизна, ед. РЗ-БПЛ			Массовая доля сырой клековины, %			Качество клековины, ед. шк.			Массовая доля сухой клековины, %		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
1	56,5	64,2	55,4	31,8	30,9	28,8	61	64	57	11,5	10,9	10,3
2	57,6	65,4	55,0	27,6	24,6	31,4	46	38	61	10,1	8,8	11,1
3	59,2	63,9	57,5	32,2	31,9	32,4	70	67	69	11,3	10,9	11,6
4	58,9	70,2	66,4	29,8	27,7	29,1	72	64	64	10,2	9,9	10,1
5	61,4	64,8	58,4	30,0	34,2	35,3	73	84	78	10,2	11,7	12,1
6	57,1	66,1	58,8	33,4	29,4	30,3	73	68	75	11,1	10,0	10,7
№	ЧП, с			Седиментация			Твердозерность, мкм			Кислотность, град.		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
1	476	319	255	81	85	80	25,7	20,9	24,0	2,4	2,6	3,0
2	467	372	381	74	77	78	26,0	22,4	23,8	2,1	2,0	3,0
3	459	393	470	73	88	77	25,7	22,8	20,8	2,2	2,4	3,0
4	337	260	251	57	64	61	26,2	19,8	20,8	2,5	2,0	2,6
5	220	284	325	63	64	55	23,6	21,3	25,0	2,1	2,0	2,8
6	258	341	334	56	69	60	22,7	22,5	26,2	2,6	2,0	2,4

По данным динамики реологических свойств теста из пшеничной муки на фаринографе и амилографе (таблицы 4 и 5) наблюдаются стабильные реологические качества, за исключением показателя разжижения теста в образцах № 1 и 6. Тем не менее, этот показатель находится в рамках допустимых значений.

Таблица 4 – Динамика реологических свойств теста из пшеничной муки на фаринографе

№	ВПС, %			Разжижение, е.ф.			Валориметр, е. вал.		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
1	58,4	59,2	56,1	40	60	20	72	67	67
2	57,9	57,3	58,8	30	40	30	58	55	84
3	59,2	59,4	58,4	40	45	40	72	71	77
4	57,7	56,4	57,0	30	30	40	69	59	81
5	54,7	58,3	59,4	70	60	50	54	67	75
6	56,9	58,0	57,2	40	30	20	58	77	77

Таблица 5 – Динамика реологических свойств теста из пшеничной муки на альвеографе

№	Упругость, мм			Растяжимость, мм			Отношение упругости к растяжимости			Удельная работа деформации, е.а.		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
1	101	110	114	90	79	50	1,12	1,40	2,28	351	346	274
2	137	134	124	52	35	54	2,63	3,82	2,30	335	247	289
3	95	105	95	90	76	83	1,06	1,38	1,14	328	328	312
4	78	77	72	98	48	77	0,80	1,60	0,94	297	171	219
5	68	82	80	78	80	72	0,87	1,02	1,11	226	263	227
6	82	88	73	80	70	86	1,03	1,26	0,85	264	260	248

По данным динамики качества пробной лабораторной выпечки формового пшеничного хлеба (таблица 6) наблюдается стабильно хорошие данные качества выпеченного хлеба с некоторым запасом качества.

Таблица 6 – Динамика качества пробной лабораторной выпечки формового пшеничного хлеба

№	Объемный выход хлеба, $см^3$			Цвет мякиша, балл			Пористость мякиша, балл		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
1	1070	1120	1170	4,3	4,3	4,3	5,0	4,3	4,0
2	880	810	1070	4,5	3,8	5,0	3,8	4,0	4,3
3	1150	1080	1200	4,5	4,3	4,8	4,8	4,8	4,8
4	1170	1100	1150	4,5	4,5	4,5	4,3	4,5	4,5
5	1130	1060	1280	4,5	4,3	4,8	5,0	4,8	4,3
6	1170	1030	1190	4,5	4,3	5,0	4,8	4,5	4,0

Выводы:

Представленные на ежегодное очередное испытание шесть образцов пшеницы по комплексам показателей физико-химических, мукомольных, реологических и хлебопекарных свойств подтвердили своё достаточное хорошее качество. Вместе с тем по некоторым показателям качества наблюдается небольшое снижение их значений, но не ниже их норм, что говорит об ухудшении качества зерна после пяти лет хранения в рамках допустимых норм.

Список использованных источников

1. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. Под общ. Ред. доктора с.-х.н. М.А. Федина, М.: 1988, 121 с.

2. Василенко И.И., Комаров В.И. Оценка качества зерна. Справочник., Агропромиздат., 1987, 208 с.

3. Беркутова Н.С., Швецова И.А. Технологические свойства пшеницы и качество продуктов её переработки. М.: Колос, 1984, с.223.

4. Машарова Г.М., Крамаренко Г.Т. Технохимический контроль на предприятиях по хранению и переработке зерна, 1968. – С. 221.

References

1. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur. Tekhnologicheskaya ocenka zernovyh, krupyanyh i zernobobovyh kul'tur. Pod obshch. Red. doktora s.-h.n. M. A. Fedina, M.: 1988, 121 p.
2. Vasilenko I.I., Komarov V.I. Ocenka kachestva zerna. Spravochnik., Agropromizdat., 1987, 208 p.
3. Berkutova N.S., SHvecova I.A. Tekhnologicheskie svojstva pshenicy i kachestvo produktov eyo pererabotki. M.: Kolos, 1984, p. 223.
4. Masharova G.M., Kramarenko G.T. Tekhnohimicheskij kontrol' na predpriyatiyah po hraneniyu i pererabotke zerna, 1968. – P. 221.

О СОСТАВЕ ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗНОГО КОМПЛЕКСА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПЛОДООВОЩНОГО СЫРЬЯ

Автор: Царева М.А., аспирант
Научный руководитель: Кондратенко В.В.
ВНИИТеК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

THE HEMICELLULOSIC COMPLEX COMPOSITION OF RAW FRUITS AND VEGETABLES

Author: Ph.D. Student Tsareva M.A.
Scientific adviser: Kondratenko V.V., Ph.D.
All-Russian Research Institute of Canning Technology – «V.M. Gorbatov FRC of food systems» RAS

Ключевые слова: гемицеллюлозы, ксиланы, маннаны, арабинаны, галактаны, глюканы, растительное сырье, нейтральные сахара.

Keywords: hemicelluloses, xylans, mannans, arabinans, galactans, glucans, vegetable raw materials, neutral sugars.

Аннотация: Рассмотрены основные способы классификации углеводов, входящих в состав гемицеллюлоз растительной ткани. Приведены сведения об их строении, в том числе в зависимости от таксономической принадлежности растения. Установлено, что в настоящее время данные о гемицеллюлозном составе разных таксономических единиц растительного царства не дают полной картины, необходимой для разработки их дифференцированного извлечения из сырья, что делает актуальными дальнейшие исследования в этом направлении.

Abstract: The main classification methods of carbohydrate that contains hemicelluloses of plant tissue were reviewed. Their structures, dependent on taxonomic affiliation, were given. We found that information about hemicellulosic structure of different taxonomic types of plants currently is not enough for designing a method to extract them differentially. This fact makes relevant our further researches.

Введение. Гемицеллюлозы – комплекс нейтральных сахаров клеточной стенки растений неуронидной и нецеллюлозной природы. В клеточной стенке они заполняют промежутки между микрофибриллами целлюлозы и соединяют последние между собой. Разнообразие их строения обеспечивается различными вариантами комбинаций в них моносахаридов, различными конфигурациями самой молекулы (молекула может быть линейной или с разной степенью ветвления), различной степенью этерификации, различными способами связей мономеров между собой. Уже было установлено [1], что разнообразие и строение гемицеллюлозного комплекса очень видоспецифично и может иметь различия даже для одного вида растения в зависимости от типа тканей. Тем не менее ранее удалось выделить ряд закономерностей в плане соотношения различных типов моносахаридных звеньев, составляющих конкретный тип молекулы гемицеллюлозы, что сужает поиск возможных вариаций для неизвестных соединений. Прежде всего гемицеллюлозы разделяют по превалирующим в них моносахаридам. Здесь можно выделить три группы: ксиланы, маннаны и глюканы. Такое разделение говорит о том, что кроме ксилозы, маннозы и глюкозы ни один моносахарид не может являться основным в составе гемицеллюлозы. Далее идет разделение трех основных видов сахаридов по входящим в их состав второстепенным сахарам:

1. Ксиланы:

- Гомоксиланы – как видно из названия, полисахариды этого типа состоят только из остатков ксилозы. Они обычно не бывают разветвленными, их мономерные звенья соединены связями β-типа между первым и третьим атомами углерода мономера либо между первым и четвертым. Гомоксиланы чаще всего находят в красных и зеленых водорослях, где они могут выполнять опорную функцию и заменять фибриллы целлюлозы;
- Глюкуроноксиланы – в составе глюкуроноксиланов присутствует 4-О-метил-D-глюкуроновая кислота, которая занимает 1/10 часть молекулы. Молекула имеет ветвления, состоящие из 4-О-метил-D-глюкуроновой и D-глюкуроновой кислоты. Типы связей основной цепи и боковых ветвей различаются: мономерные звенья основной цепи связаны посредством β-(1-4)-связей, а боковых – α-(1-2,3)-связей. Молекула имеет ацетилирование по третьему атому углерода мономеров, реже по второму, степень ацетилирования может варьироваться в пределах от 3 до 13 %. Глюкуроноксиланы распространены во всех высших растениях;
- Арабиноксиланы – содержат арабинан и ксилан в пропорциях 1/1–5, причем для водорастворимой фракции соотношение будет равно ½, а для водонерастворимой – 1/5;
- Глюкуроноарабиноксиланы – глюкуроновая кислота, ксилан и арабинан в нем содержатся, как правило, в соотношении 3–9/10/1–10. Основная цепь молекулы и звенья арабинозы соединены β-(1-4)-связями, боковые цепи соединены α-(1-3)-связями. Их степень полимеризации от 4 до 20, иногда глюкуроноарабиноксиланы бывают ацетилированы по атому С-4, раже по атому С-3;
- Гетероксиланы – в эту группу включены все остальные виды ксиланов, имеющих самые разнообразные примеси. Как и все предыдущие ксиланы, гетероксиланы имеют β-(1-4)-связи в составе основной цепи. Их боковые ветви могут быть представлены как одиночными, так и олигосахаридными цепями. Гетероксиланы распространены в основном среди злаковых и травянистых растений.

2. Маннаны – все маннаны в составе основных цепей молекулы имеют β-(1-4)-связи. Маннаны преобладают в составе клеточных стенок низших растений, лишь иногда их можно обнаружить и в составе высших:

- Чистые маннаны – их степень полимеризации составляет 15–80;
- Галактоманнаны – их степень полимеризации 60–70, молекулы имеют ацетилирование по простым эфирным связям;
- Глюкоманнаны – их степень полимеризации 15–80, степень ацетилирования до 18 %;
- Галактоглюкоманнаны – степень полимеризации 100–150, имеют ацетилирование.

3. Глюканы:

- β-(1-3,4)-глюканы – характерны тем, что в них непрерывная цепь, соединенная связями (1-4), разделена единичными участками связей (1-3). В среднем их соотношение составляет 1/2. Этот тип глюканов чаще всего встречается в первичной клеточной стенке растений семейства Бобовые (Fabaceae), низших сосудистых растений и грибов;
- Ксилоглюканы – степень полимеризации 300–3000, в основной цепи все связи типа β-(1-4), звенья, имеющие ответвления, занимают 60–75 % цепи, боковые цепи прикреплены к атому С-6, в основном состоят из α-D-ксилопиранозных остатков. Молекулы могут иметь в своем составе остатки галактозы и фукозы в следовых количествах [3].

Высокая степень видоспецифичности гемицеллюлозных углеводов ставит очень сложную и объемную задачу установления их строения в зависимости от таксономической принадлежности растения и типа исследуемой ткани. Известно множество исследований, в которых авторам удавалось установить строение определенного полисахарида, выделенного из одного типа сырья.

При рассмотрении исследований гемицеллюлозного состава плодоовощного сырья можно заметить, что наибольшее количество публикаций посвящено плодам баклажана и яблок сорта «Гала». Многие типы сырья были оставлены без внимания, что, видимо, является результатом слабо развитого интереса к переработке отходов плодоовощного сырья и проявлением интереса к гемицеллюлозам только с фундаментальной точки зрения. Тем не менее подробное биохимическое описание плодоовощного сырья может способствовать развитию способов утилизации его отходов.

Один из наиболее часто встречающихся типов отходов растительного сырья – различные виды жмыха. После отжима жесткая клетчатка в тканях растений остается почти в полном объеме.

В настоящее время существуют технологии получения из неё таких продуктов, как пектин и пищевые волокна [2].

При исследовании строения гемицеллюлозы извлекают из экстракта при помощи различных растворителей. Поскольку гемицеллюлозы проявляют нейтральную реакцию, их обычно извлекают основными растворителями, такими как гидроксиды натрия и калия, или апротонным растворителем, например диметилсульфоксид. При этом диметилсульфоксид для изучения строения полисахаридов более применим, так как основания могут вызывать гидролитическию деструкцию молекул, а различная их концентрация способна извлекать различные типы молекул; все эти факторы мешают наиболее полному и достоверному анализу гемицеллюлозного состава растительного материала. Часто извлечение проводят в атмосфере инертного газа, например, азота для предотвращения окисления экстракта кислородом воздуха. После выделения в экстракте проводят отделение полисахаридов от примесей и разделение их на фракции различными химическими и физико-химическими методами, такими как осаждение примесей и полисахаридов различными видами солей и комплексообразователей, хроматография, ультрафильтрация и т. д. После всех стадий разделения можно получить отдельно взятые типы полимеров либо определить количественное содержание различных типов полисахаридов в полученных фракциях после разных стадий очистки [1].

Таким образом, можно провести полный анализ гемицеллюлозного состава различных видов плодоовощного сырья и составить более подробное их биохимическое описание, что на следующей стадии исследований может помочь наиболее точному установлению режимов извлечения полисахаридов из растительного сырья как одного из возможных способов его утилизации.

Тем не менее сведения о молекулярном строении последних в литературе раскрыты недостаточно полно, что усложняет развитие гидролизных технологий и делает актуальным продолжение исследований.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования являлась ткань нескольких видов растительного сырья – абрикос, айва, баклажан, арбуз, морковь, перец, свекла, смородина, яблоко, тыква, персик. Было проведено исследование литературных источников российских и зарубежных авторов по данной тематике.

Результаты исследований. В таблице 1 выделены несколько типов плодоовощного сырья, для которых было установлено содержание указанных видов гемицеллюлоз. Данные приведены для мякоти плодов или корнеплодов растений. Все эти данные были собраны из отдельно взятых исследований.

Таблица 1 – Типы гемицеллюлоз в различный видах плодоовощного сырья

Типы полисахаридов по доминирующим мономерам	Абрикос	Айва	Баклажан	Морковь	Перец	Смородина	Свекла	Яблоко
Ксиланы	арабиноглюкуроноксилан [4]	гомоксилан [8]	арабиноксилан [12]	гомоксилан [17]		арабиноксилан [22]	гомоксилан [19]	глюкуроноксилан [20]
	гомоксилан [7]	глюкуроноксилан [9]	глюкуроноарабиноксилан [14]					
Маннаны	глюкоманнан [6]			галактоглюкоманнан [17]		галактоманнан [22]	маннан [19]	галактоглюкоманнан [20]
	галактоглюкоманнан [5]		галактоксилоглюкан [12]					
Арабинаны		арабинан [8]		арабинан [17]			арабинан [19]	арабинан [20]

Продолжение таблицы 1

Типы полисахаридов по доминирующим мономерам	Абрикос	Айва	Баклажан	Морковь	Перец	Смородина	Свекла	Яблоко
Галактаны		галактан [8]	арабиногалактан [15, 14, 16]	арабиногалактан [17]	арабиногалактан [18]		арабиногалактан [19]	
		арабиногалактан [11]						
Глюканы	ксилоглюкан [5]		арабиноксилоглюкан [12]			ксилоглюкан [22]	глюкан [19]	арабиноглюкан [21]
		галактоксилоглюкан [10]	ксилоглюкан [10, 13, 12]	ксилоглюкан [17]				фукогалактоксилоглюкан [20]
		4-о-метил-α-d-глюкан [8]						глюкоарабинан [20]
		1,6-ангидро-d-глюкан [8]						галактоглюкан [20]
								ксилоглюкан [20]

В таблице 1 показана разная степень изученности различных типов плодоовощного сырья на предмет содержания и строения гемицеллюлоз. В зависимости от методик выделения и анализа полисахаридов, применяемых авторами, можно сделать вывод о полноте представленной информации. В источнике [20] авторы проводят экстракцию полисахаридов, используя LiCl-DMSO в качестве растворителя. Таким способом можно провести полную экстракцию нейтральных углеводов, не повредив их структуру [1]. Это и дает основание полагать, что гемицеллюлозный состав плодов яблок сорта «Гала», взятых для исследования, установлен полностью. Большинству остальных авторов удалось выделить и проанализировать молекулярный состав лишь одного конкретного индивидуального полисахарида.

Выводы:

Проведенный анализ литературных источников позволил выявить виды плодоовощного сырья, наименее изученные по данному вопросу. Наименьшее количество информации представлено о составе плодов перца, смородины и корнеплодов моркови. В таблицу не вошли некоторые виды сырья, информация о гемицеллюлозном составе которых отсутствует совсем, такие как арбуз, тыква, персик. Поэтому дальнейшие исследования гемицеллюлозного состава будут направлены преимущественно на эти виды сырья.

Список использованных источников:

1. Дудкин М.С., Громов В.С., Ведерников М.А., Каткевич Р.Г., Черно Н.К. Гемицеллюлозы. Рига, Зинатне, 1991.
2. Донченко Л.В. Фирсов Г.Г. Пектин: основные свойства, производство, применение. – М.: ДеЛи принт, 2007.
3. Werz J.-L., Deleu M., Coppee S., Richel A. Hemicelluloses and Lignin Biorefineries. Taylor and Francis Group, 2018.
4. Odonmazig P., Ebringerov A., Badga D., Janecek F. Carbohydrate Components of Mongolian Apricot Fruit (Armeniaca sibirica L.). Fractional Extraction and General Characteristics. Journal of Science Food Agridulture, № 36, 1985, pp. 575–582
5. Marc Lahaye, Xavier Falourd, Bernard Quemener, Marie-Françoise Devaux, Jean-Marc Audergon. Histological and cell wall polysaccharide chemical variability among apricot varieties. LWT – Food Science and Technology, 2014, pp. 1–11

6. Banerjee P.N., Bhatt S. Structural studies of a new acidic polysaccharide of apricot seeds. Natural product research, 2007

7. Derek B. Corbett, Neil Kohan, Grazielle Machado, Chengyan Jing, Aditi Nagardeolekar and Biljana M. Bujanovic. Chemical Composition of Apricot Pit Shells and Effect of Hot-Water Extraction. Energies, 2015, № 8, pp. 9640–9654

8. Hua-Min Liu, Yao-Ran Li, Min Wu, Hui-Shuang Yin, Xue-De Wang. Two-step isolation of hemicelluloses from Chinese quince fruit: Effect of hydrothermal treatment on structural features. Industrial Crops & Products, № 111, 2018, 615–624

9. Bengt Lindberg, Mohammed Mosihuzzaman, Nilufar Nahar, Rukmal M. Abeysekera, Robert G. Brown, and J. H. Martin Willison. An unusual (4-O-methyl-o-glucurono)-o-xylan isolated from the mucilage of seeds of the quince tree (Cydonia oblonga). Carbohydrate Research, № 207, 1990, pp. 307–310

10. Li Wang, Hua-Min Liu, Guang-Yong Qin. Structure characterization and antioxidant activity of polysaccharides from Chinese quince seed meal. Food chemistry, 2017

11. Zhao Qin, Yu-Xiang Ma, Hua-Min Liu, Guang-Yong Qin, Xue-De, Wang. Structural elucidation of lignin-carbohydrate complexes (LCCs) from Chinese quince (Chaenomeles sinensis) fruit. Diological macromolecules, 2017

12. Stevens B.J.H. and Selvendran R.R.. Hemicellulosic polymers of cabbage leaves. Phytochemistry, Vol. 23, No. 2, pp. 339–347, 1984

13. Smith B.G., Harris P.J., Melton L.D., Newman R.H. The range of mobility of the non-cellulosic polysaccharides is similar in primary cell walls with different polysaccharide compositions. Physiologia plantarum, № 103, 1998, pp. 233–246

14. Bjørge Westereng, Osman Yousif, Terje E. Michaelsen, Svein Halvor Knutsen, Anne Berit Samuelsen. Pectin isolated from white cabbage – structure and complement-fixing activity. Moleculare Nutritional Food Researches, № 50, 2006, pp. 746–755

15. Barry J.H. Stevens and Robert R. Selvendran. The Isolation and Analysis of Cell Wall Material from the Alcohol-insoluble Residue of Cabbage (Brassica oleracea var. capitata). Journal of Science Food Agriculture, №31, 1980, pp. 1257–1267

16. Bjorge Westereng, Gerd Jan Coenen, Terje Einar Michaelsen, Alphons G. J. Voragen, Anne Berit Samuelsen, Henk A. Schols and Svein Halvor Knutsen. Release and characterization of single side chains of white cabbage pectin and their complement-fixing activity. Moleculare Nutritional Food Researches, № 53, 2009, pp. 780–789

17. Massiot P., Rouau X., Thibault J.-F. Characterisation of the extractable pectins and hemicelluloses of the cell wall of carrot. Carbohydrate Research, № 172, 1988, pp. 229–242

18. Georgia Erdmann do Nascimento, Marcello Iacomini, Lucimara M.C. Cordeiro. New findings on green sweet pepper (Capsicum annum) pectins: Rhamnogalacturonan and type I and II arabinogalactans. Carbohydrate Polymers № 171, 2017, 292–299

19. Chantal Bertin, Xavier Rouau and Jean-Frangois Thibault. Structure and Properties of Sugar Beet Fibres. Journal of Science Food Agriculture, 1988, № 44, pp. 15–29

20. Sayani Ray, Jacqueline Vigouroux, Bernard Quémener, Estelle Bonnin, Marc Lahaye. Novel and diverse fine structures in LiCl–DMSO extracted apple hemicelluloses. Carbohydrate Polymers, №108, 2014, pp. 46–57

21. Mayanka Walia, Upendra Sharma, Shashi Bhushan, Neeraj Kumar, Bikram Singh Arabinan-type polysaccharides from industrial apple pomace waste. Chemistry of Natural Compounds, Vol. 49, No. 5, November, 2013

22. Alba K., MacNaughtan W., Laws A.P., Foster T.J., Campbell G.M., Kontogiorgos V. Fractionation and characterisation of dietary fibre from blackcurrant pomace. Food Hydrocolloids, 2018

References:

1. Dudkin M.S., Gromov V.S., Vedernikov M.A., Katkevich R.G., Cherno N.K. Hemicelluloses. Riga, Zinatne, 1991.

2. Donchenko L.V., Firsov G.G. Pectin: main properties, production, application. – M.: DeLi print, 2007.

3. Werz J.-L., Deleu M., Coppee S., Richel A. Hemicelluloses and Lignin Biorefineries. Taylor and Francis Group, 2018.

4. Odonmazig P., Ebringerov A., Badga D., Janecek F. Carbohydrate Components of Mongolian Apricot Fruit (Armeniaca sibirica L.). Fractional Extraction and General Characteristics. Journal of Science Food Agridulture, № 36, 1985, pp. 575–582

5. Marc Lahaye, Xavier Falourd, Bernard Quemener, Marie-Françoise Devaux, Jean-Marc Audergon. Histological and cell wall polysaccharide chemical variability among apricot varieties. LWT – Food Science and Technology, 2014, pp. 1–11

6. Banerjee P.N., Bhatt S. Structural studies of a new acidic polysaccharide of apricot seeds. Natural product research, 2007

7. Derek B. Corbett, Neil Kohan, Grazielle Machado, Chengyan Jing, Aditi Nagardeolekar and Biljana M. Bujanovic. Chemical Composition of Apricot Pit Shells and Effect of Hot-Water Extraction. Energies, 2015, № 8, pp. 9640–9654

8. Hua-Min Liu, Yao-Ran Li, Min Wu, Hui-Shuang Yin, Xue-De Wang. Two-step isolation of hemicelluloses from Chinese quince fruit: Effect of hydrothermal treatment on structural features. Industrial Crops & Products, № 111, 2018, 615–624

9. Bengt Lindberg, Mohammed Mosihuzzaman, Nilufar Nahar, Rukmal M. Abeysekera, Robert G. Brown, and J. H. Martin Willison. An unusual (4-O-methyl-o-glucurono)-o-xylan isolated from the mucilage of seeds of the quince tree (Cydonia oblonga). Carbohydrate Research, № 207, 1990, pp. 307–310

10. Li Wang, Hua-Min Liu, Guang-Yong Qin. Structure characterization and antioxidant activity of polysaccharides from Chinese quince seed meal. Food chemistry, 2017

11. Zhao Qin, Yu-Xiang Ma, Hua-Min Liu, Guang-Yong Qin, Xue-De, Wang. Structural elucidation of lignin-carbohydrate complexes (LCCs) from Chinese quince (Chaenomeles sinensis) fruit. Diological macromolecules, 2017

12. Stevens B.J.H. and Selvendran R.R.. Hemicellulosic polymers of cabbage leaves. Phytochemistry, Vol. 23, No. 2, pp. 339–347, 1984

13. Smith B.G., Harris P.J., Melton L.D., Newman R.H. The range of mobility of the non-cellulosic polysaccharides is similar in primary cell walls with different polysaccharide compositions. Physiologia plantarum, № 103, 1998, pp. 233–246

14. Bjørge Westereng, Osman Yousif, Terje E. Michaelsen, Svein Halvor Knutsen, Anne Berit Samuelsen. Pectin isolated from white cabbage – structure and complement-fixing activity. Moleculare Nutritional Food Researches, № 50, 2006, pp. 746–755

15. Barry J.H. Stevens and Robert R. Selvendran. The Isolation and Analysis of Cell Wall Material from the Alcohol-insoluble Residue of Cabbage (Brassica oleracea var. capitata). Journal of Science Food Agriculture, №31, 1980, pp. 1257–1267

16. Bjorge Westereng, Gerd Jan Coenen, Terje Einar Michaelsen, Alphons G. J. Voragen, Anne Berit Samuelsen, Henk A. Schols and Svein Halvor Knutsen. Release and characterization of single side chains of white cabbage pectin and their complement-fixing activity. Moleculare Nutritional Food Researches, № 53, 2009, pp. 780–789

17. Massiot P., Rouau X., Thibault J.-F. Characterisation of the extractable pectins and hemicelluloses of the cell wall of carrot. Carbohydrate Research, № 172, 1988, pp. 229–242

18. Georgia Erdmann do Nascimento, Marcello Iacomini, Lucimara M.C. Cordeiro. New findings on green sweet pepper (Capsicum annum) pectins: Rhamnogalacturonan and type I and II arabinogalactans. Carbohydrate Polymers № 171, 2017, 292–299

19. Chantal Bertin, Xavier Rouau and Jean-Frangois Thibault. Structure and Properties of Sugar Beet Fibres. Journal of Science Food Agriculture, 1988, № 44, pp. 15–29

20. Sayani Ray, Jacqueline Vigouroux, Bernard Quémener, Estelle Bonnin, Marc Lahaye. Novel and diverse fine structures in LiCl–DMSO extracted apple hemicelluloses. Carbohydrate Polymers, №108, 2014, pp. 46–57

21. Mayanka Walia, Upendra Sharma, Shashi Bhushan, Neeraj Kumar, Bikram Singh Arabinan-type polysaccharides from industrial apple pomace waste. Chemistry of Natural Compounds, Vol. 49, No. 5, November, 2013

22. Alba K., MacNaughtan W., Laws A.P., Foster T.J., Campbell G.M., Kontogiorgos V. Fractionation and characterisation of dietary fibre from blackcurrant pomace. Food Hydrocolloids, 2018

УДК 637.344

НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЕ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МОЛОЧНОГО ЛАКТОЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГИГИЕНИЧЕСКИХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ

Автор: Чикатуева М.А.
Научные руководители: Храмцов А.Г., Абрамова Е.А.
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь.
E-mail: madina.chikatueva@mail.ru

SCIENTIFIC PROBLEMS AND THEIR SOLUTION ON THE USE OF MILK LACTOSE-CONTAINING RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF HYGIENIC DETERGENTS

Author: M. A. Chikatueva
Scientific advisers: Khramtsov A. G., Degree, Prof., Abramova E. A., Docent
North Caucasus Federal University, Stavropol.
E-mail: madina.chikatueva@mail.ru

Ключевые слова: молочная сыворотка, лактозосодержащее сырье, гигиенические моющие средства, экологичность.

Keywords: milk whey, lactose-containing raw materials, hygienic detergents, environmental friendliness.

Аннотация: В статье ставится задача рассмотреть основные проблемы по использованию молочного лактозосодержащего сырья и найти их решение при производстве шампуня для волос.

Abstract: The article aims to consider the main problems of the use of milk lactose containing raw materials and find their solution in the production of hair shampoo.

Введение. В настоящее время основными направлениями использования молочного лактозосодержащего сырья являются: применение без обработки (в натуральном виде); переработка в концентраты; выделение наиболее ценных компонентов; биологическая переработка. Но есть и другие направления использования молочной сыворотки, например, в косметологии при производстве гигиенических моющих средств.

Шампуни для волос относятся к косметологии, а именно к ее разделу гигиенических косметических средств. В качестве основы для шампуня была использована молочная сыворотка, которая содержит много биологически активных соединений, витаминов, ферментов, минеральных солей, которые благотворно влияют на рост волос. Также в состав шампуня входят поверхностно-активные вещества, включаются различные компоненты, создающие благоприятные условия для роста волос и нормального функционирования кожи.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили с помощью общепризнанных и стандартных санитарно-химических и токсикологических методов определения.

Результаты исследований. Рынок косметических товаров предлагает несколько косметических моющих средств, в состав которых входит молочная сыворотка.

Например, известно, широко рекламируемое моющее средство, содержащее молочную сыворотку – шампунь «Биокрем» – состав и способ получения которого защищены патентом РФ № 2061469 кл. А 61 К 7/50 [1] (таблица 1).

Этот шампунь при всех его достоинствах за счет использования в нем нативной молочной сыворотки, тем не менее, может вызвать побочные аллергические явления. У лиц с повышенной чувствительностью кожи его использование может привести к развитию дерматита, сопровождающегося покраснением, зудом и шелушением кожи в местах нанесения шампуня.

Таблица 1 – Состав шампуня «Биокрем» на основе молочной сыворотки

Наименование ингредиента	Количество
Сульфоэтоксилат	6,0–10,0
Краситель	0,005–0,001
Отдушка	0,8–1,0
Формалин	0,05–0,1
Соль поваренная	4,5–5,5
Перламутровая добавка	3,5–4,5
Сыворотка молочная	–

Эти отрицательные факторы являются следствием содержания в белках нативной сыворотки бета-лактоглобулина и альфа-лактоальбумина, которые обладают ярко выраженной сенсибилизирующей активностью с последующим разрешением ее в виде аллергических реакций, а также содержания в сыворотке лактозы. Лактозная непереносимость свойственна значительной части населения РФ и особенно для регионов Северного Кавказа и Крайнего Севера.

Для получения шампуня особо высокого качества нами был разработан следующий состав:

• Молочная сыворотка – главный компонент шампуня – специально обработанная на предмет неаллергенности («ноу-хау»). Молочная сыворотка является ценным пищевым сырьем, включающее все компоненты молока. В молочную сыворотку переходит около 50 % сухих веществ молока, в том числе (88–94) % молочного сахара, (20–25) % белковых веществ, (61–62) % молочного жира, (59–65) % минеральных веществ [2], [3]

Состав молочной сыворотки приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Состав молочной сыворотки

Содержание, %	Пределы колебаний	Среднее значение
Сухие вещества	4,5–7,2	6,5
белковые вещества	0,5–1,1	0,7
лактоза	3,9–4,9	4,5
молочный жир	0,3–0,5	0,4
минеральные соли	0,3–0,8	0,6

Инновационная составляющая наших исследований основана на использовании нижеперечисленных ингредиентов.

• Сусло – водный раствор водорастворимых сухих веществ, извлеченного сырья, применяемого для получения пива.

• β-галактозидаза – фермент, катализирующий расщепление лактозы на глюкозу и галактозу. Лактаза относится к группе адаптивных ферментов, то есть его синтез не происходит при отсутствии субстрата (лактозы) во внешней среде.

• Панкреатин – пищеварительное ферментное средство, представляющее собой экстракт содержимого поджелудочной железы. Входящие в его состав панкреатические ферменты – амилаза, липаза, протеаза – участвуют в переваривании углеводов, жиров и белков.

• Пивные дрожжи являются превосходным натуральным белково-витаминным продуктом, который назначают в целях лечения и профилактики многих заболеваний кожи и органов пищеварения, а также для восполнения недостатка полезных веществ.

• Мыльная основа для шампуня изготовлена из растительных компонентов. Содержит злаковые протеины ржи, овса, пшеницы, D-пантенол.

• Молочные протеины – источник силы и энергии волос. Молочные протеины останавливают повреждение волосяных луковиц, а также восполняют недостаток белков, делают волосы эластичными и упругими [4].

• Витамины – питательные вещества, которые нужны организму для нормального функционирования. Вместе с минералами и другими питательными веществами они участвуют в жизненно важных процессах, которые происходят в нашем организме – дыхание, питание, очищение и регенерация тканей организма [5].

• Репейное масло, полученное методом масляной экстракции. Рекомендуется при выпадении волос, сухости кожи головы и зуде.

С целью обеспечения выпуска высококачественной продукции, безвредной для потребителя была проведена тщательная оценка санитарно-химических и токсикологических свойств шампуня в аккредитованной лаборатории центра гигиены и эпидемиологии г. Ставрополь (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты исследований определения токсичных элементов шампуня на основе молочной сыворотки и кожно – раздражающего действия.

№ п/п	Определяемые показатели, единицы измерения	Результаты исследований и допустимая погрешность измерения	Гигиенический норматив ПДК	НД на методы исследований	НД, регламенти-рующий объем исследований и их оценку
Санитарно-химические исследования					
1	Свинец, мг/кг	<0,03	5,0	ГОСТ 30178-96	ТР ТС 009/2011
2	Ртуть, мг/кг	<0,01	1,0	МУК 4.1.1472-03	-«-«-
3	Мышьяк, г/дм^3	<0,001	5,0	ГОСТ Р 51766-2001	-«-«-
4	pH, ед.	6,8 ± 0,1	3,0 – 9,0	ГОСТ 29188.2-91	-«-«-
Токсикологические исследования					
5	Кожно – раздра-жающее действие, баллы (Сразу по окончании экспозиции. Через 24, 48 и 72 часа после окончания экспозиции)	0	0 баллов (отсутствие)	МУ № 05 РЦ/3140–91	-«-«-

Выводы:

В результате проведенных исследований найдено решение по использованию молочного лактозосодержащего сырья при производстве гигиенических моющих средств.

Проект имеет экологическую составляющую, которая заключается в том, что в качестве основы для шампуня используется молочная сыворотка, которую многие предприятия утилизируют, несмотря на то, что существует множество направлений её использования.

Список использованных источников

1. Зайко С.В. Тезисы докладов IX Всесоюзного съезда дермато-венерологов. – 1991. – С.15–17.

2. Храмцов А.Г. и др. Рациональная переработка молочной сыворотки // Молочная промышленность. – 1996. – № 4.

3. Свириденко Ю.Я., Смурыгин В.Ю. Гидролиз лактозы: мировой опыт // Молочная промышленность. – 1996. – № 7.

4. Рилелиус К. Максилат Ферментная обработка молока решает проблему переработки лактозы // Молочная промышленность. – 1995. – № 5.

5. Морозкина Т.С. Витамины: Краткое руководство для врачей и студентов медицинских, фармацевтических и биологических специальностей. – 2002 г. – 112 с.

References

1. Zaiko S. V. Abstracts of the IX all-Union Congress of dermato-venereologists. – 1991. – PP. 15–17.

2. Khramtsov A. G. et al. Rational processing of whey // Dairy industry. – 1996. – No. 4.

3. Sviridenko Yu. Ya., Smurygin V. Y. Hydrolysis of lactose: a global perspective // Dairy industry. – 1996. – No. 7.

4. Illius K. Maxilat Enzyme treatment of milk solves the problem of processing of lactose-free // Dairy industry. – 1995. – No. 5.

5. Morozkina T. S. Vitamins: a Brief guide for doctors and students of medical, pharmaceutical and biological specialties. – 2002. – 112 p.

УДК 663.674

ОБОСНОВАНИЕ РОЛИ ЖИРА И СОМО В ТЕХНОЛОГИИ МОРОЖЕНОГО ПЛОМБИР С МОНОСТАБИЛИЗАТОРАМИ

Автор: Шобанова Т.В. – аспирант*
Научный руководитель: Творогова А.А. – д.т.н.
ВНИХИ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Москва
t.shobanova@yandex.ru

JUSTIFICATION OF THE ROLE OF FAT AND SOMO IN ICE CREAM PLOMBIR TECHNOLOGY WITH MONOSTABILIZERS

Author: Shobanova T.V. – graduate student*
Scientific adviser: Tvorogova A.A. – Doctor of Technical Sciences
VNIKHI – branch of «V.M. Gorbatov Federal Research Center of Food Systems» RAS, Moscow
t.shobanova@yandex.ru

Ключевые слова: мороженое пломбир, моностабилизаторы, молочный жир, СОМО, структурирующий жир, фактор лактозы, гидролиз лактозы.

Keywords: ice cream ice cream, monostabilizers, milk fat, SOMO, structuring fat, lactose factor, lactose hydrolysis.

Аннотация: Обоснована возможность производства традиционного мороженого пломбир, востребованного в настоящее время как продукта, не содержащего пищевые добавки при наличии оптимальной массовой доли жира (м.д.ж.) и СОМО. В результате исследований обоснована оптимальная массовая доля жира в мороженом пломбир – не менее 15 %. Показана роль жира в формировании структуры мороженого. Для определения оптимальной массовой доли СОМО предложено использовать номограммы. Обосновано снижение уровня лактозы методом ферментного гидролиза при массовой доле СОМО более 10 %.

Abstract: the possibility of production of traditional ice cream sundae, currently in demand as a product that does not contain food additives in the presence of an optimal mass fraction of fat (M. D. Zh.) and SOMO, is Substantiated. As a result of researches the optimum mass fraction of fat in ice cream sundae – not less than 15 % is proved. The role of fat in the formation of ice cream structure is shown. To determine the optimal mass fraction of SOMO it is proposed to use nomograms. Reduction of lactose level by enzymatic hydrolysis at mass fraction of SOMO more than 10 % is proved.

Введение. В последние годы возрос интерес к потреблению традиционных продуктов, в частности, мороженого пломбир. Важной особенностью этого продукта является использование моностабилизаторов при отсутствии эмульгатора в составе используемых стабилизационных систем, в значительной степени влияющих на формирование структуры и консистенцию продукта [1,2]. В связи с этим роль жира и СОМО – основных нутриентов этого продукта в мороженом пломбир особенно важна.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования является мороженое с массовой долей молочного жира 12–20 %.

В качестве стабилизаторов использовали СФМ: крахмал физической модификации и пищевое волокно, и комплексный стабилизатор-эмульгатор (КСЭ).

Для исследований применялись следующие методы: термостатический метод и кислотный метод Гербера по ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира» для определения массовой доли жира, удерживаемой в структуре мороженого; расчетные методы определения соотношения СОМО/жир, фактора лактозы; метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), приведенный в СТБ ISO 22662-2011 Молоко и молочные продукты. Определение содержания лактозы методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (контрольный метод) для определения степени гидролиза лактозы в мороженом [3].

Результаты исследований.

Исследование роли жира. Учитывая, что в мороженом вкус молочного жира обусловлен наличием низкомолекулярных жирных кислот (масляной, капроновой каприловой), целесообразно

производить его разновидности с высокой м.д.ж. – не менее 15 %. При этом в наибольшей степени проявляется роль жира в формировании структуры продукта. Для оценки участия жировой фазы в формировании структуры разработана методика определения структурирующего жира по показателю «массовая доля жира, удерживаемая в структуре продукта» ($С_{сж}$). В основу методики положена гипотеза о том, что в высокожирных разновидностях мороженого в формировании структуры участвует не только агломерированный, но и эмульгированный жир.

При отсутствии эмульгаторов жир в мороженом находится в виде отдельных частиц суспензии. При м.д.ж. 15 % и более в таком состоянии жир участвует в формировании структуры мороженого. Кроме того, в этом случае происходит частичное деэмульгирование жировых частиц в связи с формированием тонкой белково-липидной оболочки. Увеличение м.д.ж., участвующего в формировании структуры мороженого, по мере повышения м.д.ж. в продукте установлено при определении м.д.ж. в мороженом до проведения теста на таяние и м.д.ж. в плаве по показателю $С_{сж}$ (таблица 1).

Таблица 1 – $С_{СЖ}$ в исследуемых образцах с СФМ и КСЭ

Массовая доля жира в мороженом, %	Массовая доля жира в плаве, %	$С_{сж}$,%
12 с ПВ	9	25
15 с ПВ	7	53
18 с ПВ	5	72
20 с ПВ	3	85
15 с КФМ	5	67
15% с КСЭ	1,5–4,0	74–90

Как следует из данных таблицы 1, по мере увеличения м.д.ж. в продукте $С_{сж}$ повышается. В частности, в мороженом с м.д.ж. 15 % значительная часть жира (не менее 50 %) участвует в формировании структуры продукта. При этом следует отметить значительное различие в $С_{сж}$ при минимально возможной м. д. жира 12 % и 15 %, соответственно 25 и 53 % [2, 4].

Исследование роли СОМО. Содержание СОМО в мороженом регламентируется более строго. Наименьшая массовая доля СОМО (8 % для закаленного мороженого и 10 % для мягкого) обоснована вероятностью появления порока «органолептически ощутимые кристаллы льда», а также слабовыраженного молочного вкуса. Наибольшее значение СОМО (соответственно 12 и 14 %) объясняется возрастающей вероятностью возникновения порока «песчанистость», вызываемого образованием крупных (более 10 мкм) кристаллов лактозы.

Ограничивающим фактором для определения массовой доли СОМО является низкая растворимость лактозы и ее кристаллизация в мороженом. По имеющимся в технической литературе данным, определена графическая зависимость растворимости некоторых сахаров от температуры (рисунок 1).

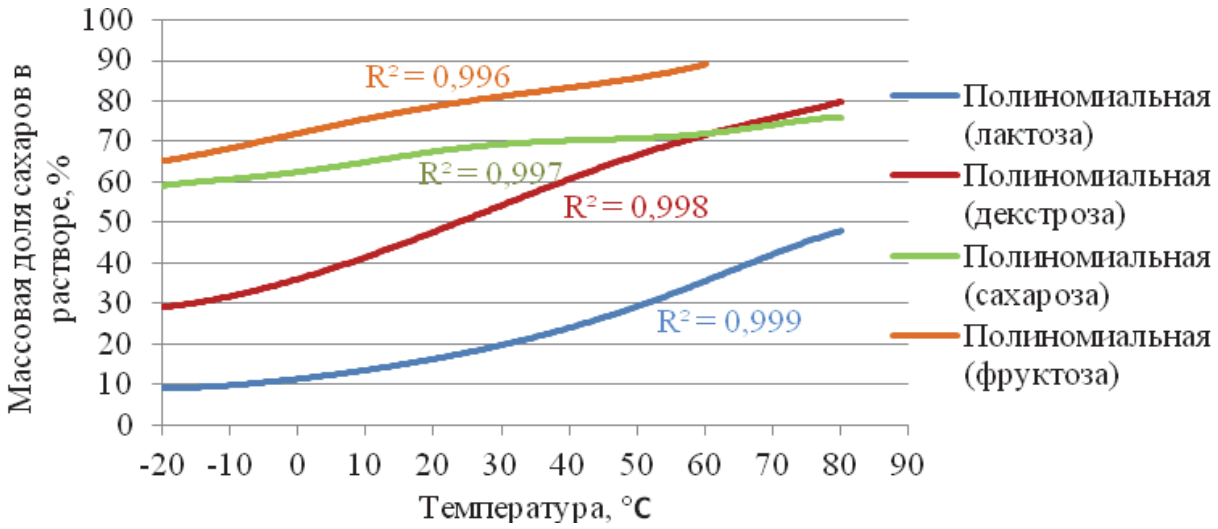


Рисунок 1 – Растворимость в воде сахаров, содержащихся в мороженом

По мнению Ю.А. Оленева, желательно соблюдать определенное соотношение между СОМО и жиром – для закаленного мороженого на молочной основе оно должно быть не менее 0,7 [5].

Расчетным путем определен этот показатель в мороженом пломбир, с отличающейся от 15 % м.д. жира. На рисунке 2 приведены зависимости соотношения СОМО/жир (у) от содержания СОМО в мороженом (х).

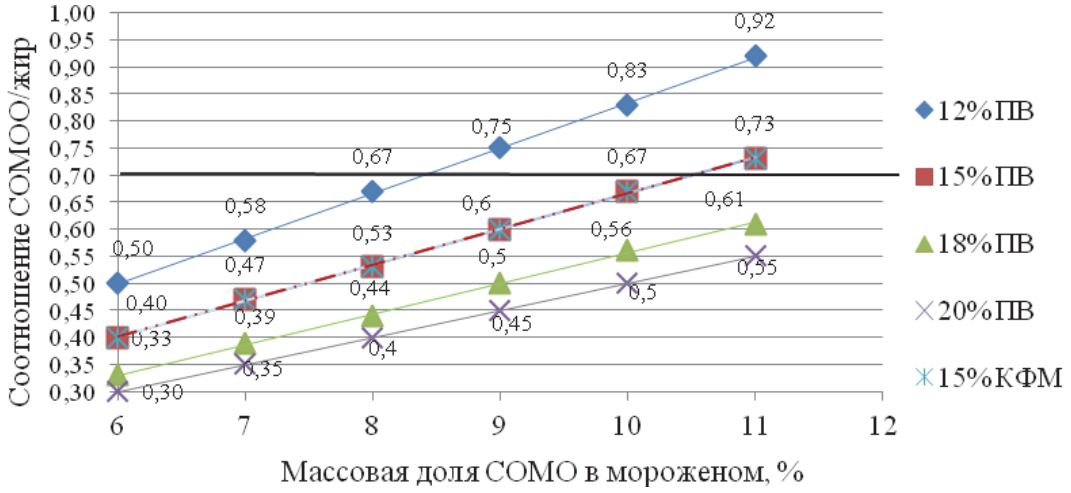


Рисунок 2 – Соотношение СОМО/жир в смесях с ПВ и КФМ

Образец	Зависимость	Коэффициент достоверности аппроксимации, R^2
12 % ПВ	y = 0,083x - 0,003	0,999
15 % ПВ	y = 0,066x + 0,003	0,999
18 % ПВ	y = 0,056x - 0,006	0,999
20 % ПВ	y = 0,05x	1,0
15 % КФМ	y = 0,066x + 0,003	0,999

Как следует из данных рисунка 2, при массовой доле СОМО 10 %, соотношение СОМО/жир составило в мороженом пломбир с м.д.ж. 12–20 % 0,5–0,83. В пломбире с м.д.ж. 18 % и 20 % – 0,56 и 0,5, соответственно, что меньше оптимального соотношения (0,7), следовательно, оболочка на жировых шариках в этих случаях неустойчива к механическим воздействиям, значит существует необходимость в увеличении массовой доли СОМО.

Чем выше СОМО, тем более гармоничный вкус имеет мороженое, но вместе с тем увеличивается концентрация лактозы, что в дальнейшем может привести к её кристаллизации при хранении мороженого. Этот дефект проявляется, как «песчанистость», появление порока обусловлено тем, что кристаллы лактозы трудно растворяются при потреблении мороженого [3, 4].

С целью установления дефекта «песчанитость» были проведены расчеты фактора лактозы:

$$\text{Факторлактозы} = \frac{\text{\% лактозы в смеси}}{\text{\% воды в смеси}} < 0{,}09$$

Определены расчетные значения фактора лактозы в мороженого пломбир с ПВ и КФМ (рисунок 3).

Из представленных данных видно, что в образцах с м.д.ж. 12% и 15% фактор лактозы не превышает значения 0,09, следовательно, риск кристаллизации лактозы в данном случае незначительный.

Таким образом, установлено, что в мороженом пломбир с массовой долей жира 15 % и СОМО 10 % во фризере возможна частичная дестабилизация и агломерирование жировой фазы – эффекты, целенаправленно достигаемые при использовании эмульгаторов в составе стабилизационных систем. Кроме того, структурирование жировой фазы в мороженом пломбир возможно из-за высокой м.д.ж. в продукте.

Данные рисунков 2 и 3 свидетельствуют о нестабильности системы с м.д.ж. более 15 % в части кристаллизации лактозы и дестабилизации жировой фазы после фризерования.

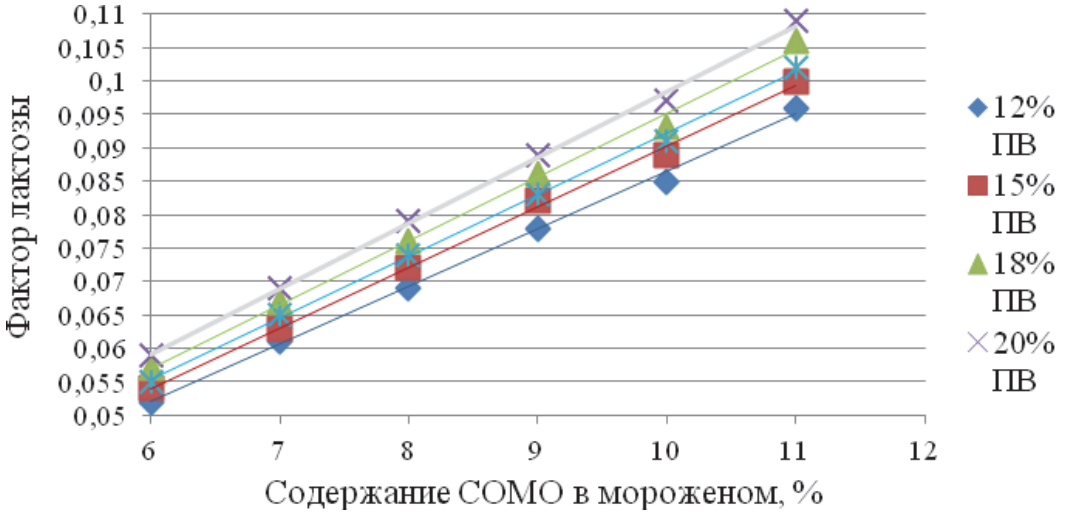


Рисунок 3 – Фактор лактозы в смесях с ПВ и КФМ

Во избежание вероятности нежелательных изменений структурно-механических и органолептических характеристик мороженого за счет кристаллизации лактозы предложено при необходимости включить в технологический процесс производства мороженого пломбир стадию гидролиза лактозы. Апробирован ферментативный гидролиз лактозы с использованием ферментного препарата лактазы «Lactozime 6500L». Содержание лактозы в мороженом без гидролиза составило 4,5%, в результате ее гидролиза снизилось до 0,3 %, степень гидролиза превысила 90 %.

Анализ полученных данных показал, что технология гидролиза лактозы в мороженом наряду с решением технологических задач, позволяет:

– частично заменить СОМО молочной сывороткой в пломбире, что при отсутствии стадии гидролиза лактозы приведет к возникновению в мороженом пороков «мучнистость» и «песчанистость» в процессе закаливания и холодильного хранения продукта;

– выпускать низколактозное мороженое с различной массовой долей лактозы, что позволит расширить ассортиментный перечень мороженого и контингент его потребителей, за счет тех категорий людей, которые не имеют возможности употреблять лактозосодержащие продукты;

– повысить пищевую ценность мороженого за счет внесения в продукт дополнительного количества СОМО;

– продлить сроки годности мороженого за счет исключения вероятности кристаллизации лактозы.

Выводы:

На основании аналитических и экспериментальных исследований определены требования к химическому составу мороженого пломбир с СФМ:

– м.д.ж. 15–20 %, при условии достижения значения Ссж не менее 50 %;

– м.д. СОМО не более 10 %, определяемая по допустимому значению показателя «фактор лактозы» не более 0,09.

Экспериментально обоснована возможность производства мороженого пломбир с м.д. СОМО более 10 % в случае проведения процесса гидролиза лактозы с использованием фермента ß-галактозидаза на стадии созревания смеси с достижением снижения массовой доли лактозы более чем в 10 раз.

Список использованных источников

1. Шобанова Т.В., Творогова А.А. Влияние жировой фазы на технологически значимые показатели мороженого пломбир без эмульгаторов. Пищевые системы. – 2018. – Т. 1. – №.2. – С.4–11. DOI: 10.21323/2618-9771-2018-1-2-4-11

2. Творогова, А.А. Исследование структурирующей способности жира в мороженом пломбир без эмульгаторов / А.А. Творогова, Т.В. Шобанова, П.Б. Ситникова, Я.В. Бабаджанян // Холодильная техника. – 2019. – № 5. – С.36–39.

3. СТБ ISO 22662-2011 Молоко и молочные продукты. Определение содержания лактозы методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (контрольный метод)
4. Гофф, Г.Д. Мороженое / Г.Д. Гофф, Р.У. Гартел. – СПб.: Профессия, 2016. – 540 с.
5. Оленев, Ю.А. Справочник по производству мороженого / Ю.А. Оленев, А.А. Творогова, Н.В. Казакова, Л.Н. Соловьева. – М.: ДеЛи принт. – 2004. – 798 с.

References

1. Shobanova T.V., Tvorogova A.A. Influence of fat phase ontechnologically important indicators of ice cream plombir without emulsifiers. Food systems. – 2018. – Vol.1. – № 2. – PP. 4–11. (In Russ.) DOI: 10.21323/2618-9771-2018-1-2-4-11
2. Tvorogova, A.A. Issledovaniye strukturiruyushchey sposobnosti zhira v morozhenom plombir bez emul'gatorov / A.A. Tvorogova, T.V. Shobanova, P.B. Sitnikova, YA.V. Babadzhanyan // Kholodil'naya tekhnika. – 2019. – № 5. – S.36–39.
3. STB ISO 22662-2011 Moloko i molochnyye produkty. Opredeleniye soderzhaniya laktozy metodom vysokoeffektivnoy zhidkostnoy khromatografii (kontrol'nyy metod)
4. Goff, G.D. Morozhenoye / G.D. Goff, R.U. Gartel. – SPb.: Professiya, 2016. – 540 s.
5. Olenev, Yu.A. Spravochnik po proizvodstvu morozhenogo / Yu.A. Olenev, A.A. Tvorogova, N.V. Kazakova, L.N. Solov'yeva. – M.: DeLi print. – 2004. – 798 s.

УДК 637.136.3

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАКВАСОЧНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ВИДОВ LACTOCOCCUS LACTIS И STREPTOCOCCUS THERMOPHILUS С ЦЕЛЬЮ ПОДБОРА СОСТАВА ЗАКВАСОК ДЛЯ СОЗРЕВАЮЩИХ СЫРОВ

Автор: Шухалова О.М.
Научный руководитель: Свириденко Г.М – доктор технических наук
Всероссийский научно – исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального государственного бютжетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им.В.М. Горбатова» РАН, Углич,
olya-lyah@mail.ru

COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF PROPERTIES OF FILLING MICRO-ORGANISMS OF SPECIES LACTOCOCCUS LACTIS AND STREPTOCOCCUS THERMOPHILUS WHEN SELECTING THE COMPOSITION OF FILLETS FOR RIPING CHEESES

Author: Shukhalova O.M.
Scientific adviser: Sviridenko G.M. – doctor. technical. sciences
Russian research Institute of butter-making and cheesemaking – branch of Federal state scientific institution "Federal scientific center for food systems.V. M. Gorbatov" RAN, Uglich, olya-lyah@mail.ru

Ключевые слова: бактериальные закваски, молочнокислые микроорганизмы, кислотообразующая активность, титруемая кислотность, активная кислотность, солеустойчивость, психротрофность, органолептика, метаболизм.
Keywords: bacterial starter cultures, lactic acid bacteria, acid-forming activity, titratable acidity, active acidity, salt tolerance, psychatrist, organoleptic, metabolism.

Аннотация: в данной статье проводится сравнительный анализ производственных штаммов заквасочных микроорганизмов видов *Lactococcus lactis* и *Streptococcus thermophilus*, регулярно включаемых в состав поливидовых бактериальных заквасок в качестве основной кислотообразующей микрофлоры для созревающих сыров.
Abstract: this article presents a comparative analysis of production strains fermentation of microorganisms of the types of producer *Lactococcus lactis* and *Streptococcus thermophilus*, are regularly included in the multispeciec bacterial starter cultures, as the main acid-forming microflora to ripening cheeses.

Введение. При производстве ферментированных молочных продуктов, а также созревающих сыров для получения конкурентоспособной и стабильно качественной продукции, хорошо узнаваемой потребителем по устойчивым органолептическим показателям, необходимо с ответственностью относиться к подбору видового состава бактериальных заквасок. При подборе культур в состав закваски для конкретной группы созревающих сыров следует учитывать характер энергетического и конструктивного метаболизма, температурный интервал развития, в том числе степень психротрофности, предельную кислотообразующую активность, солеустойчивость, способность формировать определенные органолептический профиль готового продукта.

Микрофлора бактериальных заквасок для созревающих сыров должна:

- обеспечивать эффективный молочнокислый процесс, при этом его интенсивность и направленность зависит от конкретного вида сыра;
- сохранять возможность развития и осуществления процессов метаболизма при созревании сыра, т.е. температуре 10±2 °С;
- во время выработки сыра, сбраживая лактозу с образованием молочной кислоты, подавлять микрофлору порчи за счет снижения pH и конкурентного ингибирования;
- обладать определенной протеолитической и липолитической активностью, т.е., осуществлять энзиматическое расщепление белков и липидов;
- не вызывать пороков вкуса.

Особенностью сыроделия, в отличие от других молочных продуктов, является обязательное использование посолки продукта. Следовательно, при производстве созревающих сыров должна использоваться заквасочная микрофлора, обладающая определенной солеустойчивастью.

В данной статье представлены результаты исследований свойств заквасочных микроорганизмов видов *Lactococcus lactis sp. lactis* и *Streptococcus thermophilus*, как основной кислотообразующей микрофлоры закваски для созревающих сыров, с целью оценки целесообразности и эффективности их использования.

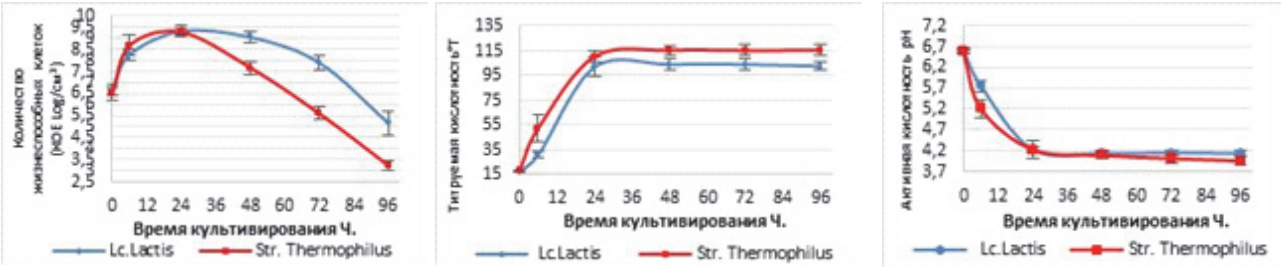
Объекты и методы исследования. Для исследования комплекса свойств было выбрано по 10 производственных штаммов видов *Lactococcus lactis sp. lactis* и *Streptococcus thermophilus*, регулярно включаемых Угличской биофабрикой в состав поливидовых бактериальных заквасок. Динамику развития изучали, культивируя штаммы в 10 % стерильном восстановленном молоке при 1 % заражения активной культурой. Культивирование проводили как при оптимальных температурах роста 30±2 °С, 40±2 °С, так и при технически значимой температуре 10±2 °С для выявления возможности развития в процессе созревания сыров. Пробы для посевов отбирали ежедневно. Контролировали динамику развития культур по количеству жизнеспособных клеток и интенсивность энергетического метаболизма лактозы по приросту титруемой кислотности и падению активной кислотности.

Для проведения исследований на солеустойчивость штаммы культивировались в молочной среде с добавлением соли в концентрации 4 % и 7 % в течение 7 суток при оптимальной температуре. Солеустойчивость определяли путем сравнения количества жизнеспособных клеток и интенсивности молочнокислого процесса по изменению активной и титруемой кислотности в контрольной молочной среде и в молочных средах с различной концентрацией NaCl.

В процессе культивирования штаммов в молоке при разных температурных режимах проводили органолептическую оценку по изменению кислого и горького вкуса через 24 часа и 7 суток.

Результаты исследований. Анализ полученных результатов (рисунок 1А) свидетельствует о том, что все испытанные штаммы *Lactococcus lactis sp. lactis* (молочного лактококка) при оптимальных температурных режимах развиваются идентично с минимальными отклонениями от средних значений для данного вида. Максимальный урожай клеток достигается к 24 часам культивирования и превышает по количеству жизнеспособных клеток показатель 10^9 КОЕ/см^3. Достигнув максимального урожая, клеточная популяция остается на стационарной фазе развития до 48 часов, а затем переходит к вымиранию.

Кислотообразующая активность молочного лактококка в оптимальных температурных режимах колеблется незначительно (рисунок 1Б). Скорость кислотообразования, как и рост популяции клеток, достигает максимума к 24 часам культивирования и незначительно превышает 105–110 °Т.



А Б В

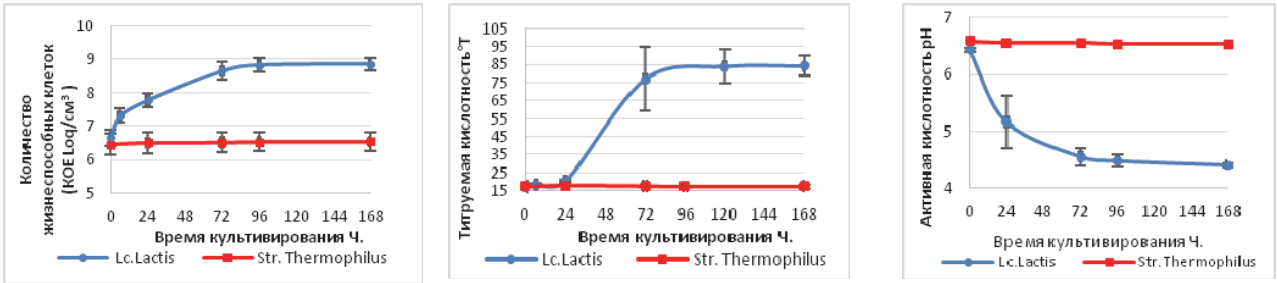
Рисунок 1 – Средние значения динамики развития заквасочных микроорганизмов видов Lactococcus lactis subsp. lactis и Streptococcus thermophilus при оптимальной температуре культивирования в молочной среде

А – количество жизнеспособных клеток, Б – титруемая кислотность, В – активная кислотность

В случае с *Streptococcus thermophilus* (термофильным стрептококком) (рисунок 1А) отклонение от средних значений для штаммов данного вида существенно только на стадии экспоненциального роста. Для ряда штаммов максимальный урожай клеток достигается к 6–8 часам культивирования, что отличает их от молочного лактококка. При этом для всех исследованных штаммов максимальный урожай клеток, как и для лактококков, составляет 10^9 КОЕ/см^3. После достижения максимального урожая клеток в условиях оптимальной температуры штаммы термофильного стрептококка, переходят к стадии вымирания, практически минуя стационарную фазу. Скорость вымирания клеток значительна, и к 96 часам с момента начала культивирования их количество снижается на 5–6 порядков и составляет 10^3 КОЕ/см^3.

На стадии экспоненциального роста через 6–8 часов с начала культивирования разброс показателей титруемой кислотности между штаммами *Streptococcus thermophilus* значителен, что полностью согласуется с результатами по приросту количества жизнеспособных клеток. Максимум в среднем составляет 105–115 °Т при минимальном разбросе между штаммами (рисунок 1Б).

Тот же эффект мы наблюдаем, контролируя кислотообразующую активность (рисунок 1В) по падению показателя активной кислотности: минимальные значения pH для всех штаммов молочного лактококка достигаются к 24–36 часам культивирования и составляют 4,3 ед. pH. Минимальные значения pH для штаммов термофильного стрептококка достигаются к 24 часам культивирования и составляют 4,0–3,9 ед. pH.



А Б В

Рисунок 2 – Средние значения динамики развития заквасочных микроорганизмов видов Lactococcus lactis subsp. lactis и Streptococcus thermophilus при 10±2 °С культивирования в молочной среде

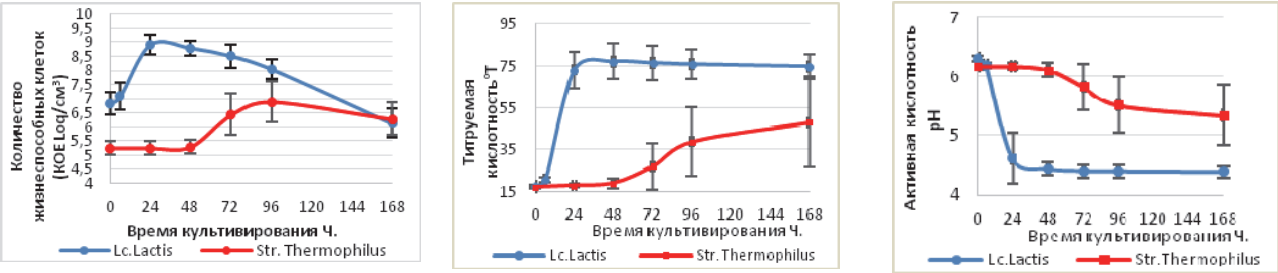
А – количество жизнеспособных клеток, Б – титруемая кислотность, В – активная кислотность

При 10 °С интенсивность развития молочного лактококка снижается относительно развития при оптимальных условиях культивирования, разброс данных по количеству жизнеспособных клеток колеблется в пределах порядка, что говорит, с одной стороны, о достаточной психротрофности микроорганизмов данного подвида, а с другой о значительных колебаниях по уровню психротрофности между штаммами. Максимальный урожай клеток для всех испытанных штаммов достигается к 84–96 часам и уменьшается относительно роста при оптимальной температуре примерно на полпорядка (рисунок 2А). Интенсивность метаболических процессов,

одновременно с интенсивностью роста и развития, снижается. Максимальная кислотность достигается к 72–96 часам культивирования и колеблется в интервале от 78 до 88 °Т и диапазоне pH от 4,3 до 4,5 ед. pH, что незначительно уступает значениям, достигаемым в оптимальных условиях культивирования.

Что касается термофильного стрептококка, то все без исключения штаммы не развиваются при 10 °С, о чем свидетельствует полное отсутствие увеличения количества жизнеспособных клеток, а так же отсутствие прироста кислотности (рисунок 2Б и 2В).

Данные, представленные на рисунке 3А, показывают, что при концентрации соли 4 % интенсивность развития молочных лактококков не снижается и максимальный урожай клеток для всех испытанных штаммов достигается к 24 часам культивирования, как и в контроле. Однако процесс вымирания замедляется и к 7 суткам количество жизнеспособных клеток молочного лактококка снижается только до 10^6 КОЕ/см^3. Кислотообразующая активность (рисунок 3Б и 3В) в присутствии 4 % соли снижается незначительно.



А Б В

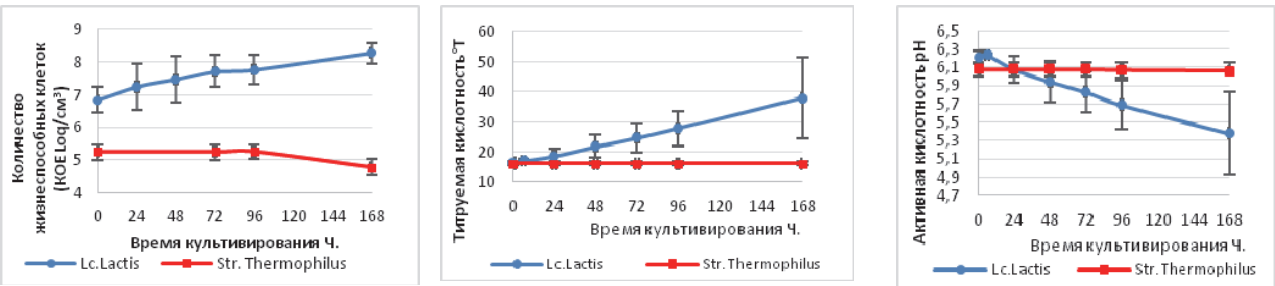
Рисунок 3 – Средние значения динамики развития жизнеспособных клеток микроорганизмов видов Lactococcus lactis subsp. lactis и Streptococcus thermophilus при концентрации NaCl 4 % и оптимальной температуре культивирования

А – количество жизнеспособных клеток, Б – титруемая кислотность, В – активная кислотность

В присутствии 4 % соли у термофильного стрептококка максимальный урожай клеток для всех испытанных штаммов достигается к 96 часам культивирования и составляет 10^7 КОЕ/см^3, тогда как в контроле 10^9 КОЕ/см^3. Вымирание клеток в присутствии 4 % соли проходит более медленно и к 7 суткам количество жизнеспособных клеток снижается только на полпорядка.

Кислотообразующая активность (рисунок 3Б и 3В) при содержании соли в молочной среде 4 %, как и интенсивность роста, значительно снижается.

При развитии штаммов молочного лактококка в среде с 7 % поваренной соли молочнокислый процесс, как и процесс размножения, значительно подавляется, незначительный рост наблюдается только после 3 суток культивирования (рисунок 4).



А Б В

Рисунок 4 – Средние значения динамики развития жизнеспособных клеток микроорганизмов видов Lactococcus lactis subsp. lactis и Streptococcus thermophiles при концентрации NaCl 7 % и оптимальной температуре культивирования

А – количество жизнеспособных клеток, Б – титруемая кислотность, В – активная кислотность

У штаммов термофильного стрептококка полностью отсутствуют процессы метаболизма лактозы и размножения клеток, а к 7 суткам культивирования наблюдается небольшое вымирание.

Динамику изменения таких органолептических показателей как кислый и горький вкус молочной среды в процессе культивирования проводили при различных температурных режимах. Исследования показали, что при оптимальном температурном режиме у штаммов молочного лактококка через 24 часа культивирования образуется кислый вкус, оцениваемый как средний. К 7 суткам у 80 % культур кислый вкус увеличивается до сильного, а так же у 50 % штаммов образуется горький вкус, оцениваемый по степени выраженности как средний и сильный. При температуре 10 °С процессы кислотообразования и метаболизма замедляются, но все-таки остаются на достаточно высоком уровне, и к 7 суткам культивирования большинство штаммов молочного лактококка формируют во вкусе среднюю кислоту. Количество горьких штаммов составляет 30 % от общего числа исследованных штаммов. При развитии в молоке штаммов термофильного стрептококка, уже через 24 часа культивирования при оптимальной температуре все штаммы образуют сильную кислоту, которая сохраняется в процессе дальнейшего культивирования. Исследование процесса накопления горечи в молоке показали, что все изученные штаммы Streptococcus thermophilus не образуют горечи при любых условиях культивирования.

Выводы:

По результатам исследований заквасочных микроорганизмов вида *Lactococcus lactis sb. lactis* установлено, что:

- Интенсивность и направленность развития, так и кислотообразующая активность лактококков соответствуют требованиям производства созревающих сыров, обеспечивая достаточный уровень молочнокислого процесса во время выработки.
- Подтверждено, значительная психротрофность всех штаммов лактококков обеспечивает возможность протекания процессов метаболизма, в том числе сбраживание лактозы, при низких температурах созревания сыров.
- Солеустойчивость обеспечивает гарантию процесса созревания сыров при нормальном уровне кисломолочного процесса.
- Наибольшие риски использования *Lactococcus lactis sb. lactis* в составе бактериальных заквасок для созревающих сыров связаны с тем, что значительное количество штаммов способно образовывать горечь в процессе созревания.

По результатам исследований заквасочных микроорганизмов вида *Streptococcus thermophilus* установлено, что:

- Штаммы термофильного стрептококка способны развиваться и осуществлять процессы метаболизма лактозы значительно быстрее, чем штаммы молочного лактококка и обеспечивать как максимальный рост, так и кислотообразование уже во время выработки сыра.
- Выявлено отсутствие психротрофных свойств у всех штаммов термофильного стрептококка. Поэтому можно говорить о том, что термофильный стрептококк не может развиваться в процессе созревания сыров при низких температурах.
- Соль в количестве, принятом в сыроделии, так же как и низкие температуры созревания подавляют развитие термофильного стрептококка, поэтому процессы метаболизма приостанавливаются уже во время посолки.
- Все штаммы при развитии в молочной среде не проявляет протеолитической активности и как результат не образуют горького вкуса, следовательно, при использование термофильного стрептококка в составе закваски отсутствуют риски образование горечи в сырах.

Подписано в печать 20.11.2019
Формат 60×90/8. Тираж 40 экз.
Отпечатано во ВНИИМС – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр
пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
152613, Ярославская обл., г. Углич, Красноармейский бульвар, д. 19
Тел.: +7 (48532) 5-04-39, e-mail: mail@vniims.info