



Министерство науки и
высшего образования
Российской Федерации



ГОСНИИ ХЛЕБА
основан в 1932 году

Научно-исследовательский
институт хлебопекарной
промышленности



Российская академия наук

Российская академия наук

ПОЛАНДОВСКИЕ ЧТЕНИЯ
***VI международная научно-практическая
молодежная конференция
«Пищевые технологии будущего»***

Сборник материалов конференции

**5 июня 2024 г.
г. Москва**

УДК 664.6

ББК 36.83

ПЗ6

Сборник материалов Поландовских чтений VI международной научно-практической молодежной конференции «Пищевые технологии будущего» (5 июня 2024 г.). / ФГАНУ НИИХП, отв. ред. д.т.н. Мартиросян В.В. - М.: ООО «Белый Ветер». - 2024. - 302 с.

ISBN 978-5-907718-94-4

Редакторы-составители

Балуян Х.А.
Евдокимова А.С.

В сборнике опубликованы материалы Поландовских чтений VI международной научно-практической молодежной конференции «Пищевые технологии будущего». В научных трудах молодых учёных и специалистов научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений представлены: инновационные технологии производства и хранения пищевой продукции направленные на импортонезависимость; направления развития ассортимента пищевых продуктов, в том числе функционального и специализированного назначения; технологические, экологические и экономические аспекты производства высококачественной и безопасной пищевой продукции; биоресурсные коллекции микроорганизмов и их использование в пищевых технологиях; селекционные достижения в создании высококачественных зерновых культур; современные методы контроля качества и безопасности пищевой продукции; современные инженерно-технические решения в сфере пищевой промышленности.

Коллектив авторов, 2024

ФГАНУ НИИХП, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Секция 1	Инновационные технологии производства и хранения пищевой продукции, направленные на импортонезависимость	
1.	МИНЕРАЛЬНЫЙ Кальциевый Обоганитель из скорлупы куриных яиц источник легкоусвояемого кальция <i>Волик В.Г., Будрик В.Г., Романенко Ю.И.</i>	11
2.	МОДИФИКАЦИЯ функциональных свойств горохового изолята ферментным препаратом российского производства <i>Куликов Д.С., Калугина З.И.</i>	17
3.	ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ возобновляемых источников сырья: переработка промышленных отходов <i>Пивченко А.Р.</i>	24
4.	ИССЛЕДОВАНИЕ влияния замены сырья в рецептуре кекса «Столичный» на микробиологические показатели качества <i>Пономарева Е.И., Алехина Н.Н., Федорченко Н.Н., Никитина Л.А.</i>	28
5.	АНАЛИЗ И ТЕНДЕНЦИИ РЫНКА масложировых продуктов <i>Рябинина Ю.А., Варивода А.А.</i>	34
6.	СОВРЕМЕННЫЕ ферментные препараты для хлебопекарной промышленности <i>Шевцова О.В., Витман В.Е.</i>	37
Секция 2	Развитие ассортимента пищевых продуктов, в том числе функционального и специализированного назначения	
7.	ВЛИЯНИЕ биоактивированного зерна пшеницы на функциональные свойства печенья овсяного <i>Алехина Н.Н., Пономарева Е.И., Андреанова Т.С., Кологорова А.А.</i>	41
8.	ВЛИЯНИЕ шрота расторопши на качество пшеничного хлеба <i>Ахметзянова М.А., Маслов А.В., Мингалеева З.Ш.</i>	44

9.	ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КРАХМАЛОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ <i>Бызов В.А., Кузина Л.Б., Быкова С.Т., Калинина Т.Г.</i>	48
10.	РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МАФФИНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПСИЛЛИУМА <i>Васильева Д.С., Николаева Ю.В., Тарасова В.В.</i>	54
11.	ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕПАТОПРОТЕКТОРНЫХ СВОЙСТВ СДОБНОГО ПЕЧЕНЬЯ, ПРИГОТОВЛЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШРОТА РАСТОРОПШИ ПЯТНИСТОЙ <i>Гарлинская М.И., Гершончик К.Н., Усеня Ю.С.</i>	60
12.	ВЛИЯНИЕ ПОРОШКОВ ИЗ ПЛОДОВ КАЛИНЫ И БАРБАРИСА НА АЛЬВЕОГРАФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕСТА ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ <i>Дубцова Г.Н., Белявская И.Г., Ломакин А.А.</i>	67
13.	ПРИМЕНЕНИЕ ТОПИНАМБУРА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ <i>Евдокимова А.С., Щербаков П.А., Мартиросян В.В.</i>	73
14.	АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНА ПРОРОЩЕННОГО ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БАТОНЧИКОВ ЗЛАКОВЫХ <i>Козловская В.А., Дударева А.Н., Севастей Л.И.</i>	79
15.	СИСТЕМА ИНКАПСУЛЯЦИИ МИКРОНУТРИЕНТОВ, ПОЛУЧЕННАЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЛЕЦИТИНОВ, ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ <i>Лисовая Е.В., Викторова Е.П., Жане М.Р., Данилейко Е.Р.</i>	84
16.	РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КЕКСОВ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ <i>Лобосова Л.А., Феофанова Т.М.</i>	92
17.	ОСОБЕННОСТИ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ДЛЯ БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН <i>Лукина Ю.Д., Элоян Э.Р., Ватутина И.В., Вавилова С.М.</i>	97
18.	РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ РАСТИТЕЛЬНОГО НАПИТКА ИЗ ЖМЫХА ЛЬНА, ОБОГАЩЕННОГО БЕЛКОМ КОНОПЛИ <i>Матысик Г.И., Сазонова Е.К.</i>	102
19.	ПРИМЕНЕНИЕ СЫРЬЯ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОТДЕЛОЧНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ДЛЯ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ <i>Макушева Д.А., Поснова Г.В.</i>	107

20.	РАЗРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНОГО ДЕСЕРТА НА ОСНОВЕ ЖМЫХА ЛЬНА, ОБОГАЩЕННОГО БЕЛКОВЫМ КОНЦЕНТРАТОМ ИЗ СЕМЯН КОНОПЛИ	110
	<i>Битеева М.Э., Сазонова Е.К.</i>	
21.	ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ СКОРЛУПЫ И ПОДСКОРЛУПНОЙ ОБОЛОЧКИ КУРИНЫХ ЯИЦ В ПРОЦЕССЕ ИХ РАЗДЕЛЕНИЯ	114
	<i>Михайленко И.Г., Максимов А.Ю., Будрик В.Г., Дерина Д.С.</i>	
22.	ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	117
	<i>Пешкина И.П., Тюрина И.А., Борисова А.Е., Евдокимова А.С.</i>	
23.	ВЛИЯНИЕ ЯЧМЕННОГО СОЛОДА НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА	125
	<i>Сметанин Д.О., Черных В.Я.</i>	
24.	ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НОВЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ С ПРОРОЩЕННЫМ ЗЕРНОМ РЖИ И ПШЕНИЦЫ НА ПИЩЕВУЮ ЦЕННОСТЬ ХЛЕБА	131
	<i>Тагиев Н.Ш. Костюченко М.Н., Савкина О.А., Бурькина М.С.</i>	
25.	АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНИИМС В ОБЛАСТИ СЫРОДЕЛИЯ И МАСЛОДЕЛИЯ	136
	<i>Топникова Е.В., Волкова Т.А., Вахрушева Д.С., Шишкина А.Н., Григорьева А.А., Шухалова О.М.</i>	
26.	ОБЗОР БАТОНЧИКОВ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА РЫНКЕ И ИХ ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ	145
	<i>Федосенко Т.В., Руденко О.С., Баженова А.Е.</i>	
27.	ПЫЛЬЦА СОСНЫ КАК ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ КАК БОГАТЫЙ ИСТОЧНИК ПОЛЕЗНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ	150
	<i>Халиуллова Э.Р.</i>	
28.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕТРАРИИ ИСЛАНДСКОЙ В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ	154
	<i>Чистохвалова О.Д., Тюрина И.А., Носова М.В.</i>	
29.	КИСЕЛЬ С НИЗКИМ ГЛИКЕМИЧЕСКИМ ИНДЕКСОМ. ОБЗОР РЫНКА РФ	159
	<i>Яшин А.Н., Агаркова Е.Ю.</i>	

Секция 3	Технологические, экологические и экономические аспекты производства высококачественной и безопасной пищевой продукции	
30.	АНТИОКСИДАНТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ: ОБЗОР	166
	<i>Бычкова Т.С., Духан Е.А.</i>	
31.	ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АЭРОЗОЛЯ ТАБАКА ДЛЯ КАЛЬЯНА	171
	<i>Гвоздецкая С.В.</i>	
32.	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПИЩЕВОЙ СИСТЕМЫ ХЛЕБА БИОАКТИВНЫМИ ИНГРЕДИЕНТАМИ	178
	<i>Девяткин Д.И., Меренкова С.П.</i>	
33.	ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФРУКТОВЫХ НАЧИНОК ДЛЯ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ	183
	<i>Казанцев Е.В.</i>	
34.	ВЛИЯНИЕ ЦЕЛЬНОСМОЛОТОЙ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ НА ТЕХНОЛОГИЮ И КАЧЕСТВО ХЛЕБА	188
	<i>Ладнова О.Л., Корячкина С.Я., Зайцев Н.А., Боровикова В.В.</i>	
35.	МАРКЕРЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТЛЕНИЯ В АЭРОЗОЛЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НАГРЕВАНИЯ ТАБАКА	193
	<i>Лушников А.Ю., Панков Н.А.</i>	
36.	РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ СХЕМЫ БЫСТРОЗАМОРОЖЕННЫХ МУЧНЫХ СЛОБНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ ОТЛОЖЕННОЙ ВЫПЕЧКИ	198
	<i>Пимкина В.Д., Елисева С.А.</i>	
37.	ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ НА КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ УПАКОВАННЫХ БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ	202
	<i>Сиденко А.О., Чистохвалова О.Д., Носова М.В.</i>	
38.	ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРИСТОГО КАРТОФЕЛЬНОГО КРАХМАЛА, ПОЛУЧЕННОГО С ПОМОЩЬЮ КАВИТАЦИОННЫХ ЭФФЕКТОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ	207
	<i>Шабанова А.Е., Руськина А.А.</i>	

Секция 4 Биоресурсные коллекции микроорганизмов и их использование в пищевых технологиях

- | | | |
|-----|--|-----|
| 39. | ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПШЕНИЧНЫХ ЗАКВАСОК В ФЕРМЕНТАТОРАХ | 212 |
| | <i>Локачук М.Н., Савкина О.А., Кузнецова Л.И., Павловская Е.Н., Бурькина М.С.</i> | |
| 40. | ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗНЫХ ШТАММОВ ЛАКТОБАЦИЛЛ НА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЖАНОЙ ГУСТОЙ ЗАКВАСКИ | 217 |
| | <i>Сергеев С.А., Костюченко М.Н., Савкина О.А., Локачук М.Н.</i> | |
| 41. | ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ ПШЕНИЧНЫХ ЗАКВАСОК НА КАЧЕСТВО СДОБНЫХ ИЗДЕЛИЙ | 222 |
| | <i>Фролова Ю.М., Кузнецова Л.И., Бурькина М.С., Парахина О.И.</i> | |
| 42. | ФОРТИФИКАЦИЯ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ | 227 |
| | <i>Юраскина Т.В., Соколова Е.Н., Фурсова Н.А., Серба Е.М.</i> | |
-

Секция 5 Современные методы контроля качества и безопасности пищевой продукции

- | | | |
|-----|--|-----|
| 43. | СКРИНИНГ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ – ПРОДУЦЕНТОВ АНТИМИКРОБНЫХ ПЕПТИДОВ | 233 |
| | <i>Белова А.М., Каниковская А.А., Машенцева Н.Г.</i> | |
| 44. | РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СТАДИИ РОСТА МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ И КОНЦЕНТРАЦИИ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ | 241 |
| | <i>Володарский М.О., Филозон В.С., Осмак О.О., Санников М.В., Ашихмина М.С.</i> | |
| 45. | ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОВ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА | 245 |
| | <i>Герасина А.Ю., Бундина О.И.</i> | |
| 46. | ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ БЕЛКА ИЗ МУКИ ВИНОГРАДНОЙ КОСТОЧКИ | 250 |
| | <i>Детинкин И.А., Фоменко И.А.</i> | |
| 47. | АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОРКИ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА | 257 |
| | <i>Игнатов А.Ю., Нагуманова А.О.</i> | |
-

48.	ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ МИКРОБНОГО СОСТАВА МОЛОКА <i>Коваль Д.Д.</i>	261
49.	РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОЗДАНИЮ СОВРЕМЕННОГО МЕТОДА ПРОВЕДЕНИЯ ПРОБНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ ВЫПЕЧКИ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА <i>Печникова Ю.Ю., Черных В.Я.</i>	265
50.	ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА БИОМАССУ И КОНЦЕНТРАЦИЮ ЖИВЫХ КЛЕТОК БАКТЕРИЙ <i>LACTOCOCCUS LACTIS</i> <i>Санников М.В., Смирнов И.С., Володарский М.О., Лаврентьев Ф.В.</i>	270
51.	ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КРИОПРОТЕКТИРУЮЩИХ АГЕНТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА И ВЫЖИВАЕМОСТИ МИКРООРГАНИЗМА <i>VACILLUS COAGULANS</i> <i>Смирнов И.С., Санников М.В., Филозон В.С., Лаврентьев Ф.В.</i>	273
52.	РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СОХРАНЕНИЯ МОЛОЧНОКИСЛЫХ КУЛЬТУР <i>Филозон В.С., Володарский М.О., Смирнов И.С., Осьмак О.О., Ашихмина М.С.</i>	277
53.	ПРОБЛЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ СУХОГО КОЗЬЕГО МОЛОКА <i>Хан А.В., Фоменко О.Ю.</i>	281
<hr/>		
Секция 6	Современные инженерно-технические решения в сфере пищевой промышленности	
54.	АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ТЕРМОСТАБИЛЬНЫХ НАЧИНОК. <i>Будрик В.Г., Михайленко И.Г., Макагонов А.А., Щипунов А.И.</i>	285
55.	ВЛИЯНИЕ ЭМУЛЬСИИ ПИКЕРИНГА НА ОСНОВЕ КМЦ НА ПАРОПРАНИЦАЕМУЮ СПОСОБНОСТЬ БИОРАЗЛАГАЕМОЙ КОМПОЗИТНОЙ УПАКОВКИ <i>Малинин А.В., Потороко И.Ю.</i>	290
56.	ТЕХНОЛОГИЯ ПОСАДКИ ТАБАКА С ПОМОЩЬЮ КАССЕТ (ОБЗОР) <i>Папуша С.К., Дон Д.В.</i>	294
57.	СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ОВОЩЕЙ И ФРУКТОВ В РОССИИ <i>Полунина Н.Ю.</i>	297

ПАМЯТИ Р.Д. ПОЛАНДОВОЙ

Поландова Раиса Дмитриевна
(05.06.1935 - 14.07.2010)
выдающийся ученый-исследователь в
области технологии и биохимии
хлебопекарного производства.



За многолетнюю работу в институте хлебопекарной промышленности прошла путь от ученого секретаря, заведующего лабораторией биохимии и микробиологии до заместителя директора по науке. Поландова Р.Д. — руководитель более 100 научно-исследовательских работ, автор около 500 печатных трудов, в том числе 48 книг и брошюр, имела 105 авторских свидетельств и патентов на изобретения. Под её руководством защищены 5 докторских диссертаций и более 25 кандидатских.

Выполненные под ее руководством и при непосредственном участии научно-исследовательские работы посвящены актуальным проблемам хлебопекарного производства и включают:

- разработку научных основ и прикладных технологических аспектов эффективного способа применения ферментных препаратов в хлебопекарном производстве;
- создание принципиально новых интенсивных ресурсосберегающих технологий хлебобулочных изделий улучшенного качества, в том числе с направленным культивированием микроорганизмов в мучных средах — дрожжей с высокими биосинтетическими и технологическими свойствами;
- научные основы технологий хлебобулочных изделий лечебно-диетического и профилактического назначения, в том числе с использованием продуктов переработки сои и др.

Раиса Дмитриевна награждена правительственными наградами — орденом «Знак почета», тремя медалями — «За доблестный труд», «В память 850 - летия Москвы», «Ветеран труда», медалями ВДНХ СССР, многочисленными грамотами и благодарностями Министерств, а также ей присвоено звание «Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации».

Секция 1

Инновационные технологии производства и хранения пищевой продукции, направленные на импортнезависимость

УДК 577.15:637.03

МИНЕРАЛЬНЫЙ КАЛЬЦИЕВЫЙ ОБОГАТИТЕЛЬ ИЗ СКОРЛУПЫ КУРИНЫХ ЯИЦ ИСТОЧНИК ЛЕГКОУСВОЯЕМОГО КАЛЬЦИЯ**Волик В.Г., доктор сельскохозяйственных наук,****Будрик В.Г., кандидат технических наук, Романенко Ю.И.***«Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности» - филиал ФНЦ «ВНИТИП» (ВНИИПП),**Российская Федерация, Московская обл., г.о. Солнечногорск, р.п. Ржавки*

Аннотация *Описан потенциальный объём эффективного источника кальция из скорлупы куриных яиц, его состав и роль в качестве обогатителя для хлебопекарной промышленности.*

Ключевые слова: *скорлупа, кальций, хлебобулочные изделия, функциональное питание, колбасно-кулинарные изделия, установка для тонкого измельчения.*

MINERAL CALCIUM FORTIFICATION FROM CHICKEN EGG SHELLS IS A SOURCE OF EASILY DIGESTIBLE CALCIUM**Volik V.G., PhD of Agricultural Sciences,****Budrik V.G., PhD in Engineering, Romanenko Yu.I.***«All-Russian Research Institute of Poultry Processing Industry» - branch of the Federal Scientific Center «VNITIP» (VNIIPP), Russian Federation, Moscow region, city Solnechnogorsk, r.p. Rzhavki*

Abstract. *The potential volume of an effective source of calcium from chicken eggshells, its composition and role as an enrichment agent for the baking industry are described.*

Keywords: *shells, calcium, bakery products, functional nutrition, sausage and culinary products, a fine grinding machine.*

Введение. Яичная скорлупа кур имеет многообразное практическое применение. Ее используют для производства минеральных обогатителей для населения, производства биопластика, кормовой муки, которую используют в качестве минерального корма для птиц и животных. Гомеопаты и альтернативная медицина давно используют куриную яичную скорлупу для восполнения запасов кальция и других веществ, лечения и профилактики многих заболеваний [1].

В скорлупе обнаружено примерно четырнадцать важных химических элементов, без которых невозможно нормальное функционирование организма. В составе протеина присутствуют такие незаменимые аминокислоты, как метионин, цистин, лизин, изолейцин. Поэтому куриная яичная скорлупа может применяться для лекарственных целей, и она считается наиболее сбалансированным и, в тоже время, естественным компонентом, в сравнении с обычными препаратами кальция [1].

Недостаток кальция, особенно в костях, это одно из самых распространенных в наши дни нарушений обмена веществ. Рахит и неправильный рост зубов у детей, искривление позвоночника, испорченные зубы, хрупкость костей у пожилых людей. Нарушение кальциевого обмена часто сопровождается малокровием, подверженностью простудам, аллергией, герпесом на губах, понижением сопротивляемости воздействию радиации.

Известно, что в дефицит кальция в организме составляет населения Российской Федерации до 50%. Кальций обладает высокой биологической активностью, является важным компонентом системы свертывания крови, укрепляют защитные силы организма и также повышают его устойчивость к внешним неблагоприятным факторам, в том числе к радиации, инфекциям и стрессовым ситуациям.

Выправить нарушения обмена кальция удастся с трудом, так как применяемые медицинские препараты – хлористый кальций, глюконат кальция и др. слабо усваиваются организмом. А вот состав куриной яичной скорлупы поразительно совпадает с составом костей и зубов и, более того, стимулирует кроветворную функцию косного мозга, что особенно ценно в условиях радиационного поражения.

Введение в пищу измельченной скорлупы куриных яиц показало высокую терапевтическую активность и отсутствие какого-либо побочного действия, в том числе бактериального заражения. Особенно полезна скорлупа куриных яиц детям, начиная от года, ведь в их организме процессы образования костной ткани идут наиболее интенсивно и требуют бесперебойного поступления кальция. Скорлупа куриных яиц, включенная в детское питание исключительно благотворно действует при рахите и анемии, развивающейся параллельно рахиту. Она способствует активизации кроветворения в костной ткани. Наблюдалось ускоренной заживление при таких ортопедических заболеваниях, как врожденный вывих бедра или остеопороз.

Обогащение пищевых продуктов естественными источниками кальция более перспективно и имеет ряд положительных особенностей: ионы кальция в естественных природных формах лучше усваиваются организмом, что сравнимо с его усвоением из молока, в то время как усвоение кальция из химических соединений в 3-4 раза ниже. Кроме того, в химическом составе пищевого продукта происходят благоприятные изменения баланса эссенциальных минеральных элементов, так как в состав скорлупы куриных яиц помимо кальция входят практически все необходимые человеку макро и микроэлементы.

Цель данного исследования заключается в изучении возможности использования скорлупы куриных яиц в качестве источника легкодоступного кальция для обогащения хлебобулочных продуктов.

Материал и методы исследования. В исследовании применялись методы: системный анализ, статистический, анализ и синтез, исторический и логический анализ, сбор фактов. При исследовании качества сырья и конечной продукции использованы общепринятые методы химического анализа

Результаты исследования и обсуждение результатов. Приоритетным направлением концепции здорового питания Российской Федерации является создание новых пищевых продуктов, обладающих свойствами, обеспечивающими сохранение и улучшение здоровья человека в современных условиях повышенного негативного воздействия окружающей среды.

Обогащение микронутриентами продуктов питания массового потребления позволяет наиболее доступным способом получать необходимые микронутриенты для восполнения физиологических потребностям человека [2].

Хлеб и хлебобулочные изделия являются оптимальными объектами для обогащения и создания функциональных продуктов питания, так как хлебопродукты – наиболее дешевые и доступные пищевые продукты, занимают ведущее место в питания различных групп населения. Использование обогащающих добавок позволяет повысить пищевую ценность хлеба, восполнить недостающие минеральные вещества, а также расширить ассортимент хлебобулочных изделий для здорового питания.

Первое место среди функциональных хлебобулочных изделий в торговых сетях занимает продукция с высоким содержанием отрубей; на втором месте – хлебобулочные изделия, содержащие минеральные компоненты: кальций, железо, фосфор, магний и йод. Анализ химического состава хлебобулочных изделий показывает, что хлеб из муки

любого сорта нуждается в обогащении кальцием. Установлено, что в хлебобулочных изделиях из пшеничной муки содержание кальция колеблется в пределах 125-238 мг/100 г. При этом, проблемой является также то, что усвоение кальция из хлеба затруднено [3, 4].

Поэтому исследователи считают, что актуальной задачей является разработка ассортимента хлебобулочных изделий, содержащих легкоусвояемый кальций, способствующий снижению его дефицита в организме. Были установлены закономерности влияния кальцийсодержащих добавок на качество готового хлебобулочного изделия: пористость, кислотность мякиша, выход хлеба, его вкус и аромат [3 - 5]. Включение в рецептуру хлебобулочных изделий кальцийсодержащих добавок способствует улучшению сохранности структурно-механических свойств мякиша хлеба в процессе хранения.

На основании результатов исследований, проведенных специалистами хлебопекарной промышленности, ВНИИ птицеперерабатывающей промышленности предлагает в качестве легкодоступного обогатителя хлебобулочных изделий минеральный (кальциевый) обогатитель из скорлупы куриных яиц.

Птицеперерабатывающая отрасль обладает достаточным сырьевым потенциалом. В РФ производится около 50 млрд. куриных яиц ежегодно, 10% из которых поступает на переработку. Скорлупа куриных яиц составляет 10% от массы яйца. Таким образом, на яйцеперерабатывающих предприятиях может накапливаться до 25.0 тыс. т куриной яичной скорлупы.

Несмотря на то, что одним из доступных источников легкоусвояемого кальция является куриная яичная скорлупа, ее применение не получило широкого распространения в пищевой индустрии вследствие двух причин: значительной величины частиц после измельчения скорлупы традиционными измельчителями и высокого остаточного содержания дополнительных включений, в том числе подскорлупной оболочки. Описанные в литературе способы удаления подскорлупной оболочки и более тонкого измельчения скорлупы не дают желаемого эффекта. Высокое содержание белка в измельченной куриной яичной скорлупе и размеры частиц свыше 40 мкм, ограничивают ее использование в пищевой продукции. Анализ научно-технической и патентной литературы показал, что проблема не потеряла актуальности и в настоящее время. Основной акцент в решении данной задачи был направлен на разработку технологий и оборудования для эффективного отделения подскорлупной оболочки яйца от скорлупы и более тонкого измельчения скорлупы.

Актуальность введения минеральных комплексов на основе яичной скорлупы в качестве ингредиентов в пищевые системы обусловлена ее высокой терапевтической активностью. На отечественном рынке практически не представлены биологически активные добавки биогенных форм кальция.

ВНИИ птицеперерабатывающей промышленности провёл глубокие исследования по изучению свойств минерального кальциевого обогатителя из скорлупы куриных яиц, разработал технологию и оборудование (мельница пальчиковая МП-150, рис.1.) получения высокоочищенной и тонкоизмельченной яичной скорлупы для внесения в любые виды пищевой продукции.



Рисунок 1. Мельница пальчиковая МП-150

Мельница предназначена для сухого, непрерывного тонкого измельчения сыпучих материалов с ориентировочной производительностью 150 кг в час. Кроме куриной яичной скорлупы апробировано использование мельницы для измельчения костной муки, пряностей, красящих пигментов, ингредиентов косметологических и кондитерских смесей.

Мельница может работать как одно из звеньев технологической цепочки, так и как самостоятельное оборудование. При двукратном измельчении куриной яичной скорлупу на МП-150 удалось достигнуть дисперсности порошка 5...10 мкм.

Для полученного кальция из скорлупы куриных яиц можно выделить следующие отличительные особенности:

1. Высокая степень усвояемости.

Исследования, проведённые в медицинских учреждениях, показали, что кальций из скорлупы куриных яиц, усваивается до 87-92%, в время как кальций полученный из неорганических источников – 17-31%.

Минеральные элементы в пищеварительном тракте усваиваются в виде хелатных соединений. В скорлупе куриных яиц кальций до 95% содержится в виде CaCO_3 , который попадая в желудок при воздействии соляной кислоты практически мгновенно диссоциирует с образованием ионов кальция. Ионы кальция соединяются с аминокислотами образуя хелатные формы кальция, что и предопределяет высокую степень усвояемости кальция.

2. Высокая степень очистки.

В технологическом процессе обработки скорлупы куриных яиц предусмотрена максимальная очистка скорлупы от остатков яичного белка и удаление подскорлупной оболочки. Очищенная скорлупа проходит стадию стерилизации.

3. Высокая степень измельчения.

Основным сдерживающим моментом для широкого использования порошка куриной яичной скорлупы наряду с ярко выраженным привкусом «яйца» являлась степень измельчения. Уже при степени измельчения в пределах 10 – 20 мкм представилась возможность использования её в БАДах и пищевой индустрии для обогащения кальцием хлебобулочных изделий и других пищевых продуктов.

4. Максимальное отсутствие аллергенности кальция.

Показатели качества.

По физико-химическим показателям обогатитель соответствует требованиям, указанным в таблице 1.

Физико-химическим показатели минерального (кальциевого) обогатителя

Наименование показателя	Значение показателя
Дисперсность частиц, мм, не более	0,02
Массовая доля влаги, %, не более	5,0
Массовая доля кальция, %, не менее	30,0
Массовая доля фосфора, %, не менее	0,1

По микробиологическим показателям обогатитель соответствует требованиям СанПиН 2.3.2.1078 -01 (индекс 1.10.6.1.).

По содержанию токсичных элементов и радионуклидов обогатитель соответствует требованиям СанПиН 2.3.2.1078 -01 (индекс 1.10.6).

Область применения. В Российской Федерации проведены исследования по использованию минерального (кальциевого) обогатителя из скорлупы куриных яиц в различных областях пищевой промышленности. Минеральный обогатитель из скорлупы куриных яиц может найти применение в хлебопекарной промышленности, в производстве макаронных изделий, в составе мясных консервов для детского питания, в состав творожных паст для школьного питания, при производстве колбасно-кулинарных продуктов, также в качестве пищевых биологически активных добавок и в составе фармацевтических препаратов [2–6]. Минеральный (кальциевый) обогатитель из скорлупы куриных яиц, предназначен для использования в качестве источника кальция для обогащения пищевых продуктов, в том числе для детского, диетического и спортивного питания и в составе биологически активных добавок. Минеральный обогатитель из скорлупы куриных яиц уже включён в ряд нормативных документов для диетического, детского и школьного питания.

ФГАНУ ВНИМИ провёл широкие исследования по использованию минерального обогатителя из скорлупы куриных яиц в новых видах молочных продуктах (творожных паст), обладающих лечебно-профилактическим действием и способных усиливать антианемический, антигипокальциевый и гипохолестериновый эффект молочных продуктов. ФГАНУ ВНИМИ получил заключение от ММА им. И.М. Сеченова. При этом отмечено, что введение минерального обогатителя из скорлупы куриных яиц совместно с витамином Д не только повышает пищевую и биологическую ценность продуктов, но и придаёт им способность интенсифицировать остеопластические процессы, что служит косвенным показателем высокой биодоступности кальция.

Сотрудниками ООО «Минибиопром» разработаны технология и документация на капсулированную форму биологической добавки «Кальцисан», в которой оптимальным источником природного кальция является скорлупа куриных яиц птицы. Куриная яичная скорлупа в «Кальцисане» представляет собой природную смесь, которая на 95 % состоит из углекислого кальция с высокой степенью усвоения (87,9 %). Кроме кальция, скорлупа содержит еще 27 химических элементов необходимых человеку, что делает ее еще более ценным источником минеральных веществ.

Проведенные исследования в клиниках Москвы и Московской области показывают, что биологическая добавка «Кальцисан» может эффективно использоваться в качестве источника Ca^{2+} для разных возрастных групп населения. Помимо этого, она может использоваться в очагах радиоактивного заражения, ибо препятствует накоплению в костном мозге ядер стронция–90. Клинические исследования подтвердили ее высокую биологическую полноценность и отсутствие каких-либо побочных действий.

В настоящее время ВНИИ птицеперерабатывающей промышленности проводит ряд мероприятий по организации выпуска минерального кальциевого обогатителя из куриной яичной скорлупы и подскорлупной оболочке. Уверены, что данные пищевые ингредиенты найдут широкое применения на предприятиях пищевой и перерабатывающей отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волик В.Г. Яичная скорлупа источник биогенного кальция /В.Г. Волик, Д.Ю. Исмаилова, С.В. Зиновьев, О.Н. Ерохина, Г.В. Филиппова, И.П. Савинкова// ж. Птица и птицепродукты, -2019, -№ 6, - С. 34-37.
2. Ружанцева В.В., Корячкина С.Я. Яичная скорлупа как дополнительный источник биологически активных веществ для кондитерских изделий // Тез. докл. науч.практ. конф. «Пшца.Экология.Человек>>. - Москва. -1999.-С. 71.
3. Корячкина С.Я., Ладнова О.Л., Люблинский С.Л., Холодова Е.Н. Эффективность применения обогащенных хлебобулочных изделий в питании детей // Вопросы питания. 2015. Т. 84, № 3 С. 77-84.
4. Дубцов Г.Г., Донская Т.Ф. Производство хлебобулочных изделий с глюконатом кальция для диетического питания. ВНИИТЭИ, Обз. информ., М., 1988. Сер. Хлебопекарная и макаронная промышленность.
5. Голенков В.А. и др. Исследование различных кальцийсодержащих добавок на свойства теста и качество хлеба из пшеничной муки 1 сорта; Ред. ж. Изв. Вузov Пищевая технология, Краснодар, 2000 -29с. (Рук. Деп. В ВИНТИ 13.10.2000, № 2618-В2000).
6. Туниева Е.К. Изучение возможности использования солей калия, кальция и магния взамен хлорида натрия для мясной продукции, /Е.К. Туниева// «Все о мясе», №2, 2016, с. 34-36.

REFERENCES

1. Volik V.G. Jaichnaja skorlupa istochnik biogennoho kal'cija /V.G. Volik, D.Ju. Ismailova, S.V. Zinov'ev, O.N. Erohina, G.V. Filippova, I.P. Savinkova// zh. Ptica i pticeprodukty, -2019, -№ 6, - S. 34-37.
2. Rujanceva V.V., Korjachkina S.Ja. Jaichnaja skorlupa kak dopolnitel'nyj istochnik biologicheski aktivnyh veshhestv dlja konditerskih izdelij // Tez. dokl. nauch.prakt. konf. «Pshca.Jekologija.Chelovek>>. - Moskva. -1999.-S. 71.
3. Korjachkina S.Ja., Ladnova O.L., Ljublinskij S.L., Holodova E.N. Jefferktivnost' primenenija obogashennyh hlebobulochnyh izdelij v pitanii detej // Voprosy pitaniija. 2015. T. 84, № 3 S. 77-84.
4. Dubcov G.G., Donskaja T.F. Proizvodstvo hlebobulochnyh izdelij s gljukonatom kal'cija dlja dieticheskogo pitaniija. VNIITJeI, Obz. inform., M., 1988. Ser. Hlebopekarnaja i makaronnaja promyshlennost'.
5. Golenkov V.A. i dr. Issledovanie razlichnyh kal'cijsoderzhashhih dobavok na svojstva testa i kachestvo hleba iz pshenichnoj muki 1 sorta; Red. zh. Izv. Vuzov Pishhevaja tehnologija, Krasnodar, 2000 -29s. (Ruk. Dep. V VINITI 13.10.2000, № 2618-V2000).
6. Tunieva E.K. Izuchenie vozmozhnosti ispol'zovaniija solej kalija, kal'cija i magnija vzamen hlorida natrija dlja mjasnoj produkcii, /E.K. Tunieva// «Vse o mjase», №2, 2016, s. 34-36.

УДК 628.477.6

МОДИФИКАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ГОРОХОВОГО ИЗОЛЯТА ФЕРМЕНТНЫМ ПРЕПАРАТОМ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Куликов Д.С., кандидат технических наук, Калугина З.И.

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

Аннотация. Установлены оптимальные параметры гидролиза горохового изолята ферментным препаратом «Ацидолюкс-А» (концентрация фермента 0,5 %/г белка, продолжительность 180 мин), при которых у изолята увеличились пенообразующая, жиросвязывающая способности и растворимость в воде, сравнительно с контрольным образцом, в 2,2; 3,2 и 2,0 раза, соответственно. Гидролизат имел более светлый цвет, рассыпчатую консистенцию, нейтральный запах и привкус и рекомендуется для применения в продуктах питания с пенной системой и напитках.

Ключевые слова: горох, изолят, ферментный препарат, функциональные свойства, модификация

MODIFICATION OF THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF PEAS ISOLATE WITH AN ENZYME PREPARATION MADE IN RUSSIA

Kulikov D.S., PhD in Engineering, Kalugina Z.I.

*All-Russian Scientific Research Institute of Canned Food Technology,
Russian Federation, Moscow region, Vidnoye*

Abstract. The optimal parameters for the hydrolysis of pea isolate with the enzyme preparation "Acidolux-A" (enzyme concentration 0.5%/g protein, duration 180 minutes) were established, at which the isolate's foaming, fat-binding abilities and solubility in water increased by 2.2; 3.2 and 2.0 times, respectively. The hydrolyzate had a lighter color, crumbly consistency, neutral odor and taste and is recommended for use in food products with foam systems and drinks.

Keywords: peas, isolate, enzyme preparation, functional properties, modification

Введение. Гороховые изоляты, по сравнению с белковыми продуктами из других растительных культур, отличаются высоким содержанием биологически ценного белка, практически полным отсутствием антипитательных веществ и аллергенов и достаточно активно применяются в качестве белковой добавки в различных пищевых изделиях [1–3]. Однако гороховые изоляты обладают сравнительно низкими функциональными свойствами (водосвязывающая способность, пенообразующая способность, стабильность пены, жиросвязывающая способность, жирэмульгирующая способность, стабильность эмульсии, растворимость), которые определяют ассортимент применения белка в пищевых продуктах [4, 5]. Эффективным способом увеличения показателей данных свойств является ферментативная модификация изолята бактериальными протеазами [6–8]. В подобных исследованиях используются, как правило, ферментные препараты зарубежного производства. Политика импортозамещения и недостаточность сведений о влиянии отечественных бактериальных протеаз в части изменения функциональных свойств растительных белков определяют **актуальность** данной работы. Среди российских производителей ферментных препаратов широко известна фирма ООО ПО «Сиббиофарм», выпускающая ферментный препарат протеолитического действия «Ацидолюкс-А». В связи с этим, **целью работы** явилось определение оптимальных параметров протеолиза горохового изолята ферментным препаратом «Ацидолюкс-А» для увеличения функциональных свойств изолята и расширения ассортимента его применения в пищевых продуктах.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований служили: гороховый белковый изолят «Yantai Shuangta Food Co., LTD», бактериальная кислая протеаза «АцидоЛюкс-А» с активностью 600 ед./см³ на основе *Aspergillus niger*. Массовую долю влаги в белковых продуктах определяли по ГОСТ 13586.5-93; общих азотистых веществ (Nx6,25) – по ГОСТ 10846-91; растворимого белка в воде – по методу Лоури [9]; растворимого белка в 2 %-ном растворе NaOH – по ГОСТ 13979.3-68; зольных элементов – по ГОСТ 27494-2016; жира – по ГОСТ 29033-91; углеводов – по разнице между 100 % и суммой остальных компонентов. Методика гидролиза: 25 г белкового продукта смешивали с дистиллированной водой при гидромодуле 1:7, вносили ферментный препарат различной концентрации и проводили гидролиз при параметрах, рекомендуемых производителем: температура 50 – 55 °С, pH pH 4,0±0,2 с различной продолжительностью. Затем гидролизат трижды промывали водой до pH 6,5 – 7,0 и высушивали распылительно до влажности 4 – 8 %.

Функциональные свойства изолята и гидролизата исследовали по методикам [10, 11]. Результаты анализов проводили в 3 – 5-ти повторностях. Доверительный интервал среднего арифметического результата рассчитывали с критерием Стьюдента на уровне значимости $p = 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ химического состава образца показал содержание белка выше 82 %, что подтверждает его определение к группе «изоляты» (Таблица). Отмечены достаточно высокие показатели водосвязывающей (ВСС), пенообразующей (ПОС) способностей, стабильности пены (СП) и растворимости изолята в растворе щелочи. Низкими оказались способности изолята связывать жир (ЖСС) и растворяться в воде.

Таблица

Химический состав и функциональные свойства горохового изолята

Влажность, %	Массовая доля, % на СВ						
	Белок (Nx6,25)	Зольность	Жир	Углеводы			
5,97±0,10	82,18±0,17	3,79±0,05	0,10±0,02	13,93±0,24			
Функциональные свойства							
ВСС, г/г	ПОС, %	СП, %	ЖСС, г/г	ЖЭС, %	СЭ, %	Растворимость в воде, %	Растворимость в 2 % NaOH, %
5,20±0,05	96±1	78±1	0,94±0,01	55±2	55±5	29,72±0,20	96,93±1,10

Примечание: ВСС – водосвязывающая способность, ПОС – пенообразующая способность, СП – стабильность пены, ЖСС – жиросвязывающая способность, ЖЭС – жирозэмульгирующая способность, СЭ – стабильность эмульсии

Для выбора условий биотехнологической модификации определили влияние концентрации ферментного препарата (ФП) «Ацидолюкс-А» на функциональные свойства изолята. Установлено уменьшение на 60,4 – 73,9 % ВСС изолята при добавлении любой концентрации протеазы (Рисунок 1). При этом ЖСС гидролизата, напротив, увеличивалась, что согласуется с литературными данными по ферментативной обработке белков [12]. Данные преобразования обусловлены разрывом пептидных связей в процессе протеолиза и образованием гидрофобных групп, снижающих ВСС изолята и увеличивающих ЖСС за счет взаимодействий с каплями масла. Пик значения ЖСС достигался при концентрации 0,5 %/г белка и составил 3,0 г/г, что выше контроля в 3,2 раза.

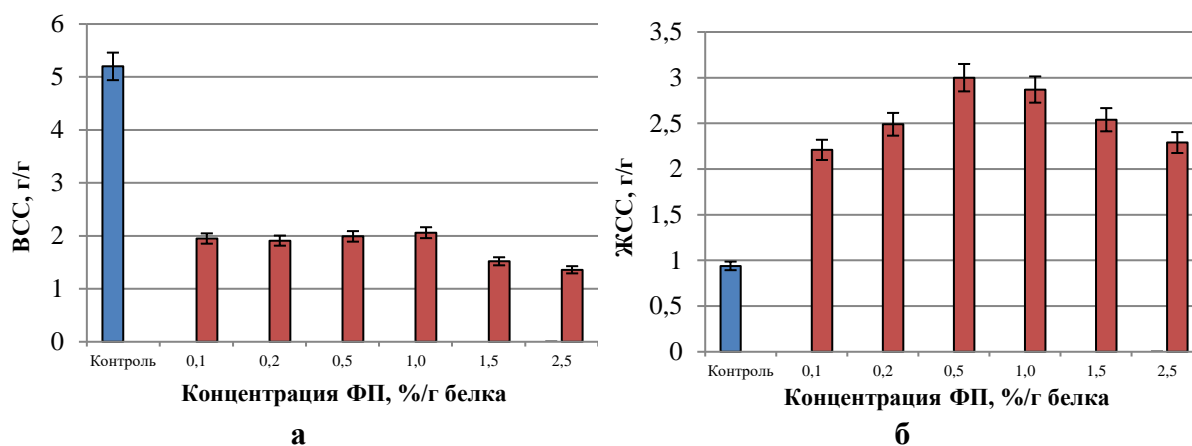


Рисунок 1. Влияние концентрации препарата «Ацидолюкс-А» на водосвязывающую (а) и жиросвязывающую (б) способности изолята ($t = 180$ мин)

Способность изолята образовывать пену после обработки ФП также увеличивалась (Рисунок 2). Максимальное значение ПОС (220 %) выше контроля в 2,3 раза и достигалось при концентрации ФП 0,2 %/г белка. Дальнейшее увеличение концентрации фермента приводило к постепенному снижению пенообразования. Показатель стабильности пены у модифицированного изолята снижался относительно контроля на 14 – 35 %, что объясняется резким увеличением ПОС. Как показано на рисунке 2 максимальная стабильность пены гидролизата наблюдается в диапазоне концентрации ФП 1,0 – 1,5 %/г белка, когда снижается показатель ПОС.

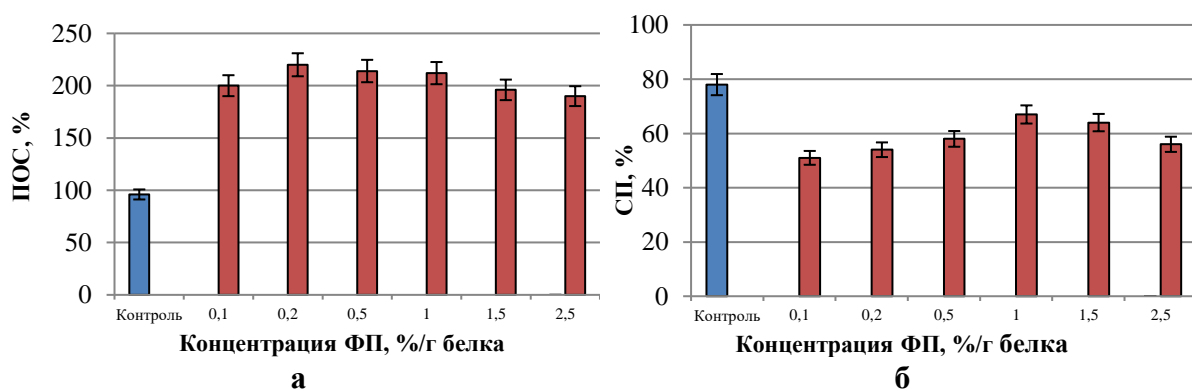


Рисунок 2. Влияние концентрации препарата «Ацидолюкс-А» на пенообразующую способность (а) и стабильность пены (б) изолята ($t = 180$ мин)

Жироэмульгирующая способность (ЖЭС), стабильность эмульсии (СЭ) и растворимость изолята в растворе щелочи практически не изменялись после модификации и находились в диапазоне 50 – 55 %, 54 – 60 % и 95 – 98 %, соответственно. Растворимость в воде с увеличением концентрации ФП, напротив, существенно возрастала (в 1,8 – 2,4 раза), что говорит об эффективном расщеплении белков на растворимые низкомолекулярные пептиды (Рисунок 3). Учитывая ранее приведенные данные, оптимальная концентрация ФП «Ацидолюкс-А» для горохового изолята – 0,5 %/г белка, позволяющая увеличить ЖСС, ПОС и растворимость изолята в воде в 2,2; 3,2 и 2,0 раза, соответственно.

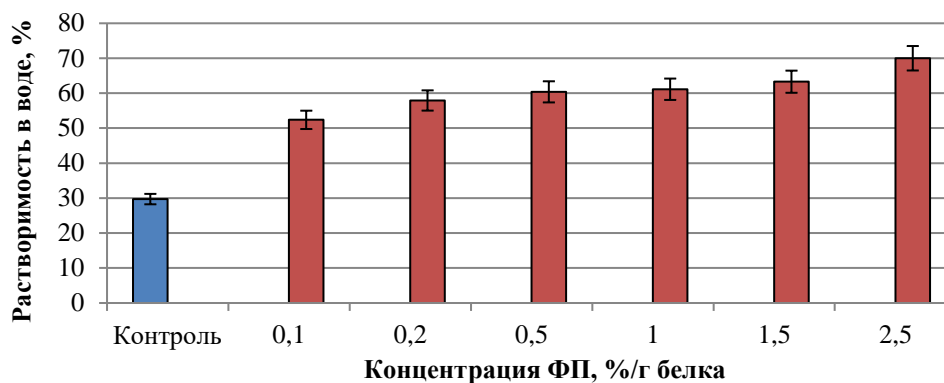


Рисунок 3. Влияние концентрации препарата «Ацидолюкс-А» на растворимость изолята в воде ($t = 180$ мин)

На следующем этапе исследовали влияние продолжительности обработки ФП «Ацидолюкс-А» на изменение функциональных свойств изолята. На рисунке 4 показано, что даже получасовая ферментативная обработка значительно снижает ВСС и увеличивает ЖСС гидролизата. Способность связывать жир достигает пика ($> 3,0$ г/г) в диапазоне 120 – 180 мин обработки. При двухчасовой обработке также наблюдается незначительное увеличение ВСС до 2,13 г/г.

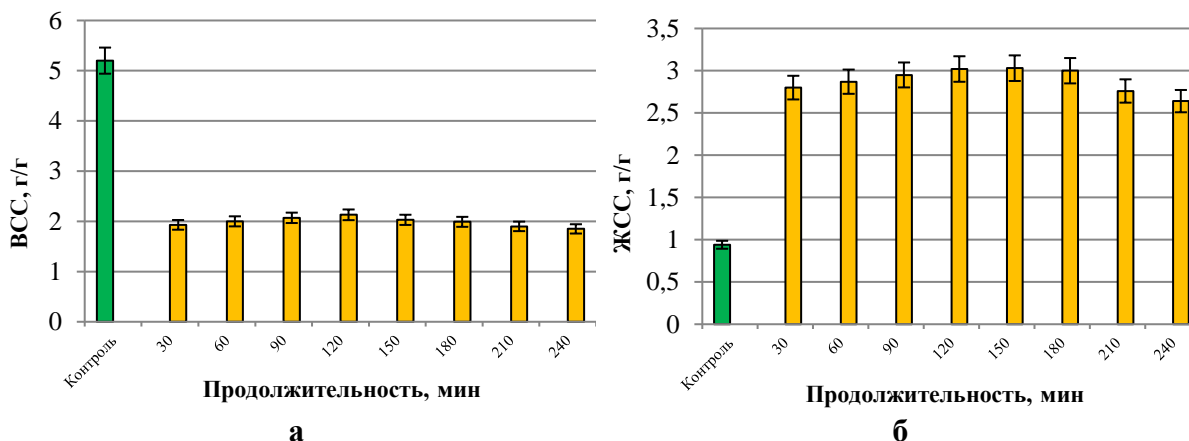


Рисунок 4. Влияние продолжительности обработки препаратом «Ацидолюкс-А» на водосвязывающую (а) и жирсвязывающую (б) способности изолята ($C = 0,5$ %/г белка)

Продолжительность ферментации оказывает влияние на свойства изолята образовывать стабильную пену (Рисунок 5). При добавлении «Ацидолюкс-А» в суспензию изолята уже после 30 минут наблюдается резкое увеличение ПОС и снижение СП, с максимумами (232 %, 62 %) при 60 минутах обработки. Далее наблюдается плато с минимальными изменениями вплоть до продолжительности в 180 минут, затем происходит спад обоих показателей, вероятно, из-за высокой степени протеолиза.

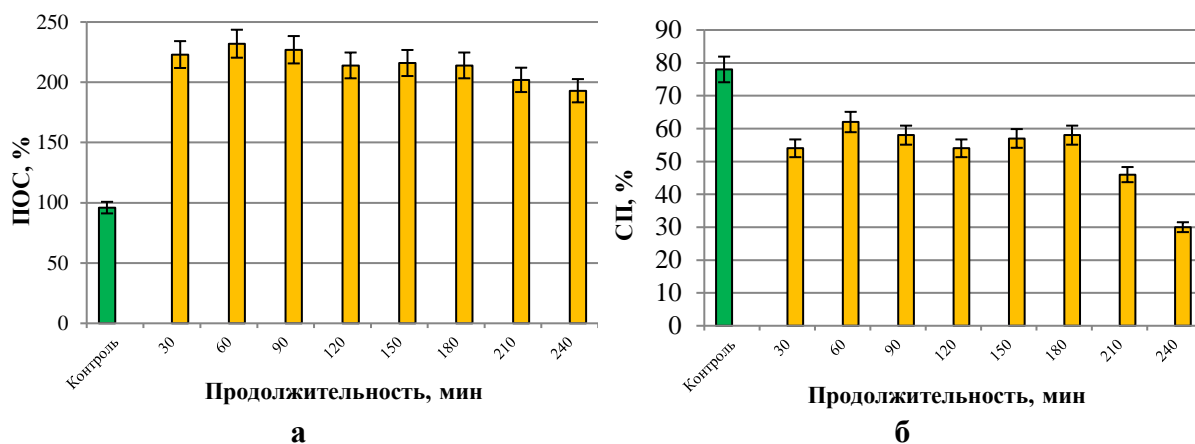


Рисунок 5. Влияние продолжительности обработки препаратом «Ацидолюкс-А» на пенообразующую (а) способность и стабильность пены (б) изолята ($C = 0,5 \text{ \%}/\text{г}$ белка)

Как и в опытах по определению оптимальной концентрации ФП, показатели ЖЭС, СЭ и растворимости в щелочном растворе с увеличением продолжительности модификации практически не изменялись. Растворимость в воде с увеличением времени обработки постепенно повышалась и достигала максимума ($> 60 \text{ \%}$) в диапазоне 180 – 240 мин (Рисунок 6). Сопоставляя полученные данные, можно сделать вывод об оптимальной продолжительности обработки ФП «Ацидолюкс-А» в 180 мин.

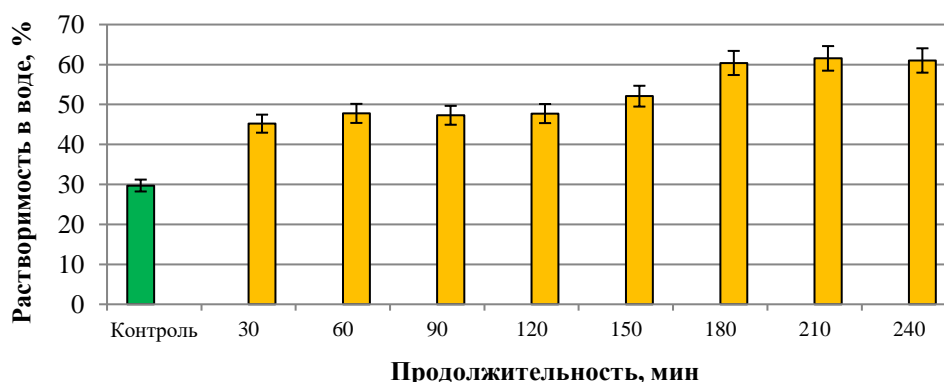


Рисунок 6. Влияние концентрации препарата «Ацидолюкс-А» на растворимость изолята в воде ($C = 0,5 \text{ \%}/\text{г}$ белка)

Модифицированный изолят имел более светлый цвет, рассыпчатую консистенцию, нейтральный запах и привкус, в сравнении с контрольным образцом (Рисунок 7). Данные преобразования, за счет сочетания ферментативной и кислотной ($\text{pH } 4,0$) обработок, объясняются дезамидированием белков – процессом удаления амидной группы боковых цепей аспарагина и глутамина. Дезамидирование снижает бобовый привкус и комковатость изолята, а также увеличивает растворимость белков [13].

Полученный гидролизат, вкупе с высокими ЖЭС (53 %), СЭ (55 %) и растворимостью в растворе щелочи ($> 95 \text{ \%}$), имел увеличенные показатели пенообразования (214 %), жиросвязывания (3,0 г/г), растворимости в воде (60 %) и рекомендуется для применения в спортивном питании, растительном молоке, кисломолочных напитках, кондитерских изделиях с пенной системой: торты, мороженое, взбитые сливки, зефир, пастила, кексы и т.д.



Контроль

Модифицированный

Рисунок 7. Внешний вид изолятов

Выводы. Ферментный препарат «Ацидолюкс-А» является эффективным модификатором функциональных свойств гороховых белков. Установлены оптимальные параметры модификации (концентрация ФП 0,5 %/г белка, продолжительность 180 мин), при которых увеличиваются способности изолята образовывать пену, связывать жир и растворяться в воде – в 2,2; 3,2 и 2,0 раза, соответственно. Полученный гидролизат имел светло-кремовый цвет, нейтральный запах и вкус, рассыпчатую консистенцию и рекомендуется для применения в продуктах питания с пенной системой и напитках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Возиян, В.И. Питательная ценность сортов сои, гороха, фасоли и содержание в них антипитательных веществ / В.И. Возиян, М.Г. Таран, М.Д. Якобуца, Л.П. Авадэний // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2013. – Т. 1(5). – С. 26–29.
2. Dhaliwal, S.K. Pea seed proteins: a nutritional and nutraceutical update / S.K. Dhaliwal, P. Salaria, P. Kaushik // *IntechOpen*. – 2021. DOI: 10.5772/intechopen.95323
3. Ma, K. Functional Performance of Plant Proteins / K. Ma, M. Greis, J. Lu, A. Nolden, D. McClements, A. Kinchla // *Foods*. – 2022. – V. 11. – Article: 594. DOI: 10.3390/foods11040594
4. Колпакова, В.В. Показатели качества гороховых и нутовых белковых концентратов / В.В. Колпакова, Р.В. Уланова, Д.С. Куликов, В.А. Гулакова, Г.В. Семёнов, Л.В. Шевякова // *Техника и технология пищевых производств*. – 2022. – Т. 52(4). – С. 650–664. DOI 10.21603/2074-9414-2022-4-2394
5. Колпакова, В.В. Пищевые и кормовые белковые препараты из гороха и нута: производство, свойства, применение / В.В. Колпакова, Д.С. Куликов, Р.В. Уланова, Л.В. Чумикина // *Техника и технология пищевых производств*. – 2021. – Т. 51(2). – С. 333–348. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-2-333-348
6. Aguilar, J.G.S. Production of Antioxidant Peptides from Pea Protein Using Protease from *Bacillus licheniformis* LBA 46 / J.G.S. Aguilar, R.J.S. de Castro, H.H. Sato // *International Journal of Peptide Research and Therapeutics*. – 2020. – V. 26. – P. 435–443. DOI: 10.1007/s10989-019-09849-9
7. Mamić, M. Antioxidant activities of soy protein isolates modified with three different proteases / M. Mamić, A. Klebec, D. Milinčić, M. Pešić, I. Sredović-Ignjatović, M. Demin, O. Ećim-Đurić, M. Smiljanić, M. Barać // *VII International Congress Engineering, Environment and Materials in Process Industry EEM*. – 2021. – P. 63. ISBN: 978-99955-81-38-1
8. Куликов, Д.С. Комплексная биотехнологическая переработка гороховой муки с получением белковых концентратов / Д.С. Куликов // *Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук*. – 2023. – 158 с.
9. Lowry, O.H. Protein measurement with the Folin phenol reagent / O.H. Lowry, N.J. Rosebrough, A.L. Farr, R.J. Randall // *The Journal of Biological Chemistry*. – 1951. – V. 193. – P. 265–272.
10. Колпакова, В.В. Белок из пшеничных отрубей. Функциональные свойства белковой муки: растворимость и водосвязывающая способность / В.В. Колпакова, А.П. Нечаев // *Известия ВУЗов. Пищевая технология*. – 1995. – Т. 1–2. – С. 31–33.
11. Колпакова, В.В. Белок из пшеничных отрубей. Функциональные свойства белковой муки: эмульгирующие и пенообразующие свойства / В.В. Колпакова, А.П. Нечаев // *Известия ВУЗов. Пищевая технология*. – 1995. – Т. 1–2. – С. 34–37.

12. Nasrabadi, M.N. Modification approaches of plant-based proteins to improve their techno-functionality and use in food products / M.N. Nasrabadi, A.S. Doost, R. Mezzenga // *Food Hydrocolloids*. – 2021. – V. 118. – Article: 106789. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2021.106789
13. Fang, L. Enhancing the usability of pea protein isolate in food applications through modifying its structural and sensory properties via deamidation by glutaminase / L. Fang, H. Xiang, D. Sun-Waterhouse, C. Cui, J. Lin // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2020. – V. 68(6). – P. 1691–1697. DOI:10.1021/acs.jafc.9b06046

REFERENCES

1. Voziyan, V.I. Pitatel'naya tsennost' sortov soi, gorokha, fasoli i sodержaniye v nikh antipitel'nykh veshchestv [Nutritional value of varieties of soybeans, peas, beans and the content of antinutrients in them] / V.I. Voziyan, M.G. Taran, M.D. Yakobutsa, L.P. Avadeniy // *Zernobobovyye i krupyanyye kul'tury*. – 2013. – T. 1(5). – S. 26–29.
2. Dhaliwal, S.K. Pea seed proteins: a nutritional and nutraceutical update / S.K. Dhaliwal, P. Salaria, P. Kaushik // *IntechOpen*. – 2021. DOI: 10.5772/intechopen.95323
3. Ma, K. Functional Performance of Plant Proteins / K. Ma, M. Greis, J. Lu, A. Nolden, D. McClements, A. Kinchla // *Foods*. – 2022. – V. 11. – Article: 594. DOI: 10.3390/foods11040594
4. Kolpakova, V.V. Pokazateli kachestva gorokhovyykh i nutovyykh belkovyykh kontsentratorov [Quality indicators of pea and chickpea protein concentrates] / V.V. Kolpakova, R.V. Ulanova, D.S. Kulikov, V.A. Gulakova, G.V. Semonov, L.V. Shevyakova // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*. – 2022. – T. 52(4). – S. 650–664. DOI 10.21603/2074-9414-2022-4-2394
5. Kolpakova, V.V. Pishchevyye i kormovyye belkovyye preparaty iz gorokha i nuta: proizvodstvo, svoystva, primeneniye [Food and feed protein preparations from peas and chickpeas: production, properties, application] / V.V. Kolpakova, D.S. Kulikov, R.V. Ulanova, L.V. Chumikina // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*. – 2021. – T. 51(2). – S. 333–348. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-2-333-348
6. Aguilar, J.G.S. Production of Antioxidant Peptides from Pea Protein Using Protease from *Bacillus licheniformis* LBA 46 / J.G.S. Aguilar, R.J.S. de Castro, H.H. Sato // *International Journal of Peptide Research and Therapeutics*. – 2020. – V. 26. – P. 435–443. DOI: 10.1007/s10989-019-09849-9
7. Mamić, M. Antioxidant activities of soy protein isolates modified with three different proteases / M. Mamić, A. Klebec, D. Milinčić, M. Pešić, I. Sredović-Ignjatović, M. Demin, O. Ećim-Đurić, M. Smiljanić, M. Barać // *VII International Congress Engineering, Environment and Materials in Process Industry EEM*. – 2021. – P. 63. ISBN: 978-99955-81-38-1
8. Kulikov, D.S. Kompleksnaya biotekhnologicheskaya pererabotka gorokhovoy muki s polucheniyem belkovyykh kontsentratorov [Complex biotechnological processing of pea flour to obtain protein concentrates] / D.S. Kulikov // *Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk*. – 2023. – 158 s.
9. Lowry, O.H. Protein measurement with the Folin phenol reagent / O.H. Lowry, N.J. Rosebrough, A.L. Farr, R.J. Randall // *The Journal of Biological Chemistry*. – 1951. – V. 193. – P. 265–272.
10. Kolpakova, V.V. Belok iz pshenichnykh otrubey. Funktsional'nyye svoystva belkovoy muki: rastvorimost' i vodosvyazyvayushchaya sposobnost' [Wheat bran protein. Functional properties of protein flour: solubility and water-binding ability] / V.V. Kolpakova, A.P. Nechayev // *Izvestiya VUZov. Pishchevaya tekhnologiya*. – 1995. – T. 1–2. – S. 31–33.
11. Kolpakova, V.V. Belok iz pshenichnykh otrubey. Funktsional'nyye svoystva belkovoy muki: emul'giruyushchiye i penoobrazuyushchiye svoystva [Wheat bran protein. Functional properties of protein flour: emulsifying and foaming properties] / V.V. Kolpakova, A.P. Nechayev // *Izvestiya VUZov. Pishchevaya tekhnologiya*. – 1995. – T. 1–2. – S.34–37.
12. Nasrabadi, M.N. Modification approaches of plant-based proteins to improve their techno-functionality and use in food products / M.N. Nasrabadi, A.S. Doost, R. Mezzenga // *Food Hydrocolloids*. – 2021. – V. 118. – Article: 106789. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2021.106789
13. Fang, L. Enhancing the usability of pea protein isolate in food applications through modifying its structural and sensory properties via deamidation by glutaminase / L. Fang, H. Xiang, D. Sun-Waterhouse, C. Cui, J. Lin // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2020. – V. 68(6). – P. 1691–1697. DOI:10.1021/acs.jafc.9b06046

УДК 664.6/.7

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ СЫРЬЯ: ПЕРЕРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Пивченко А.Р.

*ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»,
Российская Федерация, г. Москва*

Аннотация. Важным аспектом современной промышленности в стремлении к экологически устойчивой деятельности предприятия является эффективное использование возобновляемых ресурсов. Выбор рациональной технологии переработки промышленных отходов с применением возобновляемых источников сырья способствует улучшению ресурсоэффективности, снижению загрязнения окружающей среды и формированию устойчивых циклов производства. **Ключевые слова:** отходы, переработка, источник сырья, функциональный продукт, ферментация.

EFFECTIVE USE OF RENEWABLE SOURCES OF RAW MATERIALS: INDUSTRIAL WASTE RECYCLING

Pivchenko A.R.

FSBEI HE Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Russian Federation, Moscow

Abstract. An important aspect of modern industry in its pursuit of environmentally sustainable enterprise operations is the efficient use of renewable resources. The choice of rational technology for processing industrial waste using renewable sources of raw materials helps to improve resource efficiency, reduce environmental pollution and create sustainable production cycles. **Keywords:** waste, processing, source of raw materials, product, fermentation, functional.

Переработка промышленных отходов и побочных продуктов является одной из ключевых задач современной промышленности, особенно в контексте экологической устойчивости и эффективного использования ресурсов [1]. Пищевое и сельскохозяйственное производство занимает особое место в этой проблематике, что обусловлено накоплением большого количества разнообразных отходов и побочных продуктов, которые не всегда могут быть утилизированы или переработаны с наименьшими потерями.

Использование промышленных отходов как возобновляемого источника сырья способствует развитию круговой экономики, где отходы одного производства становятся сырьем для другого, что создает замкнутый цикл производства. Данный подход позволяет одновременно сокращать объемы отходов и создавать новые продукты и материалы [2].

В зависимости от места и специфики использования органические отходы могут занимать различные роли в экосистеме. В агропромышленном комплексе они часто используются в качестве корма для домашнего скота или превращаются в питательный компост, который послужит удобрением для сельскохозяйственных культур. Однако в промышленном секторе отходы, содержащие разнообразные сложные компоненты, часто подвергаются сжиганию или захоронению, что приводит к серьезным проблемам загрязнения окружающей среды и здоровья людей [3]. Поэтому важно разрабатывать и внедрять эффективные методы управления органическими отходами, чтобы минимизировать их отрицательное воздействие на окружающую среду.

Концепция повышения ценности промышленных отходов заключается в трансформации этих отходов в компоненты с добавленной ценностью [4]. Результатом такой переработки могут стать новые химические соединения, материалы и продукты питания, способствующие развитию как местной, так и глобальной экономики.

Традиционным видом сырья в перерабатывающей промышленности принято считать растительный материал, включая кожуру, семена и жом и др. [5]. Классическим подходом получения биологически активных добавок является использование кожуры фруктов, в связи с тем, что она является ценным природным источником разнообразных биологически активных соединений, благодаря чему данный материал активно применяется при создании функциональных продуктов питания [6].

Переработка сельскохозяйственных культур, таких как пшеница, рис, кукуруза и другие, является ключевым фактором для обеспечения продовольственной безопасности страны. Сельскохозяйственные отходы, содержащие 20-30% лигнина и гемицеллюлозы, обладают потенциалом для биотехнологической переработки с использованием ферментации [7]. Однако повторное использование лигноцеллюлозных компонентов затруднено из-за устойчивости лигнина к микробному воздействию.

Перспектива использования отходов ферментации в качестве продуктов питания остается недостаточно изученной. Однако получение функциональных веществ из разрушенных клеточных стенок микроорганизмов представляет собой инновационный подход к утилизации биомассы [8].

Микробная ферментация является эффективным методом переработки отходов агропромышленного сектора, при котором микроорганизмы используются для преобразования органических материалов и превращения их в ценные продукты. Этот процесс позволяет не только утилизировать отходы, но и создавать новые продукты с уникальными свойствами, что способствует устойчивому развитию сельского хозяйства и пищевой промышленности.

Несмотря на множество преимуществ, использование микробной ферментации имеет и некоторые недостатки. Один из основных недостатков заключается в том, что процесс может быть длительным и требовать определенных условий для эффективного протекания, что может повлиять на экономическую целесообразность производства [9].

Биотрансформацию сырья также можно осуществлять с использованием таких ферментных препаратов как липаза, протеаза, глюкозидаза и целлюлаза. Применение этих ферментов позволяет эффективно разрушать клеточные структуры, освобождая полезные вещества и улучшая процесс извлечения ценных компонентов из биомассы. В сравнении с физическими и химическими методами данный подход отмечается простотой введения в технологию и экономической выгодой, поскольку в течение технологического цикла могут быть применены сразу несколько ферментных комплексов, различающиеся каталитической активностью [10].

Актуальным направлением исследований является получение биологических сорбентов, путем разрушения клеточных структур растительной и микробной биомассы [11]. Биосорбция представляет процесс, при котором биологические материалы используются для удаления загрязняющих веществ из окружающей среды. В данном случае отработанное сырье может быть превращено в эффективные биосорбенты, способные адсорбировать различные вредные вещества, такие как тяжелые металлы, органические соединения и химические загрязнители.

Потенциал получения сорбентов биологической природы заключается в их высокой поверхностной активности, специфичности взаимодействия с загрязнителями, биоразнообразии и возможности модификации для улучшения адсорбционных свойств.

Использование биосорбентов может способствовать не только улучшению экологической ситуации, но и созданию новых продуктов с повышенной стоимостью и функциональностью. Биосорбенты также могут быть использованы для улучшения текстуры, консистенции и срока годности продукции, что делает их востребованными компонентами для создания продуктов, обладающих функциональными свойствами [12].

Для успешной реализации процесса переработки промышленных отходов в ценные продукты необходимо провести комплексное исследование свойств сырья, а также разработать оптимальные методы обработки и модификации отходов для повышения их функциональной способности и стабильности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wu, L. Potentiality of recovering bioresource from food waste through multi-stage Co-digestion with enzymatic pretreatment / L. Wu, W. Wei, X. Liu [et al] // *Journal of environmental management*. – 2022. – Vol. 14. – P. 127-138
2. Сазонова, Е. А. О перспективах создания новой отрасли по переработке вторичных ресурсов / Е. А. Сазонова // *Пища. Экология. Качество*. – 2020. – С. 569-572.
3. Hadj Saadoun, J. Fermentation of Agri-Food Waste: A Promising Route for the Production of Aroma Compounds / J. Hadj Saadoun, G. Bertani, A. Levante, F. Vezzosi [et al] // *Foods*. – 2021. – Vol. 10. 707.
4. Ben-Othman, S. Bioactives from Agri-Food Wastes: Present Insights and Future Challenges / S. Ben-Othman, I. Jõudu, R. Bhat // *Molecules*. – 2020. – Vol. 25. 126-131.
5. Karim, A. Valorization of Fibrous Plant-Based Food Waste as Biosorbents for Remediation of Heavy Metals from Wastewater—A Review / A. Karim, Z. Raji, A. Karam, S. Khalloufi // *Molecules*. – 2023. – Vol. 28. – P. 198-213.
6. Nishala Erandi, W. Citrus peel as a renewable bioresource: Transforming waste to food additives / W. Nishala Erandi, C. Young-Jin, K. Eun-Kyung // *Journal of Functional Foods*. – 2022. – Vol. 95. 36-45.
7. Singh, D. P. Agrowaste bioconversion and microbial fortification have prospects for soil health, crop productivity, and eco-enterprising / D. P. Singh, R. Prabha [et al] // *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. – 2019. – Vol. 8. – P. 457–472.
8. Vijayaraghavan, K. Bacterial biosorbents and biosorption / K. Vijayaraghavan, Y. S. Yun // *Biotechnology advances*. – 2008. – Vol. 26. – P. 266-291.
9. Miguel, Carmona-Cabello. Valorization of food waste based on its composition through the concept of biorefinery / Carmona-Cabello, Miguel, L. Isabel, David Leiva-Candia Garcia // *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*. – 2018. – Vol. 14. – P. 67-79.
10. Костылева, Е. В. Использование протеолитических ферментов для получения белковых гидролизатов пищевого назначения из вторичного сырья / Е. В. Костылева // *Вопросы питания*. – 2023. – Т. 92. – № 1 (545). – С. 116-132.
11. Бочкарева, Е. В. Перспективы применения сорбентов на основе растительного сырья для очистки воды от токсикантов / Е. В. Бочкарева, К. А. Дегтярёва, О. С. Волощенко // *Innovations in life sciences*. – 2023. – С. 28-29.
12. Adewuyi, A. Chemically Modified Biosorbents and Their Role in the Removal of Emerging Pharmaceutical Waste in the Water System / A. Adewuyi // *Water*. – 2020. – Vol. 12. 1551.

REFERENCES

1. Wu, L. Potentiality of recovering bioresource from food waste through multi-stage Co-digestion with enzymatic pretreatment / L. Wu, W. Wei, X. Liu [et al] // *Journal of environmental management*. – 2022. – Vol. 14. – P. 127-138
2. Sazonova, E. A. On the prospects for creating a new industry for processing secondary resources / E. A. Sazonova // *Food. Ecology. Quality*. – 2020. – pp. 569-572.
3. Hadj Saadoun, J. Fermentation of Agri-Food Waste: A Promising Route for the Production of Aroma Compounds / J. Hadj Saadoun, G. Bertani, A. Levante, F. Vezzosi [et al] // *Foods*. – 2021. – Vol. 10.707.
4. Ben-Othman, S. Bioactives from Agri-Food Wastes: Present Insights and Future Challenges / S. Ben-Othman, I. Jõudu, R. Bhat // *Molecules*. – 2020. – Vol. 25. 126-131.
5. Karim, A. Valorization of Fibrous Plant-Based Food Waste as Biosorbents for Remediation of Heavy Metals from Wastewater—A Review / A. Karim, Z. Raji, A. Karam, S. Khalloufi // *Molecules*. – 2023. – Vol. 28. – P. 198-213.
6. Nishala Erandi, W. Citrus peel as a renewable bioresource: Transforming waste to food additives / W. Nishala Erandi, S. Young-Jin, K. Eun-Kyung // *Journal of Functional Foods*. – 2022. – Vol. 95. 36-45.
7. Singh, D. P. Agrowaste bioconversion and microbial fortification have prospects for soil health, crop productivity, and eco-enterprising / D. P. Singh, R. Prabha [et al] // *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. – 2019. – Vol. 8. – P. 457–472.

8. Vijayaraghavan, K. Bacterial biosorbents and biosorption / K. Vijayaraghavan, Y. S. Yun // *Biotechnology advances*. – 2008. – Vol. 26. – P. 266-291.
9. Miguel, Carmona-Cabello. Valorization of food waste based on its composition through the concept of biorefinery / Carmona-Cabello, Miguel, L. Isabel, David Leiva-Candia Garcia // *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*. – 2018. – Vol. 14. – P. 67-79.
10. Kostyleva, E. V. The use of proteolytic enzymes to obtain protein hydrolysates for food use from secondary raw materials / E. V. Kostyleva // *Nutrition Issues*. – 2023. – T. 92. – No. 1 (545). – pp. 116-132.
11. Bochkareva, E. V. Prospects for the use of sorbents based on plant raw materials for purifying water from toxicants / E. V. Bochkareva, K. A. Degtyareva, O. S. Voloshchenko // *Innovations in life sciences*. – 2023. – pp. 28-29.
12. Adewuyi, A. Chemically Modified Biosorbents and Their Role in the Removal of Emerging Pharmaceutical Waste in the Water System / A. Adewuyi // *Water*. – 2020. – Vol. 12. 1551.

УДК 338.45:664

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАМЕНЫ СЫРЬЯ В РЕЦЕПТУРЕ КЕКСА «СТОЛИЧНЫЙ» НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА

Пономарева Е.И., доктор технических наук,
Алехина Н.Н., доктор технических наук, Федорченко Н.Н., Никитина Л.А.
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
Российская Федерация, г. Воронеж

Аннотация. Актуальной проблемой в нынешнее время в пищевой промышленности является обеспечение безопасности продуктов питания, в том числе мучных кондитерских изделий. В последние годы разработано много новых рецептов кексов с применением нетрадиционного сырья. В ФГБОУ ВО «ВГУИТ» на кафедре ТХКМЗП установлено, что замена части ингредиентов в кексе «Столичный» (контроль) на нетрадиционное сырье позволила улучшить микробиологическую устойчивость изделий к плесени. Анализ микрофлоры продуктов показал, что кексы (опыт), содержащие обогатители, характеризовались меньшим количеством микроорганизмов по сравнению с контрольным образцом.

Ключевые слова: Кексы, нетрадиционное сырье, плесневение, микрофлора.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF REPLACING RAW MATERIALS IN THE RECIPE OF «STOLICHNY» CUPCAKE ON MICROBIOLOGICAL QUALITY INDICATORS

Ponomareva E.I., Doctor of Technical Sciences,
Alyokhina N.N., Doctor of Technical Sciences, Fedorchenko N.N., Nikitina L.A.
Voronezh State University of Engineering Technologies, Russian Federation, Voronezh

Abstract. An urgent problem in the food industry at the present time is ensuring the safety of food products, including flour confectionery products. In recent years, many new cupcake recipes have been developed using non-traditional raw materials. At the «VGUIT» Federal State Budgetary Educational Institution at the Department of THKMZP, it was found that replacing some of the ingredients in the «Stolichny» cupcake (control) with non-traditional raw materials allowed to improve the microbiological resistance of products to mold. The analysis of the microflora of the products showed that cupcakes (experiment) containing fortifiers were characterized by fewer microorganisms compared to the control sample.

Keywords: Cupcakes, non-traditional raw materials, mold, microflora.

Введение. Обеспечение безопасности продуктов питания является главной задачей пищевого производства. Микробиологическая обсемененность мучных кондитерских изделий тесно связана с повышением доли сырья, зараженного контаминантами микробного происхождения.

В последние годы большим спросом пользуются мучные кондитерские изделия с увеличенным сроком годности, хранящихся без создания специальных температурных условий, то есть при комнатной температуре. Основная проблема этих изделий – плесневение в процессе хранения, вызываемое грибами *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium* и др. В процессе жизнедеятельности микроскопических грибов вырабатываются микотоксины, оказывающие негативное воздействие на организм человека [1].

Поиск и применение экологически безопасных способов предупреждения микробиологической порчи мучных кондитерских изделий, продлевающих срок их хранения, является наиболее актуальной проблемой в пищевой промышленности.

Различные виды кексов пользуются большим спросом у современного населения, однако большинство мучных кондитерских изделий характеризуются низкой пищевой ценностью и высокой сахароемкостью. Актуальными разработками в нынешнее время являются технологии мучных кондитерских изделий с применением нетрадиционного

сырья. Введение в рецептуру кексов обогатителей, в химический состав которых входят витамины, макро- и микроэлементы, позволит получить готовые изделия с полезными нутриентами, повысить их пищевую ценность и снизить сахароемкость [2].

Цель работы: определение влияния замены ингредиентов в рецептуре кекса «Столичный» нетрадиционными видами сырья на микробиологическую устойчивость обогащенного изделия.

Объекты и методы исследования. В качестве сырья применяли: муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта (ГОСТ 26574-2017), муку пшеничную хлебопекарную обойную цельнозерновую (ГОСТ 26574-2017), муку из косточковых плодов (из гранатовых косточек) (ТУ 10.86.10-578-02068108-2022), масло сливочное (ГОСТ 32261-2013), масло подсолнечное с добавлением оливкового (ГОСТ 1129-2013), сахар белый (ГОСТ 33222-2015), патоку высокосахаренную (ГОСТ Р 55316-2012), гидрокарбонат натрия (ГОСТ 2156-76), уксус столовый (ГОСТ Р 56968-2016), соль пищевую (ГОСТ Р 51574-2018), яйцо куриное пищевое (ГОСТ 31654-2012).

Муку из гранатовых косточек получали методом дезинтеграционно – волнового помола на кафедре технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств ФГБОУ ВО «ВГУИТ». В муке из гранатовых косточек содержатся витамины Е, А, группы В, магний, пищевые волокна, фенольные кислоты, полифенолы, пуниковая кислота, полиненасыщенные жиры, флавоноиды, дубильные вещества и лигнаны, что необходимо для работы нервной системы и улучшения кровотока, восстановлению стенок сосудов [3, 4].

Мука пшеничная хлебопекарная обойная цельнозерновая богата антиоксидантами, в том числе селеном, которые защищают клетки организма от повреждения свободными радикалами, оптимизируют обменные процессы в организме, укрепляют иммунную систему и замедляют процессы старения. Также в муке содержится меньше усвояемых углеводов и больше белка по сравнению с пшеничной мукой высшего сорта, что способствует уменьшению уровня глюкозы в крови и снижению риска развития сахарного диабета. Цельнозерновая мука содержит растворимые пищевые волокна, которые помогают снизить уровень холестерина в крови и предотвратить развитие сердечно-сосудистых заболеваний. В состав муки входит комплекс витаминов группы В, который помогает защищать стенки сосудов от повреждения [5, 6, 7].

Высокосахаренная патока обладает чистым, сладким вкусом ввиду специфичности своего углеводного состава (общее содержание редуцирующих веществ составляет 55–65 %, соотношение глюкозы и мальтозы находится на уровне 30–40 %). Такая патока теряет антикристаллизационные свойства и характеризуется повышенной сладостью, сбраживаемостью, гигроскопичностью. Высокосахаренная патока в своем составе содержит в 3 раза меньше крупномолекулярных декстринов, чем обычная карамельная патока, благодаря чему обладает меньшей вязкостью. Использование высокосахаренной патоки при производстве джемов и начинок обеспечивает стабильность продукта за счет более низкого осмотического давления по сравнению с сахарозой, способствует предотвращению кристаллизации продукта, улучшению вкуса за счет снижения сладости и усиления фруктовых нот. Благодаря обеспечению дополнительного удерживания влаги, улучшению цвета и вкуса продукта за счет высокого количества сбраживаемых сахаров, частичного сглаживания вкуса сахарозаменителей, сахарозу заменяют высокосахаренной патокой при производстве мучных кондитерских изделий, хлеба типа «Бородинский», фруктовых пирогов и бисквитов, засахаренных фруктов, кваса и пива, безалкогольных напитков, ликероводочных изделий [8, 9, 10].

Подсолнечное масло с добавлением оливкового - самый богатый источник витамина Е, оно содержит много ненасыщенных и полиненасыщенных жиров. Продукт помогает предотвратить сердечно-сосудистые заболевания и снизить риск сердечного

приступа. Кроме того, подсолнечное масло с добавлением оливкового содержит лецитин, который снижает уровень холестерина в организме. Потребление подсолнечного масла помогает сохранить здоровье нервной системы. Ненасыщенные жирные кислоты, такие как омега-6 и омега-9, улучшают работу мозга, помогают сосредоточиться и восстанавливают ясность мысли [11, 12].

При проведении эксперимента в рецептуре контрольного образца № 1 кекса «Столичный» (ГОСТ 15052-2014) заменили часть муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта на муку пшеничную хлебопекарную обойную цельнозерновую и муку из гранатовых косточек (образец № 2). После приготовления теста, формовали тестовые заготовки, массой 0,060 кг методом отливки в формы и направляли на выпечку при температуре 180 °С в течение 18 ± 2 мин.

Стойкость кексов к плесневению определяли путем фиксации признаков появления колоний плесневых грибов на поверхности образцов изделий на протяжении 40 сут при температуре 24 ± 2 °С по шкале (таблица 1) [13].

Таблица 1

Шкала оценивания плесневения мучных кондитерских изделий

Признаки	Баллы
Отсутствуют	0
Присутствуют 1-2 одиночные колонии	1
Присутствуют 3-4 колонии	2
Присутствуют 5-10 колоний	3
Присутствуют 10-20 колоний	4
Присутствует более 20 колоний	5
Повреждено более 50 % поверхности изделия	6
Повреждено 70 % поверхности изделия	7
Повреждено 80 % поверхности изделия	8
Повреждено 90 % поверхности изделия	9
Вся поверхность изделия покрыта плесенью	10

Микрофлору кексов анализировали по количеству мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) по ГОСТ 10444.15-94, наличию плесени, дрожжей - по ГОСТ 10444.12-88.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе эксперимента было установлено, что первые признаки плесневения наблюдались в образце № 1 (контроль) на 28-е сут хранения; в образце № 2 (опыт) – на 36-е сут хранения (таблица 2). Через 36 сут хранения образец № 1 был покрыт плесенью в большей степени (степень плесневения 4 балла) по сравнению с образцом № 2 (степень плесневения 2 балла). На 40-е сут на контрольном образце присутствовало более 20 колоний (степень плесневения 5 баллов), в опытном образце наблюдалось около 12-14 колоний (степень плесневения 4 балла).

Выявлено, что количество МАФАнМ в процессе хранения кексов было меньше в опытном образце по сравнению с контролем. После 40 сут уровень микробиологического повреждения плесневыми грибами в кексах, содержащих нетрадиционные виды сырья, был на 17 % меньше, чем в кексе «Столичный» (рисунок).

Представленные данные указывают на то, что замена сырья в рецептуре кекса «Столичный» способствует подавлению жизнедеятельности плесневых грибов. Применение дезинтеграционно-волнового помола для получения муки из гранатовых косточек обеспечивает позитивные изменения физико-химического состояния продукта, в том числе микробиологического, за счет возникающих в камере дезинтегратора синхронизируемых условий взаимодействия электро-магнитного поля и вещества на атомно-молекулярном уровне [4].

Устойчивость кексов к плесневению

Продолжительность хранения, сут	Оценка уровня микробиологического повреждения плесневыми грибами образцов кексов			
	№ 1		№ 2	
	наличие признаков	баллы	наличие признаков	баллы
1-10	-	0	-	0
11-27	-	0	-	0
28	+	2	-	0
29-35	+	3	-	0
36	+	4	+	2
40	+	5	+	4

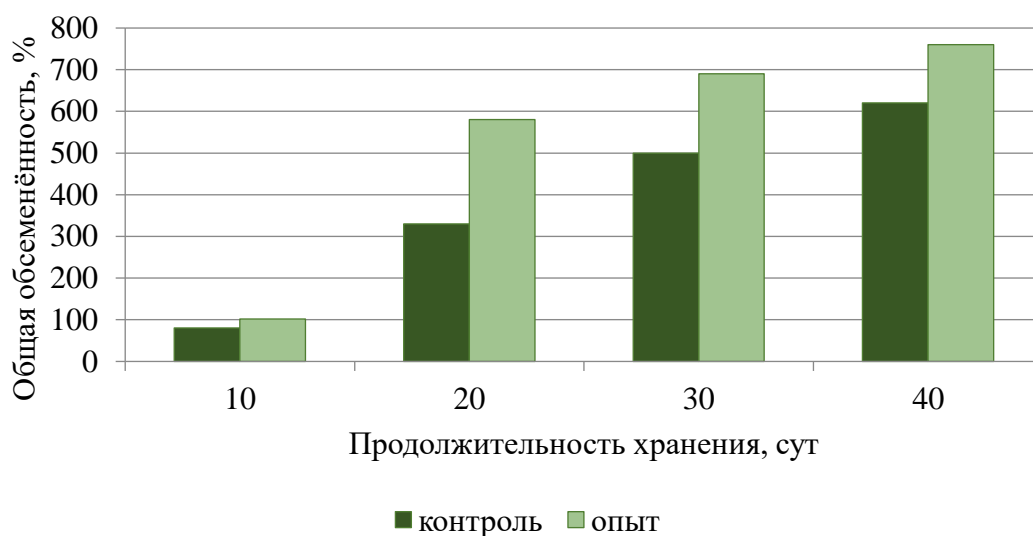


Рисунок. Изменение содержания МАФАНМ в изделиях в процессе хранения

Выводы. Таким образом было определено что, введение в рецептуру кекса нетрадиционных видов сырья (муки пшеничной хлебопекарной обойной цельнозерновой, муки из гранатовых косточек, масла подсолнечного с добавлением оливкового, патоки высокоосахаренной) не приводит к ухудшению микробиологических показателей и для данного вида изделия может быть установлен срок годности 40 сут с сохранением органолептических, физико-химических и микробиологических показателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жаркова, И. М. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества растительного сырья и пищевых продуктов. – Текст: непосредственный / И. М. Жаркова, Т. Н. Малютина – Воронеж : ВГУИТ, 2016. –171 с.
2. Пономарева, Е. И. Разработка новой рецептуры кексов повышенной ценности. – Текст: непосредственный / Е. И. Пономарева, С. И. Лукина, О. Б. Скворцова // Вестник ВГУИТ. - 2017. - Т. 79. - № 4. - С. 114-118.
3. Застрогина, Н. М. Применение дезинтеграционного метода помола в технологии хлеба для геродиетического питания. – Текст: непосредственный / Н. М. Застрогина, Е. И. Пономарева, В. Ю. Кустов, М. И. Макарова // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство : Международная научно-техническая конференция (заочная), Воронеж, 03–04 декабря 2013 года / Под общей редакцией Пономарева А. Н., Мельниковой Е. И. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2013. – С. 337.
4. Федорченко, Н. Н. Мука из косточковых плодов: показатели качества и перспектива использования. – Текст: непосредственный / Н. Н. Федорченко, Е. И. Пономарева, И. А. Бакаева, В. Ю. Кустов // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение : Сборник научных статей и докладов IX Международной научно-практической конференции, Воронеж, 15–17 декабря 2022 года. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2023. – С. 259-260.
5. Прихожаев, И. В. Особенности технологии производства хлеба из цельнозерновой муки. - Текст: непосредственный / И. В. Прихожаев, В. В. Смирнова // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: материалы Международной студенческой научной конференции. В 4-х томах. - 2020. - С. 339.
6. Брыксина, К. В. Перспективы использования нетрадиционного растительного сырья при производстве функциональных продуктов питания. - Текст: непосредственный / К. В. Брыксина, О. В. Перфилова // Наука и Образование. - 2020. - Т. 3. - № 4. - С. 126.
7. Белокурова, Е.В. Квалиметрическая оценка качества мучных кулинарных изделий с внесением цельнозерновой пшеничной муки. – Текст: непосредственный / Е.В. Белокурова, В.А. Маслова // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственного сырья: сб. науч. тр. – «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина». - Краснодар, 2016. - С. 285-288.
8. Патока: виды, свойства, цели использования. Электронный ресурс <http://foodtechnologist.ru/2016/12/16/patoka-vidy-svojstva-tseli-ispolzovaniya> / Дата обращения 01.04.2024
9. Крахмальные сиропы: виды и свойства. Электронный ресурс https://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=6700 / Дата обращения 01.04.2024
10. Пономарева, Е. И. Влияние высокоосахаренной патоки на черствение пшеничного хлеба с добавлением муки из овсяных отрубей. – Текст: непосредственный / Е. И. Пономарева, Г. О. Магомедов, С. И. Лукина, Е. А. Габелко // Хлебопродукты. – 2018. – № 4. – С. 50-51.
11. Казарова, И. Г. Разработка рецептуры кондитерского изделия, обогащённого растительными компонентами. – Текст: непосредственный / И. Г. Казарова, А. А. Закурдаева // Устойчивое развитие науки и образования. - 2018. - № 10. - С. 233-236.
12. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. / Под общ. ред. А.Г. Сергеева, Н.Л. Меламуда, Р.Л. - Л.: ВНИИЖ, 1985. Т. II. кн.1. -287с.
13. Алехина, Н. Н. Исследование влияния хмелевой композиции на микробиологические показатели качества хлеба из биоактивированного зерна пшеницы. – Текст: непосредственный / Н. Н. Алехина, Е. И. Пономарева, Н. В. Урывская // Хлебопродукты. – 2017. – № 6. – С. 60-61.

REFERENCES

1. Zharkova, I. M. Medical and biological requirements and sanitary standards for the quality of plant raw materials and food products. – Direct text / I. M. Zharkova, T. N. Malyutina – Voronezh : VGUIT, 2016. -171 p.
2. Ponomareva, E. I. Development of a new recipe for cupcakes of increased value. – Text: direct / E. I. Ponomareva, S. I. Lukina, O. B. Skvortsova // Bulletin of VGUIT. - 2017. - Vol. 79. - No. 4. - pp. 114-118.
3. Zastrogina, N. M. Application of the disintegration grinding method in bread technology for herodietic nutrition. – Text: direct / N. M. Zastrogina, E. I. Ponomareva, V. Y. Kustov, M. I. Makarova // Innovative technologies in the food industry: science, education and production : International Scientific and Technical Conference (correspondence), Voronezh, December 03-04, 2013 / Under the general editorship of Ponomarev A. N., Melnikova E. I. – Voronezh: Voronezh State University of Engineering Technologies, 2013. – p. 337.
4. Fedorchenko, N. N. Stone fruit flour: quality indicators and prospects of use. – Text: direct / N. N. Fedorchenko, E. I. Ponomareva, I. A. Bakaeva, V. Y. Kustov // Food security: scientific, personnel and information support : Collection of scientific articles and reports of the IX International Scientific and Practical Conference, Voronezh, December 15-17, 2022. – Voronezh: Voronezh State University of Engineering Technologies, 2023. – pp. 259-260.
5. Prikhozhaev, I. V. Features of the technology of bread production from whole grain flour. - Text: direct / I. V. Prikhozhaev, V. V. Smirnova // Gorin readings. Innovative solutions for agriculture: materials of the International Student Scientific Conference. In 4 volumes. - 2020. - p. 339.
6. Bryksina, K. V. Prospects for the use of non-traditional plant raw materials in the production of functional food products. - Text: direct / K. V. Bryksina, O. V. Perfilova // Science and Education. - 2020. - Vol. 3. - No. 4. - p. 126.
7. Belokurova, E.V. Qualimetric assessment of the quality of flour culinary products with the introduction of whole wheat flour. – Text: direct / E.V. Belokurova, V.A. Maslova // Modern aspects of production and processing of agricultural raw materials: collection of scientific tr. - "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin". - Krasnodar, 2016. - pp. 285-288.
8. Molasses: types, properties, purposes of use. Electronic resource <http://foodtechnologist.ru/2016/12/16/patoka-vidy-svoystva-tseli-ispolzovaniya/> / Date of application 04/01/2024
9. Starch syrups: types and properties. Electronic resource https://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=6700 / Date of application 04/01/2024
10. Ponomareva, E. I. The effect of highly sugared molasses on the staling of wheat bread with the addition of flour from oat bran. – Text: direct / E. I. Ponomareva, G. O. Magomedov, S. I. Lukina, E. A. Gabelko // Bread products. - 2018. – No. 4. – pp. 50-51.
11. Kazarova, I. G. Formulation development of confectionery enriched with vegetable components. – Text: direct / I. G. Kazarova, A. A. Zakurdaeva // Sustainable development of science and education. - 2018. - No. 10. - pp. 233-236.
12. Guidelines for the technology of production and processing of vegetable oils and fats. / Under the general editorship of A.G. Sergeev, N.L. Melamuda, R.L. - L.: VNIIZH, 1985. Vol. II. book 1. - 287с.
13. Alyokhina, N. N. Investigation of the effect of hop composition on microbiological indicators of bread quality from bioactivated wheat grain. – Text: direct / N. N. Alyokhina, E. I. Ponomareva, N. V. Uryvskaya // Bread products. - 2017. – No. 6. – pp. 60-61.

УДК 664.64.022.39

АНАЛИЗ И ТЕНДЕНЦИИ РЫНКА МАСЛОЖИРОВЫХ ПРОДУКТОВ

Рябинина Ю.А., Варивода А.А., кандидат технических наук

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,
Российская Федерация, г. Краснодар

Аннотация. Изучены основные тенденции на рынке майонезной и соусной продукции и выявлены предпочтения потребителей, которые склоняются в сторону органической и диетической продукции. Рассмотрены различные производители майонезной и соусной продукции, активно развивающийся ассортимент для различных категорий населения, в том числе и экзотические вкусы.

Ключевые слова: Соусная продукция, майонезная продукция, предпочтения потребителей, рынок, производители.

ANALYSIS AND TRENDS OF THE FAT AND OIL PRODUCTS MARKET

Ryabinina Yu.A., Varivoda A.A., PhD in Engineering

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russian Federation, Krasnodar

Abstract. The main trends in the market of mayonnaise and sauce products have been studied and the preferences of consumers who lean towards organic and dietary products have been identified. Various manufacturers of mayonnaise and sauce products, an actively developing assortment for various categories of the population, including exotic flavors, are considered.

Keywords: Sauce products, mayonnaise products, consumer preferences, market, manufacturers.

Отношение потребителей к различным видам соусов диаметрально противоположное: например, у сторонников здорового образа жизни майонез ассоциируется с вредной для здоровья пищей. Однако эта группа продуктов остается в повседневном употреблении среди людей широкого круга населения.

Ведущими отечественными и зарубежными учеными проведены исследования по разработкам и внедрению новых видов продуктов соусной группы с различными компонентами повышенной биологической ценности, с целью обогащения их нутриентного состава и удовлетворения потребностей современных потребителей.

Дальнейших исследований и анализа требует современное состояние рынка соусной продукции в контексте развития экономики в условиях глобализации производственных процессов.

Целью исследования является анализ проблем и определение перспектив развития производства соусной продукции, которая реализуется на рынке России.

В процессе исследования использованы методы анализа и синтеза, научного обобщения и сравнения данных научных источников (монографии, статьи отечественных и зарубежных ученых), а также открытых источников международной статистической информации, официальных данных Государственной службы статистики.

Современный рынок соусной продукции достаточно насыщенный, однако не имеет четкой структуры по сегментам.

Существует несколько категорий соусов они подразделяются на столовые и десертные, на холодные (кетчуп, томатный соус, горчица и т. п.), горячие (потребляются в разогретом виде и не требуют дополнительного приготовления), дрессинги (салатные заправки, соусы на жировой основе и прочее). Также существует классификация на соусы сладкие фруктовые и острые закусовые. Последние разделяют на белые (майонез и соусы на майонезной основе), красные (кетчупы и соусы на томатной основе), горчичные и соевые.

Спрос на соусную продукцию имеет сезонный характер и меняется в зависимости от вкусовых предпочтений потребителей. Зимой он растет на майонезы, летом – на майонезные и томатные соусы, кетчупы. Более 95 % взрослого населения потребляют разнообразные соусы, самыми популярными из которых являются майонез и кетчуп.

Основными факторами высокого уровня потребления соусов являются доступная цена, возможность улучшения вкусовых свойств готовых блюд, а также длительный срок хранения [1].

Уровень их потребления привязан к другим продуктам, поскольку они не являются самостоятельными блюдами. Соответственно, при уменьшении потребления мясных, рыбных, макаронных и других продуктов уменьшается и потребление соусов.

Наиболее распространенным, изготовленным в промышленных условиях, соусом является майонез. Его потребление в нашей стране достигает 2 кг на человека за год. Учитывая, что майонез относится к повседневным пищевым продуктам, именно этот соус занял место в потребительской корзине [2, 3]. По показателю жирности наибольший спрос до сих пор имеют майонезы с содержанием жира более 50 %.

Представителями этой группы майонезов согласно имеющейся ассортиментной являются «Провансаль», «Слобода», «Ряба», «Московский провансаль», Mr. Ricco и другие. Полнота ассортимента этого вида майонезов наибольшая, их удельный вес – 31,5 % общего объема производства.

Выпуск майонезов с содержанием жира не более чем 50% составляет 68,5% общего объема продаж. Причиной такого распределения спроса является тенденция к потреблению менее калорийных пищевых продуктов [3].

Спрос на майонезную продукцию с разнообразными добавками (овощные наполнители, пряности, ароматические вещества) на рынке составляет лишь 14% общего спроса на нее. Однако с каждым годом его объемы растут в среднем на 1,3 % [1].

На протяжении последних 7 лет наблюдается снижение объемов потребления майонезной продукции на душу населения. Одним из факторов уменьшения спроса на нее является низкая платежеспособность потребителей относительно приобретения продуктов, отвечающих экологическим стандартам. Например, потребители все чаще выбирают майонезную продукты с меньшей калорийностью, легкие соусы или совсем отказываются от их потребления. Другой фактор – развитие популярности заведений быстрого питания и, как следствие, рост спроса на новые, необычные вкусы соусной продукции.

Рынок майонезов, кетчупов и других соусов России является высококонкурентным. Стоит отметить, что основная конкуренция происходит только между отечественными производителями, поскольку зарубежная продукция занимает незначительную долю рынка. Итак, основная задача как для тех, что уже есть на рынке, так и для новых предприятий — это поиск свободных или быстрорастущих ниш для продвижения своей продукции. В то же время большие предприятия с помощью рекламы и маркетинга могут фактически создавать новые ниши, разрабатывая «новинки», тогда как для мелких предприятий продвижение нового продукта затруднено [2].

Высокая конкуренция на рынке вызывает рост долей рынка крупных предприятий и вытеснение более слабых конкурентов. Это связано с тем, что затраты на производство и реализацию продукции увеличиваются, рентабельность бизнеса снижается и на рынке остаются лишь компании, способные обеспечить большие объемы производства и реализации, предложить потребителям уникальный продукт.

Наибольшую долю рынка занимают майонезные соусы, второе место занимает производство кетчупов и томатных соусов, третье - горчицы, другие соусы имеют меньший спрос.

В общем, всех производителей майонезной продукции на отечественном рынке условно можно разделить на три группы: масложировые комбинаты работающие с советских времен, оборудование на них является изношенным, однако их торговые

марки давно известны потребителям, они удерживают 62,3 % всего рынка; новые компании с агрессивной политикой, которые занимают 26,7% рынка и достаточно быстро завоевали расположение потребителей; мелкие региональные фирмы, не имеющие собственных торговых марок, эта группа охватывает 11% рынка майонеза.

Как уже отмечалось, уровень конкуренции на отечественном рынке майонезов и соусов высокий, поэтому его операторы постоянно пересматривают предложения и оптимизируют ассортимент, реагируя на новые потребности и изменение спроса потребителей.

Проведенный анализ рынка соусной продукции подтверждает, что в современных условиях производителю невозможно быть успешным в этом сегменте, ограничиваясь выпуском традиционных продуктов: их покупают все меньше, как из-за распространения идеи здорового питания, так и пытаясь разнообразить вкусовые свойства пищи с помощью новых соусов.

Кроме того, зафиксирован высокий уровень конкуренции торговых марок соусной продукции на рынке. Эффективный выход новых участников на этот рынок возможен только в случае нахождения свободной или быстрорастущей ниши.

Основные пути к положительной динамике производства и потребления соусной продукции на рынке: расширение ассортимента благодаря «новым видам», повышение безопасности и качества майонезов и соусной продукции при использовании компонентов натурального происхождения, повышение тенденции здорового питания, изменение предпочтений потребителей.

В целом, рынок соусной продукции демонстрирует динамичное развитие и перспективы для роста, особенно при условии удовлетворении спроса потребителей на качественные и инновационные продукты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варивода, А.А. Перспективные направления расширения ассортимента соусной продукции / А.А. Варивода // Год науки и технологий 2021: Сборник тезисов по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 09–12 февраля 2021 года / Отв. за выпуск А.Г. Коцаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 286.
2. Новое направление в технологии соусов [Электронный ресурс]. URL: <https://tourism-book.com/pbooks/book-83/ru/chapter-3256>.
3. Технология эмульсионных продуктов питания специализированного назначения / С.М. Доценко, О.В. Скрипко, Н.Л. Богданов и др. // Пищевая промышленность. 2014. № 7. С. 37-41.

REFERENCES

1. Varivoda, A.A. Perspektivny`e napravleniya rasshireniya assortimenta sousnoj produkcii / A.A. Varivoda // God nauki i texnologij 2021 : Sbornik tezisov po materialam Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Krasnodar, 09–12 fevralya 2021 goda / Otv. za vy`pusk A.G. Koshhaev. – Krasnodar: Kubanskiy gosudarstvenny`j agrarny`j universitet imeni I.T. Trubilina, 2021. – S. 286.
2. Novoe napravlenie v texnologii sousov [E`lektronny`j resurs]. URL: <https://tourism-book.com/pbooks/book-83/ru/chapter-3256>.
3. Texnologiya e`mul`sionny`x produktov pitaniya specializirovannogo naznacheniya / S.M. Docenko, O.V. Skripko, N.L. Bogdanov i dr. // Pishhevaya promy`shlennost`. 2014. № 7. S. 37-41.

УДК 664.38

СОВРЕМЕННЫЕ ФЕРМЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Шевцова О.В.¹, Витман В.Е.²

¹ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,
Российская Федерация, г. Краснодар

² ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»,
Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

Аннотация. В данной статье рассмотрены перспективы развития хлебопекарной промышленности и использование современных ферментных препаратов для решения различных технологических задач, обогащения хлебобулочных изделий.

Ключевые слова: Ферментные препараты, хлебопекарная промышленность, хлебобулочные изделия

MODERN ENZYME PREPARATIONS FOR THE BAKERY INDUSTRY

Shevtsova O.V.¹, Vitman V.E.²

¹ Kuban State Technological University, Russian Federation, Krasnodar

² ITMO National Research University, Russian Federation, Saint-Petersburg

Abstract. This article discusses the prospects for the development of the bakery industry and the use of modern enzyme preparations to solve various technological problems, enrich bakery products.

Keywords: Enzyme preparations, bakery industry, bakery products

Введение. В настоящее время, в условиях непростой обстановки в мире, вызванной последствиями финансового кризиса и санкциями по отношению к России, хлебопекарная отрасль призвана гарантировать продовольственную сохранность страны, снабжая население необходимым количеством качественного хлеба и хлебобулочной продукции.

Хлебопекарная промышленность является одной из ведущих отраслей пищевой промышленности России. Хлеб - это уникальный продукт, содержащий практически все необходимые компоненты для поддержания здоровья и жизнедеятельности человека [6, 7].

Производство хлеба с использованием биологически активных смесей является перспективным направлением в хлебопекарной промышленности. Компоненты таких смесей могут обогащать хлеб полезными веществами и положительно влиять на технологию его производства. В современном хлебопечении основу биологически активных хлебопекарных смесей могут составлять различные физиологически полезные продукты [8].

Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители используются в современном хлебопечении в основном для улучшения качества и характеристик хлеба и других хлебобулочных изделий. Они могут иметь различное принцип действия и выполнять разные функции. Например, увеличивать объем и эластичность теста или улучшать структуру и увеличивать срок сохранения свежести хлебобулочных изделий. Также различные добавки могут увеличивать срок годности продукции, предотвращать образование плесени, снижать вероятность быстрого старения изделий, улучшать водопоглотительную способность муки. Кроме того, некоторые добавки и улучшители способны улучшать внешний вид и цвет хлеба, делая его более привлекательным для потребителей.

Целью данной работы стало исследование существующих на данный момент ферментных препаратов, используемых в хлебопекарной промышленности, их основное действие и способы применения.

Результаты и обсуждение исследований.

В современном хлебопечении широко применяются пищевые добавки и хлебопекарные улучшители различного принципа действия для:

- стабилизации качества пшеничной и ржаной муки;
- повышения качества готовых изделий;
- расширения ассортимента хлебобулочных изделий;
- совершенствования технологий производства хлебобулочных изделий;
- снижение себестоимости изделий.

Согласно ГОСТ 32677-2014 «Изделия хлебобулочные. Термины и определения.» хлебопекарный улучшитель – это пищевая добавка (или смесь пищевых добавок), улучшающая свойства теста и качество хлебобулочных изделий [9].

Согласно ГОСТ Р 51074-2003 Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования. под пищевой добавкой понимается химическое или природное вещество, не применяемое в чистом виде как пищевой продукт или типичный ингредиент пищи, которое преднамеренно вводится в пищевой продукт при его обработке, переработке, производстве, хранении или транспортировании (независимо от его питательной ценности) как дополнительный компонент, оказывающий прямое или косвенное воздействие на характеристики пищевого продукта [10].

Качество хлебобулочной продукции зависит от состава и свойств муки, активности ее природных ферментов. Недостаток ферментативной активности может приводить к технологическим затруднениям: образованию расплывчатого теста, снижению пористости мякиша, уменьшению объема выпечки, быстрому черствению готовой продукции.

Устранить подобные проблемы возможно путем дополнительного внесения моноферментов и их комплексов, которые благодаря синергизму действия изменяют биотехнологические свойства теста и полуфабрикатов в заданном технологическом качестве [11].

Ферментные препараты, используемые в процессе хлебопечения, в основном состоят из амилотических ферментов, которые обладают небольшой протеолитической активностью. Эти ферменты получают из плесневых грибов. Амилотические ферменты плесневых грибов, включая альфа-амилазу, отличаются от ферментов, содержащихся в зерне. Эффективность действия препаратов зависит от типа катализируемой реакции, состава сред, рН, температуры, присутствия активаторов и ингибиторов, то есть факторов, которые влияют на активность ферментов в определенной среде, позволяют их рационально использовать при реализации технологических процессов [1, 5].

В хлебопекарном производстве используют ферменты следующих групп:

1. Амилазы. Это одни из наиболее популярных ферментных препаратов. Амилазы являются группой ферментов, которые разлагают крахмал на простые сахара. Они ускоряют процесс ферментации, дают хлебу необходимую мягкость и свежесть, увеличивают объем изделий, придают мягкость мякишу, усиливают вкус и аромат хлеба, придают корочке румяный цвет.

2. Протеазы. Разлагают белки на более простые компоненты, что позволяет улучшить структуру и подъемность теста. Применение протеазы также способствует более равномерному созреванию теста и повышению его термостабильности. Протеазы «ослабляют» структуру теста с короткорвущейся клейковиной. Протеолитические комплексы улучшают характеристики продукции с высокой пищевой ценностью. Ферменты для кондитерских изделий повышают качество выпечки из бездрожжевого слоеного теста.

3. Липазы. Стабилизируют жировой комплекс муки. При использовании липазы удлиняется срок хранения мучных изделий, замедляется процесс черствения, улучшается структурно-механических показателей выпечки, укрепление клейковины и текстуру мякиша, сокращается доля жиросодержащего сырья при производстве без ущерба для качества продукции, ускоряется процесс брожения теста, увеличивается удельный объема и пористость выпечки. Липаза также влияет на свойства обработки теста, поэтому она используется в хлебопекарной промышленности для улучшения стабильности теста, улучшения структуры мякиша, а также для увеличения объема хлеба и булочки на пару.

4. Ксиланазы (разлагают клетчатку). Внесение ксиланазы позволяет модифицировать некрахмальные полисахариды второго порядка – нерастворимые арабиноксиланы в растворимые арабиноксиланы, что способствует формированию улучшенной структуры клейковины, повышению ее газодерживающей способности, улучшению объема хлеба и его пористости.

5. Глюкозооксидаза (разлагают органические соединения). Ферменты укрепляют клейковину, улучшают реологические свойства теста, повышает формоустойчивость и стабильность теста, снижает липкость тестовых заготовок. Мякиш изделий получается более светлым, с тонкими стенками пор [2, 4].

Комбинированное использование этих ферментных препаратов позволяет достичь оптимальных результатов в процессе приготовления хлеба.

Ферментные препараты должны удовлетворять требованиям пищевой безопасности (ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств»). Что касается микробных ферментных препаратов - они требуют тщательного химического, микробиологического и токсикологического контроля [3, 12].

Вывод: при анализе научных исследований было выявлено, что использование ферментных препаратов в хлебопекарной промышленности позволяет повысить качество готовых изделий за счет увеличения объема, повышения сроков свежести и сохранности продукта, улучшения органолептических (потребительских) свойств. Однако все пищевые добавки и улучшители требуют строгого соблюдения рекомендаций и нормативов, чтобы гарантировать безопасность и качество продукции. Ферменты должны быть сертифицированы и соответствовать нормам и стандартам, установленным уполномоченными органами. Чтобы обеспечить качество и безопасность хлебопекарных изделий, соответствующие органы государственного контроля и сертификации должны регулярно проводить проверки и контроль производства, а также устанавливать определенные нормы и требования к использованию пищевых добавок и улучшителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бисчокова Ф. А., Шогенова И. Б. Использование комплексных хлебопекарных улучшителей в приготовлении хлеба из пшеничной муки высшего сорта // Проблемы развития АПК региона. 2019. № №38. С. 252–256.
2. Донченко Л. В. [и др.]. Пищевая химия. Добавки: учебное пособие для среднего профессионального образования / Л. В. Донченко, Н. В. Сокол, Е. В. Щербакова, Е. А. Красноселова, 2-е изд., испр. и доп.-е изд., Москва: Издательство Юрайт, 2024. 223 с.
3. Донченко Л. В., Надыкта В. Д. Безопасность пищевой: учебник для вузов // Л. В. Донченко, В. Д. Надыкта, 4-е изд., перераб. и доп.-е изд., Москва: Издательство Юрайт, 2024. 452 с.
4. Нелюбина Е. В. [и др.]. Использование ферментных препаратов в качестве компонентов биологически активной хлебопекарной смеси – Грейн Ингредиент 2020.
5. Попов М. В. Технологические решения производства пшеничной муки целевого назначения для хлебобулочных и мучных кондитерских изделий 2008. С. 181.
6. Сырвачева Е. В., Мичурина Ф. З. Современное состояние рынка хлебопечения России // Universum: экономика и юриспруденция. № 101 (№2). С. 8–10.
7. Тарасенко Н. А., Баранова З. А. Современные исследования в нутрициологии и профилактике нерационального питания // Известия вузов. Пищевая технология. 2016. № №4. С. 6–9.
8. Биологически активная добавка к пище, имеющая цитопротективные свойства - патент РФ 2282999 - Никонович С.Н., Тимофеев Т.И., Шахрай Т.А., Гринь Н.Ф., Муратов В.А., Гринь А.В.
9. ГОСТ 32677-2014 Изделия хлебобулочные. Термины и определения.
10. ГОСТ Р 51074-2003 Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования.
11. Ферменты для хлебобулочной промышленности | Пекарские ферменты и препараты для производства — Фермент [Электронный ресурс]. URL: https://fermentpark.com/catalog/industry/food_industry/bakery/ (Дата обращения: 04.05.2024).
12. ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».

REFERENCES

1. Bischokova F. A., Shogenova I. B. The use of complex baking improvers in the preparation of bread from wheat flour of the highest grade // Problems of the development of the agroindustrial complex of the region. 2019. No.38. С. 252-256.
2. Donchenko L. V. [et al.]. Food chemistry. Supplements: a textbook for secondary vocational education / L. V. Donchenko, N. V. Sokol, E. V. Shcherbakova, E. A. Krasnoselova, 2nd ed., ispr. and add.2nd ed., Moscow: Yurai Publishing House, 2024. 223 p.
3. Donchenko L. V., Nadykta V. D. Food safety: textbook for universities // L. V. Donchenko, V. D. Nadykta, 4th ed., reprint. and add.2nd ed., Moscow: Yurait Publishing House, 2024. 452 p.
4. Nelyubina E. V. [et al.]. The use of enzyme preparations as components of a biologically active baking mixture – Grain Ingredient 2020.
5. Popov M. V. Technological solutions for the production of wheat flour for bakery and flour confectionery products 2008. С. 181.
6. Syrvasheva E. V., Michurina F. Z. The current state of the Russian bakery market // Universum: economics and jurisprudence. No. 101 (No. 2). С. 8-10.
7. Tarasenko N. A., Baranova Z. A. Modern research in nutrition and prevention of irrational nutrition // News of universities. Food technology. 2016. No.4. С. 6-9.
8. Biologically active food additive having cytoprotective properties - patent of the Russian Federation 2282999 - Nikonovich S.N., Timofeenko T.I., Shakhray T.A., Grin N.F., Muratov V.A., Grin A.V.
9. GOST 32677-2014 Bakery products. Terms and definitions.
10. GOST R 51074-2003 Food products. Information for the consumer. General requirements.
11. Enzymes for the bakery industry | Bakery enzymes and preparations for production — Enzyme [Electronic resource]. URL: https://fermentpark.com/catalog/industry/food_industry/bakery/ / (Date of application: 05/04/2024).
12. TR CU 029/2012 "Safety requirements for food additives, flavorings and processing additives".

Секция 2

Развитие ассортимента пищевых продуктов, в том числе функционального и специализированного назначения

УДК 641.85:581.13

ВЛИЯНИЕ БИОАКТИВИРОВАННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПЕЧЕНЬЯ ОВСЯНОГО

Алехина Н.Н., доктор технических наук, доцент,
Пономарева Е.И., доктор технических наук, профессор,
Андреанова Т.С., Комогорова А.А.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
Российская Федерация, г. Воронеж

***Аннотация.** В статье изучали влияние биоактивированной пшеницы, измельченной дезинтеграционно-волновым способом, на содержание пищевых волокон и антиоксидантов в печенье овсяном. Выявлено, что образец печенья с биоактивированным зерном пшеницы характеризовался большим содержанием пищевых волокон и антиоксидантов. Применение обогатителя в его технологии позволит вырабатывать печенье овсяное функционального назначения.*

***Ключевые слова:** Биоактивированная пшеница, обогатитель, пищевые волокна, антиоксиданты, печенье функционального назначения*

INFLUENCE OF BIOACTIVATED WHEAT GRAIN ON THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF COOKIES OATMEAL

Alekhina N.N., Grand PhD in Engineering, Associate Professor,
Ponomareva E.I., Grand PhD in Engineering, Professor,
Andreanova T.S., Komogorova A.A.

FSBEI HE «Voronezh State University of Engineering Technologies», Russian Federation, Voronezh

***Annotation.** The article studied the effect of bioactivated wheat, crushed by disintegration-wave method, on the content of dietary fiber and antioxidants in oatmeal cookies. It was revealed that a sample of cookies with bioactivated wheat grain was characterized by a high content of dietary fiber and antioxidants. The use of a fortifier in its technology will make it possible to produce oatmeal cookies for functional purposes.*

***Keywords:** Bioactivated wheat, fortifier, dietary fiber, antioxidants, functional biscuits*

Введение. В настоящее время в соответствии со Стратегией повышения качества пищевой продукции в РФ до 2030 г важным направлением является разработка технологий, направленных на повышение качества продуктов и обеспечение принципов здорового питания. Преобладание в пищевом рационе продуктов с низким содержанием антиоксидантов ослабляет иммунитет, что ведет к росту патологических процессов и преждевременному старению. Достаточно много антиоксидантов содержится в источниках функциональных пищевых ингредиентах из зерновых культур, плодов и овощей.

Мучные кондитерские изделия характеризуются в большинстве недостаточным содержанием биологически активных веществ, в том числе пищевых волокон, играющих важную роль в физиологии питания человека. Разработка и внедрение новейших технологий мучных кондитерских изделий с использованием функциональных ингредиентов способствует повышению пищевой ценности готовых изделий [1, с. 164].

Одним из вариантов решения вопросов ее повышения и придания функциональных свойств мучным кондитерским изделиям является внесение в их рецептуру пищевых волокон с обогатителями растительного происхождения, в том числе биоактивированным зерном злаковых и бобовых культур.

Овсяное печенье – одно из популярных мучных кондитерских изделий. Для расширения его ассортиментной линейки в рецептуру добавляют изюм, пукаты, орехи, кокосовую стружку, шоколад, кунжут и т. д. При этом сведений о применении в технологии овсяного печенья пророщенного зерна недостаточно.

Цель работы – исследование влияния биоактивированного зерна пшеницы на функциональные свойства печенья овсяного.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись образцы печенья овсяного: № 1 – контроль (на основе муки пшеничной высшего сорта); № 2 – на основе биоактивированной пшеницы (предварительно высушенное зерно пророщенной пшеницы измельчали на дезинтеграторе). В образце № 2 муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта полностью заменяли биоактивированной пшеницей. В изделиях определяли содержание антиоксидантов на жидкостном хроматографе «ЦветЯуза-01-АА» (НПО «Химавтоматика», РФ), пищевых волокон по ГОСТ Р 54014-2010 и оценивали степень удовлетворения суточной потребности расчетным путем [2, с. 219].

Результаты исследований и их обсуждение

На основе анализа по определению содержания пищевых волокон в образцах печенья было выявлено, что в опытном образце их количество было выше в 2,1 раза (рисунок 1). В результате расчета степени удовлетворения суточной потребности организма человека в определяемом нутриенте было установлено, что печенье овсяное с биоактивированным зерном пшеницы относится к изделиям функционального назначения за счет значимого содержания пищевых волокон.

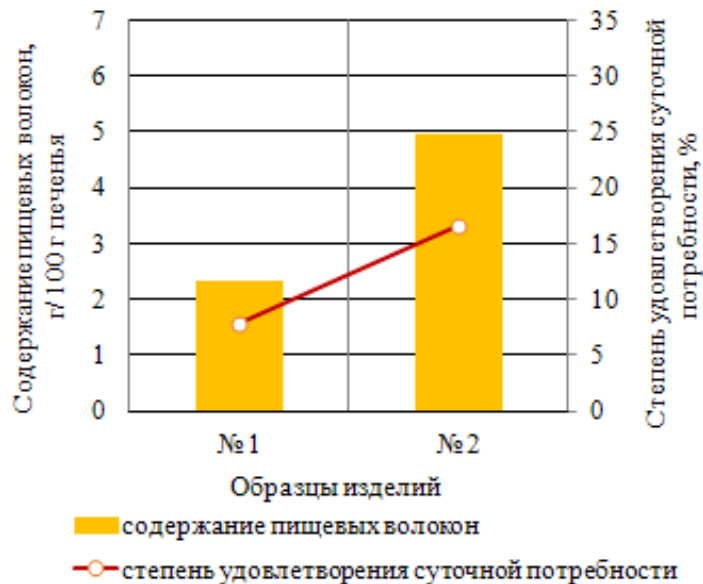


Рисунок 1. Содержание пищевых волокон в разных образцах печенья овсяного и степень удовлетворения в них суточной потребности

Выявлено, что в опытном образце содержание антиоксидантов было больше на 3 мг/100 г больше, чем в контрольном образце (рисунок 2). Большая антиоксидантная активность образца № 2 объясняется наличием в его рецептуре биоактивированного зерна пшеницы, содержащего в 3,2 раза больше антиоксидантов по сравнению с мукой высшего сорта. Ранее установлено, что в пророщенной зерновке образуются мощные антиоксиданты (биофлаваноиды, витамин Е) и высвобождается цинк из связанного состояния при воздействии на фитин эндогенной фитазы зерна. Известно, что данный

микроэлемент входит в состав фермента супероксиддисмутазы, обладающего антиоксидантным действием [3, с. 327].

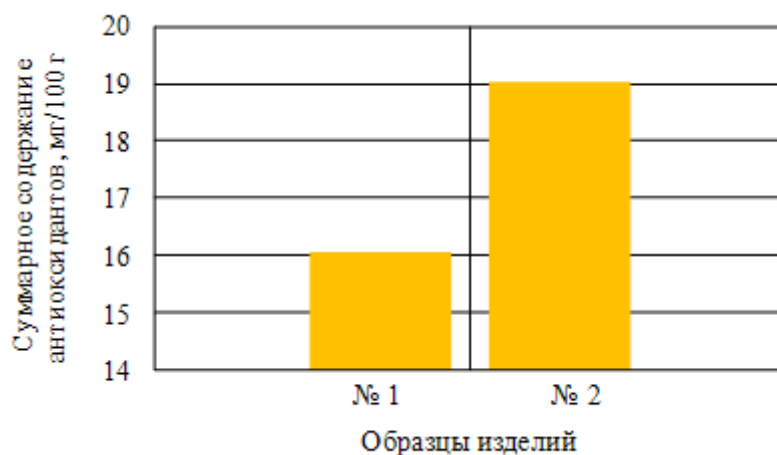


Рисунок 2. Суммарное содержание антиоксидантов в изделиях в пересчете на абсолютно сухую массу

Выводы. В результате проведенных исследований рекомендовано в качестве обогатителя пищевыми волокнами и антиоксидантами в технологии печенья овсяного применять зерно биоактивированной пшеницы взамен муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта. Применение его позволит увеличить выработку изделий, способствующих сохранению и укреплению здоровья населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Погорелова, Н. А. Разработка технологии овсяного печенья с функциональными ингредиентами / Н. А., Погорелова, И. А. Жигульская, С. Е. Белкина // Вестник Омского ГАУ, 2017. - № 3 (27). – С. 164 - 171.
2. Практикум по общей технологии отрасли (оценка качества сырья): учебное пособие / Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, С.И. Лукина [и др.]. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2017. - 300 с.
3. Оценка функциональных свойств и показателей безопасности зернового хлеба с амарантовой мукой / Н. Н. Алехина, Е. И. Пономарева, И. М. Жаркова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. - 2021. - № 51 (2) – С. 323–332.

REFERENCES

1. Pogorelova, N. A. Razrabotka tekhnologii ovssyanogo pechen'ya s funkcional'nymi ingredientami [Development of technology for oatmeal cookies with functional ingredients] / N. A., Pogorelova, I. A. Zhigul'skaya, S. E. Belkina // Vestnik Omskogo GAU, 2017. - № 3 (27). – S. 164 - 171.
2. Praktikum po obshchej tekhnologii otrasli (ocenka kachestva syr'ya): uchebnoe posobie [Workshop on general technology of the industry (assessment of the quality of raw materials): textbook] / E.I. Ponomareva, N.N. Alekhina, S.I. Lukina [i dr.]. – Voronezh : Izdatel'sko-poligraficheskij centr «Nauchnaya kniga», 2017. - 300 s.
3. Ocenka funkcional'nyh svojstv i pokazatelej bezopasnosti zernovogo hleba s amarantovoj mukoj [Assessment of functional properties and safety indicators of grain bread with amaranth flour] / N. N. Alekhina, E. I. Ponomareva, I. M. Zharkova [i dr.] // Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv. - 2021. - № 51 (2) – S. 323–332.

УДК 664.66

ВЛИЯНИЕ ШРОТА РАСТОРОПШИ НА КАЧЕСТВО ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА

Ахметзянова М.А., Маслов А.В., Мингалеева З.Ш., доктор технических наук
 ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
 Российская Федерация, г. Казань

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по применению шрота расторопши в концентрациях 4%, 8%, 12% взамен муки в технологии хлеба из пшеничной муки первого сорта. Произведена оценка качества полученных образцов изделий по органолептическим, физико-химическим показателям и пищевой ценности. На основании исследований доказано, что внесение шрота расторопши в рецептуру пшеничного хлеба целесообразно в связи с положительным влиянием добавки на показатели качества и пищевую ценность готовых изделий.

Ключевые слова: функциональные продукты, шрот расторопши, хлеб, пищевая ценность, пористость, удельный объем.

INFLUENCE OF VEGETABLE ADDITIVE ON THE QUALITY OF WHEAT BREAD

Akhmetzyanova M.A., Maslov A.V., Mingaleeva Z.Sh., Grand PhD in Engineering
 Kazan National Research Technological University, Russian Federation, Kazan

Abstract. The article presents the results of research on the use of milk thistle meal in concentrations of 4%, 8%, 12% instead of flour in the technology of bread made from wheat flour of the first grade. The quality of the obtained product samples was assessed according to organoleptic, physico-chemical parameters and nutritional value. Based on research, it has been proved that the introduction of milk thistle meal into the formulation of wheat bread is advisable due to the positive effect of the additive on the quality indicators and nutritional value of finished products.

Keywords: functional products, milk thistle meal, bread, nutritional value, porosity, specific volume.

Введение. Шрот расторопши – это перемолотые семена травянистого растения из семейства Астровых (лат. *Silybum marianum*), оставшиеся после холодного отжима масла. Полученный таким образом порошок расторопши богат клетчаткой, которая стимулирует работу кишечника и служит питательной средой для развития в нем полезной микрофлоры. В семенах расторопши содержатся флавоноиды, флавонолигнаны, алкалоиды, сапонины, белки, жирные масла, жирорастворимые витамины (А, Д, Е, К), смолы, тирамин, слизи, гистамин, а также макро- и микроэлементы: магний, калий, кальций, хром, йод, селен, ванадий и стронций. Шрот расторопши – натуральный антиоксидант и мощное оздоравливающее средство. Данный продукт содержит комплекс витаминов и микроэлементов, в том числе силимарин, который стимулирует регенерацию клеток печени и выступает в качестве гепатопротектора. Среди жирных кислот в шроте расторопши обнаружены линолевая, олеиновая, пальмитиновая, стеариновая, арахидовая и бегеновая кислоты, участвующие в регулировании уровня инсулина в крови и предупреждающие развитие сахарного диабета. Кроме того, шрот расторопши содержит витамин Е, который повышает тонус и эластичность кожи. Выявлено, что благодаря содержанию растительных флаволигнанов, обладающих мощными антиоксидантными и гепатопротекторными свойствами, расторопша эффективно действует при проблемах с печенью: гепатите, дистрофии и циррозе. Авторами [1-6] установлена возможность практического использования шрота расторопши и других растительных добавок для производства мучных изделий лечебной и профилактической направленности.

Цель исследования – изучение возможности использования шрота расторопши в качестве рецептурного компонента при производстве хлеба из пшеничной муки первого

сорта. Исследования проводили в Казанском национальном исследовательском технологическом университете на кафедре Технологии пищевых производств.

Пробные лабораторные выпечки хлебобулочных изделий проводили в соответствии ГОСТ 27669-88. Тесто для изделий замешивали по рецептуре хлеба пшеничного из муки первого сорта.

Объект исследований – пшеничный хлеб с добавлением шрота расторопши. Варианты опытов:

1 – хлеб из муки пшеничной первого сорта, по показателям качества соответствующий требованиям ГОСТ Р 58233-2018 (контроль);

2 – хлеб с внесением шрота расторопши в количестве 4 % взамен муки;

3 – хлеб с внесением шрота расторопши в количестве 8 % взамен муки;

4 – хлеб с внесением шрота расторопши в количестве 12 % взамен муки.

Процесс тестоведения вели однофазным (безопарным) способом. В опытные образцы вносили изучаемую растительную добавку на стадии замеса теста, в контрольные образцы добавку не вносили. Замес производили в лабораторной тестомесильной машине интенсивного действия. Продолжительность брожения теста составляла 170 минут при температуре 30-32 °С. По окончании брожения тесто делили на куски, помещали в смазанные растительным маслом формы и отправляли на расстойку при температуре 35 °С и относительной влажности воздуха 80-85 %, далее производили выпечку при температуре 200-220 °С в течение 40 минут.

Готовые изделия анализировали через 24 часа по общепринятым методикам: кислотность определяли по ГОСТ 5670-96, влажность мякиша – по ГОСТ 21094-2022, удельный объем хлеба – расчетным методом путем деления величины его объема на массу. Органолептическая оценка хлеба включала следующие показатели: поверхность и цвет корки, форма, состояние мякиша, вкус и запах.

Результаты и обсуждение.

Результаты органолептических и физико-химических показателей готовых изделий приведены в таблице 1. Наивысший оценочный балл соответствовал Варианту 2 (19,75 балла), количество баллов Варианта 3 приближено к баллам контрольного образца (Вариант 1). Все образцы имели правильную форму, ровную гладкую поверхность, эластичный мякиш, тонкостенную равномерную пористость, приятный вкус и аромат.

Сниженный оценочный балл Варианта 4 связан с ухудшением вкуса и аромата: в изделиях установлено наличие постороннего привкуса, характерного для используемой добавки, а также следов минеральных примесей при разжевывании. Кроме того, цвет корок и мякиша данного образца хлебобулочного изделия характеризовался как более темный по сравнению с остальными образцами.

Полученные результаты свидетельствуют об увеличении удельного объема изделий, замешанных по рецептурам Вариантов 2 и 3, на 1,6 % и 4,0 % соответственно, по сравнению с контрольными образцами, у Варианта 4 наблюдалось снижение удельного объема на 2 % по отношению к контролю. С увеличением концентрации добавки кислотность не изменялась, при этом влажность готовых изделий изменялась незначительно.

Таблица 1

Влияние растительной добавки на органолептические и физико-химические показатели готовых изделий

Наименование показателя	Вариант 1 (Контроль)	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Органолептические показатели				
Форма	правильная, соответствующая форме, в которой проводилась выпечка, с несколько выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов			
Поверхность	гладкая, ровная, без крупных трещин и подрывов			
Цвет	золотистый	светло-золотистый	светло-золотистый	темно-золотистый
Состояние мякиша:				
пропеченность	пропеченный, не влажный на ощупь, без комочков и следов непромеса			
пористость	развитая, без пустот и уплотнений			
Вкус	свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса		свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса, присутствуют следы добавки	
Запах	свойственный данному виду изделия, без постороннего запаха			
Органолептическая оценка, балл	19,5	19,75	18,25	16,25
Физико-химические показатели				
Пористость, %	75,3	75,8	76,0	76,4
Удельный объем, см ³ /100 г	247	251	257	242
Кислотность, град	3,0±0,2	3,0±0,2	3,0±0,2	3,0±0,2
Влажность, %	40,4±0,5	39,6±0,5	41,2±0,5	41,6±0,5

В таблице 2 приведены данные о влиянии шрота расторопши на пищевую и энергетическую ценность хлеба из пшеничной муки первого сорта.

Таблица 2

Влияние растительной добавки на пищевую и энергетическую ценность хлебобулочных изделий

Наименование показателя	Вариант 1 (Контроль)	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Белок, г/100 г	7,61	7,50	7,40	7,30
Жир, г/100 г	0,88	1,11	1,33	1,52
Сырая клетчатка, г/100 г	1,10	1,73	2,32	2,84
Усвояемые углеводы, г/100 г	45,55	42,32	39,38	36,68
Энергетическая ценность, ккал/100 г	222,76	212,73	203,73	195,28

Расчет пищевой и энергетической ценности хлебобулочных изделий (таблица 2) показал, что внесение в рецептуру изделий шрота расторопши способствует снижению содержания в готовых изделиях белков в среднем на 2,8 % и усвояемых углеводов – на 13,4 % по сравнению с контролем, однако при этом возрастает содержание жира в среднем на 50 % и сырой клетчатки – на 131,6 % по отношению к контролю. Следует отметить, что внесение шрота расторопши в исследуемых концентрациях способствует снижению энергетической ценности изделий в среднем на 18,8 ккал/100 г по сравнению с изделиями без внесения добавки, что является преимуществом данных образцов хлеба в связи с распространением тенденции на снижение энергетической ценности рациона питания в условиях общего тренда на здоровый образ жизни.

На основании полученных данных можно сделать вывод о целесообразности и перспективности использования шрота расторопши в технологии пшеничного хлеба. Установлено положительное влияние данной добавки в концентрациях 4 %, 8 % и 12 % взамен муки на качество хлеба из пшеничной муки первого сорта: готовые изделия обладали органолептическими и физико-химическими показателями качества, удовлетворяющими требованиям ГОСТ Р 58233-2018. Кроме того, по показателям пористость и удельный объем данные изделия превосходили образцы хлеба, произведенные без внесения шрота расторопши.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багаутдинов, И.И. Технологические свойства мучных кондитерских изделий со шротом плодов расторопши пятнистой / И. И. Багаутдинов, И. Т. Гареева, И. Р. Фахретдинов, А. Н. Гусев // Хлебопродукты. – 2023. – № 12. – С. 65-69.
2. Грабилова, В. С. Пшеничный хлеб с шротом расторопши / В. С. Грабилова, Е. С. Михайлов, С. А. Михайлова // Пищевая индустрия в современных условиях: тренды и инновации : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Орел, 19 апреля 2023 года. Том Выпуск 2. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2023. – С. 58-62.
3. Пашенко Л.П. Шрот расторопши пятнистой в хлебобулочных изделиях / Л. П. Пашенко, Т. В. Санина, В. Л. Пашенко [и др.] // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 7. – С. 15-19.
4. Стамбулов, Р. Н. Влияние муки из расторопши на качество хлебобулочных изделий / Р. Н. Стамбулов, С. Д. Бушмакин // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: Сборник материалов LIII Международной студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 29 марта 2019 года. Том Часть 2. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2019. – С. 100-105.
5. Цаприлова, С.В. Расторопша пятнистая: химический состав, стандартизация, применение [Текст] / С.В. Цаприлова, Р.А. Радионова // Вестник формации. – 2008. – №3. – С. 92–104.
6. Effects of a plant-based additive on the properties of flour and dough during fermentation / A. V. Maslov, Z. Sh. Mingaleeva, T. A. Yamashev, O. V. Starovoitova // Food Processing: Techniques and Technology. – 2023. – Vol. 53, No. 2. – P. 347-356.

REFERENCES

1. Bagautdinov, I.I. Tekhnologicheskiye svoystva muchnykh konditerskikh izdeliy so shrotom plodov rastoropshi pyatnistoy / I. I. Bagautdinov, I. T. Gareyeva, I. R. Fakhretdinov, A. N. Gusev // Khleboprodukty. – 2023. – № 12. – S. 65-69.
2. Grabilova, V. S. Pshenichnyy khleb s shrotom rastoropshi / V. S. Grabilova, Ye. S. Mikhaylov, S. A. Mikhaylova // Pishchevaya industriya v sovremennykh usloviyakh: trendy i innovatsii : sbornik nauchnykh statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Orel, 19 aprelya 2023 goda. Tom Vypusk 2. – Orel: Orlovskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet imeni N.V. Parakhina, 2023. – S. 58-62.
3. Pashchenko L.P. Shrot rastoropshi pyatnistoy v khlebobulochnykh izdeliyakh / L. P. Pashchenko, T. V. Sanina, V. L. Pashchenko [i dr.] // Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii. – 2007. – № 7. – S. 15-19.
4. Stambulov, R. N. Vliyaniye muki iz rastoropshi na kachestvo khlebobulochnykh izdeliy / R. N. Stambulov, S. D. Bushmakin // Aktual'nyye voprosy nauki i khozyaystva: novyye vyzovy i resheniya: Sbornik materialov LIII Mezhdunarodnoy studencheskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Tyumen', 29 marta 2019 goda. Tom Chast' 2. – Tyumen': Gosudarstvennyy agrarnyy universitet Severnogo Zaural'ya, 2019. – S. 100-105.
5. Tsaprilova, S.V. Rastoropsha pyatnistaya: khimicheskiy sostav, standartizatsiya, primeneniye [Tekst] / S.V. Tsaprilova, R.A. Radionova // Vestnik formatsii. – 2008. – №3. – S. 92–104.
6. Effects of a plant-based additive on the properties of flour and dough during fermentation / A. V. Maslov, Z. Sh. Mingaleeva, T. A. Yamashev, O. V. Starovoitova // Food Processing: Techniques and Technology. – 2023. – Vol. 53, No. 2. – P. 347-356.

УДК 633.854.434: 664.38: 664.87

ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КРАХМАЛОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Бызов В.А., кандидат сельскохозяйственных наук, **Кузина Л.Б.**,
Быкова С.Т., кандидат технических наук, **Калинина Т.Г.**, кандидат технических наук
*ВНИИ крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья -
филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»,
Российская Федерация, Московская область, г.о. Люберцы*

***Аннотация.** Основной задачей пищевой промышленности является удовлетворение потребности населения в высококачественных продуктах питания. В связи с этим особое место занимает разработка методов улучшения качества хлеба. Для этих целей наряду с широко применяемыми улучшителями окислительного действия, поверхностно-активными веществами, ферментными препаратами используют и модифицированные крахмалы.*

***Ключевые слова:** хлеб, модифицированные крахмалы, технологии и способы применения, низкобелковый хлеб.*

THE USE OF MODIFIED STARCHES TO IMPROVE THE QUALITY OF BAKERY PRODUCTS

Byzov V.A., PhD in Agriculture Sciences, **Kuzina L.B.**,
Bykova S.T., PhD in Engineering sciences, **Kalinina T.G.**, PhD in Engineering sciences
*All-Russian Research Institute of Starch and Processing of Starch-Containing Raw Materials - branch
of the Federal State Budgetary Institution
«Federal Potato Research Center named after A.G. Lorkha»,
Russian Federation, Moscow region, Lyubertsy*

***Annotation.** The main task of the food industry is to meet the needs of the population for high-quality food products. In this regard, a special place is occupied by the development of methods to improve the quality of bread. For these purposes, along with widely used oxidative enhancers, surfactants and enzyme preparations, modified starches are also used.*

***Keywords:** bread, modified starches, technologies and methods of application, low-protein bread.*

Введение. Во ВНИИ крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья (ВНИИК) разработаны технологии получения модифицированных крахмалов, а в НИИ хлебопекарной промышленности (НИИХП) технологии их применения в хлебопекарном производстве.

Во ВНИИК были приготовлены образцы набухающих, окисленных, фосфатных и гидролизованных крахмалов.

Испытания, проведенные во НИИХП, показали, что наиболее перспективными улучшителями качества хлеба являются окисленные крахмалы [1-3].

Результаты и методы исследования

Для приготовления окисленных крахмалов использовали обычный и амилопектиновый кукурузные крахмалы, состав и свойства которых соответствовали требованиям стандарта на кукурузный крахмал. В качестве окислителя в опытах применяли гипохлорит кальция, бромат калия и перманганат калия.

Были испытаны образцы кукурузного амилопектинового и обычного крахмала, окисленных перманганатом калия (расход реагента при окислении 0,1 - 1,0 % к массе крахмала), гипохлоритом кальция (расход хлора 0,1 - 1,0 %) и бромата калия (0,1 - 0,8 %).

Модифицированные крахмалы добавляли при замесе теста в виде водной суспензии в количестве 0,3 - 0,5 % к массе муки и были испытаны при приготовлении хлеба из муки со средней, слабой и короткорвущейся клейковиной.

Использование окисленных крахмалов при приготовлении хлеба из муки со средней клейковиной увеличивало его объемный выход на 20 - 26 % и улучшало структурно-механические свойства мякиша по сравнению с контрольным образцом.

При переработке муки со слабой клейковиной наиболее эффективным оказался крахмал, окисленный броматом калия: обычный выход увеличивался на 18 % по сравнению с хлебом без улучшителя.

Таким образом, при переработке муки со слабой клейковиной можно рекомендовать крахмал, окисленный броматом калия, а при использовании муки с короткорвущейся клейковиной - крахмал, окисленный гипохлоритом кальция или перманганатом калия.

Свежесть хлеба является одним из важнейших показателей его качества, поэтому были проведены исследования влияния окисленных крахмалов на процесс черствения. Установлено, что окисленные крахмалы задерживают процесс черствения хлеба, способствуя сохранению его свежести более длительное время.

Таким образом, добавление модифицированных крахмалов в тесто усиливало процесс изменения белков клейковины в требуемом направлении, улучшая физические свойства теста и в конечном итоге качества хлеба.

Модифицированные крахмалы были испытаны в производственных условиях на опытном заводе НИИХП, Балашихинском хлебозаводе № 2 (г. Балашиха, Московская область) и на хлебозаводах № 2 и № 3 (г. Рязань).

По качеству хлеб с добавлением окисленных крахмалов отличался от контрольного: его мякиш был более эластичный, пористость достаточно равномерная, тонкостенная, наблюдалось некоторое осветление мякиша по сравнению с хлебом без улучшителя.

Объемный выход при добавлении окисленных крахмалов возрастал по сравнению с контролем на 9 - 18 %.

Были составлены и утверждены ТУ и ТИ по производству и применению модифицированных крахмалов для улучшения качества хлеба.

На Климовском крахмальном заводе было организовано производство окисленного крахмала для хлебопечения и на 10 предприятиях Рязанского области его применение.

Хлеб и хлебобулочные изделия, выпекаемые с использованием окисленного крахмала, имели более высокий объем и лучшую структуру пористости.

Существенную роль в обеспечении быстрой реализации хлебопродуктов способствовали их основные потребительские качества: способность сохранять длительное время свежесть мякиша, вкус и аромат, микробиологическую частоту.

Многие заварные сорта хлеба отвечают этим качествам. Совместные разработки ВНИИК и Санкт-Петербургского филиала ГосНИИХП [4-6] показали, что путем предварительной влаготермомеханической обработки муки можно получить новый продукт – набухающую муку, которую целесообразно использовать в качестве сухой заварки.

Характерной особенностью набухающей муки является повышенная способность к набуханию в воде, декстринизации и осахариванию в полуфабрикатах хлебного производства в присутствии амилолитических ферментов из нативной ржаной муки, неферментированного солода или ферментных препаратов.

Во время обработки крахмал муки частично клейстеризуется. Благодаря дополнительному введению гидролизатов крахмала (различных видов патоки, в том числе высокоосахаренной, глюкозно-фруктозных сиропов), а также вкусовых, ароматических, белковых или других добавок появляется возможность получать продукты высокого качества, готовые к употреблению в производстве разных видов хлебобулочных изделий.

В результате разработки, согласована и утверждена нормативная документация на производство нового продукта- набухающей муки (сухой заварки)

Санкт-Петербургским филиалом НИИХП рекомендовано набухающую муку использовать:

- взамен традиционной заварки (вода-мучной суспензии) при выработке по ускоренной технологии заварных сортов хлеба бородинского, московского, ржаного и вновь создаваемых сортов;
- для жидких заквасок, используемых при производстве жидких хлебопекарных дрожжей и питательных смесей для освежения жидких ржаных и пшеничных заквасок.

Заварной хлеб с применением набухающей муки (расход 5 - 15 %) можно получать ускоренным безопасным или опарным способом – на густой, жидкой или сухой закваске, при этом процессы осахаривания, заквашивания и разрыхления проходят одновременно.

Проведенные производственные исследования позволили разработать необходимую документацию и рецептуры нескольких сортов хлеба, а также рецептура комплексных сухих заварок («Прямая», «Вега») с использованием пшеничной и набухающей муки.

Набухающая пшеничная мука улучшает структуру пищевых продуктов, что расширяет область ее применения, так ее дополнение значительно улучшает качество макаронных изделий, изготавливаемых из хлебопекарной муки мягких сортов пшеницы на действующем технологическом оборудовании без изменения режимов сушки.

При этом улучшаются товарные характеристики готовых изделий: цвет и стекловидность, на 100 % сохраняется целостность нитей и форма после варки, что дает возможность получать макаронные изделия подвесной и кассетной сушки.

Во ВНИИК разработана технология и документация на набухающие продукты из кукурузной, манной и других круп, которые нашли применение в пищеконцентратной, кондитерской и других отраслей промышленности.

Для хлебопекарных предприятий большой интерес представлять набухающие продукты, приготовленные непосредственно из зернового сырья, которые содержат белки, пищевые волокна, микроэлементы и др. Изделия, полученные из них, относятся к группе диетических и лечебных.

Опытная проверка набухающих зерновых продуктов, изготовленных во ВНИИК, проведена в ЗАО «Дедовский хлеб» при выработке хлеба типа «Здоровье» и других хлебобулочных изделий. Эти продукты рекомендуется использовать при приготовлении ржаной муки в качестве не менее 5 % и хлеба из смешанных сортов муки, что не удерживает стойкость изделий, но улучшает их качество и значительно удлиняет срок хранения.

В данный период введутся исследования по улучшению качества низкобелкового хлеба, приготовленного из кукурузного крахмала с добавлением разрыхлителей, сухого желтка, инулина и пектина.

Было приготовлено 4 образца низкобелкового хлеба, 3 из которых содержали пектин (пектин сахарной свеклы, цитрусовый и яблочный).

Аналитическая оценка качества низкобелкового хлеба на основе крахмала, содержащего пектин была проведена в ФГАНУ «НИИ хлебопекарной промышленности».

Результаты исследований органолептических и физико-химических показателей качества низкобелковых хлебобулочных изделий приведены ниже.

Образец № 1 низкобелковых хлебобулочных изделий с пектином характеризовался плоской, неровной верхней коркой с трещинами и подрывами, светло-жёлтого цвета, имел вкус и запах не свойственные данному виду изделий с ярко выраженным посторонним привкусом и запахом (затхлости); влажность мякиша составила 50,30 %, щёлочность мякиша – 2,0 град; пористость мякиша – 61,19 %.

Образец №2 низкобелковых хлебобулочных изделий с пектином характеризовался плоской, неровной верхней коркой с трещинами и подрывами, светло-

коричневого цвета, имел вкус и запах не свойственные данному виду изделий с выраженным посторонним привкусом и запахом (неидентифицируемым); влажность мякиша изделия составила 48,50 %, щелочность мякиша – 2,0 град; пористость мякиша – 55,31 %.

Образец №4 низкобелковых хлебобулочных изделий с пектином характеризовался плоской, неровной верхней коркой с трещинами и подрывами, светло-коричневого цвета, имел вкус и запах не свойственные данному виду изделий с менее выраженным посторонним, привкусом и запахом (неидентифицируемым); влажность мякиша изделия составила 48,90 %, щёлочность мякиша – 2,0 град; пористость мякиша – 58,12 %.

При определении показателя кислотности низкобелковых хлебобулочных изделий с пектином, при внесении индикатора (фенолфталеина), раствор с образцом хлеба сразу окрасился в розовый цвет, что не позволило далее провести определение данного показателя. Возможно, это обусловлено действием применяемых разрыхлителей, обеспечивающих щелочную среду. Поэтому было проведено дополнительное определение щёлочности низкобелковых хлебобулочных изделий с пектином.

Полученные образцы низкобелковых хлебобулочных изделий с пектином не соответствовали ГОСТ 34835-2022 «Продукция пищевая специализированная. Изделия хлебобулочные безглютеновые. Общие технические условия» по кислотности и органолептическим показателям.

Достигнута договоренность о проведении совместно с ФГАНУ НИИХП дополнительного исследования по уточнению технологии низкобелковых хлебобулочных изделий с включением пектина с возможностью применения безглютеновых заквасок или подкислителей.

Модификация крахмала представляет значительный научный и практический интерес, так как обеспечивает достижение заданных физико-химических и функциональных характеристик и повышения его пригодности для промышленных нужд. Применение модифицированных крахмалов получило значительное развитие на зарубежных предприятиях пищевых отраслей, включая и хлебопекарную.

Модификация крахмала связана с улучшением пищевых показателей качества, физико-химических характеристик цепей амилозы и амилопектина, функциональных и текстурных свойств за счет изменения длины цепи, образования точек разветвления, удаления разветвлений и диспропорционирования. [7]. Модифицированные крахмалы широко используются для придания загущающего и желирующего эффекта, в качестве стабилизатора, капсулирования пищевых покрытий, замедления ретроградации, замещения жира и увеличения содержания устойчивого резистентного крахмала. Модификация крахмала может быть достигнута с помощью физического, химического, ферментативного или комбинации этих подходов.

Крахмал широко используется в качестве технологической добавки в целом ряде отраслей пищевой промышленности. Крахмал, содержащийся в пшеничной муке, способствует приданию хлебному мякишу оптимальной текстуры и корочки. Он также ответственен за черствение хлеба, крахмала. Модификация крахмала обеспечивает улучшение его функциональных свойств при выпечке хлеба и оказывает положительное влияние на качество пшеничного хлеба. Фракция амилозы составляет 20 - 30 % гранул крахмала, на долю амилопектина приходится 70 - 80 %. Гранулы крахмала различаются по размеру, форме, распределению и кристалличности в зависимости от длины цепочки, разветвленности цепочек и плотности разветвления. Крахмал играет жизненно важную роль в качестве и питательной ценности многих пищевых продуктов.

Однако промышленное применение нативного крахмала ограничено из-за присущих ему свойств, таких как: высокая вязкость при приготовлении пасты, неустойчивость к термическому напряжению и сдвигу и тенденция к быстрому восстановлению, что сопровождается плохой стабильностью при хранении в

холодильнике и низкой стойкостью к кислотам, сдвигу и высоким температурам, что приводит к ухудшению качества продукта и делает его менее пригодным для широкого применения в пищевой промышленности. В связи с этим, модификация крахмала представляет значительный научный и практический интерес для достижения заданных физико-химических и функциональных характеристик и повышения его пригодности для промышленных нужд [8].

Для модификации структуры крахмала киноа (разновидность амаранта) с целью улучшения функциональных свойств использовали ангидрид уксусной кислоты и триметафосфат натрия и изучали влияние полученного модифицированного крахмала на качество хлеба. Результаты показали, что как этерификация, так и сшивание предотвращают агрегацию молекул крахмала. Более того, они оба снижают изменение энтальпии клейстеризации и относительной кристалличности крахмала. По сравнению с нативным крахмалом модификация значительно снизила температуру клейстеризации с 57,01 до 52,01 °С, а у этерифицированного крахмала изменение энтальпии было наименьшим – на 44,2%. Модифицированный крахмал увеличил удельный объем и снизил твердость хлеба. Модификация не повлияла на содержание влаги в хлебе, но повысилась способность удерживать воду, в зависимости от степени модификации. Низкая и средняя степени модификации улучшают способность удержания воды при хранении. Напротив, высокая степень модификации снижает способность к удержанию воды. Дважды модифицированный крахмал (этерифицированный и сшитый) не оказывал влияния на текстурные свойства хлеба.

Это исследование продемонстрировало, что как этерификация, так и сшивание значительно улучшили функциональные свойства крахмала киноа. Сшитые или этерифицированные крахмалы обладают потенциалом для улучшения текстурных свойств хлебобулочных изделий [9].

Ферментированные модифицированные крахмалы в последние годы становятся все более популярными благодаря своей функциональности и потенциальному применению. Ферментированные крахмалы обладают потенциалом функциональных свойств пищевых ингредиентов. В этом обзоре обобщено влияние ферментированных крахмалов на физико-химические, морфологические и термические свойства крахмалов. Ферментированные крахмалы охарактеризованы несколькими инструментальными методами, включая высокоэффективную хроматографию, сканирующую электронную микроскопию, рентгеновский дифрактометр, дифференциальную сканирующую калориметрию, инфракрасную спектроскопию с преобразованием Фурье. Ферментированные крахмалы физически модифицируются естественной ферментацией или молочнокислыми бактериями с последующей сушкой. Кроме того, по сравнению с нативным крахмалом, ферментированные крахмалы демонстрируют улучшенное набухание и растворимость, являются термически стабильными и менее подвержены гидролизу. Кроме того, процесс ферментации способствует повышению желирующего потенциала и снижению способности крахмалов к старению, что может принести пользу продуктам на основе крахмала, включая хлебобулочные изделия [10].

Выводы. Показана перспективность использования модифицированных крахмалов в составе рецептуры хлебобулочных изделий для улучшения их качества. Разработана нормативная документация на их производство.

Проведена производственная проверка по использованию модифицированных крахмалов на предприятиях отрасли с положительным результатом. Приведены примеры, характеризующие эффективность применения модифицированных крахмалов в зарубежном хлебопекарном производстве.

Необходимо продолжить исследования по расширению применения модифицированных крахмала для получения новых видов хлебопекарных изделий, в том числе функционального назначения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Жушман А.И., Модифицированные крахмалы.-Пищепромиздат, 2007.-236 с.
2. Карпов В.Г., В.А. Коваленок Экструзия крахмала и крахмалсодержащего сырья, /под редакцией д.т.н. Н.Д. Лукина.- М., 2012.- 260 с.
3. Быкова С.Т., Казанская Л.Н., Кузнецова Л.И. «Пищевая добавка, используемая для приготовления мучных изделий». Патент РФ № 2077206, 1997 г.
4. Быкова С.Т., Коптелова Е.К., Истомина И., Афанасьева И. «Набухающие крахмалы для хлебопекарной промышленности», «Хлебопродукты», Москва № 6, 2000г.
5. Андреев Н.Р., Быкова С.Т. «Новые виды крахмалопродуктов для создания конкурентноспособных хлебопродуктов», «Сборник научных трудов ВНИИК», выпуск 11, 2006 г., с.100-107.
6. Садыкова Г.И., Литвяк В.В., Алексеев Г.В. «Возможности производства новых хлебопродуктов для общественного питания» // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания– 2023. – №4. – С. 127–131. DOI: 10.24412/2311-6447-2023-4-127-131
7. Кузина Л.Б., Кузьмина Л.Г., Никитина М.Ф. О научных разработках ВНИИК по технологии модифицированных крахмалов в 2022 году. //Крахмал и его производные. 2023, №1, с.41-46.
8. Onyango Calvin Starch and Modified Starch in Baking: A Review African Journal of Food Science 10 (12):344-351 • 12, 2016 DOI:10.5897/AJFS2016.1481
9. Donghai Wang, Zhivi Tang Physico-chemical properties of esterified/crosslinked quinoa starches and their effect on bread quality WILEY, Scientific Journal of Food and Agriculture, February 2024 104(7), DOI:10.1002/jsfa.13265.
10. Sne Punia, Bangararashdeep, SinghFatih Ozogul Properties, methods of preparation and application of fermented starches in food products.

REFERENCES

1. Zhushman A.I., Modificirovannye krahmaly.-Pishhepromizdat, 2007.-236 s.
2. Karpov V.G., Kovalenok V.A. Jekstruzija krahmala i krahmalsoderzhashhego syr'ja, /pod redakciej d.t.n. N.D. Lukina.- M., 2012.- 260 s.
3. Bykova S.T., Kazanskaja L.N., Kuznecova L.I. «Pishhevaja dobavka, ispol'zuemaja dlja prigotovlenija muchnyh izdelij». Patent RF № 2077206, 1997 g.
4. Bykova S.T., Koptelova E.K., Istomina I., Afanas'eva I. «Nabuhajushhie krahmaly dlja hlebopekarnoj promyshlennosti», «Hleboprodukty», Moskva № 6, 2000g.
5. Andreev N.R., Bykova S.T. «Novye vidy krahmaloproduktov dlja sozdanija konkurentnosposobnyh hleboproduktov», «Sbornik nauchnyh trudov VNIİK», vypusk 11, 2006 g., s.100-107.
6. Sadykova G.I., Litvjak V.V., Alekseev G.V. «Vozmozhnosti proizvodstva novyh hleboproduktov dlja obshhestvennogo pitaniya» // Tehnologii pishhevoj i pererabatyvajushhej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya– 2023. – №4. – S. 127–131. DOI: 10.24412/2311-6447-2023-4-127-131
7. Kuzina L.B., Kuz'mina L.G., Nikitina M.F. O nauchnyh razrobotkah VNIİK po tehnologii modificirovannyh krahmalov v 2022 godu. //Krahmal i ego proizvodnye. 2023, №1, s.41 - 46.
8. Onyango Calvin Starch and Modified Starch in Baking: A Review African Journal of Food Science 10 (12):344-351 • 12, 2016 DOI:10.5897/AJFS2016.1481
9. Donghai Wang, Zhivi Tang Physico-chemical properties of esterified/crosslinked quinoa starches and their effect on bread quality WILEY, Scientific Journal of Food and Agriculture, February 2024 • 104(7), DOI:10.1002/jsfa.13265.
10. Sne Punia, Bangararashdeep, SinghFatih Ozogul Properties, methods of preparation and application of fermented starches in food products.

УДК 664.68(045)

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МАФФИНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПСИЛЛИУМА

**Васильева Д.С., Николаева Ю.В., кандидат технических наук,
Тарасова В.В., кандидат технических наук**
ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»,
Российская Федерация, г. Москва

Аннотация. Одной из важных проблем сегодня является осложнение и усугубление глютеневой энтеропатии, а также нарушения процессов желудочно-кишечного тракта. Поэтому необходима разработка пищевых продуктов, которые не содержат в своем составе глютен. Целью работы являлась разработка рецептуры и технологии безглютеновых маффинов на основе 3-х видов муки (рисовая, гречневая, черемуховая) и обогащение их отрубями подорожника (псиллиум), а также усовершенствование производства и обеспечение высокого качества мучных кондитерских изделий.

Ключевые слова: маффины, рисовая мука, черемуховая мука, псиллиум, пищевые волокна, глютен.

FORMULATION OF GLUTEN-FREE MUFFINS USING PSYLLIUM

**Vasilyeva D.S. Nikolaeva Yu.V., PhD in Engineering sciences,
Tarasova V.V., PhD in Engineering sciences**
FSBEI HE «Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)», Russian Federation, Moscow

Abstract. One of the important problems today is the complication and aggravation of gluten enteropathy, as well as disruption of the gastrointestinal tract. Therefore, it is necessary to develop food products that do not contain gluten. The goal of the work was to develop a recipe and technology for gluten-free muffins based on 3 types of flour (rice, buckwheat, bird cherry) and enrich them with plantain bran (psyllium), as well as improve production and ensure high quality flour confectionery products.

Keywords: muffins, rice flour, bird cherry flour, psyllium, dietary fiber, gluten.

Введение. Большинство мучных кондитерских изделий (МКИ) относят к высококалорийным и хорошо усваиваемым пищевым продуктам, которые характеризуются приятными органолептическими характеристиками. Кексы и маффины составляют примерно 3 0% всех производимых МКИ. Основное сырье таких продуктов является пшеничная мука, характеризующаяся наличием глютенной фракции в своем составе.

В последнее время на рынке наблюдается дефицит безглютеновых продуктов, по этой причине разработка маффинов на основе безглютеновой муки и пищевых волокон заслуживает отдельного внимания. Нуждаемость в МКИ целевого назначения является следствием неразвитостью рынка пищевых продуктов, не содержащих в своем составе глютена и его следовых количеств, так как в современном мире целиакия уже является достаточно распространенным заболеванием тонкой кишки. Единственный метод лечения – элиминационная пожизненная безглютеновая диета. В соответствии с ТР ТС 027/2012 к безглютеновой продукции, которая относится к отдельным видам специализированной пищевой продукции, предъявляется ряд требований безопасности. По настоящему техническому регламенту продукты без глютена должны состоять или быть изготовлены из одного или более компонентов, которые не содержат пшеницы, ржи, ячменя, овса или их кроссбредных вариантов (тритикале), и в которых уровень глютена в готовой к употреблению продукции составляет не более 20 мг/кг [1, 2].

Разработка специализированных продуктов с использованием сырья малораспространенных растительных культур является одним из самых перспективных направлений. Безглютеновые продукты обычно богаты биологически активными соединениями, которые предотвращают, задерживают хронические заболевания, включая кишечные расстройства [3].

Цель исследования. Целью исследований являлась разработка маффинов на основе безглютеновых видов муки и обогащенных пищевыми волокнами. Безглютеновые маффины не имеют в своем составе такой белковой фракции, как глютен, который главным образом определяет реологические и органолептические свойства замешенного теста, влияет на его эластичность и упругость, улучшает структуру и пористость пропеченного мякиша, увеличить удельный объем мучного изделия. В связи с этим необходимо компенсировать отсутствие глютена в безглютеновых МКИ, сохранить привычные для потребителя органолептические характеристики маффина. Важный аспект – обогащение продукт пищевыми волокнами. Черемуховая мука и отруби подорожника (псиллиум) – ценные источники пищевых волокон, свойства которых в определенном соотношении могут быть применены в безглютеновых изделиях для лиц с генетически предрасположенной непереносимостью глютена и целиакией.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования был выбран безглютеновый маффин, предметом являлось совершенствование его рецептуры путем добавления черемуховой муки в количестве 25% от общего содержания всех видов муки в изделии и его обогащение пищевыми волокнами, содержащимися в отрубях подорожника. В течение исследования была проведена совокупность комплексных мероприятий по разработке рецептуры и технологии мучного кондитерского изделия «Маффин безглютеновый с пищевыми волокнами», предназначенного для людей, у которых имеется острая иммунологическая реакция пищеварительного тракта в тонкой кишке на потребление глютенсодержащих продуктов. В работе использовались методы исследований, применяемые к безглютеновым готовым изделиям и кексам, а также комплексные универсальные методы, применяемые к готовым мучным кондитерским изделиям.

Результаты исследований и их анализ. Одним из нетрадиционных ингредиентов в разработанной рецептуре маффинов является псиллиум, или отруби подорожника, который известен как качественный источник пищевых волокон. В первую очередь данный ингредиент богат растворимой клетчаткой. Характерной особенностью псиллиума является его состав, состоящий на 80–85 % из клетчатки, 70 % из которой растворимая. При контакте с водой образует гель, 1 грамм отрубей из подорожника может впитать до 44 см³ H₂O. Волокна, которые связывают влагу и образуют гель, состоят из арабинозоксила, частично ферментирующийся полезной микрофлорой кишечника. Нерастворимые волокна не подвергаются ферментации, а используются для создания объема и обеспечения нормальной работы перистальтики кишечника. Третья фракция выступает в роли пребиотика, следовательно, является питательной средой для микроорганизмов толстого кишечника.

В пищевой промышленности используется измельченная шелуха псиллиума, одно из ее преимуществ - низкое содержание углеводов, что особенно важно при изготовлении высококалорийной продукции, например, выпечки. Образуя с водой устойчивые гели, улучшает структуру и функциональные свойства муки. Высокая гелеобразующая способность придает мучным изделиям пористую воздушную структуру. Именно это свойство псиллиума позволяет использовать его в безглютеновых мучных изделиях или в продуктах с низким содержанием клейковины, что важно во избежание крошащегося и сухого мякиша в готовых МКИ. Органолептические показатели измельченных отрубей подорожника представлены в табл. 1.

Органолептические показатели псиллиума

Наименование показателя	Характеристика
Цвет	Серо-коричневый
Запах	Свойственный отрубям, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый
Вкус	Свойственный отрубям, без привкусов, не кислый, не горький
Наличие минеральной примеси	Отсутствуют, при разжевывании не ощущается хруста
Влажность, %	6,7

В основу рецептуры маффинов безглютеновых вошли 3 вида муки – рисовая, гречневая, черемуховая – в соотношении соответственно 2:1:1. В качестве консервантов были использованы кальций пропионат E282 и сорбиновая кислота E200, ингибирующие рост плесени. Смесь токоферолов E306 и аскорбила пальмитата E304 является комплексным антиоксидантом и используется для стабилизации жировой фазы в пищевом продукте и предотвращения развития окислительных процессов в нем при хранении.. Алюмофосфат натрия E541i применяется в рецептуре как пекарский разрыхлитель для теста, улучшающий качество мякиша, тесто благодаря ему приобретает свойственную ему эластичность и пышность.

В качестве контрольного образца для исследования была взята рецептура пшеничного маффина с добавлением какао без применения пищевых волокон в составе.

В лабораторных условиях изучали спектр органолептических показателей готового маффина, выпеченного по усовершенствованной рецептуре. Тестирование включало следующие характеристики: внешний вид, цвет, аромат, консистенция, состояние мякиша [4]. По результатам органолептической оценки можно сделать вывод, что и черемуховая мука, и измельченные отруби подорожника подходят для формирования структуры и пористости мякиша, увеличения объема готового маффина, а также для продления срока годности выпеченного изделия. Результаты экспертного органолептического анализа контрольных и опытных образцов приведены в таблице 2.

Результаты экспертного органолептического анализа

Наименование показателя	Характеристика готового изделия			
	Контроль (пшеничные маффины с добавлением какао)	Безглютеновые маффины с 25% содержания черемуховой муки	Безглютеновые маффины с 25 % содержания черемуховой муки и с добавлением псиллиума	
			в количестве 4 %	в количестве 8 %
Вкус и запах	Вкус, свойственный кексам. Изделия со сдобным вкусом			
	и характерным ароматом, шоколадного цвета без посторонних привкусов и запахов.	с характерным сильно выраженным ароматом. Изделия шоколадного цвета без постороннего привкуса.	и характерным ароматом миндаля шоколадного цвета без посторонних привкусов и запахов.	
Поверхность	Верхняя - выпуклая, с характерными трещинами, различными видами отделки или без нее, с наличием явно выраженной боковой поверхности.	Верхняя – выпуклая с небольшими характерными трещинами, с наличием явно выраженной боковой поверхности.	Верхняя - выпуклая, с небольшими характерными трещинами, с наличием явно выраженной боковой поверхности. Имеется приятная хрустящая корочка.	Верхняя - уплощенная, с большим количеством трещин, с наличием явно выраженной боковой поверхности.
Вид в изломе	Пропеченное изделие без комочков, следов непромеса, с равномерной пористостью, без пустот и закала.			Неравномерная пористость, имеются следы непромеса, уплотнения и закал.
Структура	Мягкая, связанная, разрыхленная, пористая, без пустот и уплотнений.			Уплотненный мякиш, структура менее пористая.
Форма	Правильная, с выпуклой верхней поверхностью. Нижняя и боковые поверхности ровные, без пустот и раковин.			Неправильная, с уплощенной верхней поверхностью. Снижен удельный объем изделия.

Добавление пищевых волокон в тесто опытных образцов наряду с внесенными и в контроль, и в опыт консервантами и антиоксидантами показало увеличение срока годности готовых выпеченных изделий и снижение микробиологической порчи в процессе хранения (табл. 3–5).

Таблица 3

Изменение значений количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ, Кое/г) при хранении маффинов

Образец	КМАФАнМ, Кое/г, сутки				
	Время, сутки				
	1	4	8	10	12
Контроль	$3,0 \times 10^2$	$4,3 \times 10^4$	$5,0 \times 10^5$	$2,1 \times 10^6$	$9,6 \times 10^6$
25 % содержания черемуховой муки	$2,3 \times 10^2$	$2,6 \times 10^3$	$3,8 \times 10^3$	$4,2 \times 10^3$	$4,8 \times 10^3$
25 % черемуховой муки + 4 % псиллиума	$2,1 \times 10^2$	$2,4 \times 10^3$	$3,6 \times 10^3$	$3,9 \times 10^3$	$4,4 \times 10^3$
25 % черемуховой муки + 8 % псиллиума	$1,9 \times 10^2$	$2,3 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$	$3,6 \times 10^3$	$3,9 \times 10^3$

Таблица 4

Изменение значений количества плесеней (Кое/г) при хранении маффинов

Образец	Плесени, Кое/г, сутки				
	Время, сутки				
	1	4	8	10	12
Контроль	18	> 60	—	—	—
25 % содержания черемуховой муки	< 10	15	35	45	> 60
25 % черемуховой муки + 4 % псиллиума	< 10	12	25	45	55
25 % черемуховой муки + 8 % псиллиума	< 10	12	15	45	55

Таблица 5

Изменение значений количества дрожжей (Кое/г) при хранении маффинов

Образец	Дрожжи, Кое/г, сутки				
	Время, сутки				
	1	4	8	10	12
Контроль	12	> 60	—	—	—
25 % содержания черемуховой муки	< 10	17	25	40	> 60
25 % черемуховой муки + 4 % псиллиума	< 10	15	20	35	50
25 % черемуховой муки + 8 % псиллиума	< 10	12	20	32	50

При проведении исследования на хранение были заложены следующие группы проб и образцов:

- контрольные пробы маффинов (пшеничные маффины с добавлением какао);
- безглютеновые маффины с 25 % содержания черемуховой муки и без добавления псиллиума;
- безглютеновые маффины с 25 % содержания черемуховой муки и с добавлением псиллиума в количестве 4 %;
- безглютеновые маффины с 25 % содержания черемуховой муки и с добавлением псиллиума в количестве 8 %.

В таблицах 3–5 показаны начальные стадии порчи контрольного образца уже на 4-й день хранения. Установлено, что разработанная рецептура безглютеновые маффины с 25 % содержания черемуховой муки и с добавлением псиллиума в количестве 4 % показала в совокупности самые оптимальные результаты по органолептическим и микробиологическим показателям. Признаки порчи маффинов появились в конце 10-х суток хранения. По истечению 12 дней число мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов во всех исследуемых пробах превысило установленные нормы.

Заключение. На основании данных, полученных в результате исследования, была разработана рецептура безглютенового маффина с применением рисовой, гречневой, черемуховой муки и отрубей подорожника, срок годности которого увеличен по сравнению с контрольным образцом с 2 до 12 суток. В ходе экспертной оценки было установлено сохранение органолептических свойств готового изделия, характерных для такого вида МКИ, как маффины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания».
2. Аксенова, Л. М. Развитие научных принципов создания технологий функциональных мучных кондитерских изделий / Л. М. Аксенова, Т. В. Савенкова, М. А. Талейсник, Т. В. Герасимов // Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты. – 2015. – С. 9–11.
3. Батурина, Н. А. Новые виды кексов с добавками из нетрадиционного растительного сырья / Н. А. Батурина, Л. А. Петрова // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. – 2014. – № 4. – С. 61–68.
4. ГОСТ 15052-2014 Кексы. Общие технические условия; введ. 2016-01-01. – М.: Стандартиформ, 2015. – 12 с.
5. ГОСТ ISO 7218-2015 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Общие требования и рекомендации по микробиологическим исследованиям. – М.: Стандартиформ, 2016. – 76 с.

REFERENCES

1. Technical Regulations of the Customs Union TR CU 027/2012 «On the safety of certain types of specialized food products, including dietary therapeutic and dietary preventive nutrition».
2. Aksenova, L. M. The development of scientific principles for the creation of technologies for functional flour confectionery products / L. M. Aksenova, T. V. Savenkova, M. A. Taleisnik, T. V. Gerasimov // Technologies and products of healthy nutrition. Functional food products. - 2015. – pp. 9-11.
3. Baturina, N. A. New types of cupcakes with additives from non-traditional vegetable raw materials / N. A. Baturina, L. A. Petrova // Problems of economics and management in trade and industry. – 2014. – No. 4. - pp. 61-68.
4. GOST 15052-2014 Cupcakes. General technical conditions; introduction. 2016-01-01. – Moscow: Standartinform, 2015. – 12 с.
5. GOST ISO 7218-2015 Microbiology of food and animal feed. General requirements and recommendations for microbiological research; introduction. 2016-07-01. – Moscow: Standartinform, 2016. – 76 p .

УДК 664.6:641.56

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕПАТОПРОТЕКТОРНЫХ СВОЙСТВ СДОБНОГО ПЕЧЕНЬЯ, ПРИГОТОВЛЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШРОТА РАСТОРОПШИ ПЯТНИСТОЙ

Гарлинская М.И., Гершончик К.Н., кандидат технических наук,
Усеня Ю.С., кандидат технических наук

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

Аннотация. Актуальным направлением исследований является изучение негативного влияния приема лекарственных средств, высококалорийной пищи на состояние печени человека. Для регенерации свойств печени широко используются продукты переработки расторопши пятнистой как в виде лекарственных средств, так и в составе продуктов питания в качестве рецептурного ингредиента. В настоящей работе приводятся результаты исследований гепатопротекторных свойств сдобного печенья, приготовленного из полуфабриката мучных изделий, содержащего шрот расторопши пятнистой.

Ключевые слова: шрот расторопши пятнистой, флаволигнаны, силимарин, гепатопротекторное действие, полуфабрикаты мучных изделий, печенье.

STUDY OF THE HEPATOPROTECTIVE PROPERTIES OF COOKIES PREPARED USING MILK THISTLE MEAL

Garlinskaya M.I., Gershonchik K.N., PhD in Engineering, Usenia Y.S., PhD in Engineering
RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus»,
Republic of Belarus, Minsk

Abstract. An urgent area of research is the study of the negative effect of taking medicines, high-calorie foods on the condition of the human liver. Milk thistle processing products are widely used to regenerate the properties of the liver, both in the form of medicines and as a part of food products as a prescription ingredient. This paper presents the results of studies of the hepatoprotective properties of pastry made from semi-finished flour products containing milk thistle meal.

Keywords: milk thistle meal, flavolignans, silymarin, hepatoprotective effect, flour confectionery products, cookies.

Введение. Известно, что несбалансированное питание с преобладанием углеводовсодержащих и жирных продуктов, употребление лекарственных препаратов приводят к повреждению клеток печени человека, что отражается на состоянии всего организма. Частичное восстановление печени возможно при применении продуктов переработки расторопши пятнистой, лечебные свойства которой известны еще с античных времен. За последние 30 лет было опубликовано большое количество научных работ, в которых представлены результаты испытаний гепатопротекторных свойств расторопши пятнистой, подтверждающиеся доклиническими и клиническими испытаниями [1, 2, 3, 4].

Расторопша пятнистая (молочный чертополох) относится к семейству астровых (Asteraceae), латинское название – *Silybum marianum* (L.) Gaertn [4]. Семена расторопши пятнистой имеют богатый химический состав, содержат порядка двухсот различающихся по действию химических компонентов, участвующих в регуляции жирового обмена и работе нервной системы, необходимых для поддержания сердечной мышцы, состояния кожи, улучшающих работу органов зрения. Растительный флавоноидный комплекс с гепатопротекторной активностью, действие которого обусловлено антиоксидантными, мембраностабилизирующими свойствами, представляет собой уникальный класс флаволигнанов: силибин, изосилибин, 2,3-дегидросилибин, силандрин, силикрестин, силидианин, силимонин, 2,3-де-

гидросиликристин, изосиликристин [2, 3, 4, 5, 6]. Преобладающими являются флаволигнаны: силибин – на его долю приходится 60-70 %, силидианин – 10 %, силикристин – 20 % от общей суммы флавоноидов. Данные соединения получили общее название «салимарин» с эмпирической формулой $C_{25}H_{22}O_{10}$ [4].

Флавоноиды стимулируют синтез белка, что имеет большое значение для процессов регенерации в печени. Установлено, что стимулирующее действие салимарина на синтез белка обеспечивается за счет его структурного сходства со стероидными гормонами [4]. Антиоксидантный эффект салимарина обусловлен его взаимодействием со свободными радикалами в печени и превращением их в менее агрессивные соединения. Это обусловлено тем, что процесс пероксидного окисления липидов прерывается и дальнейшего разрушения клеточных структур не происходит [3, 4]. Некоторыми учеными отмечается способность салимарина снижать уровень глюкозы в сыворотке крови, потребности в экзогенном инсулине, что дает возможность использовать препараты на основе салимарина больными сахарным диабетом. Предполагается, что салимарин уменьшает резистентность клеточных мембран к инсулину, повышает выработку эндогенного инсулина [5].

Учеными Гомельского медицинского университета отмечается, что силибин стабилизирует мембраны клеток печени, при этом повышается сопротивляемость мембраны и снижается потеря составных веществ клетки, а также он способен блокировать соответствующие места связи ряда токсических веществ и их транспортные системы. Таков механизм действия силибина, например, при отравлении одним из токсинов бледной поганки - альфа-амантоином [7].

Тайваньскими учеными в 2008 году проведены исследования восстановления фиброза печени у крыс, вызванного воздействием четыреххлористого углерода, при использовании высоких доз салимарина. Нормальной и модельной группе животных перорально вводили физиологический раствор четыре раза в неделю в течение 3 недель, в то время как терапевтическая группа получала салимарин (200 мг/кг). Результаты показали, что восстановление печени в терапевтической группе было значительно выше по сравнению с таковым в модельной группе. Более того, салимарин значительно снижал уровень аспаратаминотрансферазы (АСТ), аланинаминотрансферазы (АЛТ) и щелочной фосфатазы в сыворотке крови, что свидетельствует о положительном влиянии использования высоких доз салимарина при отравлении четыреххлористым углеродом [8].

Учеными Белорусского государственного университета проведены исследования гепатопротекторных свойств шрота расторопши пятнистой белорусского производства, содержащего комплекс флаволигнанов (2,7–4,0 г по салимарину). Водную суспензию (2 г на 200 мл воды) данного препарата предоставляли интактным животным и крысам с алкогольным поражением печени на протяжении 7 суток вместо питьевой воды (среднее потребление составило 10 мл/сут на одно животное). В результате проведенных исследований учеными установлено, что биофлавоноиды, которые входят в состав шрота расторопши пятнистой, обеспечили проявление выраженного антиоксидантного эффекта и способствовали частичному восстановлению функций гепатоцитов крыс, подвергшихся хроническому алкогольному воздействию. Так, после ежедневного его применения на протяжении 7 суток в экспериментальной модели хронического алкогольного воздействия активность щелочной фосфатазы снизилась на 168,2 %, содержание общего билирубина – на 87,5 %, а уровень альбумина достиг уровня интактных животных. Авторы данного исследования отмечают, что полного восстановления биохимических параметров состояния печени не наблюдалось, что может быть связано с тем, что образующийся при биотрансформации этанола ацетальдегид способен к неферментативному ацетилированию SH-, NH₂-групп белков и других соединений в клетке, которое приводит к нарушению их функции, возникновению «сшивок» в структуре молекул и иных негативных эффектов [9].

Группой российских ученых в 2015-2016 годах проведены клинические исследования по применению шрота расторопши пятнистой для снижения вирусной нагрузки у пациентов с хроническим вирусным гепатитом С. В данном исследовании приняли участие 39 пациентов, которым назначался препарат в течение 50-ти дней в дозе 1 г/кг массы тела, что значительно превышало дозировки, используемые в других исследованиях. Через 50 дней после применения шрота расторопши пятнистой у 72% пациентов отмечалось статистически достоверное снижение вирусной нагрузки в 5,1 раза и активности АЛТ в 1,7 раза соответственно. В тоже время авторы отмечают, что у 20,5% от общего числа пациентов не наблюдалось снижения вирусной нагрузки и активности АЛТ. Авторы рекомендуют увеличить длительность приема шрота расторопши пятнистой до 48 недель с оценкой уровня вирусной нагрузки и клинкобиохимических показателей, а также концентрации силибина в крови [2].

Для пищевой промышленности наибольший интерес представляет изучение гепатопротекторных свойств готовых пищевых продуктов профилактического назначения, которые содержат шрот расторопши пятнистой.

Учеными Кузбасской государственной сельскохозяйственной академии проведены исследования по использованию в рецептуре сдобного печенья до 7,5 % шрота расторопши пятнистой и замене 10 % сахара и сливочного масла на инулин. Отмечается, что содержание суммы флаволигнанов составляет около 5,8 г на 100 г продукта, что на 20 % удовлетворяет суточную потребность в данных веществах [10].

Группой ученых проведены исследования по применению шрота расторопши пятнистой в количестве 12 % совместно с комплексным улучшителем «Бротмайстер» при приготовлении ржано-пшеничных сортов хлеба. Качество изделий с добавками не изменялось, при этом в продукции увеличилось содержание β -каротина и витамина Е (на 100% и 46% соответственно), в 6 раз увеличилось содержание пищевых волокон, которые в сочетании с флавоноидами расторопши защищают организм от вредного воздействия окружающей среды [1].

Таким образом, применение расторопши пятнистой в продуктах питания с целью придания функциональных свойств за счет ее высокой пищевой и биологической ценности имеет актуальный характер.

Целью настоящего исследования является изучение гепатопротекторных свойств сдобного печенья, изготовленного из полуфабрикатов мучных изделий, в составе которых содержится 11 % к массе муки шрота расторопши пятнистой.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований является сдобное печенье, изготовленное из полуфабрикатов мучных изделий, в составе которых содержится шрот расторопши пятнистой в количестве 11 % к массе муки. Работа проводилась в 2020 году совместно с научными сотрудниками с ГНУ «Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси». Для выполнения эксперимента были отобраны крысы-самцы Wistar в возрасте 2-2,5 месяцев массой 200-230 г. Лабораторные животные предварительно были взвешены и рандомизированы на 4 группы: интактная группа, контрольная группа (животные употребляли образец печенья, содержащий шрот расторопши пятнистой), опытная группа (животным вводили парацетамол), опытная группа (животным вводили парацетамол и кормили образцом печенья, содержащего шрот расторопши пятнистой).

Для моделирования токсического поражения печени выбрали методику, в которой в качестве токсического агента выступал парацетамол. Парацетамол (производство Боримед, Беларусь) вводили внутривентрикулярно в крахмальной слизи двукратно в дозе 1250 г/кг массы тела животного. Контрольной группе животных вместо парацетамола вводили крахмальную слизь. Животные в течение 21 дня употребляли образец печенья, содержащий шрот расторопши пятнистой. Материал для исследования забирали через сутки после введения парацетамола.

Исследования проводили в сыворотке крови крыс на автоматическом анализаторе «Hitachi-902». Биохимический анализ крови включал определение следующих показателей: общего белка, альбумина, аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспаратаминотрансферазы (АСТ), мочевины, билирубина. В сыворотке крови крыс определяли содержание восстановленного глутатиона (GSH) по Элману.

Результаты исследований и их обсуждение. Известно, что различные популяции расторопши пятнистой, выращенные в разных регионах, содержат флаволигнаны в различных количествах и соотношениях [4]. Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) установлено, что в плодах расторопши присутствует около десятка различных флаволигнанов. В 2022 году в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практическом центре Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» проведены исследования содержания флаволигнанов в шроте расторопши пятнистой белорусского производства методом ВЭЖХ. В результате проведенных исследований установлено, что массовая доля флаволигнанов в пересчете на силимарин составляет 2117,9 мг / 100 г, массовая доля силибина - 856,02 мг / 100 г. Согласно Санитарным нормам и правилам «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 21.06.2013 № 52 адекватный уровень потребления силибина составляет 30 мг в сутки, верхний допустимый уровень - 80 мг в сутки. Употребление 100 г сдобного печенья, приготовленного с 11 % шрота расторопши пятнистой к массе муки позволит обеспечить адекватный уровень потребления силибина в сутки.

При исследовании эффективности потребления исследуемого печенья в условиях экспериментального поражения печени парацетамолом использовали значение отношения массы печени к массе тела, которая характеризует степень выраженности воспалительных процессов в органе. Определение массы внутренних органов является высокоинформативным тестом в токсико-гигиенических исследованиях. Результаты изучения массы внутренних органов исследуемых животных приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика относительной и абсолютной массы печени исследуемых крыс

Группа лабораторных животных	Масса печени	
	абсолютная масса, мг	относительная масса, %
	$\bar{x} \pm S_x$	
1. Интактная группа животных, n=7	9,83±0,30	3,14±0,06
2. Контрольная группа животных, которые употребляли печень, содержащее шрот расторопши пятнистой, n=7	10,35±0,48	3,37±0,09
3. Опытная группа животных, которым вводили парацетамол, n=7	11,89±0,45	3,94±0,12*
4. Опытная группа животных, которым вводили парацетамол и употребляли печень, содержащее шрот расторопши пятнистой, n=7	11,38±0,55	3,86±0,15*

Примечание: * - различия статистически достоверны по сравнению с интактными животными, $p < 0,05$

В результате проведенных исследований в течение 24 часа после энтерального введения парацетамола в дозе 1250 мг/кг, у животных 3 и 4 опытных групп отмечалось статистически достоверное увеличение относительной массы печени по сравнению с интактными животными (таблица 1). При этом у животных, которых кормили исследуемым печеньем, на 4,3 % ниже показатель увеличения массы печени, чем у животных, которым вводили только парацетамол. Данный результат свидетельствует,

что использование шрота расторопши пятнистой в рационе незначительно снижает токсическое поражение печени исследуемых животных.

Важным показателем при определении токсического поражения печени, является исследование показателей сыворотки крови. Результаты определения уровней ферментов при введении парацетамола указывают на массивный выход трансаминаз АСТ и АЛТ в кровь. В сыворотке крови животных, которым вводили парацетамол, активность АЛТ повышалась в 2,1 раза, а АСТ – в 3,2 раза по сравнению с интактными животными. Значительно ниже наблюдается увеличение показателей у животных 4 группы: АЛТ – в 1,4 раза, АСТ – в 2,6 раза. Возрастание активности АЛТ обычно рассматривается в качестве показателя степени токсического поражения печени и повреждения плазматической мембраны [11, 12].

У животных 3 опытной группы увеличилось содержание общего билирубина в крови на 56 %, а у животных получавших шрот расторопши пятнистой только на 40 %. Содержание общего белка и альбумина в сыворотке крови практически не изменилось у всех исследуемых групп животных.

В 2009 году Щекатихина А.С. описала принцип происходящих реакций при токсическом поражении печени парацетамолом. Считается, что выраженность токсического поражения печени, а также механизмы ее возникновения определяются балансом между тремя основными факторами: степенью образования токсических метаболитов, механизмом их токсического действия, а также защитным потенциалом самой печени [5]. Нарушение этого баланса на уровне образования и обезвреживания токсических метаболитов в сторону увеличения последних происходит при: ковалентном связывании метаболитов с различными молекулами; перекисном окислении липидов; недостатке глутатиона; окисление тиолов в белках. Парацетамол в больших дозах вызывает некроз центральной доли. Его токсический эффект реализуется через усиление перекисного окисления липидов и истощение восстановленного глутатиона. Силимарин выступает дозозависимым антагонистом высвобождения восстановленного глутатиона и перекисного окисления липидов [5, 7, 11, 12]. Как полагают некоторые ученые, гепатопротекторные свойства силибина включают блокирование стабилизирующих мембран клеток печени и блокирование фосфодиэстеразы. Кроме того, силибин способен связывать радикалы благодаря своей фенольной структуре, что приводит к значительному увеличению восстановленного содержания глутатиона в печени. Такое снижение содержания глутатиона повышает защиту органа от окислительного стресса, сохраняя его нормальную функцию детоксикации [5, 7]. Более того, взаимодействуя непосредственно с компонентами клеточных мембран, силимарин предотвращает нарушения состава липидных фракций, ответственных за поддержание нормальной текучести мембран, что является необходимым условием нормального функционирования клеток [5]. В условиях повреждения гепатоцитов снижается концентрация восстановленного глутатиона, а в плазме крови возрастает его содержание.

В результате проведенных исследований отмечается увеличение содержания глутатиона на 30 % в сыворотке крови 3 группы животных после двухдневного введения парацетамола по сравнению с интактными животными, что может свидетельствовать о повреждении клеток печени. Содержание глутатиона у 2 и 4 групп животных, которые употребляли печень с добавлением шрота расторопши, снизилось на 26 % и 22 % по сравнению с интактными животными, что может свидетельствовать о положительном влиянии силибина, который содержится в исследуемом печенье.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что в условиях токсического поражения печени, вызванного парацетамолом, длительное употребление в пищу сдобного печенья, приготовленного из полуфабрикатов мучных изделий с содержанием шрота расторопши пятнистой, ограничивало выход в кровь восстановленного глутатиона, снижало активность трансаминаз АСТ на 19 % и АЛТ на

31,5 % соответственно по сравнению с животными, которые не употребляли исследуемое печенье, что подтверждает гепатопротектное действие исследуемого печенья. Сдобное печенье с содержанием шрота расторопши пятнистой в количестве 11 % к массе муки может быть рекомендовано в качестве профилактического продукта питания для всех категорий населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашенко, Л.П. Шрот расторопши пятнистой в хлебобулочных изделиях / Л.П. Пашенко, Т.В. Санина, В.Л. Пашенко, Л.А. Мирошниченко, В.А. Дьяков // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 7. – С. 15-19.
2. Шаройко, В.В. Опыт применения шрота расторопши пятнистой для снижения вирусной нагрузки у пациентов с хроническим гепатитом С / В.В. Шаройко и др. // Вич-инфекция и иммуносупрессии // СПб., 2016. – том 8, № 1. - С. 61-66.
3. Krepkova, L.V. Valuable Hepatoprotective Plants - How Can We Optimize Waste Free Uses of Such Highly Versatile Resources? / L.V. Krepkova and others // *Frontiers in Pharmacology*. – Vol. 12. – 2021. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.738504>. (дата обращения: 10.04.2024).
4. Шемуранова, Н.А. Растения как основа для создания экологически безопасных высокофункциональных биодобавок для животных / Н.А. Шемуранова Н.А. Гарифуллина // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2020. – 21(5). – С. 483-502. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.5.483-502> (дата обращения: 15.04.2024).
5. Щекатихина, А.С. Гепатопротекторные свойства флаволигнанов / А.С. Щекатихина // *Труды Белорусского государственного университета*. – 2009. – Т. 4, № 1. – С. 27-48.
6. Буркуш, С.В. Сравнительное исследование методов стандартизации плодов расторопши *Silybum marianum* / С.А. Буркуш, С.В. Чижов, Н.В. Фирстова, Н.Н. Глебова, А. В. Кузнецова // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки*. – 2016. – № 4 (40). – С. 30-39. <https://10.21685/2072-3032-2016-4-4> (дата обращения: 15.04.2024).
7. Романова, Е.И. Современные аспекты гепатопротективной терапии / Е.И. Романова, Е.Л. Красавцев // *Проблемы здоровья и экологии*. – 2007. – № 2. – С. 42-50.
8. Tsai, J. H., Effects of Silymarin on the Resolution of Liver Fibrosis Induced by Carbon Tetrachloride in Rats / J. H. Tsai, J. Y. Liu, and others. // *Viral Hepat*. – 15 (7). – 2008. – 508-514. <https://doi:10.1111/j.1365-2893.2008.00971> (дата обращения: 15.04.2024).
9. Губич, О.И. Исследование адаптогенных и гепатопротекторных свойств падуба парагвайского (*Plex paraguariensis*) на экспериментальных моделях *in vivo* / О.И. Губич и др. // *Журнал Белорусского государственного университета. Биология*. – 2021. – №2. – С. 43-51. <https://doi.org/10.33581/2521-1722-2021-2-43-51> (дата обращения: 15.04.2024).
10. Егушова, Е.А. Оценка перспектив использования *Silybum marianum* (L.) Gaerth. в составе мучных изделий специализированной направленности / Е.А. Егушова, И.Ю. Резниченко // *Вестник КрасГАУ*. 2023. № 8. С. 194-202. <https://doi: 10.36718/1819-4036-2023-8-194-202> (дата обращения: 15.04.2024).
11. Брель, Ю.И. Препараты расторопши: механизмы действия и применения при заболеваниях печени / Ю.И. Брель, А.Н., Лызииков, Э.С. Питкевич // *Проблемы здоровья и экологии*. – 2009. – №4. – С. 36-42. <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2009-6-4-6> (дата обращения: 10.04.2024).
12. Харченко, Ю.А. Гепатопротекторные свойства новых препаратов / Ю.А. Харченко, С.В. Ерёмченко, О.О. Авдоница // *Современные проблемы науки и образования*. – 2012. – № 1. (дата обращения: 10.04.2024).

REFERENCES

1. Sanina, T.V. Milk thistle meal in baked Goods / T.V. Sanina, L.A. Miroshnichenko, V.A. Dyakov // *Modern high technologies*. – 2007. – № 7 – S. 15-19.
2. Sharoyko, V.V. Application of Milk thistle schroth reduces a viral load in patients with chronic viral hepatitis C / V.V. Sharoyko, A.G. Rakhmanova, E.Y. Kolpashikova, N.G. Zakharova, A.G. Shevaldin, E.A. Zmaev // *HIV infection and immunosuppression* // Spb., 2016. – № 1 (8). – S. 61-66.
3. Krepkova, L.V. Valuable Hepatoprotective Plants - How Can We Optimize Waste Free Uses of Such Highly Versatile Resources? / L.V. Krepkova and others // *Frontiers in Pharmacology*. – Vol. 12. – 2021. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.738504>. (дата обращения: 10.04.2024).
4. Shemuranova, Natalia A. Plants as the basis for the development of environmentally friendly highly functional bioadditives for animals (review) / Natalia A. Shemuranova, Natalia A. Garifullina // *Agricultural Science Euro-North-East*. 2020 – 21(5) – S.483-502, (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.5.483-502>
5. Shchekatikhina, A.S. Hepatoprotective properties of flavolignans / A.S. Shchekatikhina // *Proceedings of the Belarusian State University*. – 2009. – Т. 4 (1). – С. 27-48.
6. Burkush, S. A. A Comparative study of Standardization methods for the Milk thistle fruit (*Silybum marianum*) / S.A. Burkush, S.V. Chizhov, N.V. Firstova, N.N. Glebova, A.V. Kuznetsova // *University proceedings. Volga region. Medical sciences* – 2016. – № 4 (40). – С. 30-39. (In Russ.). <https://10.21685/2072-3032-2016-4-4> (дата обращения: 15.04.2024).
7. Romanova, A.I. The modern aspects of Hepatoprotector therapy in liver diseases / A.I. Romanova, E.L. Krasavtsev // *Health and Ecology Issues*. – 2007. – № 2. – S. 42-50. (In Russ.).
8. Tsai, J. H., Effects of Silymarin on the Resolution of Liver Fibrosis Induced by Carbon Tetrachloride in Rats / J. H. Tsai, J. Y. Liu and others. // *Viral Hepat*. – 15 (7). – 2008. – 508-514. <https://doi:10.1111/j.1365-2893.2008.00971> (дата обращения: 15.04.2024).
9. Hubich, A. I. The investigation of adaptogenic and hepatoprotective properties of *Plex paraguariensis* on experimental models in vivo / A.I. Hubich and others // *Experimental Biology and Biotechnology*. – 2021. – №2. – S. 43-51. (In Russ.). <https://doi.org/10.33581/2521-1722-2021-2-43-51> (дата обращения: 15.04.2024).
10. Egushova, E.A. Prospects evaluation of using *Silybum marianum* (L.) Gaertn in the of specialized flour products composition / E.A. Egushova, I.Y. Reznichenko // *Bulliten KrasSAU*. – 2023. – 8. – 194–202. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-8-194-202 (дата обращения: 15.04.2024).
11. Brel, Y.I. Hetrdal Preparations from Milk thistle: mechanisms of action and application in liver diseases / Y.I. Brel, A.A. Lyzikov, E.S. Pitkevich // *Health and Ecology Issues*. – 2009. – (4) – S. 36-42. (In Russ.) <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2009-6-4-6> (дата обращения: 10.04.2024).
12. Kharchenko, Yu.A. Hepatoprotective properties of new drugs / Yu.A. Kharchenko, S.V. Eremenko, O.O. Avdonina // *Journal Modern problems of science and education*. – 2012. – № 1 – P. 215-215 (In Russ.) <https://science-education.ru/en/article/view?id=5552> (дата обращения: 10.04.2024).

УДК 664.64.016

ВЛИЯНИЕ ПОРОШКОВ ИЗ ПЛОДОВ КАЛИНЫ И БАРБАРИСА НА АЛЬВЕОГРАФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕСТА ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

Дубцова Г.Н.¹, доктор технических наук, профессор,

Белявская И.Г.¹, доктор технических наук, доцент, Ломакин А.А.²

¹ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»,

Российская Федерация, г. Москва

²АО «Пуратос», Российская Федерация, г. Москва

Аннотация. Объектом исследования являлись тестовые полуфабрикаты из пшеничной муки с добавлением порошков из плодов калины или барбариса. Представлены результаты влияния порошков из плодов калины и барбариса на реологические характеристики пшеничного теста, определяемые на приборе альвеограф. Экспериментально установлены показатели упругости и эластичности, а также комплексный показатель P/L . Внесение порошков из плодов барбариса и калины оказало влияние на все показатели реологических свойств теста. С увеличением дозировки порошков из плодов калины или барбариса увеличивается показатель упругости P и уменьшается показатель растяжимости L и индекс эластичности $l.e.$

Ключевые слова: Порошок из плодов калины, барбариса, реологические свойства теста, альвеограф

THE EFFECT OF VIBURNUM AND BARBERRY FRUIT POWDERS ON THE ALVEOGRAPHIC PROPERTIES OF WHEAT FLOUR DOUGH

Dubtsova G.N.¹, Grand PhD in Engineering, Professor,

Belyavskaya I.G.¹ Grand PhD in Engineering, Associate Professor, Lomakin A.A.²

¹FSBEI HE «Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)», Russian Federation, Moscow

²«Puratos», Russian Federation, Moscow

Annotation. The object of the study was test semi-finished products from wheat flour with the addition of powders from the fruits of viburnum and barberry. The results of the influence of powders from the fruits of viburnum and barberry on the rheological characteristics of wheat dough, determined on the Alveograph device, are presented. The indicators of elasticity and elasticity, as well as the complex indicator P/L , were experimentally established. The introduction of powders from the fruits of barberry and viburnum had an impact on all indicators of the rheological properties of the dough. With an increase in the dosage of powders from the fruits of viburnum or barberry, the elasticity index P increases and the extensibility index L and index elasticity $l.e.$ decrease.

Keywords: viburnum fruit powder, barberry, dough rheological properties, alveograph.

Введение. Качество и состав пищевой продукции в современном мире приобретает важнейшее значение для потребителей. Это связано с возрастающим запросом на «умное питание», способствующее поддержанию здоровья и самочувствия человека на высоком уровне. Хлебобулочные изделия из пшеничной муки высшего сорта, как продукты регулярного потребления, нуждаются в первую очередь в коррекции пищевой ценности. Перед производителями появляется задача, как улучшить рецептурный состав продуктов, обеспечивая при этом его натуральность. Это обуславливает расширение ассортимента хлебобулочных изделий с включением в рецептурный состав продуктов переработки плодово-ягодного сырья [1], в частности, порошков барбариса и калины, богатых биологически активными веществами [2], а также источниками пищевых веществ, обладающих антиоксидантными свойствами [3-7].

Исследование химического состава порошков из плодов барбариса и калины позволили научно обосновать их применение при производстве хлебобулочных изделий [8]. Среди биологически активных веществ, присутствующих в порошках калины и

барбариса особый интерес представляют полифенольные соединения, которые представлены флавоноидами (рутин, гиперозид и кверцитрин), катехинами (эпигаллакатехин, катехин и эпикатехин) и фенолокислотами, поэтому порошки характеризуются высокой антиоксидантной активностью.

Для прогнозирования показателей качества хлебобулочных изделий с использованием рецептурных ингредиентов (источников биологически активных веществ) является необходимым изучение их влияния на реологические свойства полуфабрикатов хлебопекарного производства [9-11].

Цель работы. Определение влияния внесения порошков из плодов калины или барбариса на реологические свойства теста из пшеничной муки высшего сорта, измеренных на приборе альвеограф, в том числе упругость, растяжимость, эластичность и комплексный показатель P/L.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись пробы теста из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и порошков из плодов калины обыкновенной (*Viburnum opulus L.*) и барбариса (*Berberis vulgaris L.*), внесенных в количестве 2,5; 5,0 и 7,5% к массе муки. Определение реологических свойств теста осуществляли на приборе альвеограф в лаборатории «Пуратос», «РусХлеб Исследования» в соответствии с ГОСТ Р 51415-99 (ИСО 5530-4-91) и руководством к прибору.

Альвеографическое испытание определяет реологические свойства теста, выдуваемого в виде пузыря, имитируя процесс формирования пористости в хлебопекарных системах. Методика определения включает: замес теста из исследуемых проб муки и других рецептурных компонентов, экструзию, раскатку и формовку тестовых заготовок, отлежку-расстойку сформованных тестовых заготовок и деформацию заготовок путем выдувания пузыря до разрыва тестовой структуры. Процесс воспроизводит деформацию теста, происходящую под действием выделяющегося диоксида углерода при созревании теста, расстойке тестовых заготовок и позволяет получить информацию о реологических характеристиках тестовой системы, прогнозируя формирование показателей качества готовой продукции.

В объектах исследований определяли количество и качество сырой клейковины, гидратационную способность, растяжимость над линейкой и показатель числа падения. Определение показателей осуществляли стандартными методами.

Результаты исследований и их обсуждение. В работе изучены реологические характеристики теста из муки пшеничной высшего сорта с добавлением порошков из плодов калины или барбариса в количестве 2,5%, 5,0% и 7,5% к массе. Контролем служила проба теста без внесения растительных порошков. Тесто готовили из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, клейковина которой, по свойствам относилась к I группе качества, соответствовала ГОСТ 26574-2017.

Альвеографические исследования тестовых проб пшеничного теста в пятикратной повторности представлены на рисунке 1. Результаты влияния исследуемых растительных порошков на показатели реологических свойств пшеничного теста представлены в таблице 1.

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что внесение исследуемых растительных порошков из плодов калины или барбариса оказывает значительное влияние на реологические свойства теста. В изученном диапазоне внесения исследуемых растительных порошков - до 7,5% к массе муки, упругие свойства пшеничного теста увеличиваются, причем с увеличением количества порошков упругость теста возрастает. Внесение порошка из плодов барбариса в большей степени увеличивает показатель упругости теста, в среднем на 10,4 мм/масс%, при внесении порошка калины показатель упругости теста составляет 6,8 мм/масс%. Эти данные согласуются с результатами определения показателей свойств сырой клейковины, отмытой из исследуемых проб (таблица 2).

Растяжимость тестовой системы уменьшается с внесением исследуемых растительных порошков. Применение порошка из барбариса изменяет характеристики альвеографа на 7,3мм /масс%, а калины на 6,1мм/масс%.

Наблюдаемое укрепление реологических свойств теста отмечается с увеличением показателя P/L , а также индекса эластичности теста.

Снижение показателя хлебопекарной силы W характеризует снижение хлебопекарных свойств муки пшеничной при применении исследуемых растительных порошков.

Сравнительная оценка влагоудерживающей способности клейковины показала стабильность исследуемой характеристики проб теста с внесением порошка плодов калины и снижение на 7,7 % при использовании в рецептуре порошка из барбариса.

Таблица 1

Влияние порошков из плодов калины или барбариса на реологические свойства теста из муки пшеничной высшего сорта

Наименование показателя	Значения альвеографических показателей теста						
	без добавления порошка (контроль)	с добавлением порошка из плодов, % к массе муки					
		калины			барбариса		
		2,5	5,0	7,5	2,5	5,0	7,5
Упругость теста, P , мм вод.ст	105	125	141	156	121	156	183
Растяжимость теста, L , мм	84	55	42	38	62	37	29
P/L	1,25	2,27	3,36	4,11	1,95	4,22	6,31
Индекс эластичности теста, $I.e.$, %	60,5	58,2	50,3	0	55,6	0	0
Хлебопекарная сила, W , Дж	323	286	249	0	279	250	250

Таблица 2

Влияние растительных порошков из плодов калины и барбариса на показатели свойств теста

Наименование показателя	Значение показателя для пробы пшеничной муки с внесением порошка количестве, %			
	0 (контроль)	2,5	5	7,5
из плодов калины				
Масса сырой клейковины, %	31±0,6	30,9±0,5	30,4±0,4	26,3±0,5
ИДК, усл. ед.	77,0±2,5	64,4±2,5	54,7±2,5	54,3±2,5
Влагоудержание, %	180±5,0	179±4,9	179±5,1	180±4,8
Растяжимость, см	16±1,3	11,1±0,8	8,8±1,1	2,7±1,3
Число падения, с	370,5±5,1	386,5±4,7	384,5±5	420±4,8
из плодов барбариса				
Масса сырой клейковины, %	31±0,5	28,8±0,5	28,6±0,5	23,2±0,5
ИДК, усл. ед.	77,0±2,5	42,5±2,5	38,0±2,5	13,5±2,5
Влагоудержание, %	180±5,0	152±5,0	146±5,0	122±5,0
Растяжимость, см	16±1,0	9,5±1,0	8,5±1,0	7±1,0
Число падения, с	370,5±5,0	344,5±5,0	396,5±5,0	341±5,0

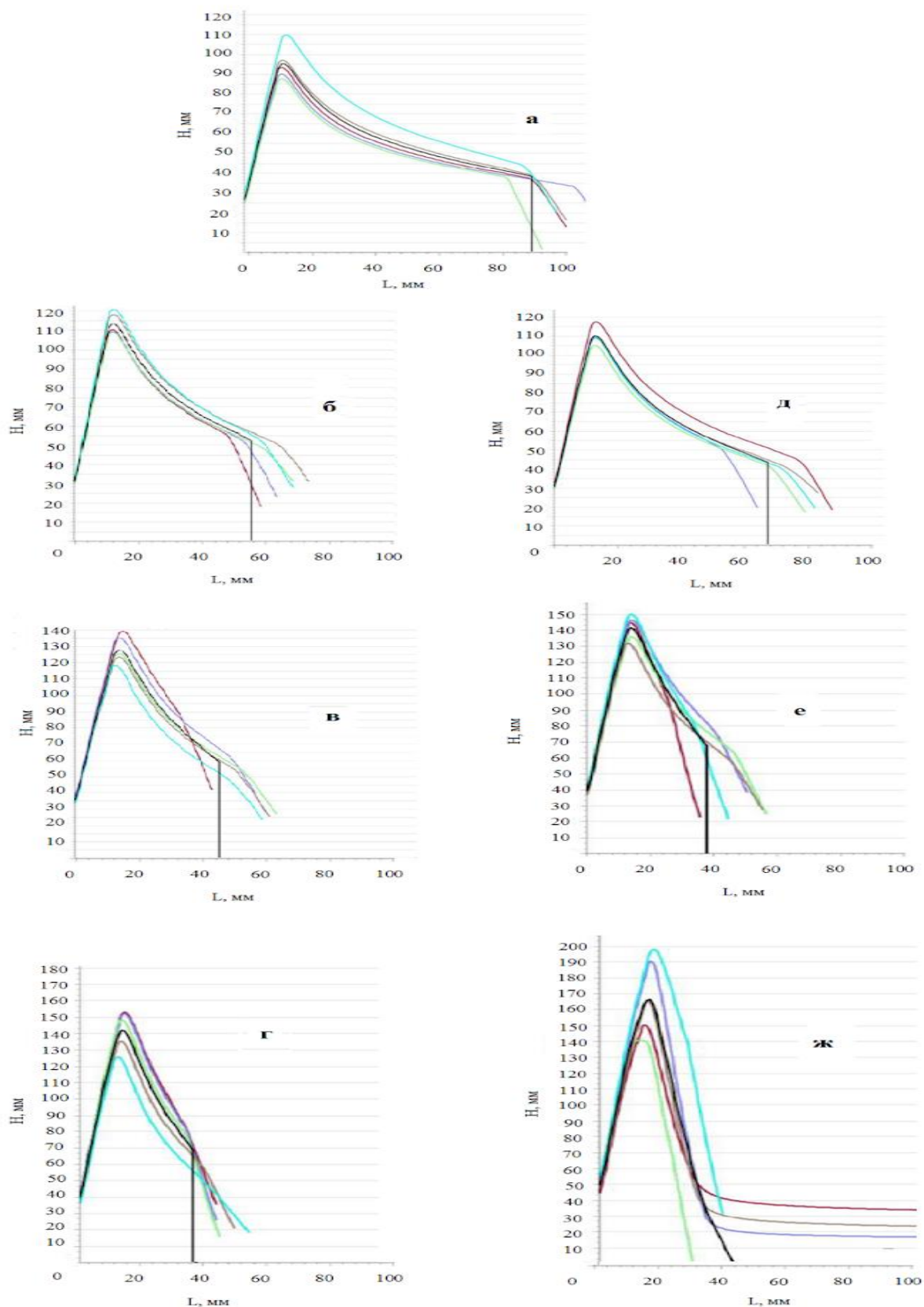


Рисунок 1. Альвеограммы исследуемых проб: а - контрольной пробы пшеничной муки; б - с добавлением порошка из плодов калины в количестве 2,5%; в - в количестве 5,0 %; г - в количестве 7,5%; д - с добавлением порошка из плодов барбариса в количестве 2,5%; е - в количестве 5,0 %; ж - в количестве 7,5%.

Снижение хлебопекарных свойств пшеничной муки при внесении порошков из плодов барбариса или калины в количестве до 7,5 % к массе муки обусловлено как снижением количества отмываемой глиадин-глютениновой белковой фракции на 4,7% и 7,8% соответственно, так и изменением упруго-эластичных свойств клейковины.

Увеличение дозировки порошков в исследованных диапазонах снижает хлебопекарные свойства тестовой системы и обуславливает необходимость использования определенных технологических приемов, а также технологических вспомогательных средств при производстве хлебобулочных изделий, в рецептуры которых входят порошки из плодов калины или барбариса.

Большее влияние на изменение упруго-эластичных свойств теста при внесении порошка из плодов барбариса объясняется бóльшим содержанием органических кислот (яблочной, уксусной и щавелевой) в его составе, чем в порошке из плодов калины. Различие влияния исследованных порошков обусловлено их химическим составом, в частности наличием пищевых волокон, флавоноидов и органических кислот, оказывающих значительное влияние на реологические характеристики теста, формирующие показатели качества готовых изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апаршева В.В. Порошок из плодов рябины и шиповника в технологии получения пшеничного хлеба // Хлебопечение России. 2011. – №4. – С.22-23.
2. Дубцова Г. Н., Ломакин А.А, Кусова И.У., Буланникова Е.И., Быстров Д.И. Биологически активные вещества порошков из плодов барбариса и калины // Техника и технология пищевых производств Т51, №4, 2021, с.779-783.
3. Винницкая В.Ф., Мантрова А.С. Антиоксидантная активность новых хлебобулочных изделий с пребиотическими свойствами //Наука и образование. -2020. Т. 3. № 1. С. 79.
4. Синютина, С. Е., Романцева С.В., Савельева В.Ю. Экстракция флавоноидов из растительного сырья и изучение их антиоксидантных свойств // Вестник ТГУ. - 2011. -Т. 16. - Вып. 1. - С. 345-347.
5. Белявская И.Г. Научно-практические основы технологии хлебобулочных изделий с направленной коррекцией пищевой ценности и антиоксидантных свойств: автореф. дис. ... д-ра. техн. наук: 05.18.01/Белявская Ирина Георгиевна. - М., 2019. 47 с.
6. Фаткуллин Р.И., Калинина И.В., Науменко Н.В., Попова Н.В., Науменко Е.Е., Иванисова Е., Васильев А.К. Исследование антиоксидантных свойств обогащенных хлебобулочных изделий // Аграрная наука. 2022; (9):167-172.
7. Нилова Л.П. Антиоксидантные свойства хлебобулочных изделий с плодово-ягодными порошками // Хлебопродукты. 2018. № 11. С. 48-50.
8. Dubtsova G.N., Lomakin A.A., Azimkova E.M., Kosareva K.V., Dubtsov G.G., Kusova I.U. /LIPID COMPOSITION OF VIBURNUM AND BARBERRY FRUITS /В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials - Technology of Fats and Oils" 2021. С. 04 2002.
9. Черных В.Я., Ширшиков М.А., Максимов А.С. Определение реологических свойств структурных компонентов пшеничной муки в процессе замеса теста // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2003. № 5-6 (276-277). С. 101-104.
10. Ямашев Т.А. Исследование структурно-механических свойств теста из смеси пшеничной и овсяной муки с применением фаринографа // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – Т.14. – Вып. 17. – С. 129-133.
11. Крячко Т.И., Малкина В.Д., Жиркова Е.В., Мартиросян В.В., Смирнова С.А., Славянский А.А. Влияние порошка из капусты брокколи на хлебопекарные свойства пшеничной муки и реологические характеристики теста // Известия высших учебных заведений «Пищевая технология». 2019. №7. С. 31-35.
12. Колпакова В.В., Студенникова О.Ю., Гидратационная способность и физико-химические свойства белков пшеничной клейковины// Известия высших учебных заведений «Пищевая технология». 2009. №2-3. С. 5-8.

REFERENCES

1. Aparsheva V.V. Poroshok iz plodov ryabiny i shipovnika v tekhnologii polucheniya pshenichnogo hleba [Powder from the fruits of mountain ash and wild rose in the technology of wheat bread production] // *Khlebochechenie Rossii*. 2011. - No. 4. - P.22-23.
2. Dubtsova G.N., Lomakin A.A., Kusova I.U., Bulannikova E.I., Bystrov D.I. Biologicheski aktivnyye veshchestva poroshkov iz plodov barbarisa i kaliny [Biologically active substances of powders from fruits of barberry and viburnum] // *Technique and technology of food production T51*, No. 4, 2021, p.779-783.
3. Vinnitskaya V.F., Mantrova A.S. Antioksidantnaya aktivnost' novykh hlebobulochnykh izdelij s prebioticheskimi svoystvami [Antioxidant activity of new bakery products with prebiotic properties] // *Science and Education*. -2020. T. 3. No. 1. S. 79.
4. Sinyutina, S. E., Romantseva S. V., Savelyeva V. Yu. Ekstrakciya flavonoidov iz rastitel'nogo syr'ya i izuchenie ih antioksidantnykh svoystv [Extraction of flavonoids from plant materials and the study of their antioxidant properties] // *Bulletin of TSU*. - 2011. -T. 16. - Issue. 1. - S. 345-347.
5. Belyavskaya I.G. [Scientific and practical bases of technology of bakery products with directed correction of nutritional value and antioxidant properties] : Ph.D. dis. ... dr. tech. Sciences: 05.18.01/Belyavskaya Irina Georgievna. - M., 2019. 47 p.
6. Fatkullin R.I., Kalinina I.V., Naumenko N.V., Popova N.V., Naumenko E.E., Ivanisova E., Vasiliev A.K. [Study of the antioxidant properties of enriched bakery products] // *Agrarian science*. 2022; (9):167-172.
7. Nilova L.P. Antioxidant properties of bakery products with fruit and berry powders] // *Khleboprodukty*. 2018. No. 11. S. 48-50.
8. Dubtsova G.N., Lomakin A.A., Azimkova E.M., Kosareva K.V., Dubtsov G.G., Kusova I.U. /LIPID COMPOSITION OF VIBURNUM AND BARBERRY FRUITS /In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials - Technology of Fats and Oils" 2021. S. 04 2002.
9. Chernykh V.Ya., Shirshikov M.A., Maksimov A.S. Opredelenie reologicheskikh svoystv strukturnykh komponentov pshenichnoj muki v processe zamesa testa [Determination of the rheological properties of the structural components of wheat flour during dough kneading] . *Food technology*. 2003. No. 5-6 (276-277). pp. 101-104.
10. Yamashev T.A. Issledovanie strukturno-mekhanicheskikh svoystv testa iz smesi pshenichnoj i ovsyanoy muki s primeneniem farinografa [Study of the structural and mechanical properties of dough from a mixture of wheat and oatmeal using a farinograph] // *Bulletin of the Kazan Technological University*. - 2011. - T.14. - Issue. 17. - S. 129-133.
11. Kryachko T.I., Malkina V.D., Zhirkova E.V., Martirosyan V.V., Smirnova S.A., Slavyansky A.A. Vliyanie poroshka iz kapusty brokkoli na hlebopekarnye svoystva pshenichnoj muki i reologicheskie harakteristiki testa [The effect of broccoli powder on the baking properties of wheat flour and the rheological characteristics of the dough] // *News of higher educational institutions «Food Technology»*. 2019. No. 7. pp. 31-35.
12. Kolpakova V.V., Studennikova O.Yu. Gidracionnaya sposobnost' i fiziko-himicheskie svoystva belkov pshenichnoj klejkoviny [Hydration capacity and physical and chemical properties of wheat gluten proteins]// *News of higher educational institutions «Food Technology»*. 2009. No. 2-3. pp. 5-8.

ПРИМЕНЕНИЕ ТОПИНАМБУРА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

**Евдокимова А.С., Щербаков П.А.,
Мартirosян В.В., доктор технических наук**

*ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»,
Российская Федерация, г. Москва*

Аннотация. Проведен анализ научно-технической литературы о возможности применения продуктов переработки топинамбура в технологии хлебобулочных, макаронных, консервированных продуктов. Установлено, что отдельные технологические решения позволяют получить продукты переработки топинамбура с высокой сохранностью биологически активных веществ, обладающих выраженным оздоровительным действием. Показан положительный эффект применения топинамбура, обеспечивающий улучшенные органолептические и физико-химические показатели качества, повышенное содержание инулина, пектина, витаминов и минеральных веществ в готовых изделиях.

Ключевые слова: топинамбур, инулин, пищевые волокна, пищевые продукты.

USAGE OF TOPINAMBOUR IN FOOD PRODUCTION

**Evdokimova A.S., Shcherbakov P.A.,
Martirosyan V.V., Grand PhD in Engineering**

FSASI «Scientific Research Institute for the Baking Industry», Russian Federation, Moscow

Annotation. Scientific and technical literature on the possibility of using topinambour processing products in the technology of bakery, pasta and canned products has been analyzed. It is established that some technological solutions allow to obtain topinambour processing products with high preservation of biologically active substances with a pronounced health-improving effect. The positive effect of topinambour application providing improved organoleptic and physicochemical quality indicators, increased content of inulin, pectin, vitamins and mineral substances in finished products is shown.

Keywords: topinambour, inulin, dietary fiber, food products.

Введение. Современный этап развития общества и государства характеризуется с одной стороны выдающимися достижениями науки и техники, упрощающими повседневную жизнь, с другой – социальный прогресс приводит к изменению традиционного образа жизни, возрастанием нервно-эмоциональных нагрузок, постоянным дефицитом времени, росту информации, нарушению характера и ритма питания. Зачастую несбалансированный рацион питания представляет собой интегральный фактор риска для здоровья и возникновения многих неинфекционных заболеваний [1].

В Российской Федерации принята и реализуется «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года», утвержденная Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 г. № 1364-р, которая ориентирована на обеспечение полноценного питания, профилактику заболеваний, увеличение продолжительности и повышение качества жизни населения, стимулирование развития производства и обращения на рынке пищевой продукции надлежащего качества. Стратегия является основой для формирования национальной системы управления качеством пищевой продукции [2].

В настоящее время значительное внимание уделяется разработке технологий функциональных пищевых продуктов. Эти продукты сохраняют и улучшают здоровье за счёт наличия в своём составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов,

что в первую очередь способствует снижению рисков развития заболеваний, связанных с неправильным питанием [3,4,5,6].

К функциональным продуктам питания следует отнести следующие:

- в состав которых входит функциональный пищевой ингредиент в натуральном природном виде;

- с пониженным содержанием опасных для здоровья компонентов или компонентов, препятствующих проявлению биоусвояемости или активности функциональных ингредиентов, входящих в его состав;

- обогащённые функциональными пищевыми ингредиентами [6,7].

Для повышения пищевой и биологической ценности можно использовать витаминно-минеральные премиксы, продукты растительного происхождения или продукты их переработки.

Актуальным на сегодняшний день является использование инулина. При регулярном употреблении продуктов, содержащих инулин обеспечивается: повышение устойчивости к бактериальной и вирусной инфекции органов пищеварения; снижение уровня сахара в крови за счет повышения чувствительности к гормону инсулину; регулирование углеводного обмена посредством образования фруктозы при гидролизе инулина в кислой среде желудка; снижение уровня холестерина и триглицеридов в крови, и вследствие предотвращения развития атеросклероза сосудов. Из всех природных источников инулина наиболее перспективным является топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.).

Чистовой М.В. разработаны технологические решения, позволяющие усовершенствовать технологию хлебобулочных изделий из пшеничной муки с применением инулинсодержащего сырья, и метод оценки технологических свойств инулинсодержащего сырья. Установлено, что внесение инулинсодержащего сырья (инулинсодержащие препараты Венео НР, Венео GR, Венео НРХ, инулинсодержащий препарат Fibrulin XL, порошок топинамбура) в тесто за 30 мин до окончания его созревания улучшает показатели качества хлебобулочных изделий, замедляет процесс их черствения. Показано, что содержание пищевых волокон в хлебобулочных изделиях зависит от кристалличности структуры инулина и его содержания в инулинсодержащем сырье и не зависит от способа его внесения при приготовлении теста [8].

Ладнова О.Л. теоретически обосновала и экспериментально доказала возможность использования в производстве хлебобулочных изделий функционального назначения добавок инулина, стевии и янтарной кислоты, обладающих эффектом гипогликемического действия. С учетом снижения содержания водорастворимых углеводов в мякише хлеба при использовании добавок установлены оптимальные дозировки (инулин 5 %, стевия 0,6 %, янтарная кислота 0,08 % к массе муки), позволяющие получить готовые изделия с улучшенными органолептическими и физико-химическими показателями качества. Установлено увеличение удельного объема хлеба (с инулином — на 9,3 %, со стевией и комплексной добавкой - на 12,5 % и с янтарной кислотой - на 6,25 %), улучшение общей деформации сжатия мякиша хлеба в присутствии стевии и комплексной добавки (на 8,6-12,3 %), увеличение количества бисульфитсвязывающих соединений в присутствии всех добавок (на 12-30 %). Клинические испытания эффективности лечебно-профилактических свойств нового ассортимента ржаных видов хлеба показали, что прием хлеба с диабетическими добавками позволяет уменьшить уровень содержания сахара крови больных сахарным диабетом [9].

Глазунов А.А. разработал научно обоснованный технологический режим получения пищевой добавки из клубней топинамбура сорта «Успех» в виде экстракта (способом гидродинамической кавитации) с последующим применением в производстве макаронных изделий. Установлены оптимальные параметры экстрагирования: величина гидромодуля - 1:4,5, индекс кавитации - 0,9 отн.ед., продолжительность экстракции - 40

мин, размер частиц исходного сырья - 2 мм, что способствовало достижению степени экстрагирования инулинсодержащего компонента из клубней топинамбура - ИБЭ 96,0% с содержанием сухих веществ 16,84%. Показано, что применение изученных добавок приводит к улучшению показателей качества макаронных изделий - улучшению внешнего вида и варочных свойств изделий и обогащению их фруктозой, инулином, минеральными веществами и витаминами. Показана возможность использования инулинбелкового экстракта в количестве 5,0% от массы муки как корректирующей добавки при изготовлении макаронных изделий из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта со слабой клейковиной [10].

Купин Г.А. доказал возможность разработки и промышленного внедрения научно-обоснованных рецептур и технологий функциональных продуктов питания на основе топинамбура. Предложено использование в рецептурных композициях комбинации топинамбура и плодоовощных компонентов, имеющих низкую кислотность, благодаря чему значительно активизируется процесс гидролиза инулина с образованием фруктозы и, следовательно, улучшаются функциональные свойства готового продукта. Разработаны технологии и рецептуры новых видов плодоовощных консервов функционального назначения на основе топинамбура и техническая документация на их производство. Разработана математическая модель и определены оптимальные технологические параметры проведения процесса гидролиза-экстрагирования пектиновых веществ топинамбура: рН — 2, температура — 85 °С, продолжительность - 1 час, при этом их выход составляет 1,84 % [11].

Байбашевой Д.К. доказано, что оптимальным способом внесения инулинсодержащего сырья при выработке хлеба является внесение его в восстановленном виде в заварку, непосредственно после заваривания, при приготовлении ржано-пшеничного заварного хлеба, и в восстановленном виде при замесе теста при приготовлении пшеничного хлеба в количестве 3 % инулинсодержащего сырья от массы муки. Разработанные сорта ржано-пшеничного заварного хлеба содержат 8,48; 8,34 и 7,98 г пищевых волокон, а пшеничного хлеба - 0,79; 1,05 и 1,69 г растворимых пищевых волокон в 100 г, следовательно, суточная потребность в нерастворимых и растворимых пищевых волокнах, удовлетворяется более чем на 30 %, что позволяет отнести разработанные сорта хлеба к категории функциональных продуктов питания [12].

Ермош Л. Г. разработала новый ассортимент пюре на основе плодово-ягодного сырья с добавлением продуктов переработки клубней топинамбура. Экспериментально установлено, что применение пароконвекционного способа обработки клубней топинамбура при переработке их в концентрированную пасту, способствует более высокой сохранности биологически активных веществ, по сравнению с традиционным: количество инулина повышается на 13,8 %, пектина - на 12,1 %, витамина С — на 4,25 %, В₁ - на 7,1 %, В₂ - на 2,3 %, Са - на 13,3 %. Разработаны математические модели и обоснованы технологические параметры производства концентрированной пасты из топинамбура пароконвекционным способом, при которых наблюдаются максимально высокие: сохранность массы (57,3 %), органолептические показатели, содержание инулина (14,0 %), пектина (4,7 %), витамина С (43,1 мг %), В₁ (0,75 мг %). На основании регрессионного анализа экспериментальных данных определено оптимальное соотношение рецептурных компонентов комбинированных видов пюре на основе концентрированной пасты из клубней топинамбура и плодово-ягодного сырья (брусники, черноплодной рябины, тыквы) [13].

Баландина А.С. применила композиции пищевых волокон в технологии хлебобулочных изделий для выработки в домашних условиях. Обосновано использование однофазного способа приготовления теста, предусматривающего внесение композиции пищевых волокон в смеси с мукой, использование интенсивного замеса теста и сокращенную продолжительность брожения, а также разделку в формы. Оптимизирован состав композиции пищевых волокон: инулин XL - 37,5%,

арабиногалактан - 50% и цинтри-фай 100 - 12,5%. Установлено, что при однофазным ускоренном способе приготовления теста с одновременным внесением сахара и жира возможно увеличить содержание композиции пищевых волокон в рецептуре. Определены оптимальные дозировки инулина XL, арабиногалактана и цинтри-файя-100 в составе композиции, а именно 2-3%, 6% и 1-2% к массе муки соответственно. Разработана рецептура бакалейной смеси с композицией пищевых волокон для выпечки в домашних условиях хлеба, обогащённой значимым количеством пищевых волокон [14].

Кольцовым В.А. изучены сорта топинамбура по комплексному содержанию в клубнеплодах инулина, пищевых волокон, витаминов, микроэлементов и антиоксидантной активности для здорового питания. Установлено, что разработанная технология хранения клубнеплодов топинамбура в модифицированной атмосфере позволяет повысить их лежкоспособность с 2-х недель в обычной атмосфере до 5 месяцев. Выявлен сорт топинамбура Интерес с наибольшей лежкоспособностью в модифицированной атмосфере на основе сберегающей влагу полиэтиленовой упаковки толщиной пленки в 100 мк, характеризующийся убылью массы 4,56% на 5-м месяце хранения, а также уровнем потери витамина С не более 10% и пектиновых веществ до 17%. Разработаны рецептуры получения функциональных пищевых продуктов с учетом химико-технологического состава клубнеплодов топинамбура с повышенным содержанием пищевых волокон (3,7-7,48%), инулина (до 3,5%), калия (335-1212 мг/100г). При разработке технологических приемов производства новых функциональных продуктов питания установлено, что внедрение паровоздушных методов очистки клубнеплодов при обработке острым паром в течение 2-х минут при давлении 2,9-3,0 Мпа позволяет снизить уровень потерь до 5 %, исключить из производственного цикла узел предварительной калибровки и снизить экспозицию воздействия высокими температурами на сырье [15].

Исследования Мажулиной И.В. позволили установить оптимальную рецептуру хлеба диабетического назначения повышенной пищевой ценности с добавлением отрубей и гидролизованного порошка топинамбура. Предложен способ приготовления жидкой закваски с внесением в питательную смесь 10-15 % гидролизованного порошка топинамбура, позволяющий интенсифицировать биохимические процессы при созревании и улучшить показатели качества закваски [16].

По результатам проведенного обзора выявлено, что отдельные технологические решения позволяют получить продукты переработки топинамбура с высокой сохранностью биологически активных веществ, обладающих выраженным оздоровительным действием. Показан положительный эффект применения топинамбура, обеспечивающий улучшенные органолептические и физико-химические показатели качества, повышенное содержание инулина, пектина, витаминов и минеральных веществ в готовых изделиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доронин А. Ф. и др. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии. – М. 2008.
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.06.2016 № 1364-р «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года»
3. ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2005. – 8 с.
4. Пилат, Т.П. Биологически активные добавки к пище / Т.П. Пилат, А.А. Иванов. – М.: Аввалон, 2002. – 710 с.
5. Росляков, Ю.Ф. Хлебобулочные, макаронные и кондитерские изделия нового поколения: учебное пособие. Изд. 2-е переработ. и доп. / Ю.Ф. Росляков, О.Л. Вершинина, В.В. Гончар

- // Под ред. д-ра техн. наук проф. Ю.Ф. Рослякова. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2014. – 180 с.
6. Тюрина И. А. Разработка технологий хлебобулочных изделий, нутриентно-адаптированных для геродиетического питания: дис. – Тюрина Ирина Анатольевна – Москва. 2017. 224 с.
 7. Маркова, К.Ю. Разработка и товароведная оценка хлебобулочных изделий, обогащенных биологически активными веществами липидной природы: дис. канд. техн. наук: 05.18.15 / Маркова Ксения Юрьевна – Санкт-Петербург. 2014. 243 с.
 8. Чистова М. В. Совершенствование технологии хлебобулочных изделий из пшеничной муки, обогащенных пищевыми волокнами: дис. канд. техн. наук: 05.08.01/ Чистова Мария Владимировна – Москва. 2012. 167с.
 9. Ладнова О. Л. Разработка нового ассортимента ржаных сортов хлеба функционального назначения: дис. канд. техн. наук: 05.08.01/ Ладнова Ольга Леонидовна – Орел. 2006. 185 с.
 10. Глазунов А. А. Разработка технологии получения и применения пищевой добавки из клубней топинамбура в производстве макаронных изделий: дис. канд. техн. наук: 05.08.01/Глазунов Алексей Анатольевич – Москва. 2001. 218 с.
 11. Купин Г. А. Разработка технологий продуктов питания функционального назначения на основе топинамбура: дис. канд. техн. наук: 05.08.01/ Купин Григорий Анатольевич – Краснодар. 2004. 148 с.
 12. Байбашева Д. К. Разработка технологии ржано-пшеничного и пшеничного хлеба функционального назначения с применением инулинсодержащего сырья дисс. док. техн. наук: 05.08.01/ Байбашева Джаминат Камалутдиновна – Орел. 2010. 263 с.
 13. Ермош Л. Г. Научно-практическое обоснование получения продуктов повышенной пищевой ценности с использованием клубней топинамбура: дисс. док. техн. наук: 05.08.01/ Ермош Лариса Георгиевна-Красноярск. 2015. 305 с.
 14. Баландина А. С. Разработка композиции пищевых волокон и технологии ее применения в производстве хлебобулочных изделий: дис. канд. техн. наук: 05.08.01/Баландина Анна Сергеевна – Москва. 2015. 214 с.
 15. Кольцов В. А. Разработка технологии производства функциональных пищевых продуктов на основе топинамбура: дис. сельск. наук: 05.08.01/ Кольцов Владимир Александрович - Мичуринск-наукоград. 2015. 146 с.
 16. Мажулина И. В. Научное обеспечение энергоэффективной технологии получения ферментного препарата инулиназы и его применение в производстве хлебобулочных изделий: дис. канд. техн. наук: 05.08.12/ Мажулина Инна Вячеславовна – Воронеж. 2013. 226 с.

REFERENCES

1. Shlelenko, L.A. Perspektivnye tekhnologii hlebobulochnyh izdelij dlya detskogo pitaniya na osnove kislomolochnyh produktov [Promising technologies of bakery products for baby food based on dairy products] / L.A. SHlelenko, E.V. Apul'cina // Materialy foruma «Sovremennoe hlebopechenie – 2008» // МРА. – М., 2008 – S. 75-78.
2. Doronin, A. F. Funkcional'nye pishhevye produkty. Vvedenie v tehnologii [Functional Food Products. Introduction to technology] / A F Doronin – М. 2008.
3. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 29.06.2016 № 1364-r «Strategija povyshenija kachestva pishhevoj produkcii v Rossijskoj Federacii do 2030 goda» [Order of the Government of the Russian Federation No. 1364-r dated 29.06.2016 "Strategy for Improving the Quality of Food Products in the Russian Federation until 2030"]
4. GOST R 52349-2005 Produkty pishhevye. Produkty pishhevye funkcional'nye. Terminy i opredelenija. [Food products. Functional food products. Terms and definitions] – М.: Standartinform, 2005. – 8 s.
5. Pilat, T.P. Biologicheski aktivnye dobavki k pishhe [Biologically active food additives]/ T.P. Pilat, A.A. Ivanov. – М.: Avvalon, 2002. – 710 s.
6. Tjurina I. A. Razrabotka tehnologij hlebobulochnyh izdelij, nutrientno-adaptirovannyh dlja gerodieticheskogo pitaniya [Development of technologies of bakery products, nutrient-adapted for gerodietic nutrition]: dis. – Tjurina Irina Anatol'evna – Moskva. 2017. 224 s.
7. Markova, K.Ju. Razrabotka i tovarovednaja ocenka hlebobulochnyh izdelij, obogashhennyh biologicheski aktivnymi veshhestvami lipidnoj prirody [Development and commodity evaluation

- of bakery products enriched with biologically active substances of lipid nature]: dis. kand. tehn. nauk: 05.18.15 / Markova Ksenija Jur'evna – Sankt-Peterburg. 2014. 243 s.
8. Chistova M. V. Sovershenstvovanie tehnologii hlebobulochnyh izdelij iz pshenichnoj muki, obogashennyh pishhevymi voloknami [Perfection of technology of bakery products from wheat flour enriched with food fibers]: dis. kand. tehn. nauk: 05.08.01/ Chistova Marija Vladimirovna – Moskva. 2012. 167s.
 9. Ladnova O. L. Razrabotka novogo assortimenta rzhanyh sortov hleba funkcional'nogo naznachenija [Development of a new assortment of rye bread varieties of functional purpose]: dis. kand. tehn. nauk: 05.08.01/ Ladnova Ol'ga Leonidovna – Orel. 2006. 185 s.
 10. Glazunov A. A. Razrabotka tehnologii poluchenija i primeneniya pishhevoj dobavki iz klubnej topinambura v proizvodstve makaronnyh izdelij [Development of technology of obtaining and application of food additive from topinambur tubers in the production of pasta]: dis. kand. tehn. nauk: 05.08.01/Glazunov Aleksej Anatol'evich – Moskva. 2001. 218 s.
 11. Kupin G. A. Razrabotka tehnologij produktov pitaniya funkcional'nogo naznachenija na osnove topinambura: dis. kand. tehn. nauk [Development of technologies of food products of functional purpose on the basis of topinambur]: 05.08.01/ Kupin Grigorij Anatol'evich – Krasnodar. 2004. 148 s.
 12. Bajbasheva D. K. Razrabotka tehnologii rzhano-pshenichnogo i pshenichnogo hleba funkcional'nogo naznachenija s primeneniem inulinsoderzhashhego syr'ja [Development of technology of rye-wheat and wheat bread functional purpose with the use of inulin-containing raw materials dissertation. doctor of technical sciences] diss. dok. tehn. nauk: 05.08.01/ Bajbasheva Dzhaminat Kamalutdinovna – Orel. 2010. 263 s.
 13. Ermosh L. G. Nauchno-prakticheskoe obosnovanie poluchenija produktov povyshennoj pishhevoj cennosti s ispol'zovaniem klubnej topinambura [Scientific and practical substantiation of obtaining products of increased nutritional value with the use of topinambur tubers]:diss. dok. tehn. nauk: 05.08.01/ Ermosh Larisa Georgievna-Krasnojarsk. 2015. 305 s.
 14. Balandina A. S. Razrabotka kompozicii pishhevych volokon i tehnologii ee primeneniya v proizvodstve hlebobulochnyh izdelij [Development of food fiber composition and technology of its application in the production of bakery products]: dis. kand. tehn. nauk: 05.08.01/Balandina Anna Sergeevna – Moskva. 2015. 214 s.
 15. Kol'cov V. A. Razrabotka tehnologii proizvodstva funkcional'nyh pishhevych produktov na osnove topinambura: dis. sel'sk. nauk [Development of technology of production of functional food products based on topinambur]: 05.08.01/ Kol'cov Vladimir Aleksandrovich - Michurinsk-naukograd. 2015. 146 s.
 16. Mazhulina I. V. Nauchnoe obespechenie jenergojeffektivnoj tehnologii poluchenija fermentnogo preparata inuliny i ego primenenie v proizvodstve hlebobulochnyh izdelij [Scientific support of energy-efficient technology of obtaining enzyme preparation of inulinase and its application in the production of bakery products]: dis. kand. tehn. nauk: 05.08.12/ Mazhulina Inna Vjacheslavovna – Voronezh. 2013. 226 s.

УДК 664.149

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНА ПРОРОЩЕННОГО ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БАТОНЧИКОВ ЗЛАКОВЫХ

Козловская В.А., Дударева А.Н., Севастей Л.И.

*Научно-производственное республиканское дочернее унитарное предприятие «Белтехнохлеб»
Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной
академии наук Беларуси по продовольствию», Республика Беларусь, г. Минск*

Аннотация. В статье представлено обоснование возможности использования продуктов переработки зерна пророщенного при производстве батончиков злаковых. Исследован химический состав зерна пшеницы до проращивания и после, включающий изучение витаминно-минерального комплекса, аминокислотного состава, пищевой ценности.

Ключевые слова: Технология, батончики, продукты переработки зерна, зерно пророщенное, пищевая ценность, витамины, минеральные вещества, аминокислоты.

THE RELEVANCE OF THE USE OF SPROUTED GRAIN IN THE PRODUCTION OF CEREAL BARS

Kozlovskaya V.A., Dudareva A.N., Sevastey L.I.

*Research and production republican subsidiary unitary Enterprise «Beltechnohleb» RUE «Scientific
and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus»,
Republic of Belarus, Minsk*

Abstract. The article presents a justification for the possibility of using grain processing products sprouted in the production of cereal bars. The chemical composition of wheat grain before and after germination has been studied, including the study of the vitamin and mineral complex, amino acid composition, and nutritional value.

Keywords: Technology, bars, grain processing products, sprouted grain, nutritional value, vitamins, minerals, amino acids.

Введение. Кондитерские изделия пользуются устойчивым спросом благодаря высоким вкусовым свойствам, ценовой доступности, удобству потребления, а также традициям в питании общества. Помимо этого, кондитерские изделия составляют существенную долю в рационе питания различных возрастных групп населения, особенно детей и молодежи.

Особую популярность в настоящее время среди кондитерской продукции занимают батончики-мюсли – продукт, приготовленный из сырых или запеченных злаков, с добавлением сушеных фруктов, ягод или овощей, орехов, отрубей, меда или сахарного сиропа. Это так называемая продукция «to go», используемая в качестве быстрого перекуса, которую легко взять с собой [1].

Основными злаковыми составляющими в батончиках-мюсли являются зерна и продукты переработки подготовленных злаковых культур, в том числе дробленые и измельченные, экструдированные: хлопья, шарики, мука и т.д. Роль связующих компонентов выполняют сиропы, также жировые ингредиенты; в состав могут быть включены пищевые добавки, продукты переработки ягод, фруктов и овощей, молочные продукты [2].

Современные тенденции формирования здорового рациона питания диктуют необходимость создания новых пищевых продуктов с повышенной биологической и физиологической ценностью [3]. Стоит отметить, что ассортимент батончиков-мюсли с применением зерна пророщенного в торговых сетях отсутствует. Учитывая вышеизложенное, актуальной задачей является придание данному продукту полезного статуса путем использования продуктов переработки зерна.

Цель работы – научное обоснование использования продуктов переработки зерна пшеницы пророщенного при разработке технологии кондитерских изделий – батончиков злаковых.

Объекты и методы исследований – продукты переработки зерна (зерно пшеницы, зерно пшеницы пророщенное). Методология проведения работы – теоретический анализ литературных источников и существующей практики по исследуемой теме, технологические, физико-химические.

Результаты исследований и их обсуждение. Злаки можно считать «первородным» естественным продуктом. Новая технология производства злаковых батончиков предусматривает использование злаковых зерен в пророщенном виде, что позволит сделать их намного полезнее. Продукты злаковые хорошо усваиваются организмом, в них практически отсутствуют моносахара и дисахариды, а благодаря высокому содержанию пищевых волокон они полезны для кишечника и печени, нормализуют функции почек и способствуют очищению организма от шлаков [2].

Государственным предприятием «Белтехнохлеб» в рамках государственной научно-технической программы разработана технология проращивания зерна пшеницы, включающая ряд стадий: осмотр сырья на наличие посторонних включений, мойка и дезинфекция зерна, проращивание. На каждом этапе установлены параметры и режимы ведения технологического процесса.

Проведены исследования по определению химического состава (витаминно-минерального комплекса, аминокислотного состава, пищевой ценности) зерна пшеницы, зерна пшеницы пророщенного, а также испытания по показателям качества и безопасности на соответствие требованиям ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Результаты исследований изменения пищевой ценности зерна пшеницы и зерна пшеницы пророщенного представлены в таблице 1. Результаты исследований изменения содержания витаминов и степень удовлетворения суточной потребности в зерне пшеницы и зерне пшеницы пророщенном представлены в таблице 2.

Таблица 1

Пищевая ценность зерна пшеницы и зерна пшеницы пророщенного

Наименование образца	Массовая доля					
	Жиры, %		Белка, %		Клетчатки, %	
	Зерно	Зерно пророщенное	Зерно	Зерно пророщенное	Зерно	Зерно пророщенное
Пшеница	1,3	0,9	10,25	6,63	3,64	2,49

Таблица 2

Содержание витаминов и степень удовлетворения суточной потребности в зерне пшеницы и зерне пшеницы пророщенном

Наименование образца	Витаминный состав, мг/100 г			
	В ₁	В ₆	В ₅	В ₂
	Суточная потребность, мг			
	1,4	2,0	6,0	1,6
Зерно пшеницы	0,009	0,607	2,451	0,087
Степень удовлетворения, %	0,6	30,0	41,0	5,0
Зерно пшеницы пророщенное	0,008	0,470	2,877	0,106
Степень удовлетворения, %	0,6	23,5	48,0	6,6

Исходя из представленных данных, установлено снижение массовых долей жира (на 30,8 %), белка (на 35,3 %), клетчатки (на 31,6 %) в зерне пшеницы пророщенном. Указанные изменения в процессе проращивания семян обусловлены рядом причин: крахмал превращается в солодовый сахар, белки в аминокислоты, жиры в жирные кислоты. Однако активно идет синтез витаминов группы В. Несмотря на снижение в зерне пророщенном содержания витаминов В₁ и В₆ на 11,1 % и 22,6 % соответственно, увеличивается содержание витаминов В₂ и В₅ на 21,8 % и 17,4 % соответственно. Удовлетворение средней суточной потребности в витаминах составляет: В₁ – 0,6 %, В₂ – 6,6 %, В₅ – 48,0 %, В₆ – 23,5 % (содержание выражено в процентах согласно Приложению 2 ТР ТС 022/2011).

Помимо пищевой ценности и витаминного состава сырья, выявлены изменения в процессе проращивания в минеральном и аминокислотном составе зерна. Проведены исследования по определению содержания микроэлементов (Fe, Mn, Se, Zn) и макроэлементов (Ca, Mg, P, K). Полученные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Содержание минеральных веществ и степень удовлетворения суточной потребности в зерне пшеницы и зерне пшеницы пророщенном

Наименование образца	Минеральный состав								Массовая доля золы, %
	Макроэлементы, мг/кг				Микроэлементы, мг/кг				
	Ca	Mg	P	K	Fe	Mn	Se	Zn	
	Суточная потребность, мг								
	1000	400	800	3500	14	-	0,07	15	-
Зерно пшеницы	412	1605	1820	5174	49	34	<0,05	43	1,88
Степень удовлетворения, %	41,2	401,3	227,5	147,8	350,0	-	~71,4	286,7	-
Зерно пшеницы пророщенное	669	1771	1902	4726	45	39	<0,05	41	2,04
Степень удовлетворения, %	66,9	442,8	237,8	135,0	321,4	-	~71,4	273,3	-

Анализ полученных данных свидетельствует об увеличении содержания макроэлементов в зерне в процессе проращивания: Ca – на 62,4 %, Mg – на 10,3 %, P – на 4,5 %, при снижении K на 8,7 %. Содержание Mn, Se, Zn остается практически неизменным. При этом наблюдается закономерное увеличение степени удовлетворения суточной потребности в Ca, Mg, P на 25,7 %, 41,5 %, 10,3 % соответственно.

Биологическая полноценность любого продукта обеспечивается сбалансированным содержанием аминокислот. В связи с этим проведены исследования по определению аминокислотного состава зерна пшеницы и зерна пшеницы пророщенного. Результаты исследований представлены в таблице 4.

Таблица 4

Аминокислотный состав зерна пшеницы и зерна пшеницы пророщенного

Наименование аминокислоты	Пшеница			
	Зерно		Зерно пророщенное	
	натив	в пересчете на сухое вещество	натив	в пересчете на сухое вещество
Заменимые аминокислоты				
Аспарат	н/о	н/о	н/о	н/о
Глутамат	90,3	114,1	51,4	100,6
Серин	21,1	26,7	14,8	29,0
Глицин	40,1	50,7	40,1	78,5
Аргинин	45,0	56,9	28,4	55,6
Аланин	9,8	12,4	6,0	11,7
Цистин	н/о	н/о	н/о	н/о
Незаменимые аминокислоты				
Гистидин	36,2	45,7	33,7	65,9
Валин	20,9	26,4	18,1	35,4
Изолейцин	19,5	24,6	13,5	26,4
Лейцин	45,1	57,0	29,4	57,5
Лизин	29,9	37,8	22,4	43,8
Метионин	30,0	37,9	22,4	43,8
Треонин	17,4	22,0	н/о	н/о
Фенилаланин	47,5	60,0	30,2	59,1
Тирозин	н/о	н/о	н/о	н/о

В результате проведенных исследований установлено увеличение содержания в процессе проращивания заменимых аминокислот (серина и глицина на 8,6 % и 54,8 % соответственно). Среди незаменимых аминокислот отмечен значительный рост содержания гистидина (на 44,2 %), валина (на 34,1 %), лизина (на 15,9 %), метионина (на 15,6 %).

Таким образом, проведенные испытания показали, что зерно является доступным естественным источником витаминов, минеральных веществ, аминокислот, а процесс проращивания раскрывает полный его потенциал за счет увеличения содержания данных нутриентов и их перехода в легко усвояемую форму.

Выводы. Одним из приоритетных направлений в современном мире является производство продуктов питания на основе натуральных составляющих и, как следствие, получение полезных для организма человека веществ, заложенных природой.

Согласно проведенным исследованиям использование зерна пророщенного в качестве сырьевого компонента позволяет в большей степени придать пищевым продуктам функциональность.

Учитывая, что в структуре питания современного человека все большее место занимают перекусы, использование продуктов переработки зерна пшеницы пророщенного при разработке технологии производства батончиков злаковых позволит существенно повысить их пищевую ценность по содержанию витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон, тем самым рационализировать питание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ромашкова, А. П. Ценность злаковых батончиков-мюсли в питании человека / А. П. Ромашкова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2020. – № 22 (312). – С. 587 - 589. – URL: <https://moluch.ru/archive/312/70933/> (дата обращения: 27.09.2022).
2. Резниченко И.Ю. Выбор сырья для мюсли-батончика/ И.Ю. Резниченко, В.М. Позняковский, И.А. Драгунова// Пищевая промышленность. – 2007. – № 2. – С. 68 - 69.
3. Конева С.И. Особенности использования продуктов переработки семян льна при производстве хлебобулочных изделий // Ползуновский вестник. – 2016. – № 3. – С. 35 - 38.

REFERENCES

1. Romashkova, A. P. The value of cereal granola bars in human nutrition / A. P. Romashkova. – Text: direct // Young scientist. – 2020. – № 22 (312). – S. 587 - 589. – URL: <https://moluch.ru/archive/312/70933/> (date of access: 27.09.2022).
2. Reznichenko I. Yu. The choice of raw materials for a granola bar / I.Yu. Reznichenko, V.M. Poznyakovsky, I.A. Dragunova// Food industry. – 2007. – №. 2. – S. 68 - 69.
3. Koneva S.I. Features of the use of flax seed processing products in the production of bakery products // Polzunovskiy vestnik. – 2016. – № 3. – S. 35 - 38.

УДК 665.372

СИСТЕМА ИНКАПСУЛЯЦИИ МИКРОНУТРИЕНТОВ, ПОЛУЧЕННАЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЛЕЦИТИНОВ, ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Лисовая Е.В., кандидат технических наук,

Викторова Е.П., доктор технических наук, Жане М.Р., Данилейко Е.Р.

Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства и виноделия», Российская Федерация, г. Краснодар

Аннотация. Показана эффективность применения системы инкапсуляции микронутриентов, полученной с применением модифицированных лецитинов, на свойства и качество хлебопекарной пшеничной муки, а также свойства теста из нее. Разработаны рецептура сдобной булочки, обогащенной системой инкапсуляции, а также технологические режимы её производства. Установлено положительное влияние системы инкапсуляции на потребительские свойства сдобной булочки, сохранение свежести и максимальное сохранение в её составе содержания инкапсулированных термолабильных микронутриентов.

Ключевые слова: продукты питания для школьников, система инкапсуляции, инкапсулирующий агент, модифицированные лецитины, микронутриенты, сдобная булочка.

MICRONUTRIENT ENCAPSULATION SYSTEM OBTAINED USING MODIFIED LECITHINS FOR ENRICHMENT OF BAKERY PRODUCTS

Lisovaya E.V., PhD in Engineering, Viktorova E.P., Grand PhD in Engineering,
Zhane M.R., Danileiko E.R.

Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products - branch of the North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Russian Federation, Krasnodar

Abstract. The effectiveness of using a micronutrient encapsulation system obtained using modified lecithins on the properties and quality of baking wheat flour, as well as the properties of dough made from it, has been shown. A recipe for a butter bun enriched with an encapsulation system, as well as technological modes for its production, have been developed. The positive influence of the encapsulation system on the consumer properties of the bun, preservation of freshness and maximum preservation of the content of encapsulated thermolabile micronutrients in its composition has been established.

Keywords: food products for schoolchildren, encapsulation system, encapsulating agent, modified lecithins, micronutrients, bun

Введение. В последнее время все более быстрыми темпами растет количество заболеваний, в происхождении которых значительную роль играет фактор питания.

Особенно актуальна указанная проблема для детей и подростков, т.к. известно, что любая, особенно белковая и микронутриентная недостаточность питания, способна затормозить процессы роста, ухудшить психофизиологическое состояние развивающегося организма.

Учитывая это, чрезвычайно важно обеспечить сбалансированное поступление в организм пищевых веществ, принимающих непосредственное участие в важнейших обменных процессах, биосинтезе, повышающих резистентность организма и способствующих профилактике алиментарно-зависимых заболеваний.

Ранее в работе [1], на основании изучения фактического питания детей школьного возраста разных возрастных групп г. Краснодара, нами была обоснована необходимость включения в рацион питания школьников пищевых продуктов, обогащенных комплексом микронутриентов.

Кроме того, на основании изучения вкусовых предпочтений школьников разных возрастных групп обоснован выбор базовых продуктов для создания на их основе обогащенных продуктов питания, один из которых - сдобная булочка.

В работах [2,3] показано, что наиболее перспективной формой включения микронутриентов в продукты питания является их инкапсулированная форма, при этом в качестве перспективного инкапсулирующего агента целесообразно использовать модифицированные лецитины с высоким содержанием фосфатидилхолинов.

В связи с этим, целью работы являлось исследование эффективности применения системы инкапсуляции, полученной с применением модифицированных лецитинов, для обогащения микронутриентами сдобной булочки для питания школьников разных возрастных групп.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являются система инкапсуляции, содержащая микронутриенты, сдобная булочка.

Система инкапсуляции представляет собой наноэмульсию прямого типа «масло в воде», содержащая как липофильные, так и гидрофильные микронутриенты.

В качестве инкапсулирующего агента для получения системы инкапсуляции использовали модифицированный лецитин, полученный из жидкого лецитина по разработанным нами технологическим режимам, включая режимы обезжиривания жидкого лецитина ацетоном, а также режимы фракционирования обезжиренного лецитина этиловым спиртом с применением УЗ воздействия. Содержание фосфатидилхолинов в полученном модифицированном лецитине составляло 76 % от общей суммы фосфолипидов.

В качестве микронутриентов для получения системы инкапсуляции с целью обогащения сдобной булочки использовали - бета-каротин, витамин Е, карбонат кальция и сульфат магния. Предварительно нами было рассчитано необходимое содержание каждого микронутриента в 100 мл системы инкапсуляции, а именно витамина Е - 61,25 мг, бета-каротина (провитамина А)- 18,40 мг, кальция - 4273,00 мг, магния - 1214,00 мг.

Показатели качества и свойства пшеничной муки, свойства теста из пшеничной муки, определение органолептических и физико-химических показателей качества сдобных хлебобулочных изделий осуществляли в соответствии со стандартными методиками.

Сохранение свежести сдобных хлебобулочных изделий в процессе их хранения определяли на основании изменения структурно-механических свойств мякиша с помощью автоматизированного пенетromетра АП-4/2, а также по изменению органолептических свойств изделий.

Содержание микронутриентов – бета-каротина и витамина Е в сдобной булочке определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, а содержание макроэлементов (кальция и магния) – методом атомно-абсорбционной спектрометрии.

Результаты исследования и их обсуждение. На первом этапе исследовали влияние дозировки системы инкапсуляции на качество и газообразующую способность пшеничной муки высшего сорта, а также на водопоглонительную способность и реологические свойства теста из нее.

Для этого были подготовлены экспериментальные образцы с добавлением системы инкапсуляции в количестве 5, 10, 15 и 20 % к массе муки и контрольный образец - без добавления системы инкапсуляции.

На рисунке 1 приведены данные по влиянию дозировки системы инкапсуляции на качество сырой клейковины муки (а) и на газообразующую способность муки (б).

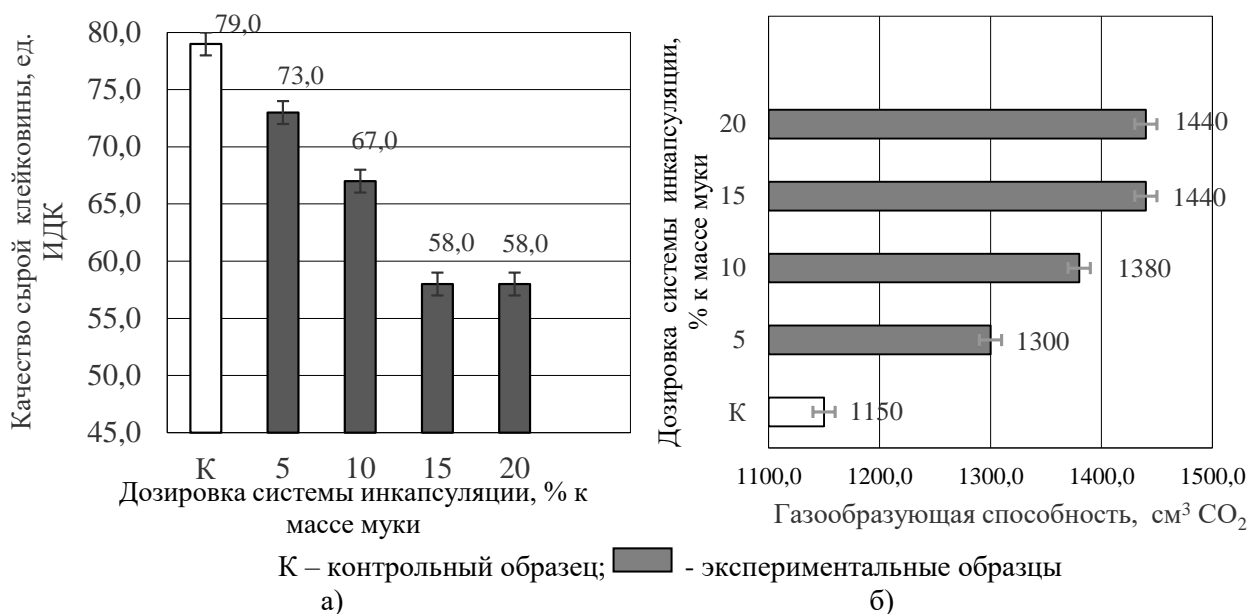


Рисунок 1. Влияние дозировки системы инкапсуляции на качество сырой клейковины муки (а) и на газообразующую способность муки (б)

Установлено, что добавление системы инкапсуляции в количестве 5-20% к массе муки обеспечивает укрепление сырой клейковины муки (рисунок 1а), а именно, клейковина муки из группы качества «удовлетворительная слабая» (78 – 102 ед. ИДК) переходит в группу качества «средняя (хорошая)» (53 – 77 ед. ИДК).

Укрепляющее действие системы инкапсуляции на клейковину муки объясняется присутствием в системе инкапсуляции фосфолипидов, которые образуют с белками муки фосфолипидпротеиновые комплексы, упрочняющие структуру белковой молекулы.

Из данных рисунка 1б видно, что с увеличением дозировки системы инкапсуляции с 5 % до 15 % газообразующая способность, от которой зависит продолжительность технологических процессов, увеличивается на 13,0 - 25,2 %, а при увеличении дозировки с 15 % до 20 % газообразующая способность муки не изменяется.

Кроме того, установлено, что с увеличением дозировки системы инкапсуляции с 5 % до 20 % к массе муки водопоглотительная способность теста увеличивается (рисунок 2).

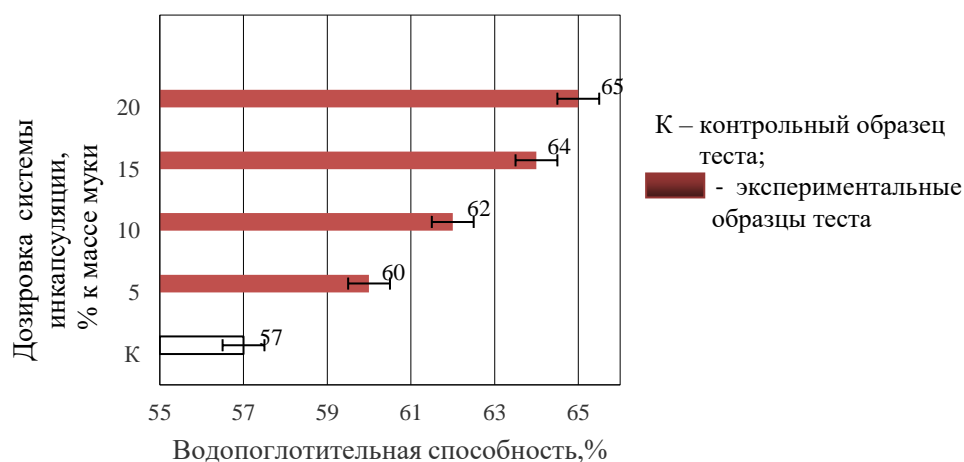


Рисунок 2. Влияние дозировки системы инкапсуляции на водопоглотительную способность теста

Этот факт можно объяснить высокой водоудерживающей способностью фосфатидилхолинов, содержащихся в инкапсулирующем агенте системы инкапсуляции, т.е. в модифицированном лецитине.

Установлено, положительное влияние системы инкапсуляции на реологические свойства теста из пшеничной муки, а именно на время образования, стабильность и степень разжижения (таблица 1), что позволяет их регулировать и рекомендовать систему инкапсуляции в качестве рецептурного компонента при производстве сдобной булочки.

Таблица 1

Влияние дозировки системы инкапсуляции на реологические свойства теста

Образец теста	Наименование и значение показателя		
	время образования теста, мин	стабильность теста, мин	степень разжижения теста, ЕФ
Контрольный образец	1,7	2,7	84
Экспериментальные образцы с внесением системы инкапсуляции, % к массе муки:			
5	6,8	7,0	78
10	7,3	7,4	73
15	7,8	7,9	68
20	8,3	8,2	61

На следующем этапе изучали влияние дозировки системы инкапсуляции на качество сдобной булочки, включая органолептические и физико-химические показатели качества.

Для исследования влияния дозировки системы инкапсуляции на качество сдобной булочки в качестве контрольной рецептуры была взята рецептура базовой сдобной булочки, разработанная в Краснодарском НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

Для приготовления экспериментальных образцов сдобной булочки в тесто вносили систему инкапсуляции в количестве 10, 15 и 20 % к массе муки.

Тесто готовили безопасным способом, приготовленное тесто разделявали на тестовые заготовки, которые растаивали и выпекали.

В результате оценки органолептических показателей качества экспериментальных и контрольного образцов сдобных булочек установлено, что экспериментальный образец сдобной булочки с внесением 20 % системы инкапсуляции имел максимальную балльную оценку – 30 баллов, а контрольный образец - 28,0 баллов.

Кроме того, установлено, что внесение системы инкапсуляции оказывает положительное влияние и на качество сдобной булочки, а именно, повышается пористость мякиша, удельный объем и формоустойчивость, при этом наилучшие результаты были отмечены в экспериментальных образцах сдобной булочки, приготовленной с внесением системы инкапсуляции в количестве 15-20 % к массе муки.

Так, пористость мякиша экспериментальных образцов сдобной булочки с внесением системы инкапсуляции в количестве 15 и 20 % к массе муки соответствовала 72 %, а контрольного образца – 68 %, удельный объем экспериментальных образцов – 340 см³/100г, а контрольного – 300 см³/100г, формоустойчивость экспериментальных образцов – 0,62, а контрольного – 0,57.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что внесение системы инкапсуляции в количестве 15–20 % к массе муки позволяет обеспечить не только высокие органолептические, но и физико-химические показатели качества сдобной булочки.

Однако, учитывая основную цель исследования, заключающуюся в обогащении базового продукта – сдобной булочки комплексом инкапсулированных

микронутриентов, содержащихся в системе инкапсуляции, была выбрана дозировка системы инкапсуляции в количестве 20 % к массе муки.

На основании полученных данных разработана рецептура сдобной булочки, обогащенной системой инкапсуляции (таблица 2), а также уточнены технологические режимы ее производства безопасным способом (таблица 3).

Таблица 2

Рецептура разработанной сдобной булочки

Наименование рецептурного компонента	Содержание рецептурного компонента, г/100г муки
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	100,00
Дрожжи хлебопекарные прессованные	2,00
Соль пищевая	1,00
Сахар	10,00
Масло рафинированное дезодорированное высокоолеиновое подсолнечное	5,00
Система инкапсуляции, содержащая бета-каротин, витамин Е, кальций, магний	20,00
Ванилин	0,20
Итого:	138,20

Таблица 3

Технологические режимы производства сдобной булочки, обогащенной системой инкапсуляции

Наименование технологической стадии и режима	Параметры технологического режима	
	известный	разработанный
Приготовление теста:		
температура, °С	28 - 30	28 - 30
продолжительность брожения, минут	150	120
Расстойка тестовых заготовок:		
температура, °С	35 - 37	35 - 37
продолжительность расстойки, минут	60	50
Выпечка изделий:		
температура, °С	210	210
продолжительность выпечки, минут	25	25
Сокращение продолжительности технологического процесса, минут	-	40

Из данных таблицы 3 видно, что при производстве сдобной булочки, обогащенной системой инкапсуляции, продолжительность технологического процесса сокращается на 40 минут по сравнению с продолжительностью технологического процесса производства сдобной булочки по контрольной рецептуре.

На рисунке 3 приведены данные по влиянию внесения системы инкапсуляции на величину упека и усушки.

Установлено, что упек сдобной булочки, обогащенной системой инкапсуляции, ниже на 2,0 % по сравнению с упеком сдобной булочки, выработанной по контрольной рецептуре, а усушка сдобной булочки, обогащенной системой инкапсуляции, на 1,0 % ниже по сравнению с контрольным образцом сдобной булочки.

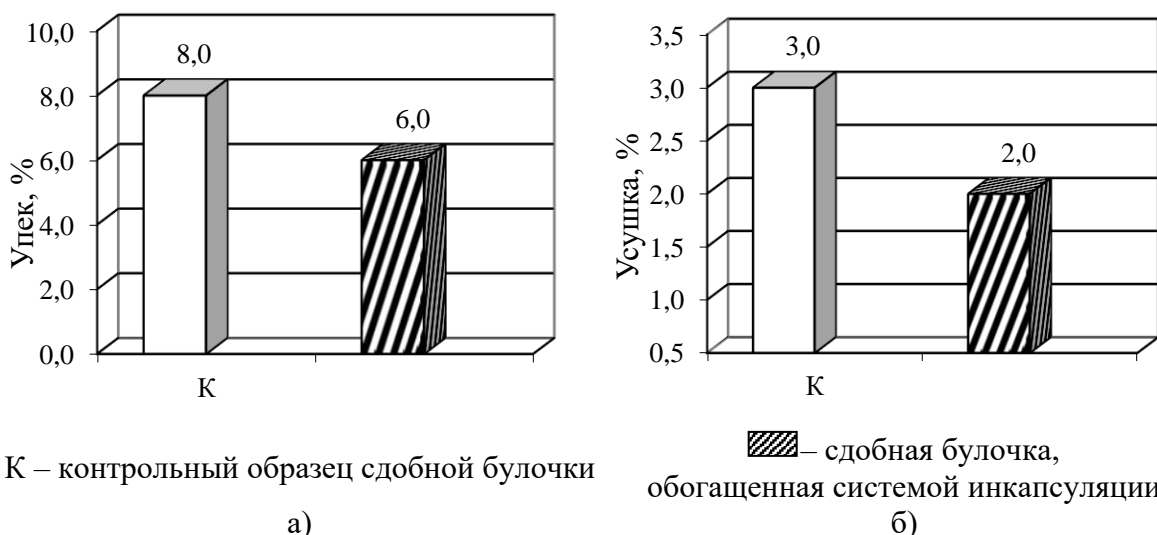


Рисунок 3. Сравнительная оценка величины упека (а) и величины усушки (б)

Этот эффект объясняется более высоким содержанием в тесте с внесением системы инкапсуляции воды, находящейся в прочносвязанном состоянии, по сравнению с контрольным образцом теста.

Следует отметить, что разработанная сдобная булочка имеет лучшие физико-химические показатели качества, чем контрольный образец. По сравнению с контрольным образцом в разработанной сдобной булочке отмечены: более высокие удельный объем ($350 \text{ см}^3/100 \text{ г}$ против $310 \text{ см}^3/100 \text{ г}$), пористость мякиша (74,0 % против 70,0 %), формоустойчивость (0,63 Н/д против 0,58 Н/д), а также общая деформация мякиша (125 ед. АП-4/2 против 110 ед. АП-4/2).

Исследования по влиянию системы инкапсуляции на сохранение свежести разработанной сдобной булочки в сравнении с контрольным образцом определяли по изменению общей деформации мякиша (сжимаемость мякиша). Для этого выпеченные изделия охлаждали и хранили в лабораторном шкафу при температуре 18-20 °С и относительной влажности воздуха 70 – 75 % в течение 48 часов.

Данные приведены на рисунке 4.

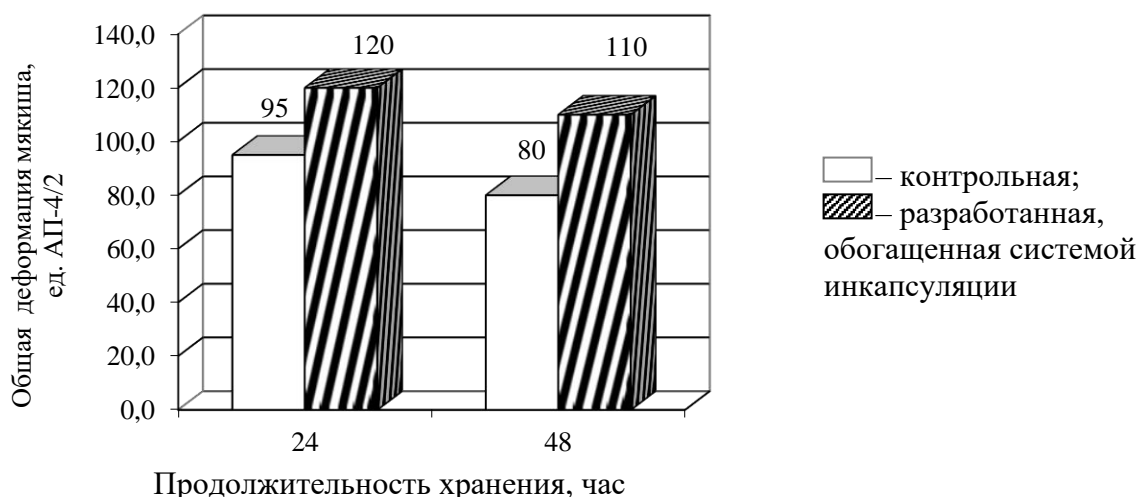


Рисунок 4. Сравнительная оценка сохранения свежести сдобных булочек

Установлено, что структурно-механические свойства мякиша, а именно, сжимаемость мякиша (общая деформация), разработанной сдобной булочки выше в течение всего срока хранения по сравнению с указанным показателем для контрольного образца.

Более длительное сохранение свежести разработанной сдобной булочки с внесением системы инкапсуляции объясняется высокими водоудерживающими свойствами фосфатидилхолинов, содержащихся в системе инкапсуляции.

На следующем этапе работы исследовали эффективность обогащения сдобной булочки системой инкапсуляции, содержащей термолабильные микронутриенты.

Исследование эффективности обогащения сдобной булочки системой инкапсуляции, содержащей термолабильные микронутриенты - бета-каротин и витамин Е осуществляли путем сравнения содержания указанных микронутриентов, находящихся в инкапсулированной форме, в 100 г разработанной сдобной булочки и содержания микронутриентов в 100 г базовой сдобной булочки, которые вносили в тесто базовой сдобной булочки в виде их раствора в рафинированном дезодорированном высокоолеиновом подсолнечном масле, предусмотренном рецептурой.

В таблице 4 приведены данные по влиянию процесса выпечки на содержание бета-каротина и витамина Е в разработанной сдобной булочке, обогащенной системой инкапсуляции, и в базовой сдобной булочке, обогащенной бета-каротином и витамином Е в виде их раствора в рафинированном дезодорированном высокоолеиновом подсолнечном масле (контрольная сдобная булочка).

Таблица 4

Влияние процесса выпечки на содержание бета-каротина и витамина Е в разработанной и контрольной сдобных булочках

Наименование показателя	Значение показателя для сдобной булочки	
	контрольной	разработанной
Содержание бета-каротина, мг/100 г	0,54	2,15
Потери бета-каротина в процессе выпечки, %	75,10	Отсутствуют
Содержание витамина Е, мг/100 г	2,19	7,20
Потери витамина Е в процессе выпечки, %	69,20	Отсутствуют

Анализ данных таблицы 4 позволяет сделать вывод о том, что обогащение сдобной булочки бета-каротином и витамином Е в инкапсулированной форме, а именно, в виде системы инкапсуляции, позволяет в процессе выпечки в максимальной степени сохранить указанные термолабильные микронутриенты, в отличие от контрольной сдобной булочки, при выпечке которой потери бета-каротина достигают 75,1 %, а витамина Е – 69,2 %.

Таким образом, можно сделать заключение о высокой эффективности обогащения сдобной булочки системой инкапсуляции, содержащей термолабильные микронутриенты – бета-каротин и витамин Е в инкапсулированной форме.

На следующем этапе определяли уровень удовлетворения физиологической потребности в микронутриентах, содержащихся в разработанной сдобной булочке, от рекомендуемых норм в соответствии с МР 2.3.1.0253-21. 2.3.1 при потреблении 100 г сдобной булочки школьниками разных возрастных групп.

Установлено, что потребление 100 г разработанной сдобной булочки школьниками от 7 до 10 лет позволит удовлетворить физиологические потребности в витамине А – на 51,14 %, в витамине Е – на 72,0 %, в кальции – на 40,0 %, а в магнии – на 50,0 % от рекомендуемой нормы физиологических потребностей.

Потребление 100 г разработанной сдобной булочки школьниками от 11 до 14 лет позволит удовлетворить физиологические потребности в витамине Е – на 60,0 %, в кальции – на 36,66 %, в магнии – на 41,66 %, а в витамине А – для мальчиков – на 35,8%, для девочек – на 44,75% от рекомендуемой нормы физиологических потребностей.

Установлено, что потребление 100 г разработанной сдобной булочки школьниками от 15 до 17 лет позволит удовлетворить физиологические потребности в

витамине Е – на 48,0 %, в кальции – на 36,66 %, в магнии – на 31,25 %, а в витамине А – для юношей – на 35,8%, для девушек – на 44,75 % от рекомендуемой нормы физиологических потребностей.

Выводы. Таким образом, на основании полученных данных можно сделать заключение о положительном влиянии системы инкапсуляции микронутриентов, полученной с применением модифицированных лецитинов, на потребительские свойства сдобной булочки, включая органолептические и физико-химические свойства, сохранение свежести и максимальное сохранение в её составе содержания инкапсулированных термолабильных микронутриентов – витамина Е и бета-каротина (провитамина А).

ЛИТЕРАТУРА

1. Обоснование необходимости включения в рацион питания школьников пищевых продуктов, обогащенных комплексом микронутриентов /Свердличенко А.В., Лисовая Е.В., Воротынец Д.А. [и др.] // Пищевые технологии будущего: инновационные идеи, научный поиск, креативные решения: материалы III Междунар. научно-практич. конф. (Москва, 11 июня 2021 г.). – Москва: Изд-во Буки-Веди, 2021. - С. 190-196.
2. Влияние фосфолипидов растительных лецитинов на эффективность образования наноэмульсий /Викторова Е.П., Свердличенко А.В., Лисовая Е.В. [и др.]//Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. - 2021. - № 3. - С. 51-58.
3. Исследование эффективности применения модифицированных лецитинов растительных масел для создания инкапсулированных форм микронутриентов в виде наноэмульсий /Лисовая Е.В., Викторова Е.П., Свердличенко А.В., Жане М.Р. //Новые технологии. - 2022. - Т. 18, № 2. - С. 73-80.

REFERENCES

1. Obosnovanie neobkhodimosti vklyucheniya v racion pitaniya shkol'nikov pishchevyh produktov, obogashchennykh kompleksom mikronutrientov [Justification of the need to include food products enriched with a complex of micronutrients in the diet of schoolchildren] /Sverdlichenko A.V., Lisovaya E.V., Vorotynce D.A. [i dr.] // Pishchevye tekhnologii budushchego: innovacionnye idei, nauchnyj poisk, kreativnye resheniya: materialy III Mezhdunar. nauchno-praktich. konf. (Moskva, 11 iyunya 2021 g.). – Moskva: Izd-vo Buki-Vedi, 2021. - S. 190-196.
2. Vliyanie fosfolipidov rastitel'nyh lecitinov na effektivnost' obrazovaniya nanoemul'sij [Effect of plant lecithin phospholipids on the efficiency of nanoemulsion formation]/Viktorova E.P., Sverdlichenko A.V., Lisovaya E.V. [i dr.]//Tekhnologii pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya. - 2021. - № 3. - S. 51-58.
3. Issledovanie effektivnosti primeneniya modifitsirovannykh lecitinov rastitel'nykh masel dlya sozdaniya inkapsulirovannykh form mikronutrientov v vide nanoemul'sij [Study of the effectiveness of using modified lecithins from vegetable oils to create encapsulated forms of micronutrients in the form of nanoemulsions] /Lisovaya E.V., Viktorova E.P., Sverdlichenko A.V., Zhane M.R. //Novye tekhnologii. - 2022. - T. 18, № 2. - S. 73-80.

УДК 664.681.9

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КЕКСОВ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

Лобосова Л.А., кандидат технических наук, доцент, Феофанова Т.М.
 ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
 Российская Федерация, г. Воронеж

Аннотация. Разработана рецептура кексов повышенной пищевой ценности. Обоснован выбор обогатителей – кедровая мука, кедровые орехи, масло авокадо. За контрольный образец принята рецептура кекса «Ореховый». Проведена замена муки пшеничной высшего сорта на кедровую муку в соотношениях 75:25, 50:50, 25:75, 0:100 в пересчёте на сухие вещества, орехи кешью заменены на кедровые, масло сливочное – на масло авокадо. Определены органолептические и физико-химические показатели качества кексов. Лучшим признан образец с соотношением муки пшеничной высшего сорта и кедровой 50:50 %. Достигнут сбалансированный вкус и аромат кексов. Рассчитана пищевая и энергетическая ценность изделий.

Ключевые слова: Кексы, кедровая мука, кедровые орехи, масло авокадо, пищевая ценность, энергетическая ценность.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING CUPCAKES WITH INCREASED NUTRITIONAL VALUE FOR HEALTHY NUTRITION

Lobosova L.A., PhD in Engineering, Associate Professor, Feofanova T.M.
 FSBEI HE «Voronezh State University of Engineering Technologies»,
 Russian Federation, Voronezh

Abstract. A recipe for cupcakes with increased nutritional value has been developed. The choice of fortifiers is justified - pine flour, pine nuts, avocado oil. The recipe for the «Nut» cake was taken as a control sample. Premium wheat flour was replaced with cedar flour in the ratios 75:25, 50:50, 25:75, 0:100 in terms of dry substances, cashew nuts were replaced with pine nuts, butter with avocado oil. The organoleptic and physicochemical quality indicators of the cupcakes were determined. The sample with a ratio of premium wheat flour and cedar flour of 50:50% was recognized as the best. A balanced taste and aroma of the cupcakes is achieved. The nutritional and energy value of the products is calculated.

Keywords: Muffins, pine flour, pine nuts, avocado oil, nutritional value, energy value.

Введение. Проблема здорового питания населения РФ неразрывно связана с дефицитом витаминов, минеральных веществ, антиоксидантов и др. в традиционном ассортименте продуктов питания [1, с. 50]. Медицинские исследования указывают на динамику роста количества неинфекционных заболеваний: ожирение, сахарный диабет, подагра и др [2, с. 63; 3. с. 14].

В рамках «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» ведутся исследования и поиск нового растительного сырья.

В результате роста доли населения, придерживающегося здорового образа жизни, пропорционально возрастает потребительский спрос на продукты питания с улучшенным составом [4, с. 112], повышенной пищевой и сниженной энергетической ценностью, высокими привлекательными органолептическими показателями качества [5, с. 107].

Учеными ВГУИТ разработан способ производства безглютенового кекса на основе муки из зелёных бананов с добавлением китайских фиников унаби. Изобретение позволяет расширить ассортимент мучных кондитерских изделий повышенной пищевой и пониженной энергетической ценности для людей, нуждающихся в безглютеновом питании [6, с. 1].

В Московском государственном университете технологии и управления им. К.Г. Разумовского разработан способ производства кекса, рекомендованный для питания беременным женщинам, с добавлением пюре из хурмы и кусочков плодов фейхоа [7, с. 1].

Предложен состав для производства кекса, включающий в себя добавку из ягод облепихи и молоко в количестве 72,5% от массы муки, что позволяет улучшить органолептические и физико-химические характеристики показателей качества, расширить ассортимент мучных кондитерских изделий, не содержащих жиров животного происхождения [8, с. 1].

Цель работы – разработка рецептуры кексов повышенной пищевой ценности с кедровой мукой и кедровыми орехами.

В таблице 1 приведен химический состав обогатителей.

Таблица 1

Химический состав обогатителей

Наименование нутриентов	Содержание в сырье, %		
	Кедровая мука	Кедровые орехи	Масло авокадо
Белки, г	31	13,7	-
Жиры, г	19	68,4	100
Углеводы, г	21,1	9,4	-
Пищевые волокна, г	8,3	3,7	-
Зола, г	1,0	2,6	-
Витамины, мг			
А, мкг	2,3	1	937
β-каротин	0,038	0,017	5,208
В ₁	1,0	0,4	0,001
В ₂	0,5	0,22	0,001
В ₄	-	55,8	0,52
В ₅	1,0	0,31	0,005
В ₆	0,21	0,1	0,002
В ₉	76,5	34	416,7
Е	2,6	9,33	0,015
РР	10,1	4,4	0,02
С	-	0,8	0,09
К, мкг	-	54	125
Макроэлементы, мг			
К	1343	597	3
Са	36	16	1
Mg	564	251	0,4
Р	1293	575	0,8
S	-	137	-
Микроэлементы, мг			
Fe	13	6	0,01
Mn	20	9	0,002
Cu, мкг	2979	1324	1
Se	2	1	72,9
Zn	15	6	0,012
Энергетическая ценность, ккал (кДж)	432 (1805)	673 (2813)	884 (3695)

Кедровая мука – мука из цельного кедрового ореха, получаемая после отбора масла холодным отжимом из ореха, её употребление повышает тонус организма, укрепляет иммунитет, улучшает память и сопротивляемость организма к сезонным заболеваниям.

Кедровые орехи богаты магнием, марганцем, медью, цинком, витаминами группы В, Е, К, триптофаном, улучшающим сон, снижающим тревожность и стресс; аминокислотами, полезными ненасыщенными жирными кислотами. Употребление орехов помогает работе мозга, сердечно-сосудистой и нервной системы.

Масло авокадо – растительное масло зелёного цвета, получаемое из плодов авокадо, обладает легким ореховым вкусом. Богато витаминами В, А, Е; жир, содержащийся в авокадо, быстро усваивается организмом человека, благодаря высокому содержанию ненасыщенных жирных кислот.

Объекты и методы исследований. Объекты исследования – кедровая мука (ТУ 9158-009-45888945-01), кедровые орехи (ГОСТ 31852-2012), масло авокадо (ГОСТ 34270-2017).

В соответствии с требованиями ГОСТ 15052-2014 определяли органолептические показатели качества. Щёлочность - согласно требованиям ГОСТ 5898-2022, массовую долю влаги - по ГОСТ 5900-2014, удельный объём - по ГОСТ 15810-2014, плотность - на приборе Журавлёва.

Результаты исследований и их обсуждение. В качестве контрольного образца приняли рецептуру кекса «Ореховый» [9]. Проводили замену муки пшеничной высшего сорта на кедровую муку в соотношениях 75:25, 50:50, 25:75, 0:100 в пересчёте на сухие вещества, орехов кешью на орехи кедровые, масло сливочного на масло авокадо.

Тесто готовили следующим образом: меланж взбивали с сахаром белым 3-4 мин, дозировали масло авокадо и продолжали взбивание в течение 4 мин. Приготовление мучной смеси осуществляли смешиванием сыпучих компонентов: муки пшеничной высшего сорта, кедровой муки, соды пищевой, соли пищевой. Замешивали тесто, дозируя эмульсию в мучную смесь до образования однородной массы, добавляли кедровые орехи и перемешивали. Формовали в силиконовые формы по 45 г и выпекали при температуре 180-190 °С в течение 20-25 минут.

Через 24 ч определяли показатели качества изделий.

Цвет кексов - от светло-жёлтого до светло-коричневого, форма – правильная с ровными боковыми гранями и характерной трещиной на поверхности корки; запах - приятный, характерный для добавляемых обогатителей.

Оценка физико-химических показателей качества полученных изделий представлена на рисунке 1.

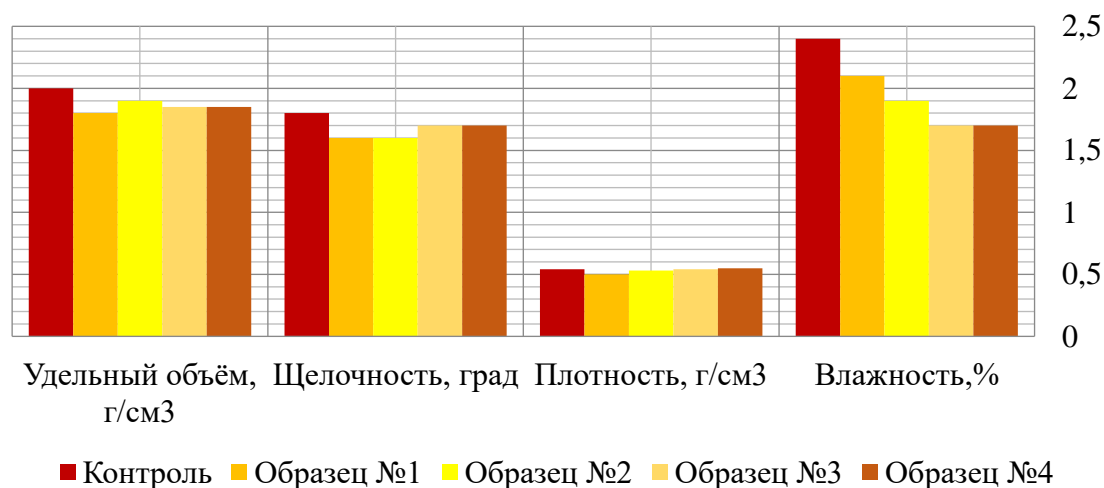


Рисунок 1. Влияние дозировок кедровой муки на физико-химические показатели кексов

Физико-химическая оценка качества кексов соответствует требованиям ГОСТ 15052-2014.

Лучшим образцом признано соотношение муки пшеничной высшего сорта и кедровой – 50:50. При внесении её в количестве более 50% ухудшается вкус, аромат изделий. Внесение кедровой муки менее 50% незначительно меняло органолептические показатели качества кексов и их пищевую ценность.

Расчёт пищевой и энергетической ценности кексов показал, что образец нового рецептурного состава превосходит контроль по содержанию белка в 5 раз, пищевых волокон – в 2,5, К – в 5, Са – в 1,4, Mg – в 8, Р – в 13, Fe – в 9,2, Cu – в 7, Mn – в 2, Zn – в 16, S – 4, витаминов А – в 7,3, В₁ – 5,2, В₂ – 3,8, В₆ – 2, РР – 2,4, К – 5,1, Е – 13, β – каротина – в 2,6. Снижено содержание углеводов на 22,5 г, энергетическая ценность кексов снизилась на 60 ккал (250 кДж).

Выводы. Кексы повышенной пищевой ценности с частичной заменой пшеничной муки высшего сорта на кедровую муку в соотношении 50:50, полной заменой орехов кешью на кедровые орехи и масла сливочного на масло авокадо не привело к ухудшению органолептических и физико-химических показателей качества.

Выбор нового растительного сырья будет способствовать расширению ассортимента рынка мучных кондитерских изделий профилактической направленности, они могут быть рекомендованы людям, заботящимся о здоровье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидоренко, Е.В. Анализ российского рынка мучных кондитерских изделий с применением нетрадиционного сырья / Е.В. Сидоренко // Стратегии бизнеса. 2022 – С. 50-51.
2. Рождественская, Л.Н. Перспективы нутриентного профилирования для профилактики заболеваний и укрепления здоровья / Рождественская Л.Н., Романенко С.П., Чугунова О.В. // Food Technology. 2023 – №2 – С. 63- 72.
3. Антишин, А.С. Популяционное исследование распространенности целиакии среди школьников г. Москвы / А.С. Антишин, А.Р. Полищук, М.А. Манина, А.С. Тертычный, Ю.А. Дзотова, С.И. Эрдес // Вопросы детской диетологии. // 2023 – С. 13-23.
4. Магомедов, Г.О. Кексы с полбяной мукой для питания детей младшего школьного возраста / Магомедов Г.О., Лобосова Л.А., Малютин Т.Н., Рожков С.А. // Хранение и переработка сельхозсырья. 2020 – С. 112-122.
5. Денисенко, Т. А. Разработка технологии обогащенных кексов с использованием растворимых пищевых волокон / Денисенко Т. А., Замышляева В. В., Пожар А. Н. // Молодой ученый. – 2020 – № 22 – С. 107-110.
6. Патент № 2806308 Российская Федерация, МПК А21D 13/066 (2023.08). Способ производства безглютеновых кексов: № 2023108315: заявл. 04.04.2023: опубл. 30.10.2023 / Лобосова Л.А., Феофанова Т.М., Волкова В.О., Семёнова Д.С., Бородинкина А.С., Щедрина Ю.С., Московская Е.С.; заявитель и патентообладатель Воронежский государственный университет инженерных технологий. – 7 с.
7. Патент 2647273 Российская Федерация, МПК С1 А21D13/066 (2006.01). Способ производства кексов функционального назначения: № 2017110078: заявл. 27.03.2017: опубл. 15.03.2018 / Егорова С.В., Кулаков В.Г., Патсаев М.М., Марусин К.С., Абдулоев К. М.; заявитель и патентообладатель Егорова С.В., Кулаков В.Г., Патсаев М.М. – 8 с.
8. Патент 2769842 Российская Федерация, МПК А21D 13/80 (2022.01). Состав для производства кекса: № 20211114875: заявл. 26.05.2021: опубл. 07.04.2022 / Афонин В.И.; заявитель и патентообладатель Дальневосточный федеральный университет. – 7 с.
9. Павлов, А.В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий / Павлов А.В. // Мини Тайп. – 2023 – С. 300.

REFERENCES

1. Antishin, A.S. Population study of the prevalence of celiac disease among Moscow schoolchildren / A.S. Antishin, A.R. Polishchuk, M.A. Manina, A.S. Tertychny, Yu.A. Dzutova, S.I. Erdes // Issues of children's dietology. // 2023 – S. 13-23.
2. Sidorenko, E.V. Analysis of the Russian market of flour confectionery products using non-traditional raw materials / E.V. Sidorenko // Business strategies. 2022 – S. 50-51.
3. 3. Magomedov, G.O. Muffins with spelled flour for feeding primary school children / Magomedov G.O., Lobosova L.A., Malyutina T.N., Rozhkov S.A. // Storage and processing of agricultural raw materials. 2020 – S. 112-122.
4. Rozhdestvenskaya, L.N. Prospects for nutrient profiling for disease prevention and health promotion / Rozhdestvenskaya L.N., Romanenko S.P., Chugunova O.V. // Food Technology. 2023 – No. 2 – S. 63-72.
5. Denisenko, T. A. Development of technology for enriched muffins using soluble dietary fiber / Denisenko T. A., Zamyshlyayeva V. V., Pozhar A. N. // Young scientist. – 2020 – No. 22 – S. 107-110.
6. Patent No. 2806308 Russian Federation, IPC A21D 13/066 (2023.08). Method for the production of gluten-free cupcakes: No. 2023108315: application. 04/04/2023: publ. 10.30.2023 / Lobosova L.A., Feofanova T.M., Volkova V.O., Semyonova D.S., Borodkina A.S., Shchedrina Yu.S., Moskovskaya E.S.; applicant and patent holder Voronezh State University of Engineering Technologies. – 7 s.
7. 7. Patent 2647273 Russian Federation, IPC C1 A21D13/066 (2006.01). Method for producing functional cupcakes: No. 2017110078: application. 03/27/2017: publ. 03.15.2018 / Egorova S.V., Kulakov V.G., Patsaev M.M., Marusin K.S., Abduloev K.M.; applicant and patent holder Egorova S.V., Kulakov V.G., Patsaev M.M. – 8 s.
8. Patent 2769842 Russian Federation, IPC A21D 13/80 (2022.01). Ingredients for cake production: No. 20211114875: app. 05/26/2021: publ. 04/07/2022 / Afonin V.I.; applicant and patent holder Far Eastern Federal University. – 7 s.
9. Pavlov, A.V. Collection of recipes for flour confectionery and bakery products / Pavlov A.V. // Mini Type. – 2023 – S. 300.

УДК 613.2

ОСОБЕННОСТИ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ДЛЯ БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН

Лукина Ю.Д., Элоян Э.Р., Ватутина И.В., кандидат химических наук,
Вавилова С.М., кандидат химических наук

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко»
Минздрава России, Российская Федерация, г. Воронеж

Аннотация. Продукты функционального питания женщин в период беременности должны обеспечивать их ежедневные потребности в энергии и питательных веществах. В ходе исследования литературных источников установлены основные нутриенты, необходимые для нормального развития плода и сохранения здоровья матери. Среди них наиболее значимые – витамины и минералы. Определены рекомендуемые для ежедневного потребления продукты (блюда), а также запрещенные.

Ключевые слова: функциональное питание, беременные женщины, нутриенты

FEATURES OF FUNCTIONAL FOOD PRODUCTS FOR PREGNANT WOMEN

Lukina Yu.D., Eloyan E.R., Vatutina I.V., PhD in Chemistry, Vavilova S.M., PhD in Chemistry
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Russian Federation, Voronezh

Abstract. Functional food products for women during pregnancy should meet their daily needs for energy and nutrients. During the study of literary sources, the main nutrients necessary for the normal development of the fetus and the preservation of the health of the mother were established. Among them, the most significant are vitamins and minerals. Products (meals) recommended for daily consumption, as well as prohibited ones, have been identified.

Keywords: functional nutrition, pregnant women, nutrients.

Введение. Функциональное питание – это один из способов поддерживать физическое здоровье организма на высоком уровне и повысить уровень его защитных возможностей за счет ежедневного употребления «правильных» продуктов питания, которые содержат максимальное количество веществ, необходимых для выполнения человеком той или иной социальной функции. Например, рабочий с интенсивной физической нагрузкой, обучающийся, военнослужащий, пенсионер – все эти люди тратят различное количество энергии на реализацию физической активности и умственной деятельности. Следовательно, для выполнения поставленных перед ними задач им необходимо неодинаковое питание. Поэтому интересно выяснить, какие особенности питания существуют у людей, относящихся к разным группам общества в определенный период их жизни. Наиболее сложной и интересной группой с этой точки зрения, являются беременные и кормящие женщины.

Важность правильного питания во время беременности сложно переоценить, поскольку оно оказывает прямое влияние на здоровье и развитие ребенка. В последние десятилетия функциональное питание для беременных стало все более популярной темой для научных исследований, поскольку было установлено, что определенные питательные вещества и добавки могут уменьшить риск различных осложнений беременности и улучшить здоровье (самочувствие) как матери, так и ребенка. При обосновании принципов рационального питания беременных женщин и кормящих матерей следует помнить, что такое питание должно обеспечить как физиологические потребности плода и новорожденного в основных пищевых веществах и энергии, так и физиологические потребности беременной и кормящей женщины, обеспечивающие сохранение ее здоровья, работоспособности и комфортного самочувствия.

Цель работы - исследовать и выявить роль нутриентов при функциональном питании беременных и кормящих женщин, необходимых для нормального развития плода и здоровья матери.

Исходя из проведенного анализа публикаций, посвященных изучению зависимости здоровья беременных женщин и развития плода от состава питания, выяснены особенности продуктов для функционального питания беременных женщин. Проведен анализ современного ассортимента таких продуктов.

Результаты исследований и их обсуждение. Продукты функционального питания при систематическом употреблении оказывают лечебно-профилактический эффект посредством целенаправленного улучшения физиологических функций организма и его отдельных органов и систем [1]. Функциональное питание для беременных - это особый подход к питанию, направленный на обеспечение женщины и ее будущего ребенка всеми необходимыми нутриентами для нормального развития и функционирования организма в целом.

И.И. Мечников (родоначальник учения о пробиотиках и функциональном питании) впервые обратил внимание на роль симбиотических взаимоотношений в организме и доказал положительное влияние кислого молока на микрофлору кишечника, что особенно значимо для беременных и кормящих женщин [2].

Продукты функционального питания женщин в период беременности должны обеспечивать повышенную потребность в энергии (увеличение на 350 ккал) и необходимых нутриентах (таблица). Следует отметить, что потребности женщин (согласно МР 2.3.1.2432—08) в разные сроки беременности могут незначительно отличаться.

Таблица

Потребности женщин в период беременности

Показатели (в сутки)	Беременные		
	1 триместр	2 триместр	3 триместр
1	2	3	4
Витамин С, мг	110	110	110
Витамин В ₁ , мг	1,5	1,7	1,7
Витамин В ₂ , мг	1,8	2	2
Витамин В ₆ , мг	2	2,3	2,3
Ниацин, мг ниац. экв.	20	20	20
Витамин В ₁₂ , мкг	3	3,5	3,5
Фолат, мкг	600	600	600
Пантотеновая кислота, мг	5	6	6
Биотин, мкг	50	50	50
Витамин А, мкг рет. экв.	800	900	900
Бета-каротин, мг	5	5	5
Витамин Е, мг ток. экв.	15	17	17
Витамин D, мкг	15	15	15
Витамин К, мкг	120	120	120
Кальций, мг	1000	1300	1300
Фосфор, мг	700	900	900
Магний, мг	420	450	450
Калий, мг	2500	2500	2500
Натрий, мг	1300	1300	1300
Хлориды, мг	2300	2300	2300
Железо, мг	18	33	33
Цинк, мг	12	15	15

1	2	3	4
Йод, мкг	150	220	220
Медь, мг	1	1	1
Молибден, мкг	70	70	70
Марганец, мг	2	2	2
Селен, мкг	55	55	55
Хром, мкг	50	50	50
Белки, % от ккал	12	дек.15	дек.15
Жиры, % от ккал		30-33	
Углеводы, % от ккал		55-58	

В настоящее время в мире известно более двухсот наименований продуктов для питания беременных и кормящих женщин, хотя, следует отметить, что в странах СНГ ассортимент не столь разнообразен [3]. Однако исследования по разработке продуктов для беременных женщин ведется достаточно активно.

Так, для питания беременных с избыточной массой тела разработана рецептура рулета из белого мяса индейки с творогом, где в качестве начинки используются известные пребиотики, источники пищевых волокон и биологически активных веществ - тыква и курага [4].

Существуют специализированные продукты для беременных и кормящих женщин (сухие белково-витаминно-минеральные молочные или соевые смеси, смесь на основе козьего молока для беременных и кормящих женщин). Кроме того, для питания женщин в период беременности возможно применение консервов "Стефаша" и "Любелла" из мяса птицы и кроликов. В рацион питания беременных и кормящих женщин могут быть включены сдобное печенье, восточные мучные сладости и кексы с использованием нетрадиционного сырья (мука амарантовая, ячменная и нутовая, фруктовое и овощное пюре, клетчатка топинамбура), способствующего повышению пищевой ценности мучных кондитерских изделий. Применение сиропов топинамбура и фиников позволяет сократить рецептурное количество сахара без ухудшения органолептических и физико-химических показателей качества [5].

Положительная роль функционального питания была подтверждена улучшением показателей крови (ферритин, железо, гемоглобин токоферол, фолиевая кислота, йод белковосвязанный, тироксин, эритроциты, лейкоциты) женщин в период беременности до и после курса функционального питания [6].

К продуктам для ежедневного использования следует отнести следующие:

- мясо и мясопродукты (говядина, свинина и баранина нежирные), мясо птицы (цыплята, курица, индейка, в т. ч. нежирные окорочка, грудка);
- молоко (молоко 2,5-3,2% жирности, пастеризованное, стерилизованное, сухое, в т. ч. специализированное для беременных и кормящих женщин) и молочные продукты (сметана 10-15% жирности, кефир 1,5-3,2% жирности, йогурты молочные, ряженка, варенец, кефир и другие кисломолочные напитки промышленного выпуска; творог промышленного выпуска 5-9% жирности, сыры неострых сортов);
- сливочное и растительные масла (подсолнечное, кукурузное, соевое, оливковое и др.);
- овощи (картофель, все виды капусты, морковь, свекла, огурцы, кабачки, патиссоны, петрушка, укроп, сельдерей) и фрукты (яблоки, груши, бананы);
- чай, натуральные соки, нектары и фруктовые напитки промышленного выпуска (осветленные и с мякотью): из яблок, груш, слив, абрикосов, персиков, вишни, черешни;
- хлеб (ржаной, пшеничный или из смеси муки) и макаронные изделия (все виды);
- крупа (рис, пшено, овсяная, гречневая, кукурузная, ячменная и др.);

- кондитерские изделия (пастила, мармелад, зефир, карамель).

Продукты, которые не рекомендуется включать в рацион питания беременных и кормящих женщин:

- мясо утки и гуся;
- бифштексы, люля-кебаб, копченые и варено-копченые колбасы, закусочные консервы;
- крепкие бульоны;
- рыбные деликатесы;
- бараний жир, сало, майонез, кулинарные жиры, продукты, приготовленные во фритюре;
- пончики, чебуреки, торты и пирожные (содержащие большие количества крема), чипсы, специи, хрен, горчица, лук, чеснок; соусы, содержащие уксус и соль (кетчуп);
- маринованные овощи и фрукты (огурцы, томаты, сливы, яблоки и др.).

Запрещенные продукты и блюда:

- с использованием плохо прожаренного мяса;
- молоко без термической обработки;
- утиные и гусиные яйца.

Выводы. В ходе представленной работы были установлены особенности продуктов функционального питания для беременных и кормящих женщин. Выявлены продукты (блюда), рекомендуемые ежедневно, а также запрещенные к употреблению. Установлены основные нутриенты, необходимые для нормального развития плода и сохранения здоровья матери. Среди них большую значимость имеют витамины (D, C, фолиевая кислота), минералы (железо, кальций, цинк), омега жирные кислоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мачулина Л.Н. Влияние питания беременной и кормящей женщины на здоровье ребенка // Медицинские новости. -2011. -№ 2. -С. 65-67.
2. Берестова, А.В. Основы функционального питания: учебное пособие / А.В. Берестова. – Оренбург: ОГУ, 2021. – 167 с.
3. Ancheva I.A. Функциональное питание при беременности // Вопросы питания.- 2016. -Т. 85. -№ 4.- С. 22-28.
4. Антипова Л.В., Успенская М.Е., Иорданов Д.Г., Газданова Р.Ю. Функциональное питание для беременных женщин на основе мяса индейки.//Сборник: Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение. Материалы Международной научно-технической конференции. Воронежский государственный университет инженерных технологий. -2014.- С. 373-378.
5. Иванова Н.Г., Никитин И.А., Терехова А.А. Подходы к разработке специализированных мучных кондитерских изделий для питания беременных и кормящих женщин //Хлебопродукты. -2022.- № 2. -С. 36-41.
6. Нефёдов П.В., Нефёдова Л.В., Макарова Г.А. Роль и место раздела нутрициологии "функциональное питание" в системе высшего медицинского образования //Международный журнал экспериментального образования. - -2013. № 4-1.- С. 200-204.

REFERENCES

1. Machulina L.N. Vliyanie pitaniya beremennoy i kormyashchey zhenshchiny na zdorov'e rebionka //Meditsinskie novosti. -2011. -№ 2. -S. 65-67.
2. Berestova, A.V. Osnovy funktsional'nogo pitaniya: uchebnoye posobiye / A.V. Berestova. – Orenburg: OGU, 2021. – 167 s.
3. Ancheva I.A. Funktsional'noye pitaniye pri beremennosti // Voprosy pitaniya.- 2016. -Т. 85. -№ 4.- S. 22-28.

4. Antipova L.V., Uspenskaya M.Ye., Iordanov D.G., Gazdanova R.Yu. Funktsional'noye pitaniye dlya beremennykh zhenshchin na osnove myasa indeyki.//Sbornik: Prodovol'stvennaya bezopasnost': nauchnoye, kadrovoye i informatsionnoye obespecheniye. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Voronezhskiy gosudarstvennyy universitet inzhenernykh tekhnologiy. -2014.- S. 373-378.
5. Ivanova N.G., Nikitin I.A., Terekhova A.A. Podkhody k razrabotke spetsializirovannykh mukhnykh konditerskikh izdeliy dlya pitaniya beremennykh i kormyashchikh zhenshchin //Khleboprodukty. -2022.- № 2. -S. 36-41.
6. Nefyodov P.V., Nefyodova L.V., Makarova G.A. Rol' i mesto razdela nutritsiologii "funktsional'noye pitaniye" v sisteme vysshego meditsinskogo obrazovaniya //Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya. - -2013. № 4-1.- S. 200-204.

УДК 633.854.434: 664.38: 664.87

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ РАСТИТЕЛЬНОГО НАПИТКА ИЗ ЖМЫХА ЛЬНА, ОБОГАЩЕННОГО БЕЛКОМ КОНОПЛИ

Матысик Г.И., Сазонова Е.К., кандидат технических наук
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»,
Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

Аннотация. В работе представлены результаты исследований по разработке рецептуры растительного напитка на основе жмыха льна, обогащенного белком конопли. Описан процесс экстракции белка из жмыха конопли для обогащения растительного напитка. Сформирована рецептура растительного напитка без добавления сахара. Проанализированы данные пищевой и энергетической ценности растительного напитка.

Ключевые слова: Разработка рецептуры, растительный напиток, экстракция, льняной жмых, конопляный жмых, растительный белок.

RECIPE DEVELOPMENT OF A PLANT-BASED DRINK FROM FLAX SEED CAKE ENRICHED WITH HEMP PROTEIN

Matysik G.I., Sazonova E.K., PhD in Engineering
ITMO National Research University, Russian Federation, Saint-Petersburg

Abstract. This study unveils the outcomes of research aimed at crafting a formulation for a plant-based drink utilizing flaxseed cake enriched with hemp protein. It presents the process of extracting protein from hemp cake to fortify the plant-based drink. A crafted recipe for the plant-based drink, devoid of any added sugars, is delineated. In-depth analysis of the nutritional and energy profiles of the plant-based drink is provided, offering valuable insights into its potential as a healthful dietary option.

Keywords: recipe development, plant-based drink, extraction, flax seed cake, hemp cake, protein.

Введение. На сегодняшний день около 60% человечества не получают достаточное количества белка. Интерес к правильному и сбалансированному питанию растет. Связано это с популяризацией здорового образа жизни. Люди начинают обращать внимание на состав потребляемых продуктов и их калорийность, а также стремятся покупать полезные изделия с повышенным содержанием белка, клетчатки, минеральных веществ, витаминов, макро- и микронутриентов [1]. Вместе с этим растет и актуальность растительных напитков. Спрос на них растет и у обычного потребителя, которого беспокоит проблема здорового питания. Жмых семян конопли содержит около 50% белка, а также богат клетчаткой, витаминами, макро- и микроэлементами и содержит около 70–80% полиненасыщенных жирных кислот. Белок из жмыха конопли активно используют в продуктах спортивного питания, что способствует повышению мышечной работоспособности, ускорению процессов восстановления после тренировок [2]. Семена льна содержат белок, а также содержат более 50 % α -линоленовой кислоты, которая относится к полиненасыщенным жирным кислотам класса ω -3 (ПЖНК ω -3). Также в слизевых клетках льна содержатся пищевые волокна, так называемые не крахмальные полисахариды. Таким образом можно сказать, что наличие продуктов из льна в рационе питания человека благоприятно влияет на его здоровье, умственную деятельность и работоспособность организма [3].

Цель работы. Разработка рецептуры растительного напитка на основе жмыха льна, обогащенного белком конопли.

Задачи. Экстракция белка из жмыха конопли для обогащения растительного напитка; Определение физико-химических параметров и органолептических свойств растительного напитка; Расчет пищевой ценности растительного напитка.

Объекты исследования. Объектами исследования в данной работе являются представители масличных культур, таких как лен и конопля. Жмых льна используется в качестве основы для растительного напитка благодаря выделению слизи, которая обладает обволакивающими свойствами. Жмых конопли используется для обогащения растительного напитка белком.

Методы исследования. Для получения основы растительного напитка жмых льна измельчался с помощью лабораторной мельницы в течение 3 минут. Полученную муку просеивали с помощью лабораторного сита для получения фракции от 0,125–0,250 мм. Полученная мука подготавливалась для смешивания с остальными компонентами входящими в состав растительного напитка.

Для получения концентрата с целью обогащения растительного напитка жмых конопли измельчали с помощью лабораторной мельницы в течение 5 минут. Полученную муку просеивали с помощью лабораторного сита для получения фракции в диапазоне от 0,125–500 мм. Для экстракции белка из жмыха конопли применялся метод солевой экстракции с использованием NaCl. Денатурация белка при солевой экстракции происходит с минимальным риском и без потемнения продукта. Также главным плюсом этого метода является – хороший выход белка около 50–60 %.

Измельченный жмых конопли использовался в приготовлении экстракционных растворов. Гидромодуль 1 к 15. Экстракционный раствор помещался в лабораторный шейкер, где в течение трех часов со скоростью 160 об/мин. непрерывно происходило перемешивание. Экстракционный раствор фильтровался для отделения фракции жмыха конопли от раствора. Осаждение белка проводилось в кислотной среде с использованием HCl. Для достижения изоэлектрической точки белка, раствор доводили до pH = 4,5, после чего нейтральные молекулы белка выпадали в осадок. Экстракционный раствор центрифугировали с использованием лабораторной центрифуги в течение 15 минут со скоростью 3600 об/мин. Осажденный белок промывали от солей. Полученный белок помещали в вакуумный сушильный шкаф и оставляли при температуре 45 °С до полного высыхания на 8 часов. Полученный высушенный белок измельчали с использованием лабораторной ступки для получения порошка, который в последствии добавлялся в растительный напиток для обогащения. На рисунке 1 представлена схема экстракции белка из жмыха конопли для обогащения растительного напитка.

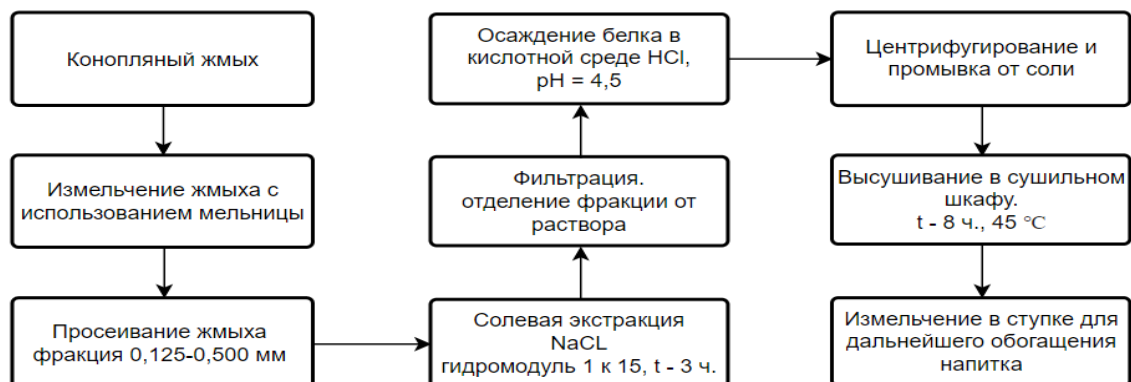


Рисунок 1. Схема экстракции белка из жмыха конопли для обогащения растительного напитка

Для разработки рецептуры растительного напитка на основе жмыха льна выбраны следующие компоненты: основа напитка - жмых льна (фракция 0,250мм); белковый концентрат из жмыха конопли, для обогащения растительного напитка; пектин, как загуститель; порошок черной смородины, как вкусоароматическая добавка.

Результаты и обсуждение. Исследование концентрата из жмыха конопли проводили на базе научно-исследовательской лаборатории ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» Научно-исследовательский институт биотехнологии НИУ. Измерение белка в концентрате из жмыха конопли проводилось по методу Дюма. Измерение жира в концентрате из жмыха конопли проводилось по методу Гербера. В таблице 1 представлены результаты исследования белка и жира в концентрате.

Таблица 1

Результаты исследования массовой доли белка и массовой доли жира в концентрате

№ п/п	Наименование образца	Массовая доля белка, %	Массовая доля жира, %
1	Концентрат белка из конопляного жмыха	52,04±0,34	16,80±0,57

Из данных, представленных в таблице 1, наблюдается выход белка равный 52% при использовании метода солевой экстракции. Полученный концентрат будет использоваться для обогащения растительного напитка.

Для разработки рецептуры растительного напитка на основе жмыха льна определяли оптимальное соотношение компонентов. Разработанная рецептура растительного напитка включает в состав следующие компоненты: белковый концентрат из жмыха конопли, для обогащения напитка – 18 г., измельченный жмых льна (размер фракции 0,250мм) – 9 г., пектин – 4 г., порошок черной смородины – 4 г. В таблице 2 представлена рецептура растительного напитка на 1 порцию (350 мл), а также расчет энергетической ценности.

Таблица 2

Рецептура растительного напитка на 1 порцию - 350 мл.

Состав	Рецептура, Белки, Жиры, Углеводы,				Энергетическая ценность, ккал
	г	г	г	г	
Концентрат из жмыха конопли	18	9,4	3,0	4,0	94
Жмых льна	9	1,9	3,6	0,5	42
Пектин яблочный	4	0,02	0,02	1,0	5,2
Черная смородина	4	0,28	0,12	2,1	12,5
Всего	35	11,6	6,8	8	153,6

Пищевая ценность растительного напитка на 100 мл: белки – 3,3 г; жиры – 1,9 г.; углеводы - 2,2. Энергетическая ценность на 100 мл напитка - 43,9 ккал/183,8 кДж.

Из данных, представленных в таблице 2 содержание белков на порцию напитка, составило – 11, 3 г., что составляет 15% от суточной нормы потребления белка и растительный напиток может считаться обогащенным белком.

Органолептическая оценка растительного напитка оценивалась дегустационной комиссией согласно ГОСТ Р 70650–2023. Напитки на растительной основе. [4] Для оценки показателей использовалась пятибалльная система оценивания.

Показатели органолептической оценки растительного напитка

Наименование показателя	Значение показателя в соответствии с ГОСТ Р 70650–2023 Напитки на растительной основе.
Внешний вид и консистенция	Непрозрачная, однородная жидкость. Слегка вязкая консистенция. Наличие осадка, обусловлена особенностями включений других пищевых ингредиентов (порошок черная смородина, жмых льна).
Вкус и запах	Свойственный вкусу и запаху используемого сырья и добавленных пищевых ингредиентов
Цвет	Обусловленный цветом добавленных пищевых ингредиентов, равномерный по всей массе

Согласно сумме баллов построена профилограмма в виде пяти профилей изученных показателей таких как: внешний вид, консистенция, цвет, запах и вкус. На рисунке 2 представлена профильная характеристика растительного напитка.

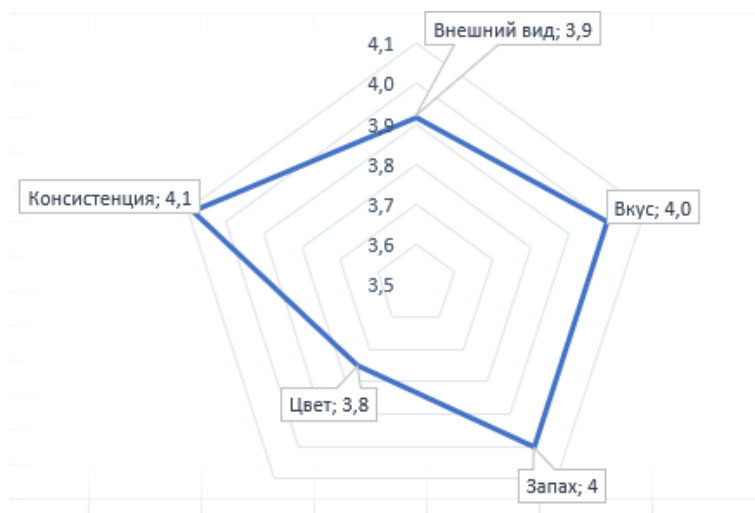


Рисунок 2. Профильная оценка органолептических характеристик напитка.

Выводы. В результате проведенных исследований разработана рецептура растительного напитка. В ходе работы был получен концентрат белка из жмыха конопли с массовой долей белка 52%. Порция готового напитка в расчёте на 350 мл содержит 15% от суточной нормы потребления белка, в следствие продукт может считаться обогащенным. Проведена органолептическая оценки растительного напитка из жмыха льна, обогащённого белком конопли

ЛИТЕРАТУРА

1. Компанцев Д.В. Белковые изоляты из растительного сырья: обзор современного состояния и анализ перспектив развития технологии получения белковых изолятов из растительного сырья / Д. В. Компанцев, А. В. Попов, И. М. Привалов, Э. Ф. Степанова // Современные проблемы науки и образования — 2016. — № 1. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25509308> (дата обращения: 05.04.2024).
2. Маренкова С.П. Обоснование рецептурного состава концентратов напитков на основе белка конопли для спортивного питания / Потороко Ю.И., Ильков Д.В., Матвеев А.А. // Вестник КрасГАУ. — 2022. — № 12. — С. 220–228.
3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-retsepturnogo-sostava-kontsentratov-napitkov-na-osnove-belka-konopli-dlya-sportivnogo-pitaniya/viewer> (дата обращения: 07.04.2024).

4. Гончарова А. А. Выбор льняного сырья для получения основы растительного напитка / А. А. Гончарова, В. И. Ущуповский, И. Э. Миневич // Вестник КрасГАУ. — 2023. — № 5. — С. 193–201. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-lnyanogo-syr'ya-dlya-polucheniya-osnovy-rastitelnogo-napitka/viewer> (дата обращения: 12.04.2024).
5. ГОСТ Р 70650–2023 Напитки на растительной основе (из зерна, орехов, кокосов). Общие технические условия. Введен 01.05.2023

REFERENCES

1. Kompantsev, D.V. Belkovye izolyaty iz rastitel'nogo syr'ya: obzor sovremennogo sostoyaniya i analiz perspektiv razvitiya tekhnologii polucheniya belkovykh izolyatov iz rastitel'nogo syr'ya [Protein isolates from plant raw materials: a review of the current state and analysis of prospects for the development of technology for obtaining protein isolates from plant raw materials] / D.V. Kompantsev, A.V. Popov, I.M. Privalov, E.F. Stepanova // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* - 2016. - № 1. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25509308> (date of reference: 05.04.2023)
2. Marenkova S.P. Obosnovanie recepturnogo sostava koncentratov napitkov na osnove belka konopli dlya sportivnogo pitaniya [Justification of the formulation of hemp protein-based drink concentrates for sports nutrition] / Potoroko YU.I., Il'kov D.V., Matveev A.A. // *Vestnik KrasGAU*. — 2022
3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-retsepturnogo-sostava-kontsentratov-napitkov-na-osnove-belka-konopli-dlya-sportivnogo-pitaniya/viewer> (date of reference: 07.04.2023)
4. Goncharova, A. A. Vybor l'nyanogo syr'ya dlya polucheniya osnovy rastitel'nogo napitka [Selection of flax raw materials for obtaining the basis of vegetable drink] / A. A. Goncharova, V. I. Uschapovsky, I. E. Minevich // *Vestnik KrasGAU*. - 2023. - № 5. - S. 193-201. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-lnyanogo-syr'ya-dlya-polucheniya-osnovy-rastitelnogo-napitka/viewer> (date of reference: 12.04.2023)
5. State Standard R 70650–2023 Plant based drinks (from grain, nuts, coconut). General specifications. Established 01.05.2023.

УДК 664.683.6

ПРИМЕНЕНИЕ СЫРЬЯ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОТДЕЛОЧНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ДЛЯ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Макушева Д.А., Поснова Г.В., кандидат технических наук.

*Московский Государственный Университет Технологий и управления имени
К.Г. Разумовского (Первый Казачий Университет), Российская Федерация, г. Москва*

***Аннотация.** В статье представлены виды и варианты отделочных полуфабрикатов для кондитерских изделий, в том числе крема, изучен процесс кремообразования, рассмотрено основное сырье для приготовления разных видов кремов и требований к нему. Проведен анализ пищевой ценности разных видов кремов и подобран вариант крема, предназначенный для отделки кондитерских изделий, в том числе кремовой флористики с улучшенными свойствами. Выявлены недостатки и направления корректировки вкусовых свойств отделочных полуфабрикатов.*

***Ключевые слова:** Отделочные полуфабрикаты, кондитерские изделия, пищевая ценность, функциональные свойства, крем, паста «Широан»*

THE USE OF RAW MATERIALS OF INCREASED NUTRITIONAL VALUE IN THE PRODUCTION OF FINISHING MATERIALS FOR CONFECTIONERY PRODUCTS

Makusheva D.A., Posnova G.V., PhD in Engineering.

*Moscow State University of Technology and Management named after
K.G. Razumovsky (First Cossack University), Russian Federation, Moscow*

***Abstract.** The article presents the types and options of finishing semi-finished products for confectionery, including cream, the process of creaming is studied, the main raw materials for the preparation of different types of creams and requirements for it are considered. The analysis of the nutritional value of different types of creams was carried out and a cream variant was selected designed for finishing confectionery products, including cream floristics with improved properties. The disadvantages and directions of adjusting the taste properties of finishing semi-finished products are revealed.*

***Keywords:** Finishing semi-finished products, confectionery, nutritional value, functional properties, cream, paste "Shiroan"*

В современном мире, когда внешний вид продуктов и блюда играет значительную роль, многие люди предпочитают использовать сырье с низкой пищевой ценностью, ориентируясь лишь на его визуальную привлекательность. Однако, важно помнить, что правильное питание и использование сырья, характеризующегося повышенной пищевой ценностью, имеют огромное значение для здоровья и благополучия потребителей [1]. Мировым научным сообществом доказано, что осознание важности качественных продуктов становится неотъемлемой частью здорового образа жизни. В свою очередь, пищевая ценность – это понятие, отражающее всю полноту полезных свойств пищевого продукта, включая степень обеспечения физиологических потребностей человека в основных пищевых веществах, энергии и органолептических свойствах.

Достаточно важное значение при производстве кондитерских изделий, в особенности тортов и пирожных, имеют функциональные свойства отделочных полуфабрикатов. От их качества зависит как внешний вид изделий, так и полезность готового продукта. Согласно технологическим схемам производства кондитерских изделий отделочные полуфабрикаты предназначены для художественной отделки и декорированию, прослойки и наполнению слоев выпеченных тестовых полуфабрикатов. Отделочные полуфабрикаты способны обеспечивать приятный внешний вид, вкус,

аромат, а также нивелировать образующиеся в технологическом цикле не критические дефекты.

Согласно основной классификации сырья, разнообразие отделочных полуфабрикатов сводится к следующим видам: крема, сахарные, шоколадные, фруктово-ягодные полуфабрикаты, марципаны, посыпки и др. Однако, наибольшую распространенность среди перечисленных отделочных полуфабрикатов имеют крема [2].

Крема – это пластичная пенообразная масса. Основным сырьем для их приготовления являются меланж или яичные белки, сливочное масло, сливки с добавлением сахара-песка, молока, вкусовых и ароматических веществ. При сбивании вышеназванных видов сырья масса становится пышной за счет насыщения объемной массы воздухом, а также благодаря функциональной способности яичных продуктов к образованию устойчивых пенообразных масс. Данное свойство, когда при сбивании образуются пены, называют также кремообразующей способностью. Опытным путем доказано, что кремообразующая способность белков позволяет увеличить объем взбиваемой массы в 7 раз [3].

Кроме того, сливочное масло, жирные сливки (от 30% и более) и сметана 30% жирности за счет содержания в своем составе высокого количества белка, также обладают этим свойством. При процессе их сбивания объем обычно возрастает в 2 и более раз.

Таким образом, высокая пластичность кремообразных масс, способствует созданию большого спектра всевозможных украшений, элементов декора, восприимчивости любых цветовых решений, что позволяет широко применять их при отделке тортов, пирожных и других изделий. В связи с этим, крем является важнейшим отделочным полуфабрикатом в технологии сложных кондитерских изделий.

Но несмотря на достоинства, крема имеют существенный недостаток – повышенную чувствительность к условиям хранения. Вследствие чего их относят к скоропортящимся продуктам, имеющим риск развития болезнетворных микроорганизмов и бактерий при увеличенном сроке и несоблюдении условий хранения.

Поэтому в настоящее время на кафедре биотехнологий продуктов питания из растительного сырья «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)» проводятся исследования по разработке рецептур кремообразных масс с целью их возможного последующего применения в качестве отделочных полуфабрикатов кондитерских изделий. Основой для производства кремообразного отделочного полуфабриката выбрана популярная в Азии кремообразная паста «Широан», изготавливаемая из белой фасоли.

Главными преимуществами данного полуфабриката в отличие от других, давно применяемых для отделки, являются:

- высокая пластичность, которая позволяет изготавливать любые украшения, в том числе для кремовой флористики;
- стабильность в изменяющихся условиях хранения и повышенный срок хранения;
- возможность заморозки без изменения текстуры и вкусовых свойств;
- экономичность;
- повышенная питательная ценность, обеспечиваемая химическим составом фасоли;
- возможность применения в рационах питания вегетарианцев;
- возможность употребления во время поста;
- безопасность для людей с непереносимостью лактозы.

Фасоль является поставщиком высококачественного легко усваиваемого растительного белка. Углеводы являются источником активности, а низкое содержание жиров содействует минимальному отложению подкожного жирового слоя. Большое содержание клетчатки позволит на длительное время сохранять чувство сытости

особенно в рационах питания людей пониженной энергоемкости. Недостатком пасты является специфический аромат и вкус не привычные для российского потребителя.

Исходя из всего вышеперечисленного можно сделать вывод о перспективности «Широана» в качестве отделочных полуфабрикатов при производстве кондитерской промышленности при достаточной адаптации вкусовых свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отделочные полуфабрикаты /StudFiles/. - Режим доступа : <https://studfile.net/preview/2865017/page:4/> .- дата обращения 13.04.24.
2. Пищевая ценность хлеба и пути ее повышения / StudFiles/, «- Режим доступа : <https://studfile.net/preview/5283765/> .- дата обращения 14.04.24.
3. Никитин, И. А. Применение методики биотестирования для подтверждения функциональности продуктов питания / И. А. Никитин, Н. Г. Семенкина, М. В. Клоконос // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений : Материалы VII Международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РФ, профессора Зубченко А. В., Воронеж, 13–15 июня 2018 года. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018. – С. 179-183.

REFERENCES

1. Finishing semi-finished products /StudFiles/. - Access mode : <https://studfile.net/preview/2865017/page:4/> .- date of application 04/13.24.
2. Nutritional value of bread and ways to increase it / StudFiles/, "- Access mode : <https://studfile.net/preview/5283765/> .- date of application 04/14.24.
3. Nikitin, I. A. The use of biotesting techniques to confirm the functionality of food products / I. A. Nikitin, N. G. Semenkina, M. V. Klokonos // New in technology and technology of functional food products based on biomedical views : Materials of the VII International Scientific and Technical Conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of the Honored Scientist of the Russian Federation, Professor Zubchenko A.V., Voronezh, June 13-15, 2018. Voronezh: Voronezh State University of Engineering Technologies, 2018. pp. 179-183.

УДК 637.48

РАЗРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНОГО ДЕСЕРТА НА ОСНОВЕ ЖМЫХА ЛЬНА, ОБОГАЩЕННОГО БЕЛКОВЫМ КОНЦЕНТРАТОМ ИЗ СЕМЯН КОНОПЛИ

Битеева М.Э., Сазонова Е.К., кандидат технических наук
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»,
Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

Аннотация. в статье приведены результаты исследований по разработке рецептуры растительного десерта из жмыха льна, обогащенного белковым концентратом. Приведена технологическая схема производства десерта, которая включает процесс экстракции белка из конопляного жмыха. Определены органолептические показатели, энергетическая и пищевая ценность.

Ключевые слова: вторичное растительное сырье, десерт, жмых, концентрат белка, солевая экстракция, растительный белок.

DEVELOPMENT OF A VEGETABLE DESSERT BASED ON FLAX SEED CAKE ENRICHED WITH HEMP PROTEIN CONCENTRATE

Biteeva M.E., Sazonova E.K., PhD in Engineering
ITMO National Research University, Russian Federation, Saint-Petersburg

Abstract. The article presents the results of research on the development of the formulation of vegetable dessert from flax seed cake enriched with protein concentrate from hemp. The technological scheme of dessert production is given, which includes the process of protein extraction from hemp cake. Organoleptic parameters, energy value and quality indicators of the final product are determined.

Keywords: secondary vegetable raw materials, dessert, cake, protein concentrate, salt extraction, vegetable protein.

Введение. В настоящее время повышается интерес к использованию растительных белков в пищевой промышленности в связи с их преимуществами для здоровья и окружающей среды. Одним из источников таких белков является конопляный жмых. Семена конопли содержат около 20% белка, концентрация которого увеличивается до 30% после отжима масла [1]. Масличный шрот на сегодняшний день является перспективным источником белка для пищевой промышленности [2]. В качестве основы десерта выбран жмых льна, так как он обладает высокой влагосвязывающей способностью и набухает, создавая структуру, похожую на пудинг.

Качество белка определяется наличием в нем набора незаменимых аминокислот в определенном соотношении с эталонным количеством [3]. В таблице 1 приведены данные о незаменимых аминокислотах в семенах конопли, а также значение аминокислотного скорра – показателя биологической ценности белка. Лимитирующей аминокислотой в белковом концентрате конопли является лизин со скорром 84% [4].

Таблица 1

Содержание незаменимых аминокислот в семенах конопли

Наименование аминокислот	Содержание в 100 г, г	Скор, %
Изолейцин	3,76	125
Лейцин	7,01	114
Лизин	4,04	84
Метионин+цистеин	4,56	198
Фенилаланин+тирозин	8,04	196
Треонин	3,79	95
Триптофан	1,08	154
Валин	5,36	134
Всего незаменимых кислот	37,58	

Целью работы является разработка рецептуры растительного десерта на основе жмыха льна, обогащенного белком из семян конопли.

Объекты и методы исследований. Конопляный жмых фирмы «РусХемп» измельчали в муку и просеивали на ситах, в результате чего была получена фракция 0,125–1 мм. Экстракция осуществлялась 0,8 М раствором хлорида натрия в щелочной среде при pH 10, в течение трех часов на орбитальном шейкере со скоростью 140 оборотов в минуту. После чего белок осаждался из экстракционного раствора 0,1 н HCl в кислотной среде при pH 4,5. Осажденный концентрат подвергался центрифугированию и последующей сушке в течение 6 часов при температуре 50 °С).

Для приготовления соединялись сухие ингредиенты: льняной жмых, какао-порошок, сахар, белковый концентрат, после чего в смесь вводилось кокосовое молоко. На рисунке 1 изображена технологическая схема производства десерта, в ходе разработки которой определены оптимальные параметры экстракции белка.

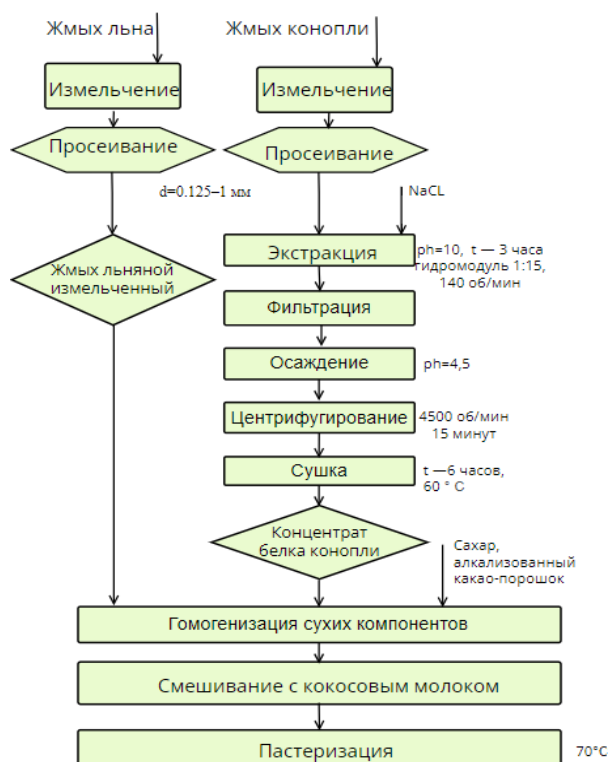


Рисунок 1. Технологическая схема производства растительного десерта

В таблице 2 представлена рецептура на 100 граммов и на одну порцию десерта. Для достижения желаемого вкуса и консистенции разрабатываемого продукта в рецептуру помимо льняной основы вводится кокосовое молоко 20% жирности, алкализированный порошок какао, сахар и полученный концентрат конопли, который повышает белковую составляющую продукта на 48% или 4,8 грамма.

Таблица 2

Рецептура растительного десерта

Наименование компонента	Содержание в 100 г, г	Содержание в 1 порции, г (120г)
Кокосовое молоко	70	84
Жмых льна	15	18
Белковый изолят конопли	7	8,4
Какао-порошок	5	6
Сахар	3	3,6

Органолептический анализ проводился в рамках открытых дегустаций OpenMic на Факультете биотехнологий Университета ИТМО. Дегустаторы оценивали десерт по 5—бальной шкале, где 5 — отлично, 3 — удовлетворительно, 1 — плохо. В ходе анализа 62 % экспертов оценили вкус на 5 баллов, 70% оценили на 5 аромат. Результаты приведены к среднему значению и представлены на рисунке 2 в виде профилограммы.

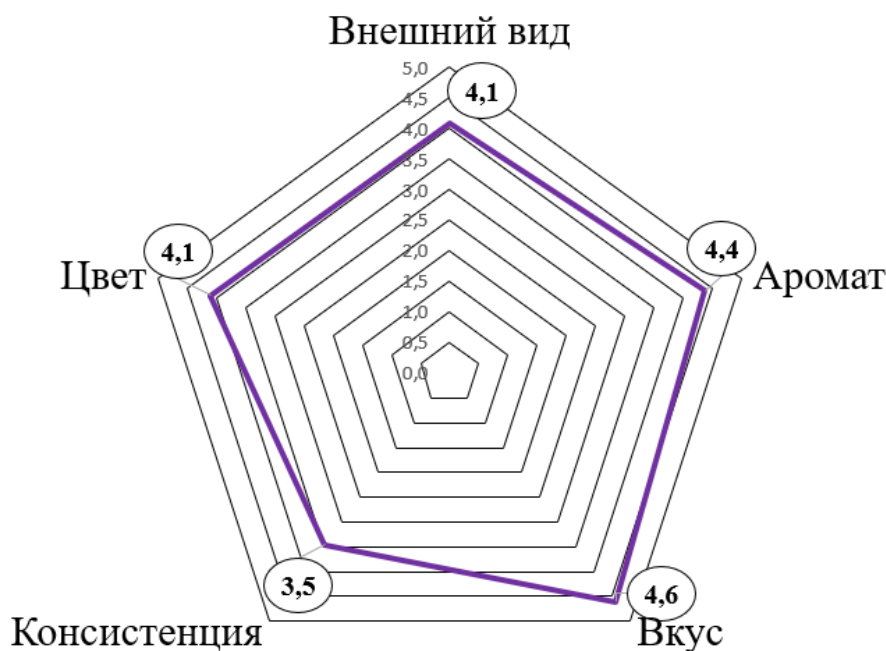


Рисунок 2. Профилограмма органолептического анализа продукта

В таблице 3 приведены значения пищевой и энергетической ценности растительного десерта.

Таблица 3

Пищевая и энергетическая ценность растительного десерта

	Пищевая ценность			Энергетическая ценность, ккал
	Белки,	Жиры,	Углеводы,	
	г	г	г	
Растительный десерт	8,9	21,2	6,2	252,7

Результаты исследований и их обсуждение: Проведенные эксперименты позволили разработать растительный десерт на основе вторичного растительного сырья – жмыха льна, а также провести солевую экстракцию и выделить белковый концентрат из жмыха семян конопли, который повысил содержание белка в итоговом продукте на 48%.

Выводы: предложена технологическая схема солевой экстракции белкового концентрата из жмыха конопли, позволяющая получить концентрат с массовой долей белка 52%. Разработан растительный десерт, обогащенный концентратом белка конопли, определена его пищевая и энергетическая ценность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гончарова А. А. Выбор льняного сырья для получения основы растительного напитка / А. А. Гончарова, В. И. Ущатовский, И. Э. Миневиц // Вестник КрасГАУ. — 2023. — № 5. — С. 193–201. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-lnyanogo-syrya-dlya-polucheniya-osnovy-rastitelnogo-napitka/viewer> (дата обращения: 01.04.2023)
2. Серков, В. А. История коноплеводства в России / В. А. Серков, А. А. Смирнов, М. Р. Александрова // Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. — 2018. — Вып. 3 (175). — С. 132–141. — doi: 10.25230/2412-608X-2018-3-175-132-141. (дата обращения: 12.04.2024).
3. Компанцев Д.В. Белковые изоляты из растительного сырья: обзор современного состояния и анализ перспектив развития технологии получения белковых изолятов из растительного сырья / Д. В. Компанцев, А. В. Попов, И. М. Привалов, Э. Ф. Степанова // Современные проблемы науки и образования — 2016. — № 1. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25509308> (дата обращения: 24.04.2023)
4. El-Sohaimy, S.A.; Androsova, N.V.; Toshev, A.D.; El Enshasy, H.A. Nutritional Quality, Chemical, and Functional Characteristics of Hemp (*Cannabis sativa* ssp. *sativa*) Protein Isolate. *Plants* 2022, 11, 2825. <https://doi.org/10.3390/plants11212825> (дата обращения 19.04.2024)

REFERENCES

1. Goncharova, A. A. A. Selection of flax raw materials for obtaining the basis of vegetable drink / A. A. Goncharova, V. I. Uschapovsky, I. E. Minevich // Vestnik KrasGAU. - 2023. - № 5. - С. 193-201. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-lnyanogo-syrya-dlya-polucheniya-osnovy-rastitelnogo-napitka/viewer> (date of reference: 01.04.2023)
2. Serkov, V. A. History of hemp breeding in Russia / V. A. Serkov, A. A. Smirnov, M. R. Aleksandrova // Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Research Institute of Oilseed Crops. - 2018. - Vyp. 3 (175). - С. 132- 141. - doi: 10.25230/2412-608X-2018-3-175-132-141. (date of reference: 12.04.2024).
3. Kompantsev, D.V. Protein isolates from plant raw materials: a review of the current state and analysis of prospects for the development of technology for obtaining protein isolates from plant raw materials / D.V. Kompantsev, A.V. Popov, I.M. Privalov, E.F. Stepanova // Modern Problems of Science and Education - 2016. - № 1. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25509308> (date of reference: 24.04.2023)
4. El-Sohaimy, S.A.; Androsova, N.V.; Toshev, A.D.; El Enshasy, H.A. Nutritional Quality, Chemical, and Functional Characteristics of Hemp (*Cannabis sativa* ssp. *sativa*) Protein Isolate. *Plants* 2022, 11, 2825. <https://doi.org/10.3390/plants11212825> (date of reference: 12.04.2024)

УДК 664.2.613.22

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ СКОРЛУПЫ И ПОДСКОРЛУПНОЙ ОБОЛОЧКИ КУРИНЫХ ЯИЦ В ПРОЦЕССЕ ИХ РАЗДЕЛЕНИЯ

Михайленко И.Г., Максимов А.Ю., доктор технических наук,

Будрик В.Г., кандидат технических наук,

Дерина Д.С., кандидат биологических наук

«Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности» - филиал ФНЦ «ВНИТИП» (ВНИИПП), Российская Федерация, Московская обл., г.о. Солнечногорск, р.п. Ржавки

Аннотация. В статье представлен анализ данных, которые были получены при определении показателей массовой доли белка и кальция промытой скорлупы и подскорлупной оболочки куриных яиц, выделенных при промывке водой и после дополнительной промывки проточной водой.

Ключевые слова: Яйцо, переработка, скорлупа, подскорлупная оболочка, контроль показателей, массовая доля белка и кальция.

PHYSICAL AND CHEMICAL METHODS FOR CONTROL OF QUALITY AND SAFETY OF CHICKEN EGGS SHELLS AND UNDERSHELLS DURING THE PROCESS OF THEIR SEPARATION

Mikhailenko I.G., Maksimov A.Yu., Grand PhD in Engineering,

Budrik V.G., PhD in Engineering, Derina D.S., PhD in Biology

«All-Russian Research Institute of Poultry Processing Industry» - branch of the Federal Scientific Center «VNIIP» (VNIIPP), Russian Federation, Moscow region, Solnechnogorsk, r.p. Rzhavki

Annotation. The article presents an analysis of the data that was obtained when determining the mass fraction of protein and calcium of the washed shell and subshell membrane of chicken eggs, isolated during washing with water and after additional washing with running water.

Keywords: Egg, processing, shell, shell membrane, control of indicators, mass fraction of protein and calcium.

Введение. На сегодняшний день в отраслях пищевой промышленности большое внимание уделяется внедрению современных технологий в производство и переработке образовавшихся побочных продуктов. На птицеперерабатывающих предприятиях при производстве жидкого, сухого, замороженного меланжа, желтка, белка образуются побочные продукты – скорлупа, доля которой составляет около 10% от массы яйца и подскорлупной оболочки (далее ПСО) – 0,6% от массы яйца. Скорлупа яйца состоит из карбоната кальция и подскорлупной оболочки – пленки, которая плотно прилегает к скорлупе. В состав ПСО входит 69,2% белка, 2,7% жира, 1,5% влаги и 27,2% золы. Скорлупа и подскорлупная оболочка являются ценным сырьем, которое может быть использовано при производстве обогащенных пищевых продуктов и биологически активных добавок, а также косметических средств на основе гиалуроновой кислоты [1-4].

Цель работы. Определение эффективности применения процесса дополнительной промывки проточной водой на качество отделенной скорлупы яиц и подскорлупной оболочки.

Объекты и методы исследований.

Объектами исследования являлись скорлупа (рис.1) и ПСО куриных яиц (рис.2).

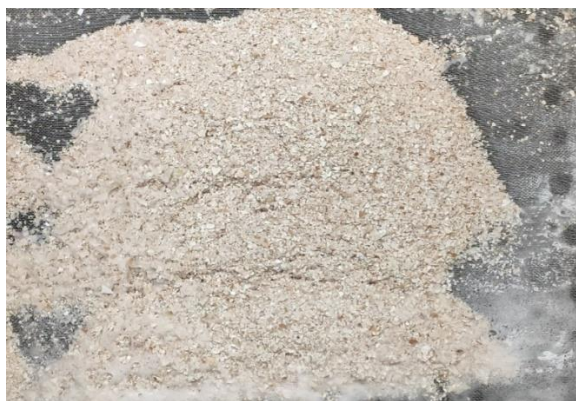


Рисунок 1. Скорлупа после отделения ПСО



Рисунок 2. ПСО после отделения от скорлупы яиц

Работа выполнялась в лаборатории физико-химических исследований ИЛЦ ВНИИПП. Было проведено исследование физико-химических показателей скорлупы и подскорлупной оболочки куриных яиц после отделения и дополнительной промывки проточной водой.

Массовую долю белка определяли согласно ГОСТ 31469-2012. Массовую долю кальция по ГОСТ Р 57902-2017.

Для проведения исследований был создан экспериментальный стенд, который обеспечивал отделение ПСО от скорлупы методом флотации в водной среде с применением сжатого воздуха. Пробоподготовку скорлупы проводили путем ее измельчения на мясорубке МИМ-600. После отделения скорлупы и ПСО на экспериментальном стенде образцы были направлены на физико-химические исследования для обеспечения контроля качества и безопасности сырья. Критерием эффективности отделения ПСО от скорлупы служил показатель массовой доли белка в промытой скорлупе, а чистоты ПСО (отсутствия частиц скорлупы) – показатель массовой доли кальция.

Определение массовой доли белка методом Кьельдаля проводилось на установке автоматической дистилляции UDK 152, которое включало три основных этапа: дигерирование, дистилляцию и титрование.

Определение массовой доли кальция полученных образцов проводилось на атомно-абсорбционном спектрометре Квант-2мт. Атомно-абсорбционный метод заключался в распылении, полученного из пробы раствора, минерализата в пламени горелки. После попадания раствора в пламя горелки элементы необходимые для определения переходили в состояние атомного пара и затем определялись по величине абсорбции света прямо пропорциональной концентрации исследуемого элемента.

Результаты исследований и их обсуждение.

В результате физико-химических исследований были получены данные, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Результаты физико-химических исследований образцов

Наименование показателей	Значение
Массовая доля белка:	
в исходной скорлупе, %	6,1
в сухой скорлупе после отделения, %	3,7
в сухой скорлупе после дополнительной промывки проточной водой, %	2,3
в сухой ПСО после отделения, %	44,7
в сухой ПСО после дополнительной промывки проточной водой, %	39,1

Наименование показателей	Значение
Массовая доля Са:	
в сухой скорлупе после отделения, %	39,3
в сухой скорлупе после дополнительной промывки проточной водой, %	33,1
в сухой ПСО после отделения, %	4,8
в сухой ПСО после дополнительной промывки проточной водой, %	2,93

В результате применения промывки проточной водой полученных образцов массовая доля белка в отделенной в скорлупе снизилась – с 3,7 % до 2,3%, ПСО с 44,7 до 39,1 %, массовая доля Са в отделенной скорлупе снизилась с 39,1 до 33,1 %, ПСО – с 4,8 до 2,93 %.

Выводы. В результате проведенных исследований были доказана эффективность применения дополнительной промывки проточной водой, отделенных при разделении, скорлупы и ПСО куриных яиц. В результате промывки происходило снижение показателей массовой доли белка и кальция, что являлось подтверждением повышения качества полученного сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фисинин, В. И. Мировое и российское птицеводство: реалии и вызовы будущего: монография / В. И. Фисинин. – Москва : Хлебпродинформ, 2019. – 470 с. – ISBN 978-5-93109-134-1.
2. Волик, В. Г. Исследование процесса выделения подскорлупной оболочки из скорлупы куриных яиц / В. Г. Волик, Д. Ю. Исмаилова, С. В. Зиновьев, Ю. И. Романенко // Птица и птицепродукты. – 2021. – № 6. – С. 58-60. – DOI 10.30975/2073-4999-2021-23-6-58-60.
3. Аминокислотный и пептидный профиль гидролизованной подскорлупной оболочки / Д. Ю. Исмаилова, В. Г. Волик, С. В. Зиновьев, Б. Ц. Зайчик // Птица и птицепродукты. – 2022. – № 2. – С. 13-15. – DOI 10.30975/2073-4999-2022-24-2-13-15
4. Мышалова, О. М. Применение минерального обогатителя из яичной скорлупы для вареных колбас / О. М. Мышалова, И. С. Дмитриенко, Д. А. Росликов // Новейшие достижения в области медицины, здравоохранения и здоровьесберегающих технологий : Сборник материалов I Международного конгресса, Кемерово, 28–30 ноября 2022 года / Под общей редакцией А.Ю. Просекова. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2022. – С. 293-295. – DOI 10.21603/-I-IC-91.

REFERENCES

1. Fisinin, V. I. World and Russian poultry farming: realities and challenges of the future: monograph / V. I. Fisinin. – Moscow: Khlebproinform, 2019. – 470 p. – ISBN 978-5-93109-134-1.
2. Volik, V. G. Study of the process of isolating the subshell membrane from the shell of chicken eggs / V. G. Volik, D. Yu. Ismailova, S. V. Zinoviev, Yu. I. Romanenko // Poultry and poultry products. – 2021. – No. 6. – P. 58-60. – DOI 10.30975/2073-4999-2021-23-6-58-60.
3. Amino acid and peptide profile of hydrolyzed shell shell / D. Yu. Ismailova, V. G. Volik, S. V. Zinoviev, B. Ts. Zaichik // Poultry and poultry products. – 2022. – No. 2. – P. 13-15. – DOI 10.30975/2073-4999-2022-24-2-13-15
4. Myshalova, O. M. Application of mineral fortifier from eggshells for boiled sausages / O. M. Myshalova, I. S. Dmitrienko, D. A. Roslikov // Latest achievements in the field of medicine, healthcare and health-saving technologies: Collection of materials I International Congress, Kemerovo, November 28–30, 2022 / Under the general editorship of A.Yu. Prosekova. – Kemerovo: Kemerovo State University, 2022. – P. 293-295. – DOI 10.21603/-I-IC-91.

УДК 664.

ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Пешкина И.П., Тюрина И.А., кандидат технических наук,
Борисова А.Е., Евдокимова А.С.

ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»,
Российская Федерация, г. Москва

Аннотация. Настоящий обзор литературы освещает проблемы в структуре и качестве питания населения Арктической зоны, характеризующейся преимущественно «углеводной» моделью построения рационов и дефицитом значимых для организма человека эссенциальных нутриентов. Сохранение здоровья в суровых климатических условиях возможно при наличии полноценного и сбалансированного питания, которое влияет не только на общее состояние организма, но и на функционирование его отдельных систем. В связи с этим стоит уделить особое внимание питанию в регионах Арктической зоны с учетом климатогеографических условий, национальных особенностей и привычек. Организация здорового питания способствует смягчению негативных психогенных и климатических факторов, а также адаптации не коренного населения к экстремальным условиям Арктики. Хлебобулочные изделия - наиболее доступный источник и носитель микронутриентов в питании россиян, поэтому разработка функциональных и специализированных хлебобулочных изделий в условиях Арктической зоны, с целью восполнения дефицита эссенциальных нутриентов является перспективным направлением. В качестве обогатителей представляет особый интерес – региональное растительное сырье (ягель, ягоды, травы и др.), содержащее биологически активные компоненты и необходимые микроэлементы, способствующие поддержанию иммунитета, работе мозга и щитовидной железы.

Ключевые слова: Арктическая зона, хлебопекарная промышленность, суровый климат, полярная ночь, рационы питания, детское питание, взрослое население, хлебобулочные изделия.

FEATURES AND PROBLEMS OF NUTRITION OF THE POPULATION OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION. THE USE OF REGIONAL PLANT RAW MATERIALS IN THE BAKERY INDUSTRY

Peshkina I.P., Tyurina I.A., PhD in Engineering, Borisova A.E., Evdokimova A.S.

FSASI «Scientific Research Institute for the Baking Industry», Russian Federation, Moscow

Abstract. This review of the literature highlights the problems in the structure and quality of nutrition of the population of the Arctic zone, characterized mainly by a "carbohydrate" model of building diets and a shortage of essential nutrients important for the human body. Maintaining health in harsh climatic conditions is possible in the presence of a full and balanced diet, which affects not only the general condition of the body, but also the functioning of its body systems. In this regard, it is worth paying special attention to nutrition in the regions of the Arctic zone, taking into account climatic and geographical conditions, national characteristics and habits. The organization of a healthy diet helps to mitigate negative psychogenic and climatic factors, as well as the adaptation of non-indigenous people to the extreme conditions of the Arctic. Bakery products are the most affordable source and carrier of micronutrients in the diet of Russians, therefore, the development of functional and specialized bakery products in the Arctic zone in order to fill the deficit of essential nutrients is a promising direction. Regional vegetable raw materials (yagel, berries, herbs, etc.), containing biologically active components and necessary trace elements that help maintain immunity, brain and thyroid function, are of particular interest as enriching agents.

Keywords: Arctic zone, baking industry, harsh climate, polar night, diets, baby food, adult population, bakery products.

Территория Арктической зоны Российской Федерации, занимающая 18% площади страны [1-2], является важным источником природных ресурсов [3], интенсивное освоение которых приводит к притоку большого числа различных групп и контингентов населения [4]. На арктической зоне проживают примерно 2,5 млн чел. (1,7 % общей численности населения России), в том числе более 250 тыс. человек – в сельской местности.

Организм человека, живущего на территории Арктической зоны постоянно, временно или периодически прибывающего сюда на вахты из более южных регионов, оказывается в непривычной для него среде, определяемой повышенной электромагнитной активностью и радиацией, несбалансированным питанием, своеобразным составом питьевой воды и зачастую слабо развитой инфраструктурой [5]. Основным фактор, влияющий на состояние здоровья населения в условиях Арктической зоны – это суровый климат. Температура воздуха зимой достигает минус 70 °С, а летом превышает 30 °С. Также оказывают негативное воздействие на общее состояние организма человека Полярные день и ночь, общая продолжительность которых составляет более 120 суток. Большие контингенты работающих и военнослужащих испытывают одновременно несколько видов напряжения: рабочее (вахтовое), климатическое (полярное) и хронофизиологическое. Все это не может не отразиться на функциональном состоянии организма человека, его работоспособности (у военнослужащих боеспособности), уровне здоровья и продолжительности активной жизни. Таким образом, негативное влияние климатических условий на состояние здоровья и качество жизни населения способствуют тому, что Арктическая зона относится к территориям, дискомфортным для проживания и трудовой деятельности человека [6-7].

Одним из главных принципов, сформулированных как в российском национальном законодательстве, так и в документах, принятых Арктическим советом и Всемирной организацией здравоохранения, является приоритетность профилактических мер, представленных в «Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года» (Указ Президента Российской Федерации от 05 марта 2020 г. № 164) и в «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечение национальной безопасности на период до 2035 года» (Указ Президента Российской Федерации от 26 октября 2020 г. № 645):

- разработка мер профилактики заболеваний, в том числе инфекционных, и реализация комплекса мероприятий, направленных на формирование у граждан приверженности здоровому образу жизни, включая их мотивацию к переходу на здоровое питание и сокращение потребления алкогольной и табачной продукции;
- разработка технологий сбережения здоровья и увеличения продолжительности жизни населения Арктической зоны;
- разработка комплексных гигиенических мероприятий по адаптации приезжего населения, сохранению и укреплению его здоровья, и поддержания здоровья коренного населения.

Следует отметить типичные социально-экономические, климато-географические и национально-культурные особенности Арктической зоны, которые оказывают влияние на уровень потребления основных продуктов питания, это:

- очаговый характер промышленно-хозяйственного освоения территорий и низкая плотность населения;
- удалённость от основных промышленных центров;
- высокая ресурсоёмкость и зависимость хозяйственной деятельности и жизнеобеспечения населения от поставок топлива и товаров первой необходимости из других регионов;
- отсутствие или слабая развитость дорожной сети;
- сезонность поставок продовольствия;

- сложные условия хранения продовольствия;
- наличие продуктов в основном в замороженном или консервированном видах.

Данные Росстата показывают (табл.1), что потребление основных продуктов питания, особенно таких важных для жителей Арктики как хлебобулочные изделия, мясо и мясопродукты, молоко и молочные продукты, рыба, практически не отличается от средних показателей по России, а по ряду продуктов – значительно ниже рекомендуемых рациональных норм потребления. Данная тенденция прослеживается и на сегодняшний день.

Таблица 1

**Потребление основных продуктов питания в домашних хозяйствах
(на одного потребителя кг/год) [8]**

Пищевые продукты	Арктическая зона РФ	Российская Федерация	Рекомендуемые нормы потребления
Хлебобулочные изделия	80,1	98,7	96,0
Картофель	46,9	60,0	90,0
Овощи и бахчевые	93,5	105,0	140,0
Фрукты и ягоды	78,9	72,7	100,0
Мясо и мясные	89,7	88,2	73,0
Молоко и молочные	279,0	272,6	325,0
Яйца, шт	225	229	260,0
Рыба и рыбные	22,8	21,5	22,0
Сахар	34,6	32,0	24,0
Масло растительное	11,1	11,0	12,0

Минздрав России специально для жителей Арктической зоны составляет рациональные нормы потребления пищевых продуктов, которые отвечают современным требованиям здорового питания. Средние по России нормы питания для Арктической зоны не применимы и на каждой территории утверждена своя потребительская корзина для основных социально-демографических групп населения (трудоспособное население, пенсионеры и дети). Если сравнить регламентированное назначение суточных норм питания в Арктической зоне и в умеренном климате, очевидны серьезные различия.

Анализ фактических рационов питания показал дефицит большинства незаменимых нутриентов. Самый низкий процент удовлетворения потребности отмечен в витаминах С, Е, группы В, в минеральных веществах (йод, магний, кальций, калий, селен), пищевых волокнах, в фосфолипидах [9]. При этом соотношение основных пищевых веществ – белков, жиров и углеводов – в процентах от суточной калорийности составляет в среднем 12:30:58, что свидетельствует об «углеводной» модели рациона, тогда как физиологически оптимальной для северных регионов является «белково-жировая» модель с относительными квотами основных пищевых веществ от 15:35:50 до 16:36:46. В соответствии с методическими рекомендациями МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» физиологическая потребность в энергии для взрослых должна составлять от 2150 до 3800 ккал/сутки для мужчин и от 1700 до 3000 ккал/сутки для женщин. При этом расход энергии на адаптацию к холодному климату в районах Арктической зоны должен быть увеличен на 15 %, что пропорционально увеличивает потребности в белках, жирах и углеводах, и в 2 раза больше увеличено потребление витаминов и микроэлементов.

Особое внимание уделяется питанию подрастающего поколения, в частности детям и подросткам, поскольку здоровье детей – залог будущего здорового населения. Для организации питания детей дошкольного и школьного возраста в организованных коллективах на территории Арктической зоны РФ разработаны методические рекомендации МР 2.4.5.0146-19 (рис. 1).

Таблица 3
Потребность в пищевых веществах и энергии детей пришлого населения, проживающих на территории Арктической зоны Российской Федерации (осенне-зимний период года, весна)

Наименование	Средняя потребность в пищевых веществах для детского населения по возрастным группам				
	от 2 до 3 лет	от 3 до 7 лет	от 7 до 11 лет	от 11 до 14 лет	от 14 до 18 лет
Энергетическая ценность, ккал ^с	1 540	1 981	2 310	2 751	3 192
Белки, г ^с	50	64	75	89	104
Жиры, г ^с	60	77	90	107	124
Углеводы, г ^с	200	258	300	358	415
Б : Ж : У, г	1 : 1,2 : 4,0	1 : 1,2 : 4,0	1 : 1,2 : 4,0	1 : 1,2 : 4,0	1 : 1,2 : 4,0

^с Согласно МР 2.3.1.2432—08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», утвержденным Роспотребнадзором 18.12.2008 (далее – МР 2.3.1.2432—08), с расчетом на адаптацию к холодному климату (10 %).
^с Из расчета: белки – 13 %; жиры – 35 %; углеводы – 52 %.
Примечание: Рекомендуется рассматривать сезонные сроки в соответствии с климатическими характеристиками региона

Таблица 4
Потребность в пищевых веществах и энергии детей пришлого населения, проживающих на территории Арктической зоны Российской Федерации (летний период года)

Наименование	Средняя потребность в пищевых веществах для детского населения по возрастным группам				
	с 2 до 3 лет	с 3 до 7 лет	от 7 до 11 лет	от 11 до 14 лет	от 14 до 18 лет
Энергетическая ценность, ккал ^с	1 469	1 891	2 206	2 628	3 046
Белки, г ^с	44	57	66	79	91
Жиры, г ^с	49	63	74	88	102
Углеводы, г ^с	213	274	319	380	441
Б : Ж : У, г	1 : 1,1 : 4,8	1 : 1,1 : 4,8	1 : 1,1 : 4,8	1 : 1,1 : 4,8	1 : 1,1 : 4,8

^с Согласно МР 2.3.1.2432—08 с расчетом на адаптацию к холодному климату (5 %).
^с Из расчета: белки – 12 %; жиры – 30 %; углеводы – 58 %.
Примечание: Рекомендуется рассматривать сезонные сроки в соответствии с климатическими характеристиками региона

Таблица 5
Потребность в пищевых веществах и энергии детей (коренное население), проживающих на территории Арктической зоны Российской Федерации (осенне-зимний период года, весна)

Наименование	Средняя потребность в пищевых веществах для детского населения по возрастным группам				
	от 2 до 3 лет	от 3 до 7 лет	от 7 до 11 лет	от 11 до 14 лет	от 14 до 18 лет
Энергетическая ценность (ккал) ^с	1 596	2 054	2 396	2 850	3 308
Белки (г) ^с	56	72	84	100	116
Жиры (г) ^с	64	82	96	114	132
Углеводы (г) ^с	199	257	299	356	414
Б : Ж : У (г)	1 : 1,1 : 3,6	1 : 1,1 : 3,6	1 : 1,1 : 3,6	1 : 1,1 : 3,6	1 : 1,1 : 3,6

^с Согласно МР 2.3.1.2432—08 с расчетом на адаптацию к холодному климату (14 %).
^с Из расчета: белки – 14 %; жиры – 36 %; углеводы – 50 %.
Примечание: Рекомендуется рассматривать сезонные сроки в соответствии с климатическими характеристиками региона.

Таблица 6
Потребность в пищевых веществах и энергии детей (коренное население), проживающих на территории Арктической зоны Российской Федерации (летний период года)

Наименование	Средняя потребность в пищевых веществах для детского населения по возрастным группам				
	от 2 до 3 лет	от 3 до 7 лет	от 7 до 11 лет	от 11 до 14 лет	от 14 до 18 лет
Энергетическая ценность, ккал ^с	1 499	1 927	2 251	2 674	3 106
Белки, г ^с	49	62	73	87	101
Жиры, г ^с	55	71	83	98	114
Углеводы, г ^с	202	260	303	361	419
Б : Ж : У, г	1 : 1,1 : 4,1	1 : 1,1 : 4,1	1 : 1,1 : 4,1	1 : 1,1 : 4,1	1 : 1,1 : 4,1

^с Согласно МР 2.3.1.2432—08 с расчетом на адаптацию к холодному климату (7 %).
^с Из расчета: белки – 13 %; жиры – 33 %; углеводы – 54 %.
Примечание: Рекомендуется рассматривать сезонные сроки в соответствии с климатическими характеристиками региона

Рисунок 1. Требования, предъявляемые к рационам для детского питания на территории Арктической зоны РФ

Оценка фактического питания дошкольников показала, что при удовлетворительной энергетической ценности, достаточном содержании жиров и углеводов отмечается дефицит по общим белкам – 9 % и белкам животного происхождения – 11 %. С учётом потерь при тепловой кулинарной обработке в рационах питания выявлен недостаток аскорбиновой кислоты – 36 %, ретинола – 22 %, тиамин – 20 %, фолата – 51 %, а из числа минеральных элементов – кальция, фосфора и йода – от 14 до 26 %. В питании школьников также отмечены негативные тенденции, характеризующиеся недостаточным поступлением с пищей полноценных белков, и в первую очередь белков животного происхождения – 80% от физиологической нормы. Рационы школьников дефицитны по витамину С на 20 %, по витамину А – на 89 % от нормы. Установлена пониженная обеспеченность кальцием на 75 % и йодом – на 70 %.

Содержание фосфора в суточных рационах должно быть увеличено, исходя из более высоких энерготрат на адаптацию к холодному климату и более значительных физических нагрузок. Соотношение кальция к фосфору выше и за счет увеличения в суточных рационах мяса (в том числе оленины, необходимого продукта для коренного населения, проживающего на территории Арктической зоны Российской Федерации) [10]. Увеличение магния в суточных рационах необходимо для адаптационных процессов и поддержания функционального состояния сердечно-сосудистой системы, а также гормонального статуса детского и подросткового населения, проживающего на территории Арктической зоны Российской Федерации. Повышение витамина С в суточных рационах детского и подросткового населения, проживающего на территории Арктической зоны Российской Федерации, обусловлено необходимостью участия данного витамина в окислительно-восстановительных процессах и в поддержании иммунитета [10]. Повышение витамина А обусловлено особенностями фотопериодизма в Арктической зоне Российской Федерации (длительный зимний период с отсутствием инсоляции, требующий напряжения зрительного анализатора, а в весенний период – яркое солнце на белом фоне снежного покрова раздражает зрительный анализатор, что требует компенсации в поддержании оптимального функционирования органа зрения).

Экологические особенности Арктической зоны РФ способствовали адаптации организма коренных народностей к условиям внешней среды и выработке определенных специфических особенностей в питании, что позволяет включить в рацион питания многие продукты местной сырьевой базы [11]. В связи с чем для улучшения качества

хлебобулочных изделий и придания ему функциональных свойств необходимо уделить внимание использованию регионального растительного сырья, содержащего биологически активные компоненты.

Официальный информационный портал Республики Саха (Якутия) со ссылкой на пресс-службу Министерства сельского хозяйства республики [12] сообщает о том, что по инициативе Торгово-промышленной палаты Якутии АО «Якутский хлебокомбинат» совместно с Институтом биологических проблем криолитозоны СО РАН запустил производство хлеба из смеси ржаной обдирной и пшеничной муки с добавлением ягеля, солода и кориандра. Ягель – кустарниковый лишайник, состоящий из небольшого слоевища и сильно разветвленных в виде кустика веточек. Его уникальность обусловлена огромным спектром полезных свойств и разнообразием сфер его применения как в натуральном необработанном, так и в стабилизированном виде. Ягель содержит витамины группы В, витамин А, С и другие, микроэлементы: железо, медь, титан, йод, никель, марганец, хром, барий и т.д.

В Московском государственном университете технологий и управления (МГУТУ) имени К.Г. Разумовского совместно с НОЦ ИнфоХимии Университета ИТМО разработан ассортимент макаронных, кондитерских и хлебобулочных изделий с включением в рецептуры местного арктического сырья: беломорского фукуса (разновидность водорослей), дикорастущих ягод, хвои и грибов в качестве биологически активных добавок. Преимущество использования такого сырья заключается в устранении дефицита эссенциальных нутриентов в организме людей, работающих в тяжелых условиях [13].

В Тюменском индустриальном университете разработаны хлебобулочные изделия, обогащенные растительным сырьем – плодами шиповника майского (*Fructus Rosae*) и шикши (водяники черной, *Empetria nigri herba*), произрастающих в Ямало-Ненецком АО [14]. Согласно данным исследований S. Sadigh-Eteghad, H. Tayefi-Nasrabadi, Z. Aghdam [15], а также Н. Ламана, Н. Копыловой [16] плоды шиповника обладают высокой иммуномодулирующей активностью вследствие повышенного содержания витамина С. Андреевой Н.В., Малогуловой И.Ш [17] установлено, что ягоды шикши обладают церебропротективными, успокаивающими, гепатопротекторными, дезинтоксикационными, противовоспалительным свойством, высокой антиоксидантной активностью и иммуномодулирующими свойствами благодаря высокому содержанию аскорбиновой кислоты – 70-90 мг на 100 г массы. Химический состав шикши представлен тритерпеновыми кислотами (урсоловая кислота), тритерпеновыми сапонинами, кумаринами, углеводами, эфирными маслами, дубильными веществами, флавоноидами, воском, жирными маслами, фенолкарбоновыми кислотами, алкалоидами, витаминами и микроэлементами.

На кафедре органической химии и пищевой технологии НИ ИрГТУ проведены исследования и разработан ассортимент хлеба из смеси пшеничной и ржаной муки с использованием порошка из исландского мха («Хлеб исландский» и «Хлеб исландский особый»). Технологический эффект при разработке хлеба заключался в создании изделий с равномерной, тонкостенной, хорошо развитой структурой пористости, увеличении объема изделия и выхода готовой продукции, улучшении вкуса и аромата готовых изделий, замедлении процесса черствения, что приводит к продлению сроков хранения [18]. При этом следует отметить, что в составе исландского мха есть ряд органических кислот, обладающих антимикробными свойствами – лихестериновая, протолихестериновая, фумарпротоцентратаровую и незначительное количество других, которые подавляют развитие стрептококков, стафилококков и др. [19].

Важно отметить, что данные о доле функционального и специализированного хлебопечения в общем производстве хлебобулочных изделий в регионах Арктической зоны РФ за 2022 год у Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации отсутствуют [20].

Заключение. Сложные факторы состояния труда: экстремальные природно-климатические условия (недостаток солнечного света и низкие температуры) хозяйствования на территории Арктической зоны, неразвитый характер сельхозпроизводства, отсутствие устойчивых связей с ареалами производства продуктов питания, завозимых в арктические регионы, а также очаговый характер расселения и сезонная доставка продовольствия в глубинные районы, оказывают значительное влияние на состояние здоровья работающего населения, что приводит к высокому уровню суточных энергетических затрат и потребности в необходимых нутриентах в сравнении с населением, проживающим на остальной территории РФ. Поэтому потребности и приоритеты продовольственного обеспечения населения Арктической зоны, должны предусматривать гигиеническую оптимизацию и персонализацию питания населения. Крайне важным, с государственных научно-практических позиций, является расширение гигиенических и лабораторно-клинических исследований фактического питания, алиментарного статуса и здоровья различных контингентов коренного населения и переселенцев Арктической зоны, особенно в её отдалённых и труднодоступных районах.

Таким образом, учитывая высокую потребность организма, как взрослого человека, так и детей, в энергетической ценности, в эссенциальных нутриентах, следует уделять особое внимание разработке хлебобулочных изделий функционального и специализированного назначения с использованием регионального растительного сырья для населения Арктической зоны Российской Федерации, употребление которых восполнит необходимые потребности организма. Включение в рацион питания населения Арктической зоны хлебобулочных изделий с учетом медико-биологических норм и дальнейшее внедрение на производственные площадки, позволит снизить риски возникновения и распространения заболеваний, сбалансировать питание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дудин М.Н., Анищенко А.Н. Обеспечение продовольственной безопасности регионов Арктической зоны: новые вызовы и возможности в условиях вступления в Индустрию 4.0 // Продовольственная политика и безопасность. – 2021. – Том 8. – № 2. – С. 167-178. doi: 10.18334/ppib.8.2.111923.
2. Истомин А.В., Федина И.Н., Шкурихина С.В., Кутакова Н.С. Питание и север: гигиенические проблемы арктической зоны России (обзор литературы). Гигиена и санитария. 2018; 97(6): 557-563. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-6-557-563>.
3. Анищенко А.Н. Потенциал сельского хозяйства Европейского Севера России и проблемы его реализации в рамках Стратегии развития Арктической зоны РФ // Проблемы развития территории. 2019. № 1 (99). С. 121-139. DOI: 10.15838/ptd.2019.1.99.8.
4. Коваленко М. С., Сибилева Е. В. Ресурсный состав Арктики, сложности добычи и перспективы ее развития // Арктика XXI век. Гуманитарные науки. 2023, № 1(31). С. 26-36. DOI 10.25587/SVFU.2023.44.59.003.
5. Солонин, Ю.Г. Медико-физиологические проблемы в Арктике / Ю.Г.Солонин, Е.Р.Бойко // Известия Коми научного центра УрО РАН. № 4(32). Сыктывкар, 2017. – С. 33-40.
6. Иванов В. А. Северная и арктическая специфика решения проблемы продовольственной безопасности // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2022. № 1. С. 58–71. doi:10.37614/2220-802X.1.2022.75.005.
7. Попов, В.Г. Разработка рецептуры комплексной пищевой физиологически функциональной системы с целью получения специализированных продуктов питания для населения Арктики / В.Г. Попов, Г.Д. Кадочникова, Л.Н. Буракова, В.Ю. Неверов, В.В. Тригуб, И.В. Мозжерина, С.А. Белина // Ползуновский вестник. - № 1. – 2019. – С. 90-95. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2019.01.017.
8. Истомин А.В., Федина И.Н., Шкурихина С.В., Кутакова Н.С. Питание и север: гигиенические проблемы арктической зоны России (обзор литературы). Гигиена и

- санитария. 2018; 97(6): 557-563. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-6-557-563>.
9. Попов, В.Г. Развитие технологии производства специализированных продуктов питания для населения Арктики / Попов В.Г., Белина С.А., Федорова О.С. // Ползуновский вестник. - № 3. – 2017. – С. 14-18.
 10. Организация питания детей дошкольного и школьного возраста в организованных коллективах на территории Арктической зоны Российской Федерации: Методические рекомендации. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 35 с.
 11. Иванова, Г.В. Особенности питания коренного населения Арктической зоны Российской Федерации / Г.В. Иванова, Т.Н. Сафронова // Российская Арктика – 2018. - №2. – С. 60. DOI: 10.24411/2658-4255-2018-00012.
 12. <https://goarctic.ru/news/v-yakutii-nachali-prodavat-khleb-s-yagelem/>.
 13. <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-podvedomstvennykh-uchrezhdeniy/48787/>
 14. Буракова Л.Н., Плотников Д.А. Обоснование и разработка хлебобулочных изделий, обогащенных арктическим растительным сырьем // Индустрия питания|Food Industry. 2022. Т. 7, № 2. С. 44-51. DOI: 10.29141/2500-1922-2022-7-2-5. EDN: SCGTTK.
 15. Sadigh-Eteghad, S.; Tayefi-Nasrabadi, H.; Aghdam, Z.; Zarredar, H.; Shanehbandi, D.; Khayyat, L.; Seyyed-Piran, S. Rosa canina L. Fruit Hydro-Alcoholic Extract Effects on Some Immunological and Biochemical Parameters in Rats. BioImpacts: BI. 2011. Vol. 1. Iss. 4. Pp. 219-224. DOI: <https://doi.org/10.5681/bi.2011.031>.
 16. Ламан Н., Копылова Н. Шиповник – природный концентрат витаминов и антиоксидантов // Наука и инновации. 2017. № 10 (176). С. 45-49.
 17. Андреева Н.В., Малогулова И.Ш. Виды шикши как перспективный источник БАВ в условиях Якутии // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 9. С. 51-52.
 18. Вершинина С.Э., Кравченко О.Ю. Способ производства хлеба профилактической направленности, композиция для производства хлеба профилактической направленности из пшеничной муки и композиция для производства хлеба профилактической направленности из смеси ржаной и пшеничной муки // Патент РФ № 2362304 А21D2/36, А21D8/02 приоритетом от 26.12.07 г; Бюл. № 21. Оpubл. 27.07.09 г.
 19. Вершинина, С.Э. Применение пищевой добавки из исландского мха в производстве ржаного и ржано-пшеничного хлеба / С.Э.Вершинина, О.Ю.Кравченко // Вестник ИрГТУ. - № 8(55). – 2011. – С. 135-138.
 20. <https://sfera.fm/articles/hlebopечeniya/khlebopechenie-v-arkticheskikh-regionakh-rossii?ysclid=1w5bb01hhr243449371>

REFERENCES

1. Dudin M.N., Anishchenko A.N. Obespechenie prodovol'stvennoj bezopasnosti regionov Arkticheskoy zony: novye vyzovy i vozmozhnosti v usloviyah vstupleniya v Industriyu 4.0 // Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost'. – 2021. – Tom 8. – № 2. – S. 167-178. doi: 10.18334/ppib.8.2.111923.
2. Istomin A.V., Fedina I.N., SHkurihina S.V., Kutakova N.S. Pitanie i sever: gigienicheskie problemy arkticheskoy zony Rossii (obzor literatury). Gigiena i sanitariya. 2018; 97(6): 557-563. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-6-557-563>.
3. Anishchenko A.N. Potencial sel'skogo hozyajstva Evropejskogo Severa Rossii i problemy ego realizacii v ramkah Strategii razvitiya Arkticheskoy zony RF // Problemy razvitiya territorii. 2019. № 1 (99). S. 121-139. DOI: 10.15838/ptd.2019.1.99.8.
4. Kovalenko M. S., Sibileva E. V. Resursnyj sostav Arktiki, slozhnosti dobychi i perspektivy ee razvitiya // Arktika XXI vek. Gumanitarnye nauki. 2023, № 1(31). S. 26-36. DOI 10.25587/SVFU.2023.44.59.003.
5. Solonin, YU.G. Mediko-fiziologicheskie problemy v Arktike / YU.G.Solonin, E.R.Bojko // Izvestiya Komi nauchnogo centra UrO RAN. № 4(32). Syktyvkar, 2017. – S. 33-40.
6. Ivanov V. A. Severnaya i arkticheskaya specifika resheniya problemy prodovol'stvennoj bezopasnosti // Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka. 2022. № 1. S. 58–71. doi:10.37614/2220-802X.1.2022.75.005.

7. Popov, V.G. Razrabotka receptury kompleksnoj pishchevoj fiziologicheski funkcional'noj sistemy s cel'yu polucheniya specializirovannyh produktov pitaniya dlya naseleniya Arktiki / V.G. Popov, G.D. Kadochnikova, L.N. Burakova, V.YU. Neverov, V.V. Trigub, I.V. Mozzherina, S.A. Belina // Polzunovskij vestnik. - № 1. – 2019. – S. 90-95. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2019.01.017.
8. Istomin A.V., Fedina I.N., SHkurihina S.V., Kutakova N.S. Pitanie i sever: gigienicheskie problemy arkticheskoy zony Rossii (obzor literatury). Gigiena i sanitariya. 2018; 97(6): 557-563. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-6-557-563>.
9. Popov, V.G. Razvitie tekhnologii proizvodstva specializirovannyh produktov pitaniya dlya naseleniya Arktiki / Popov V.G., Belina S.A., Fedorova O.S. // Polzunovskij vestnik. - № 3. – 2017. – S. 14-18.
10. Organizaciya pitaniya detej doskol'nogo i shkol'nogo vozrasta v organizovannyh kolektivah na territorii Arkticheskoy zony Rossijskoj Federacii: Metodicheskie rekomendacii. – M.: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitelej i blagopoluchiya cheloveka, 2019. – 35 s.
11. Ivanova, G.V. Osobennosti pitaniya korennoho naseleniya Arkticheskoy zony Rossijskoj Federacii / G.V. Ivanova, T.N. Safronova // Rossijskaya Arktika – 2018. - №2. – S. 60. DOI: 10.24411/2658-4255-2018-00012.
12. <https://goarctic.ru/news/v-yakutii-nachali-prodavat-khleb-s-yagelem/>.
13. <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-podvedomstvennykh-uchrezhdeniy/48787/>
14. Burakova L.N., Plotnikov D.A. Obosnovanie i razrabotka hlebobulochnyh izdelij, obogashchennyh arkticheskimi rastitel'nymi syr'em // Industriya pitaniya|Food Industry. 2022. T. 7, № 2. S. 44-51. DOI: 10.29141/2500-1922-2022-7-2-5. EDN: SCGTTK.
15. Sadigh-Eteghad, S.; Tayefi-Nasrabadi, H.; Aghdam, Z.; Zarredar, H.; Shanehbandi, D.; Khayyat, L.; Seyyed-Piran, S. Rosa canina L. Fruit Hydro-Alcoholic Extract Effects on Some Immunological and Biochemical Parameters in Rats. BioImpacts: BI. 2011. Vol. 1. Iss. 4. Pp. 219-224. DOI: <https://doi.org/10.5681/bi.2011.031>.
16. Laman N., Kopylova N. SHipovnik – prirodnyj koncentrat vitaminov i antioksidantov // Nauka i innovacii. 2017. № 10 (176). S. 45-49.
17. Andreeva N.V., Malogulova I.SH. Vidy shikshi kak perspektivnyj istochnik BAV v usloviyah YAKutii // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. 2013. № 9. S. 51-52.
18. Vershinina S.E., Kravchenko O.YU. Sposob proizvodstva hleba profilakticheskoy napravlenosti, kompoziciya dlya proizvodstva hleba profilakticheskoy napravlenosti iz pshenichnoj muki i kompoziciya dlya proizvodstva hleba profilakticheskoy napravlenosti iz smesi rzhanoj i pshenichnoj muki // Patent RF № 2362304 A21D2/36, A21D8/02 prioritetom ot 26.12.07 g; Byul. № 21. Opubl. 27.07.09 g.
19. Vershinina, S.E. Primenenie pishchevoj dobavki iz islandskogo mha v proizvodstve rzhanogo i rzhano-pshenichnogo hleba / S.E.Vershinina, O.YU.Kravchenko // Vestnik IrGTU. - № 8(55). – 2011. – S. 135-138.
20. <https://sfera.fm/articles/hlebopecheniya/khlebopechenie-v-arkticheskikh-regionakh-rossii?ysclid=1w5bb01hhr243449371>

УДК 664.657/664.66

ВЛИЯНИЕ ЯЧМЕННОГО СОЛОДА НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА

Сметанин Д.О.^{1,2},

Научный руководитель: Черных В.Я.¹, доктор технических наук, профессор

¹ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»,
Российская Федерация, г. Москва

²ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»,
Российская Федерация, г. Москва

***Аннотация.** В статье рассматривается важность обеспечения населения хлебобулочными изделиями высокого качества в рамках проведения стратегии научно-технологического развития Российской Федерации. Отмечаются факторы, влияющие на качество пшеничной муки, такие как низкое содержание и свойства клейковины и пониженная сахарообразующая способность. Нестабильность хлебопекарных свойств муки влияет на готовые изделия, что подчёркивает важность разработки методов контроля качества пшеничной муки для обеспечения высокого стандарта хлебобулочных изделий. Также отмечается важность использования солода в производстве хлеба, его способность улучшать вкус, аромат, показатели текстуры и внешний вид хлеба.*

***Ключевые слова:** Хлебобулочные изделия, пшеничная мука, ячменный солод, качество.*

THE EFFECT OF BARLEY MALT ON THE QUALITY OF WHEAT BREAD

Smetanin D.O.^{1,2},

Supervisor: Chernykh V.Ya.¹, Grand PhD in Engineering, Professor

¹FSASI «Scientific Research Institute for the Baking Industry», Russian Federation, Moscow

²FSBEI HE «Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)», Russian Federation, Moscow

***Abstract.** The article discusses the importance of providing the population with high-quality bakery products as part of the strategy of scientific and technological development of the Russian Federation. Factors affecting the quality of wheat flour are noted, such as low gluten content and properties and reduced sugar-forming ability. The instability of the baking properties of flour affects the finished products, which underlines the importance of developing quality control methods for wheat flour to ensure a high standard of bakery products. It is also noted the importance of using malt in bread production, its ability to improve the taste, aroma, texture and appearance of bread.*

***Keywords:** Bakery products, wheat flour, barley malt, quality.*

Введение. Одной из приоритетных задач стратегии научно-технологического развития Российской Федерации является поиск и внедрение технологических решений, направленных на поддержание высокого качества выпускаемой пищевой продукции [1]. В хлебопекарной промышленности ключевым фактором, оказывающим влияние на потребительские свойства хлебобулочных изделий из пшеничной муки, является её качество, которое на сегодняшний день часто бывает нестабильно. Значительная доля поставляемой на рынок хлебопекарной муки характеризуется пониженными хлебопекарными свойствами [2, 3]. Это обусловлено различными факторами, такими как: низкое содержание и свойства клейковины, пониженная сахарообразующая способность муки, высокая степень измельчения муки [4,5]. Такая нестабильность хлебопекарных свойств пшеничной муки отражается на качестве готовых изделий и, следовательно, на удовлетворённости потребителя. Поэтому разработка и внедрение методов управления технологическими свойствами пшеничной муки является важным фактором повышения эффективности работы хлебопекарной промышленности РФ.

В России в последние годы наблюдается рост производства хлеба с использованием различных видов солода. Использование солода может существенно улучшить качество хлеба. Его введение в рецептуру позволяет регулировать

сахарообразующую способность перерабатываемой партии пшеничной муки, улучшить вкусовые и ароматические характеристики и внешний вид хлеба, а также увеличить его срок хранения. Солод содержит собственные амилазы в активном состоянии, которые улучшают реологические свойства теста и качество хлеба [6,7].

Целью данной работы является установление оптимальной дозировки ячменного солода и влияние его на реологические свойства пшеничного теста и качество готового хлеба.

Объекты и методы. Для проведения исследований были выбраны: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, дрожжи прессованные хлебопекарные, солод ячменный, соль пищевая, вода питьевая и пшеничный хлеб, изготовленный посредством проведения пробной лабораторной выпечки контрольных и экспериментальных проб.

Органолептические показатели дрожжей прессованных хлебопекарных (цвет, вкус, запах, консистенцию) определяли по методам, указанным в ГОСТ Р 54731-2011. Соль пищевую оценивали органолептически в соответствии с ГОСТ Р 51574-2018.

Определение физико-химических характеристик пшеничной муки осуществляли с использованием приборов: «Волюмотест ВТ-1» - для определения насыпной плотности (ρ_m , кг/м³) пшеничной муки в соответствии с ГОСТ 19440-94; «ИДК-3» для определения общей деформации ($h_{\text{общ}}$, е.ИДК) клейковины в соответствии с ГОСТ 27839-2013; «Амилотест АТ-97 (ЧП-ТА)» для определения автолитической активности пшеничной муки по «числу падения» (ЧП, с) согласно ГОСТ ISO 3093-2016; «Amilograph-E» для определения максимальной вязкости клейстеризованной суспензии (η_{max} , е.АУ.) в соответствии с ISO 7973-2013; «Farinograph – E» - для определения показателей реодинамики замеса пшеничного теста: водопоглотительной способности (ВПС, %), времени образования теста (В, мин), стабильности теста (С, мин), разжижения теста (Е, е.Ф.) согласно ISO 5530-1-2013; сушильный шкаф АСЭШ-8-2 - для определения влажности пшеничной муки в соответствии с ГОСТ 9404-88.

При определении физико-химических показателей качества готовых изделий анализировали объём хлеба в соответствии с ГОСТ 27669-88, пористость мякиша – с помощью пробника Журавлева по ГОСТ 5669-96; влажность мякиша – в соответствии с ГОСТ 21094-22 с помощью сушильного шкафа АСЭШ-8-2; титруемую кислотность определяли ускоренным способом по ГОСТ 5670-96. Удельный объём хлебобулочных изделий рассчитывали путем деления величины объема (см³) на массу (г). Твёрдость мякиша определяли на приборе «Структурометр СТ-2» в соответствии с руководством методики. Обработку экспериментальных данных (с доверительной вероятностью 0,95) проводили с помощью программы MS Excel.

Результаты и их обсуждение. Физико-химические характеристики пшеничной муки и ячменного солода представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические характеристики сырья

Показатели	Значение
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	
Влажность, %	11,2
Насыпная плотность, г/см ³	447
Содержание сырой клейковины, %	25,3
Общая деформация клейковины, ед. пр. ИДК	55,1
«Число падения», с	374
Титруемая кислотность, градусы кислотности	2,45
Максимальная вязкость клейстеризованной суспензии, η_{max} , е.АУ.	1251
Солод ячменный	
Влажность, %	8,1
Насыпная плотность, г/см ³	355

Для определения оптимальной дозировки ячменного солода были получены классические фаринограммы пшеничного теста при замесе с внесением ячменного солода в количестве от 0 до 0,6%, с шагом 0,1%. Показатели реологического поведения пшеничного теста при замесе без внесения (контроль) и с внесением (опытные пробы) ячменного солода приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели реологического поведения пшеничного теста

№ п/п	Наименование проб пшеничного хлеба	Показатели фаринограммы (500 е.Ф.)					
		$W_{м.ф.}$, %	$ВПС$, %	$В$, мин	$С$, мин	$Е$, е.Ф.	W_{13} , %
1	Контроль	11,2	55,6	2,5	18,9	33	45,4
Опытные пробы теста с добавлением ячменного солода							
2	0,1%	11,2	55,4	2,2	7,9	52	45,7
3	0,2%	11,2	55,9	1,7	4,7	75	45,8
4	0,3%	11,2	55,7	1,9	4,7	83	46,1
5	0,4%	11,2	55,4	1,8	4,3	81	46,7
6	0,5%	11,2	55,8	1,5	3,3	101	47,3
7	0,6%	11,2	55,7	1,4	3,6	102	47,9

Из табл. 2 видно, что внесение ячменного солода в дозировках 0,2, 0,3, 0,5 и 0,6% привело к увеличению водопоглотительной способности муки, а 0,1 и 0,4% - к уменьшению. Время продолжительности замеса теста до готовности и его стабильность при внесении солода уменьшились по сравнению с контрольной пробой, а разжижение теста по мере увеличения дозировки - увеличивалось.

На рис. 1 приведён график изменения стабильности теста в зависимости от дозировки ячменного солода.

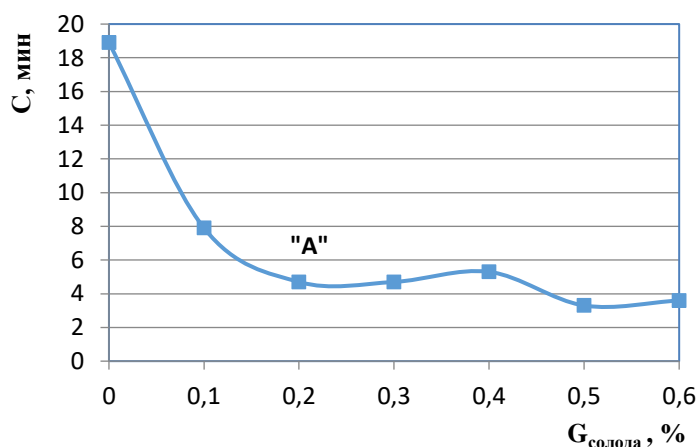


Рисунок 1. Изменение стабильности теста в зависимости от дозировки ячменного солода.

Из анализа данных, представленных на рис. 1, была установлена точка перегиба функции «А», которая может быть принята за значение оптимальной дозировки ячменного солода.

На рис. 2 приведены графики изменения «числа падения» пшеничной муки и максимальной вязкости клейстеризованной суспензии в зависимости от дозировки ячменного солода.

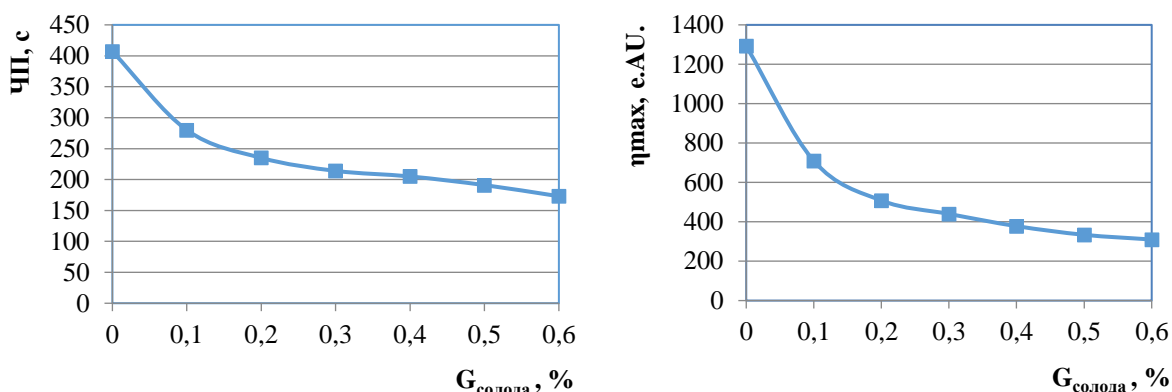


Рисунок 2. Изменение «числа падения» и максимальной вязкости клейстеризованной суспензии пшеничной муки в зависимости от дозировки ячменного солода

Технология производства хлеба относится к биотехнологиям, и основным показателем биотехнологических свойств пшеничной муки является сахарообразующая способность, обуславливающая жизнедеятельность дрожжевых клеток и молочнокислых бактерий и предопределяющая показатели качества готовых изделий. В настоящее время сахарообразующая способность пшеничной муки контролируется по показателям «числа падения» (прибор Амилотест АТ-97 (ЧП-ТА)), максимальной вязкости клейстеризованной суспензии (прибор Amilograph-E) и разжижению теста (прибор Farinograph – E). Исследования, посвященные анализу состояния углеводно-амилазного комплекса пшеничной муки [8-10], показывают, что оптимальные значения указанных показателей, составляют 235 ± 15 с, 480 ± 10 е.АУ и 70 ± 5 е.Ф., соответственно. Поэтому, анализируя данные, представленные на рис. 1,2 и в табл. 2, была установлена оптимальная дозировка ячменного солода, равная 0,2%.

Исследования процесса замеса пшеничного теста, проведенные на кафедре технологий хлебопекарного и макаронного производств МГУПП [8-10], позволили уточнить оптимальное значение консистенции теста, которое соответствует 640 е.Ф. Поэтому, при проведении пробной лабораторной выпечки пшеничного хлеба замес контрольной и опытных проб теста осуществляли с консистенцией 640 е.Ф. в соответствии с рецептурой, указанной в табл. 3. Созревание теста, окончательную расстойку тестовых заготовок и выпечку хлеба осуществляли на оборудовании Miwe Condo. Продолжительность созревания теста составила 120 минут при температуре 30–32°C, окончательной расстойки - 60 минут при температуре 37-38°C. Тесто делили на тестовые заготовки по 160 грамм.

Таблица 3

Нормативная рецептура пшеничного теста при проведении пробной лабораторной выпечки хлеба

Наименование сырья	Расход сырья при безопасном способе приготовления теста	
	Контроль	Опыт
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, кг	100,0	100,0
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	2,5	2,5
Соль пищевая, кг	1,5	1,5
Солод ячменный, кг	-	0,2
Вода, кг	С учётом консистенции теста 640 е.Ф.	

Хлеб выпекали при температуре 220°C с пароувлажнением до достижения температуры в центре мякиша, равной 97°C.

На рис. 3 представлены образцы контрольных и опытных проб хлеба.



Рисунок 3. Внешний вид целого хлеба и в разрезе
(а - контроль; б - опыт с добавлением ячменного солода)

По органолептическим показателям хлеб с добавлением ячменного солода по вкусу, аромату, размеру пор, форме и объёму превосходил контрольный образец без добавления солода.

В табл. 4 приведены физико-химические и реологические характеристики пшеничного хлеба.

Таблица 4

Физико-химические и реологические характеристики пшеничного хлеба

№ п/п	Наименование проб пшеничного теста	Физико-химические и реологические характеристики пшеничного хлеба								
		$W_{\text{мяк}}$ %	K , град	$\rho_{\text{мяк}}$ г/см ³	$V_{\text{хл}}$ см ³	$V_{\text{уд.хл}}$ см ³ /г	$P_{\text{мяк}}$ %	$G_{\text{уп}}$ %	$G_{\text{ус}}$ %	Fh , г
1	Контроль	43,0	0,8	0,31	413	2,96	79,6	11,7	3,2	486,9
2	Опыт	44,2	0,9	0,28	475	3,56	82,1	10,9	3,1	265,7

Из табл. 4 видно, что объём ($V_{\text{хл}}$, см³) и удельный объём ($V_{\text{уд}}$, см³/г) опытной пробы хлеба с добавлением ячменного солода увеличился на 15% по сравнению с контрольной пробой хлеба, а плотность ($\rho_{\text{мяк}}$, г/см³) мякиша соответственно уменьшилась. Пористость мякиша ($P_{\text{мяк}}$, %) хлеба с ячменным солодом в абсолютном выражении, увеличилась на 2,5% по сравнению с контрольным образцом. Кислотность мякиша хлеба (K , град) у опытной пробы практически не изменилась по сравнению с контрольной пробой. Твёрдость мякиша (Fh , г) у опытной пробы уменьшилась на 83%. Суммарные технологические затраты у пробы с добавлением ячменного солода уменьшились на 0,9% по сравнению с контрольной.

Выводы. Таким образом, исследования, направленные на изучение влияния ячменного солода на реологические свойства пшеничного теста и качество готового хлеба, позволили сделать выводы, что его применение в оптимальной дозировке 0,2% к массе муки приводит к увеличению водопоглотительной способности муки и к уменьшению времени замеса теста до готовности. Внесение солода улучшает органолептические показатели хлеба: корка хлеба становится более румяной и ароматной, более выраженный, насыщенный, разрыхлённый и приятный на вкус мякиш. Также добавление ячменного солода приводит к увеличению выхода готовых изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации [Текст]: указ Президента РФ от 28 февраля 2024 № 145.
2. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства. СПб.: Профессия, 2005.
3. Лейберова, Н.В. Влияние содержания амилозы в пшеничной муке на процесс черствения и показатели качества хлеба в процессе хранения / Н. В. Лейберова, Н. А. Панкратьева, Н. В. Заворохина, О. В. Чугунова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2019. – № 2. – С. 93-101. <https://doi.org/10.36107/spfp.2019.156>
4. Chen, Y., Gavaliatsis, T., Kuster, S., Städeli, C., Fischer, P., Windhab, E. J. (2021). Crust treatments to reduce bread staling. *Current Research in Food Science*, 4, 182-190. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.03.004>
5. de Beer, T. (2023). Quality assessment of wheat flour, dough, and bread. Chapter in a book: *ICC Handbook of 21st Century Cereal Science and Technology*. Academic Press, 2023. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95295-8.00002-2>
6. Karim, A. A., Norziah, M. H., Seow, C. C. (2000). Methods for the study of starch retrogradation. *Food Chemistry*, 71(1), 9–36. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00130-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00130-8)
7. Gray, J. A., Bemiller, J. N. (2003). Bread staling: Molecular basis and control. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2(1), 1–21. <https://doi.org/10.1111/J.1541-4337.2003.TB00011.X>
8. Черных В.Я., Ширшиков М.А., Белоусова Е.М., Лущик Т.В. Информационно-измерительная система для оценки хлебопекарных свойств муки. *Хлебопродукты*. №8. 2000. с.21-25.
9. Черных В.Я., Ширшиков М.А. Технологические критерии оценки состояния углеводно-амилазного комплекса пшеничной муки (начало). *Хлебопродукты* №12, 2001. с. 22-25.
10. Черных В.Я., Иванов В.С. Регулирование сахарообразующей способности хлебопекарной муки. Монография, М.: ООО «Буки Веди», 2019г. - 144с.

REFERENCES

1. On the Strategy of scientific and technological development of the Russian Federation [Text]: Decree of the President of the Russian Federation dated February 28, 2024 No. 145.
2. Auerman, L.Ya. Bakery production technology. Saint-Petersburg: Profession, 2005
3. Leiberova, N.V. Amylose content in a wheat flour influence on become stale of bread and indicator of the quality of bread in the process of storage / N. V. Leiberova, N. A. Pankratieva, N. V. Zavorokhina, O. V. Chugunova // Storage and processing of agricultural raw materials. – 2019. – No. 2. – 93-101. <https://doi.org/10.36107/spfp.2019.156>
4. Chen, Y., Gavaliatsis, T., Kuster, S., Städeli, C., Fischer, P., Windhab, E. J. (2021). Crust treatments to reduce bread staling. *Current Research in Food Science*, 4, 182-190. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.03.004>
5. de Beer, T. (2023). Quality assessment of wheat flour, dough, and bread. Chapter in a book: *ICC Handbook of 21st Century Cereal Science and Technology*. Academic Press, 2023. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95295-8.00002-2>
6. Karim, A. A., Norziah, M. H., Seow, C. C. (2000). Methods for the study of starch retrogradation. *Food Chemistry*, 71(1), 9–36. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00130-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00130-8)
7. Gray, J. A., Bemiller, J. N. (2003). Bread staling: Molecular basis and control. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2(1), 1–21. <https://doi.org/10.1111/J.1541-4337.2003.TB00011.X>
8. Chernykh V.Ya., Shirshikov M.A., Belousova E.M., Luschik T.V. Information and measurement system for evaluating the baking properties of flour. *Bread products*. No.8. 2000. pp.21-25.
9. Chernykh V.Ya., Shirshikov M.A. Technological criteria for assessing the state of the carbohydrate-amylase complex of wheat flour (beginning). *Bread products* No. 12, 2001. pp. 22-25.
10. Chernykh V.Ya., Ivanov V.S. Regulation of the sugar-forming ability of baking flour. Monograph, M.: LLC "Buki Vedi", 2019 - 144с.

УДК 664.665

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НОВЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ С ПРОРОЩЕННЫМ ЗЕРНОМ РЖИ И ПШЕНИЦЫ НА ПИЩЕВУЮ ЦЕННОСТЬ ХЛЕБА

Тагиев Н.Ш.¹; Костюченко М.Н.², кандидат технических наук,
Савкина О.А.³, кандидат технических наук, Бурыкина М.С.³

¹ ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»,
Российская Федерация, г. Москва

² ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»,
Российская Федерация, г. Москва

³ Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИХП, г. Санкт-Петербург

Аннотация. В статье представлено исследование влияния новых ингредиентов на основе пророщенного зерна пшеницы и ржи на пищевую ценность и качество готовых хлебобулочных изделий. На основании исследований химического состава определена степень удовлетворения суточной потребности в основных пищевых веществах, витаминах, минеральных веществах за счет употребления изделий с новыми ингредиентами. Показано, что применение зерна позволило получить функциональные изделия хорошего качества с повышенной пищевой ценностью.

Ключевые слова: пророщенное зерно, пророщенная пшеница, пророщенная рожь, пищевая ценность, хлеб.

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF NEW INGREDIENTS WITH SPROUTED RYE AND WHEAT GRAIN ON THE QUALITY AND NUTRITIONAL VALUE OF BREAD

Tagiev N.Sh.¹, Kostyuchenko M.N.², PhD in Engineering,
Savkina O.A.³, PhD in Engineering, Burykina M.S.³

¹ FSBEI HE «Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)», Russian Federation, Moscow

² FSASI «Scientific Research Institute for the Baking Industry», Russian Federation, Moscow

³ St. Petersburg branch of Scientific Research Institute for the Baking Industry, St. Petersburg

Annotation. The article presents a study of the influence of new ingredients based on sprouted wheat and rye grains on the nutritional value and quality of bread. Based on studies of the chemical composition, the degree of satisfaction of the daily need for basic nutrients, vitamins, and minerals was determined when consuming 100 g of bread made with new ingredients. It has been shown that the use of grain made it possible to obtain functional products of good quality with increased nutritional value.

Keywords: sprouted grain, sprouted wheat, sprouted rye, nutritional value, bread.

Введение. В последнее десятилетие во всем мире отмечается развитие рынка продукции, содержащей пророщенное зерно или муку из него. Пророщенное зерно используется для производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, макарон, сухих завтраков, снеков и напитков. Потребитель воспринимает такие продукты как более натуральные, полезные и питательные [1]. Кроме того, проросшие зерна считаются «органическими», не содержащими генетически модифицированных организмов, подходящими для вегетарианцев и потребителей, следующих здоровому образу жизни. Наиболее часто проращиванию подвергают зерна пшеницы и киноа (псевдозерновые культуры).

Более высокая пищевая ценность цельного зерна по сравнению с сортовой мукой обусловлена присутствием богатых питательными веществами отрубей, зародыша и эндосперма. Цельнозерновая мука имеет более высокую концентрацию фенольных кислот, включая феруловую кислоту, а также токоферолы, витамины группы В, токотриенолы, каротиноиды, лигнаны и алкилрезорцинолы по сравнению с пшеничной мукой высшего и первого сорта [2, 3]. Проращивание/прорастание зерновых/зерен

повышает биологическую активность, поскольку способствует переходу трудноусвояемых веществ в легко доступную форму и повышению содержания витаминов и минеральных веществ и, таким образом, увеличивает пользу цельного зерна для здоровья [3-5]. Добавление в хлеб питательных ингредиентов с высокой концентрацией биологически активных соединений может быть стратегическим подходом к борьбе с хроническими заболеваниями, связанными с питанием.

Целью настоящей работы являлось исследование пищевой ценности хлебобулочных изделий, изготовленных с использованием полуфабрикатов на основе пророщенного зерна пшеницы и ржи.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись новые ингредиенты, выработанные отечественной компанией ООО «ЭЙВА-ПРО», представляющие собой пророщенное (осолодованное) зерно пшеницы и зерно ржи (ТУ 10.89.19-007-31058817-2019), а также хлебобулочные изделия, приготовленные с их использованием.

Исследование влияния зерна пшеницы пророщенного (осолодованного) проводили при приготовлении хлеба пшенично-ржаного. Тесто замешивали с использованием пшеничной закваски влажностью 57% в количестве 12% муки в закваске, заварки в количестве 5% муки в заварке и зернового полуфабриката в количестве 25% к массе муки. Зерно ржи пророщенное «Эстонское темное» вносили в количестве 30% к массе муки при приготовлении ржано-пшеничного хлеба. При этом в тесто вносили ржаную закваску влажностью 57 %, в количестве 25% муки в закваске.

Оценивали органолептические показатели хлебобулочных изделий с целью выявления состояния мякиша, промеса, текстуры и отсутствия твердых вкраплений зерна. Содержание витаминов группы В и витамина Е определяли методом жидкостной хроматографии, минеральных веществ – методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Расчетным путем определяли содержание пищевых веществ, в хлебобулочных изделиях, выработанных с использованием ингредиентов на основе пророщенных зерен, и степень удовлетворения суточной потребности в указанных веществах за счет употребления данных изделий [6].

Результаты исследований. Оценка органолептических показателей готовых изделий показала (Таблица 1), что изделия имели свойственный хлебу вкус и запах без посторонних привкусов. Кроме этого, дегустаторами отмечено, что в мякише присутствовало мягкое, легко разжевывающееся зерно, но встречаются единичные твердые зерна у корки, что связано с её более высокой температурой и обезвоживанием поверхности в процессе выпечки.

Таблица 1

Показатели качества хлеба с ингредиентами на основе пророщенного зерна ржи и пшеницы в процессе хранения

Наименование показателей	Значение показателей хлеба, приготовленного с использованием	
	Зерно ржи осолодованное пророщенное «Эстонское темное»	Зерно пшеницы осолодованное пророщенное
Внешний вид:		
форма	правильная	правильная
поверхность	слегка шероховатая, без подрывов и трещин	бугристая, с включениями цельных зерен пшеницы
цвет	коричневый	светло-коричневая
Состояние мякиша:		
пропеченность	пропеченный, не липкий	
промес	Без комочков и следов непромеса, зерна распределены равномерно	
Наличие твердых вкраплений	Зерно в мякише мягкое, легко разжевывается. Отмечаются единичные твердые зерна у корки.	
Вкус и запах	приятный, без постороннего привкуса и запаха	

Установлено, что в хлебе пшенично-ржаном заварном с пророщенным зерном пшеницы содержание витаминов В1 (тиамина), В3 (ниацина), Е, железа и фосфора в 100 г хлеба составляло более 5% и от величин, отражающих среднюю суточную потребность взрослого человека. Содержание витамина В3 позволяет удовлетворить более 15% суточной потребности в этом витамине, что позволяет отнести изделие к функциональным продуктам и источнику витамина В3. Регулярное употребление продуктов с таким содержанием витамина В3 способствует нормализации энергетического обмена и нормальному функционированию нервной системы.

Кроме того, хлеб пшенично-ржаной заварной с пророщенным зерном пшеницы содержал 7,5 г белка, при этом за счет белка обеспечивается 30,0 ккал, что составляет 12,2 % от общей энергетической ценности. Это позволяет отнести данное изделие к источникам белка в соответствии с Техническим регламентом Таможенного Союза «Пищевая продукция в части её маркировки» (ТР ТС 022/2011).

Содержание пищевых волокон в пшенично-ржаном заварном хлебе составило 3,6 г на 100 г продукта, что свидетельствует о том, что изделие является источником пищевых волокон, поскольку содержит более 3 г на 100 г хлеба. Данную информацию можно разместить в маркировке и рекламных материалах о продукции.

Таблица 2

Химический состав и пищевая ценность полуфабриката «Зерно пшеницы осолодованное (пророщенное)» и хлеба «Пшенично-ржаной заварной с пророщенным зерном пшеницы»

Пищевые вещества	Содержание пищевых веществ в 100 г «Зерна пшеницы осолодованного»	Содержание пищевых веществ в 100 г хлеба	Средняя суточная потребность в основных пищевых веществах **	Степень удовлетворения суточной потребности / энергетической ценности, %
Энергетическая ценность, ккал	-	245	2500	9,8/-
Белки*, г	4,63	7,5	75	10,0/ 12,2
Жиры, г	-	0,9	83	1,1/-
Углеводы, г	-	50,0	365	13,7/-
Пищевые волокна*, г	6,3	3,6	30	12,0/-
Витамины группы В*:				
В1 (тиамин), мг	0,26	0,13	1,4	9,3/-
В2 (рибофлавин), мг	0,10	0,04	1,6	2,5/-
В3 (ниацин), мг	23,5	4,03	18	22,4/-
Витамин Е, мг*	0,192	0,85	10	8,5/-
Fe, мг*	1,8	1,49	14	10,6/-
Mg, мг*	38,2	18,3	400	4,6/-
P, мг*	320	108,7	800	13,6/-
Zn, мг*	0,9	0,13	15	0,9/-

* Фактические значения из Протоколов испытаний № 23.101118СПБВ от 11.12.2023; № 1012372 от 05.12.2023

** значения в соответствии с Приложением 2 к техническому регламенту Таможенного Союза «Пищевая продукция в части её маркировки» (ТР ТС 022/2011)

Исследования влияния полуфабриката на основе зерна ржи пророщенного «Эстонское темное» на пищевую ценность ржано-пшеничного хлеба показали (таблица 2), что содержание витаминов В3 (ниацина), В5 (пантотеновой кислоты), В9 (фолацина), В12 (цианокобаламина) в 100г хлеба позволяет удовлетворить более 30 % суточной потребности в этом витамине. Это является основанием для отнесения изделия к продукции с высоким содержанием данных веществ. Содержание железа позволяет

удовлетворить более 15% суточной потребности в нем при потреблении 100 г хлеба, то есть изделие является источником железа. Кроме того, ржано-пшеничный хлеб с пророщенным зерном ржи является источником пищевых волокон, поскольку содержит 4,4 г пищевых волокон на 100 г продукта.

Полученные данные позволяют отнести исследуемое изделие к функциональным продуктам согласно ГОСТ Р 52349 – 2005 и ГОСТ Р 52349 – 2005, так как в 1 порции хлеба (массой 100 г) содержится более 15,0 % суточной нормы витаминов и железа.

Сравнение состава хлебобулочных изделий с пророщенным зерном пшеницы и ржи показало, что изделия на основе пророщенной ржи имеют более высокую пищевую ценность по сравнению с пшенично-ржаным хлебом на основе пророщенного зерна пшеницы. В ржано-пшеничном хлебе присутствовали витамины В5, В6 и нехарактерные для продуктов растительного происхождения витамины В9 и В12. Важно отметить, что высокое содержание В9 и В12 и железа позволяет рекомендовать ржано-пшеничный хлеб с пророщенным зерном ржи «Эстонское темное» для профилактики дефицитов данных витаминов и железодефицитной анемии.

Однако, в хлебе ржано-пшеничном содержание белка было меньше, чем в пшенично-ржаном заварном с пророщенным зерном пшеницы. Хлеб с пророщенным зерном ржи содержал 6,0 г белка, при этом за счет белка обеспечивается 24,0 ккал, что составляет 12,2 % от общей энергетической ценности и не позволяет отнести данное изделие к источникам белка.

Таблица 3

Химический состав и пищевая ценность зерна ржи осолодованного (пророщенного) «Эстонское тёмное» и хлеба «Классический с зерном», приготовленного с его использованием 30% зерна

Пищевые вещества	Содержание пищевых веществ в 100 г зерна ржи «Эстонское темное»	Содержание пищевых веществ в 100 г хлеба	Средняя суточная потребность в основных пищевых веществах **	Степень удовлетворения суточной потребности / энергетической ценности, %
Энергетическая ценность, ккал	-	214	2500	8,6
Белки, г	-	6,0	75	8,0/11,
Жиры, г	-	0,9	83	1,1
Углеводы, г	-	42,7	365	11,7
Пищевые волокна, г	4,5	4,4	30	14,7
Витамины группы В*:				
В1 (тиамин), мг	0,11	0,12	1,4	8,6
В2 (рибофлавин), мг	0,61	0,17	1,6	10,6
В3 (ниацин), мг	26,2	5,9	18	32,8
В4 (холин), г	Менее 100	32,2	-	-
В5 (пантотеновая кислота) мг	15,7	3,9	6	65,0
В6 (пиридоксин), мг	Менее 6,0	0,12	2	6,0
В9 (фолатин), мкг	654	177,8	200	88,9
В12 (цианокобаламин), мкг	6	1,4	1	140,0
Витамин Е, мг*	1,158	1,2	10	12,0
Fe, мг*	1,8	2,2	14	15,7
K, мг*	206,19	170,1	3500	4,9
Ca, мг*	20	23,7	1000	2,4
Mg, мг*	45,19	36,4	400	9,1
Se, мг*	Менее 0,01	0,004	0,07	5,7
P, мг*	160	112,1	800	14,0

* Фактические значения из Протокола испытаний №24294 от 26.08.2020

** значения в соответствии с Приложением 2 к техническому регламенту Таможенного Союза «Пищевая продукция в части её маркировки» (ТР ТС 022/2011)

Выводы. В результате исследований химического состава хлеба с использованием ингредиентов на основе пророщенного зерна пшеницы и ржи показали, что все исследуемые полуфабрикаты на основе пророщенного зерна ржи позволили получить функциональные изделия с повышенной пищевой ценностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lemmens, Elien; Moroni, Alice V.; Pagand, Jennifer; Heirbaut, Pieter; Ritala, Anneli; Karlen, Yann; Lê, Kim-Anne; den Broeck, Hetty C.; Brouns, Fred J.P.H.; Brier, Niels; Delcour, Jan A. (2018). Impact of Cereal Seed Sprouting on Its Nutritional and Technological Properties: A Critical Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, (), 1541-4337.12414–. doi:10.1111/1541-4337.12414
2. Lu, Y., Fuerst, E.P., Lv, J. et al. (2015). Phytochemical profile and antiproliferative activity of dough and bread fractions made from refined and whole wheat flours. *Cereal Chemistry*, 92, 271–277.
3. Алёхина Н.Н. Зерновой хлеб для повышения пищевого статуса населения: биоактивация злаковых культур, ресурсосбережение сырья, разработка технологий и расширение ассортимента продукции: дис. доктора техн. наук: 05.18.01 / Алёхина Надежда Николаевна. – Воронеж, 2020. – 442 с.
4. Nelson, K., Stojanovska, L., Vasiljevic, T. & Mathai, M. (2013). Germinated grains: a superior whole grain functional food? *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 91, 429–441.
5. Ding, J., Hou, G.G., Nemzer, B.V., Xiong, S., Dubat, A. & Feng, H. (2018a). Effects of controlled germination on selected physicochemical and functional properties of whole-wheat flour and enhanced gamma-aminobutyric acid accumulation by ultrasonication. *Food Chemistry*, 243, 214–221
6. Пучкова Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. СПб: ГИОРД. – 2004. – 264с.
7. Методическое руководство по определению химического состава и энергетической ценности хлебоулучных изделий. М.: ГосНИИХП. – 2008. – 208с.

REFERENCES

1. Lemmens, Elien; Moroni, Alice V.; Pagand, Jennifer; Heirbaut, Pieter; Ritala, Anneli; Karlen, Yann; Lê, Kim-Anne; den Broeck, Hetty C.; Brouns, Fred J.P.H.; Brier, Niels; Delcour, Jan A. (2018). Impact of Cereal Seed Sprouting on Its Nutritional and Technological Properties: A Critical Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, (), 1541-4337.12414–. doi:10.1111/1541-4337.12414
2. Lu, Y., Fuerst, E.P., Lv, J. et al. (2015). Phytochemical profile and antiproliferative activity of dough and bread fractions made from refined and whole wheat flours. *Cereal Chemistry*, 92, 271–277.
3. Alyohina N.N. Zernovoj hleb dlya povysheniya pishchevogo statusa naseleniya: bioaktivaciya zlakovyh kul'tur, resursoberezhnie syr'ya, razrabotka tekhnologij i rasshirenie assortimenta produkcii: dis. doktora tekhn. nauk: 05.18.01 [rain bread to improve the nutritional status of the population: bioactivation of cereal crops, resource conservation of raw materials, development of technologies and expansion of the product range: dis. Doctor of Engineering Sciences:]/ Alyohina Nadezhda Nikolaevna. – Voronezh, 2020. – 442 s.
4. Nelson, K., Stojanovska, L., Vasiljevic, T. & Mathai, M. (2013). Germinated grains: a superior whole grain functional food? *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 91, 429–441.
5. Ding, J., Hou, G.G., Nemzer, B.V., Xiong, S., Dubat, A. & Feng, H. (2018a). Effects of controlled germination on selected physicochemical and functional properties of whole-wheat flour and enhanced gamma-aminobutyric acid accumulation by ultrasonication. *Food Chemistry*, 243, 214–221
6. Puchkova L.I. Laboratornyj praktikum po tekhnologii hlebopekarnogo proizvodstva [Laboratory workshop on baking technology.] SPb: GIORD. – 2004. – 264s.
7. Metodicheskoe rukovodstvo po opredeleniyu himicheskogo sostava i energeticheskoj cennosti hlebobulochnyh izdelij [Methodological guidelines for determining the chemical composition and energy value of bakery products.]. М.: GosNIИHP. – 2008. – 208s.

УДК 637.13

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНИИМС В ОБЛАСТИ СЫРОДЕЛИЯ И МАСЛОДЕЛИЯ

**Топникова Е.В., доктор технических наук, Волкова Т.А, кандидат технических наук,
Вахрушева Д.С., Шишкина А.Н., Григорьева А.А., Шухалова О.М.**

*ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН,
Российская Федерация, г. Углич*

***Аннотация.** Оптимизированы параметры выработки сыров из козьего и овечьего молока. Разработаны технологии сыров пониженной жирности и термизированных сыров для пиццы с новыми функциональными свойствами. Исследована стратегия подбора заквасочных микроорганизмов для производства сыров. Установлены зависимости качества сыров от типа и дозы используемых МФП. Создана система прогнозирования качества и хранимоспособности продуктов маслоделия. Отработана методика инструментальной оценки рисунка сыров.*

***Ключевые слова:** сыр, плавленый сыр, масло, заквасочные культуры, молокосвертывающие ферментные препараты, методики выполнения измерений*

CURRENT TRENDS IN RESEARCH RESEARCH INSTITUTE OF BUTTER AND CHEESE MAKING

**Topnikova E.V., Grand PhD in Engineering, Volkova T.A., PhD in Engineering,
Vakhrusheva D.S., Shishkina A.N., Grigorieva A.A., Shukhalova O.M.**

*VNIIMS – Branch of Gorbatov Research Center for Food Systems, Russian Academy of Sciences,
Russian Federation, Uglich*

***Abstract.** The parameters of cheese production from goat's and sheep's milk have been optimized. Technologies of low-fat cheeses and thermalized pizza cheeses with new functional properties have been developed. The strategy of selection of starter culture microorganisms for cheese production is investigated. The dependences of cheese quality on the type and dose of MFP used have been established. A system for predicting the quality and storage capacity of oil products has been created. The methodology of instrumental assessment of the cheese pattern has been worked out.*

***Keywords:** cheese, processed cheese, butter, starter cultures, milk-converting enzyme preparations, measurement methods*

В настоящее время развитие производства сыров и сливочного масла в России идет высокими темпами, хотя достижение уровня самообеспеченности по данным пищевым продуктам пока не соответствует индикаторам Доктрины продовольственной безопасности [1, с. 7]. В связи с этим перед отраслевой наукой стоит важная задача по проведению исследований, которые позволят более эффективно решать вопросы производства этих продуктов в необходимых объемах, обеспечивать их высокий уровень качества и безопасность. Традиционно сложилось, что ВНИИ маслоделия и сыроделия – это специализированный научный центр России, который комплексно решает актуальные проблемы технического прогресса в маслодельной и сыродельной отраслях молочной промышленности. ВНИИМС разработаны технологии и основной ассортимент сливочного масла, паст масляных из коровьего молока, спредов и топленых смесей; натуральных и плавленых сыров; продуктов переработки побочного молочного сырья на пищевые и кормовые цели; бактериальных и ферментных препаратов, гидролизатов лактозы и сывороточных белков. Фундаментальные и прикладные исследования ВНИИМС направлены на научную поддержку отечественного маслоделия и сыроделия. В последние годы эти исследования были направлены на решение важных задач, включая привлечение оригинальных сырьевых ресурсов, расширение спектра функционально необходимых ингредиентов, совершенствования традиционных и создания новых продуктов сыроделия и маслоделия, развитие системы обеспечения их безопасности и вопросов контроля качества сырья и готовых продуктов.

Исследования по сыроделию во многом продиктованы условиями введенного эмбарго на ввоз продукции сыроделия из ряда стран. В этих условиях ассортиментная политика большинства перерабатывающих предприятий отрасли существенно изменилась. Появился интерес к сырам, нетрадиционным для российского сыроделия: с плесневой микрофлорой и микрофлорой сырной слизи, сыров с более широким спектром вкусового букета [2, с. 74]. Разработки советских ученых прошлого столетия не адаптированы к современным условиям производства, утрачено производство отечественных плесневых культур. В настоящее время сыродельная отрасль по-прежнему испытывает недостаток сыропригодного молока-сырья для обеспечения физиологической нормы потребления продуктов сыроделия. В этих условиях одним из внутренних резервов отрасли является привлечение для переработки молока других домашних животных (коз, овец), из молока которых целесообразно вырабатывать сыры элитной группы. Расширение ассортимента таких сыров за счет вовлечения в оборот ресурсов сырого молока (в том числе замороженного) других животных является актуальной задачей, направленной на решение вопросов импортозамещения в области сыроделия.

ВНИИМС были изучены сыропригодные свойства сырого и дефростированного козьего и овечьего молока. Установлено, что такие показатели, как титруемая кислотность, массовые доли жира, белка, СОМО, показатель КМАФАнМ значимо зависят от породы животного и периода лактации. Установлены (с учетом оригинального состава молока) оптимальные параметры выработки мягких и полутвердых сыров из натурального козьего и овечьего молока. Показано, что замораживание козьего и овечьего молока значимо не влияет на сыропригодные свойства вследствие высокого содержания СОМО по сравнению с коровьим молоком. Установлены оптимальные параметры технологического процесса при выработке полутвердых и рассольных сыров из дефростированного козьего и овечьего молока.

На основе мониторинга плесневых, слизневых и дрожжевых культур составлен каталог, в котором культуры ранжированы по протеолитической, липолитической активностям, скорости роста, влиянию на формирование вкуса и консистенции с целью создания новых оригинальных вкусов сыров.

Установлены закономерности формирования органолептических показателей голубых сыров с плесневой культурой *Penicillium roqueforti* (PR) и различным составом бактериальной закваски. Доказано, что применение PR с вариабельной протеолитической и липолитической активностью позволяет регулировать процесс созревания, конструировать вкусовой профиль голубых сыров с учетом потребительской предпочтительности. Применение в качестве бактериальной закваски термофильных культур способствует увеличению срока годности голубых сыров за счет предупреждения процесса перезревания, характеризующегося появлением пороков горечи и изменения характера консистенции [2, с.77].

Отмечено, что при совместном культивировании белых плесневых культур *Penicillium camemberti* (PC) и *Geotrichum candidum* (GC) наблюдается симбиотический эффект развития, проявляющийся в стимулирующем влиянии GC на рост PC, по сравнению с культивированием каждой культуры в отдельности. Обосновано для сыров типа Камамбер применение мезофильной и термофильной микрофлоры для создания вкусовой линейки сыров с различной хранимособностью [3, с. 36].

Выявлена зависимость сохранности качественных показателей сыра типа Камамбер от вида упаковочного материала. Лучшие результаты показали многослойные упаковочные материалы, такие как пергамент с восковым внутренним напылением, полимерная бумага, комбинированный материал на основе алюминиевой фольги с микровоском. Зафиксированы предварительные требования к упаковочным материалам для созревания и хранения сыров с белой плесенью.

По результатам этих исследований разработаны комплекты технической документации на мягкие и полутвердые сыры из козьего и овечьего молока с

использованием различной микрофлоры: СТО ВНИИМС 060-2023 «Сыры из козьего молока. Технические условия» и ТИ СТО в ассортименте: мягкие, в том числе с плесенью (Шевр, Конус, Кроттен, Поленце, Камамбер); полутвердые (Качотта, Томм); СТО ВНИИМС 064-2023 «Сыры из овечьего молока. Технические условия» и ТИ СТО в ассортименте: мягкие (Брынза, Долли-Блю), полутвердые (Манчего).

В последние годы в связи с распространением «болезней века» возникает необходимость в коррекции рациона питания населения в сторону снижения его калорийности. Сыры, как правило, имеют высокую жирность, а известные технологии сыров пониженной жирности (Литовский, Прибалтийский и др.) разработаны давно и не удовлетворяют возросшие требования потребителя, т.к. зачастую имеют грубую, резинистую консистенцию и слабовыраженный вкус и аромат. В настоящее время изменилось качество молока-сырья, усовершенствовано оборудование, созданы новые молокосвертывающие ферменты и бактериальные закваски, использование которых может не только улучшить качество сыров с редуцированной калорийностью, но и сделать их деликатесным полезным продуктом. В связи с этим выполнен комплекс работ по разработке **технологии сыра пониженной жирности**.

В результате проведенных исследований разработаны комбинации молочнокислых микроорганизмов целевого назначения, состоящие из основных и дополнительных культур, с учетом физиолого-биохимических свойств и особенностей технологических режимов производства сыров пониженной жирности для получения линейки сыров с высокими органолептическими показателями. Установлены закономерности развития основной и дополнительной микрофлоры в процессе выработки и созревания сыров пониженной жирности в зависимости от используемых технологических приемов и их влияние на формирование органолептических показателей. Доказано: добавление к основной кислотообразующей микрофлоре, представленной мезофильными лактококками, *L. casei* обеспечивает формирование гармоничного вкусового букета с выраженным сырным вкусом и эластично-пластичной консистенцией; добавление *L. helveticus* способствует формированию выраженного сырного вкуса и аромата и пряного привкуса [4, с. 63]. Для обеспечения правильного рисунка и выраженного сливочного аромата рекомендуется к основной лактококковой микрофлоре и *L. casei* вносить *Lc. lactis subs. diacetylactis*. Замена диацетильного лактококка гетероферментативным *Leuconostoc* ssp. способствует формированию выраженного сырного вкуса и сливочного аромата. Установлено: для расширения линейки сыров пониженной жирности с оригинальными пряными вкусовыми нотами, рекомендуется использовать, наряду с основной лактококковой микрофлорой, пропионовокислые бактерии [5, с. 7]. Установлено: добавление протеазы Flavorzyme способствует развитию горького вкуса в сырах пониженной жирности и формированию излишне пластичной консистенции. В сырах с прегастральной телячьей липазой к концу созревания развиваются пороки вкуса, связанные с липолитическими процессами, что приводит к снижению хранимостепособности. Внедрение результатов позволит расширить ассортимент продуктов здорового питания и удовлетворить спрос населения в продуктах пониженной калорийности с высокими органолептическими свойствами. Разработаны СТО ВНИИМС 058-2023 «Сыры Диетические с редуцированной калорийностью» и ТИ на линейку сыров м. д. жира 30 % и 20 % с улучшенными органолептическими показателями.

В ассортименте сыров появилась *новая группа продуктов целевого назначения (для пиццы)*, для которой характерно использование температурных режимов плавления ниже 75 °С, что не обеспечивают снижения количества заквасочных микроорганизмов в продукте, выработанном на основе натуральных сыров или творогов до нормируемого уровня. Присутствие в продукте заквасочной микрофлоры может привести к сбраживанию лактозы и цитратов, дальнейшему протеолизу белка, изменению вкуса и образованию мелких глазков. Такие изменения потребителем воспринимаются как порча. С другой стороны в показатель КМАФАнМ входит и остаточная микрофлора, являющаяся микрофлорой порчи,

которую невозможно идентифицировать при посеве на чашки Петри на среду КМАФАнМ. В этом случае показатель КМАФАнМ неправильно расценивать как показатель безопасности. Поэтому сыры с новыми функциональными свойствами, получаемыми при температуре плавления менее 75 °С, выделили в отдельную категорию, которую назвали термизированными.

В результате проведенных исследований комплекса функциональных свойств таких, как натираемость, плавимость, выделение свободного жира, количество и цвет блистеров, стораемость, растяжимость, установлено, что сыры с чеддеризацией сырной массы; незрелые полутвердые сыры, формуемые из пласта; зрелые сыры пониженной жирности; полутвердые сыры с высокой температурой второго нагревания и сыры с плесенью могут быть использованы для производства пиццы. Мягкие, рассольные сыры и творога не соответствуют требуемому уровню суммарной оценки по функциональным свойствам [6, с. 420].

Установлены статистически достоверные зависимости между физико-химическими, структурно-механическими показателями сыров для пиццы и их функциональными свойствами. Выявлено, что термизация натуральных сыров с добавлением водных растворов цитратно-фосфатных эмульгирующих солей и воды положительно влияет на функциональные свойства и снижает себестоимость сыров для пиццы. В результате исследований низкотемпературного хранения сыров для пиццы установлено, что при отрицательных режимах хранения увеличивается хранимоспособность и улучшаются функциональные свойства, кроме натираемости. При отрицательных температурных режимах хранения хранимоспособность термизированных сыров может быть продлена до 150 суток, а натуральных сыров для пиццы – до 360 суток [7, с. 36].

При производстве пиццы, кроме натуральных и термизированных сыров, могут быть использованы молокосодержащие продукты. Изучены качественные характеристики и функциональные свойства молокосодержащих продуктов, произведенных по технологии термизированного сыра с сырьевыми компонентами молочного и немолочного происхождения, в том числе: в качестве белковой составляющей казеин/обезжиренный сыр/изолят соевого белка; в качестве углеводной основы – модифицированные крахмалы с нейтральным значением pH; в качестве жирового компонента – молочный жир и ЗМЖ. Введение в состав термизированных продуктов жировых компонентов оказывает положительное влияние на органолептические показатели, консистенцию и функциональные свойства, особенно плавимость и натираемость. Замена казеина на обезжиренный сыр приводит к улучшению органолептических показателей и функциональных свойств молокосодержащих продуктов, произведенных по технологии термизированных сыров. Установлено, что для производства термизированных продуктов можно использовать взамен казеина изолят соевого белка.

Проведена статистическая обработка и получены регрессионные уравнения зависимости плавимости и растяжимости молокосодержащих продуктов, произведенных по технологии термизированных сыров от их сырьевого состава. В результате проведенных исследований оптимизирован состав молокосодержащих продуктов, произведенных по технологии ТС.

Разработаны шкала оценки сыров для пиццы, включающая балловую оценку функциональных и органолептических свойств, ГОСТ Р 59212-2020 «Сыры для пиццы термизированные. Технические условия» и ТТИ ГОСТ Р 59212-2023, а также технология и техническая документация на термизированные молокосодержащие продукты, произведенные по технологии термизированных сыров: СТО ВНИИМС 061-2023 «Продукты молокосодержащие с заменителем молочного жира, произведенные по технологии термизированных сыров для пиццы. Технические условия» и ТИ СТО.

Получение новых научных знаний об общих и специфических признаках различных видов и штаммов *заквасочных микроорганизмов и создание системы*

классификации и применения культур по их целевому назначению является актуальной проблемой, т.к. внедрение единых требований к бактериальным закваскам и концентратам по перечню и уровню нормируемых показателей качества и безопасности, по методам контроля, по форме представления данных выходного контроля позволит обеспечить решение ряда проблем национальной продовольственной безопасности и стабилизировать качество готовой ферментированной молочной продукции, в том числе сыров.

В рамках исследований, проведенных ВНИИМС, проанализировано состояние отечественного производства и рынка бактериальных заквасок в РФ и Таможенном союзе. Разработана система терминов и определений, касающихся способов производства, физического состояния, состава микрофлоры, биохимических и физиологических свойств, а также целевого назначения бактериальных заквасок, используемых при производстве ферментируемых молочных продуктов. Произведена классификация бактериальных заквасок, учитывающая концентрацию жизнеспособных клеток в г/ед. активности бактериальных заквасок; их физическое состояние, определяющее хранимоспособность и способы применения; видовой и штаммовый состав; отношение к температурам развития; специфические свойства, определяющие способы их применения. Разработаны основные подходы, определяющие стратегию подбора заквасочных микроорганизмов для производства ферментированных молочных продуктов, в том числе сыров [8, с. 513].

Осуществлен мониторинг коллекционных штаммов мезофильных и термофильных молочнокислых заквасочных микроорганизмов на соответствие комплексу общих признаков, значимых для производства ферментированных молочных продуктов, в том числе сыров. При анализе результатов динамики развития и кислотообразования различных видов молочнокислых заквасочных микроорганизмов в молочных средах установлено, что особенности развития и кислотообразования культур в разной степени зависят от совокупности температурных и временных условий культивирования и состава молочной среды [8, с. 517].

Исследовано совокупное влияние технологических приемов (температура второго нагревания, концентрация поваренной соли и условия созревания) на микробиологические, физико-химические и органолептические показатели полутвердых сыров с низкой температурой второго нагревания, выработанных с использованием штаммов моновидовых культур. Установлено влияние технологических режимов производства на микробиологические, физико-химические и биохимические процессы, протекающие во время выработки и созревания сыров под действием конкретного вида микроорганизмов. На основании полученных органолептических характеристик модельных сыров с моновидовыми культурами установлено, что ни один из исследуемых видов микроорганизмов не обеспечивает получение искомых органолептических характеристик полутвердых сыров, в том числе выраженного сырного вкуса и аромата, эластично-пластичной консистенции и соответствующего внешнего вида (однородный цвет теста без ореола и мраморности, а также рисунок в виде мелких глазков правильной формы) [9, с.58]. В результате проведенных комплексных исследований предложены оптимизированные по видовому составу и соотношению комбинации заквасочных культур, обеспечивающие получение полутвердых сыров с низкой температурой второго нагревания, таких как: формуемые из пласта виды Голландский и Гауда; формуемые насыпью – Российский и Тильзитер и сыры пониженной жирности, соответствующие требуемым органолептическим показателям и потребительским предпочтениям.

Опираясь на анализ научно-технической литературы, обобщая многолетний практический опыт работы специалистов ВНИИМС и статистически достоверные результаты проведенных исследований, разработаны Методические положения МП 021–2023 «Общие и специфические требования к бактериальным закваскам с учетом состава микрофлоры, количества жизнеспособных клеток, физического состояния и особенностей технологии производства сыров». МП конкретизируют целесообразность

использования определенных видов/подвидов заквасочных культур с учетом особенностей их развития и метаболизма в условиях выработки и созревания сыров, а также позволяют прогнозировать, как степень положительного влияния культур на ход технологического процесса и органолептические показатели сыров, так и риски снижения качества продукта за счет появления тех или иных пороков вкуса, консистенции, рисунка [9, с. 60]. Внедрение результатов работы позволит молокоперерабатывающим предприятиям осуществлять подбор бактериальных заквасок с учетом видового состава, соотношения культур и условий конкретных технологических режимов производства сыра с целью получения готового продукта высокого качества с заданными потребительскими характеристиками.

На рынке **ферментных препаратов** для сыроделия появилось значительное количество молокосвертывающие ферментные препараты (МФП) микробного и рекомбинантного типа, технологические свойства которых (оптимальные режимы свертывания молока, молокосвертывающая и протеолитическая активность) отличаются от свойств традиционно-используемых МФП животного происхождения. Доля использования МФП животного происхождения в производстве сыров снижается с каждым годом, но прописанные в технической документации параметры технологии производства сыров (выработки в ванне и созревания), оптимизированы под использование только МФП животного происхождения. Актуальность проведенных исследований заключается в установлении зависимости между свойствами сыров (физико-химические, органолептические показатели сыров, динамика изменения данных показателей в процессе хранения) от типа и дозы используемых МФП [10, с. 108]. В результате проведенных исследований разработаны: «Рекомендации по использованию МФП разного происхождения при производстве сыров разных видовых групп»; Комплект ТД на производство мягкого сыра с увеличенным сроком хранения: СТО ВНИИМС 062-2023 «Сыр сливочный по-итальянски. Технические условия» и ТИ СТО; Комплект ТД на производство сыра с чеддеризацией и термомеханической обработкой сырной массы с увеличенным сроком хранения: СТО ВНИИМС 063-2023 «Сыр Балканский. Технические условия» и ТИ СТО; Методические положения МП 023-2023 «Методические положения по применению молокосвертывающих ферментов при производстве сыров».

Внедрение результатов данной работы позволит:

- снизить потери сухих веществ молока при изготовлении и повысить выход сыров (до 1,5 % в пересчете на сухое вещество сыра при использовании в производстве сыров МФ на основе химозина с модифицированной аминокислотной последовательностью (Chy-max Supreme));
- повысить качество сыров за счет обеспечения стабильности физико-химического состава сыра между отдельными партиями (массовая доля сухого вещества, рН) в условиях колебания состава молока-сырья (по содержанию белка и минеральному составу);
- повысить качество сыров за счет устранения причины возникновения порока горького вкуса сыра (гидрофобные пептиды, образующиеся при гидролизе альфа- и бета-казеинов сырной массы в процессе созревания сыров);
- увеличить срок хранения сыров за счет снижения интенсивности протеолитических процессов и сохранения связности белковой матрицы сыра, обеспечивающей упругие свойства сыров [11, с. 16].

В исследованиях по маслоделю актуально получение новых научных данных о влиянии различных групп микроорганизмов на уровень рисков, определяющих качество, безопасность и хранимособность продуктов маслоделия на различных этапах производства, включая сырье, технологический процесс и готовый продукт. ВНИИМС разработана научно обоснованная система прогнозирования качества и хранимособности продуктов маслоделия на основе мониторинга микробиологических рисков и оценки степени их значимости на этапах сырье –

технологический процесс – готовый продукт – хранение. При изучении влияния сырья проводили оценку фактического среза его качества и безопасности, а также выполняли активный эксперимент по его обсеменению разными группами микроорганизмов, изучая дальнейшее влияние на их выживаемость в ходе технологического процесса при выработке масла методом сбивания сливок и преобразования высокожирных сливок и качество готового продукта [12, с. 426]. При оценке микробиологических рисков особое внимание было уделено мониторингу качества и безопасности масла, производимого промышленными предприятиями, влиянию состава масла, способов его производства и фасования, видов упаковочных материалов, газовой среды и температурных режимов на сохранность качества и безопасности масла [13, с. 44]. Внедрение разработанной системы мониторинга микробиологических рисков при производстве продуктов маслоделия, включающей схемы контроля, микробиологические критерии качества и их допустимые нормы, эффективные методы и средства контроля, позволит выпускать гарантированно безопасную, качественную и хранимоспособную продукцию маслоделия, прогнозировать и выявлять возможные причины несоответствия ее установленным требованиям. По результатам исследований разработаны Методические положения МП 022-2023 «Методические положения по прогнозированию и предотвращению микробиологических рисков, снижающих качество и хранимоспособность продуктов маслоделия»

Исследования по разработке новых *методик выполнения измерений* продиктованы повышенными требованиями к используемым в лабораторной практике методикам измерения. Они должны быть точными, давать достоверную оценку измеряемого параметра, метрологически аттестованы и внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФЗ РФ от 26.06.2008 г. № 102-ФЗ). В рамках этой работы исследования охватывали как разработку новых методик, так и совершенствование действующих.

Актуальность *методики инструментальной оценки рисунка сыров, формуемых насыпью*, обусловлена тем, что до настоящего времени оценка рисунка сыров проводилась визуально, что не исключало возникновения спорных ситуаций по причине субъективности органолептического метода. В случаях необходимости подтверждения исключительных свойств сыра (присвоение знака качества или наименования места происхождения товара) требовались инструментальные методы, в том числе метод оценки рисунка, позволяющий объективно судить о качестве сыров по этому показателю. В рамках этих исследований разработана и метрологически аттестована методика измерений пористости сыра, предназначенная для оценки рисунка сыров, формуемых насыпью [14, с. 38]. Свидетельство об аттестации МИ пористости сыра № 103-215/RA.RU.311787/2022. Методика внесена в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (регистрационный номер ФР.1.31.2022.44007). Новизна технических решений подтверждена патентом РФ № 2811480 «Способ оценки рисунка сыра по коэффициенту пористости» с приоритетом изобретения от 14.02.2022 г.

Актуальность работы по совершенствованию *методики измерений массовой доли небелкового азота в продуктах сыроделия методом Кьельдаля* важна для объективной оценки глубины протеолиза сыров. Вопрос решен за счет разработки и метрологической аттестации методики измерений массовой доли небелкового азота в продуктах сыроделия, предназначенная для применения в научных, производственных и испытательных лабораториях для оценки протеолитических процессов, протекающих в сырах при созревании. Свидетельство об аттестации МИ массовой доли небелкового азота в продуктах сыроделия методом Кьельдаля № 103-213/RA.RU.311787/2022. Методика внесена в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (регистрационный номер ФР.1.31.2022.42669).

Актуальность разработки *методика измерений массовой доли белка в сыром молоке методом формольного титрования с использованием автоматического потенциометрического анализатора* обусловлена необходимостью актуализации

методики, приведенной в ГОСТ 25179-2014, которая фактически не изменилась с 1990 г. За прошедшие 30 лет существенно изменились конструктивные особенности потенциометрических анализаторов. Кроме того, при попытке воспроизведения методики, представленной в ГОСТ 25179-2014, были выявлены недостатки, делающие ее непригодной для использования в современных условиях. Поэтому до сих пор многие предприятия пользуются «ручным» вариантом метода формольного титрования для определения белка в молоке, который не стандартизован. Для актуализации этой методики были проведены исследования по применению автоматического потенциометра для выполнения измерений и установлению постоянного коэффициента пересчета результатов формольного титрования в массовую долю белка в молоке (для объема пробы молока 40 см³). Математическая обработка массива более 400 результатов измерений позволила разработать формулу для пересчета объема щелочи, затраченной на титрование молока после внесения формальдегида, в массовую долю белка, обеспечивающая получение результатов, близких к методу Кьельдаля (коэффициент корреляции более 0,99). Адаптация метода формольного титрования к современным моделям автоматических потенциометрических анализаторов в сочетании с использованием предлагаемых формул пересчета упростит процедуру и повысит точность получаемых результатов.

Разработанные методики измерений, рекомендуемые для применения в дополнение к органолептическим методам оценки качества сыров, позволят повысить достоверность результатов за счет использования критериев, выраженных в физических величинах, и расширить арсенал методов исследования состава и свойств продуктов сыроделия и сырья для их производства [15, с. 27].

Внедрение актуальных разработок ВНИИМС в области сыроделия и маслоделия на молокоперерабатывающих предприятиях РФ обеспечит возможность эффективного планирования и выпуска широкого ассортимента высококачественной продукции с учетом имеющихся сырьевых и технических возможностей предприятий, что позволит им быть конкурентоспособными на современном продовольственном рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации» (указ Президента РФ № 20 от 21.01.2020 г.). [Электронный ресурс]: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45106>. Дата обращения 01.03.2024.
2. Мордвинова В.А., Свириденко Г.М., Остроухова И.Л., Остроухов Д.В. Изучение возможности выработки полутвердых сыров // Пищевые системы.– 2023.– Т. 6. – № 1.– С. 72-79.
3. Остроухова И.Л., Мордвинова В.А., Остроухов Д.В. Преимущества технологий сыров термокислотного свертывания // Сыроделие и маслоделие.– 2023.– № 3.– С. 35-37.
4. Мордвинова В.А., Делицкая И.Н., Свириденко Г.М., Вахрушева Д.С. Роль липолитических ферментов в улучшении органолептических показателей низкожирных сыров// Сыроделие и маслоделие.– 2023.– № 4.– С. 61-65.
5. Мордвинова В.А., Делицкая И.Н. Рисунок в сырах как признак идентификации и качества// Переработка молока.– 2023.– № 5.– С. 6-8.
6. Свириденко Г.М., Шишкина А.Н., Калабушкин В.В. Возможность применения натуральных сыров для производства пиццы // Пищевые системы.– 2023.– Т. 6. –№ 3.– С. 416-423.
7. Свириденко Г.М., Калабушкин В.В., Шишкина А.Н., Ускова Е.Е. Изменения физико-химических и структурно-механических свойств натуральных сыров после термизации// Сыроделие и маслоделие.– 2023.– № 4.– С. 34-37.
8. Свириденко Г.М., Шухалова О.М., Данилова Е.С. Особенности развития и метаболизма штаммов *Streptococcus thermophilus* при разных условиях глубинного жидкофазного культивирования // Пищевые системы.– 2023.– Т. 6. – № 4. – С. 512-518.
9. Свириденко Г.М., Мордвинова В.А., Шухалова О.М. Биотехнологические подходы улучшения органолептических характеристик полутвердых сыров с низкой температурой второго нагревания // Пищевая промышленность.– 2023.– № 2.– С.56-60.

10. Мягконосов Д.С., Смыков И.Т., Абрамов Д.В., Делицкая И.Н., Овчинникова Е.Г. Влияние различных молокосвертывающих ферментов на процесс изготовления полутвердых сыров // Пищевые системы.– 2023.– Т. 6. –№ 1.– С.103-116.
11. Мордвинова В.А., Делицкая И.Н., Мягконосов Д.С., Ильина С.Г., Муничева Т.Э. Молокосвертывающие ферментные препараты и органолептические показатели сыров // Сыроделие и маслоделие.– 2023.– № 2.– С.15-18.
12. Топникова Е.В., Афанасьева А.А., Гурский И.А., Грызунов А.А. Влияние температуры замораживания и хранения на стабильность жировой эмульсии в сливках // Пищевые системы.– 2023.– Т. 6. –№ 3.– С. 424-430.
13. Топникова Е.В., Иванова Н.В., Афанасьева А.А. Замороженные сливки как сырье для маслоделия // Сыроделие и маслоделие.– 2023.– № 1.– С. 42-45.
14. Лепилкина О.В., Григорьева А.И. Ферментативный протеолиз при преобразовании молока в сыр // Пищевые системы.– 2023.– Т. 6. –№ 1.– С.36-45.
15. Лепилкина О.В., Григорьева А.И. Оценка зрелости сыра при подборе сырья для плавленых сыров // Сыроделие и маслоделие.– 2023.– № 3.– С. 26-28.

REFERENCES

1. Doktrina prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii» (ukaz Prezidenta RF № 20 ot 21.01.2020 g.). [E`lektronny`j resurs]: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45106>. Data obrashheniya 01.03.2024.
2. Mordvinova V.A., Sviridenko G.M., Ostrouxova I.L., Ostrouxov D.V. Izuchenie vozmozhnosti vy`rabotki polutverdyy`x sy`rov // Pishhevy`e sistemy`.– 2023.– Т. 6. – № 1.– С. 72-79.
3. Ostrouxova I.L., Mordvinova V.A., Ostrouxov D.V. Preimushhestva texnologij sy`rov termokislотного sverty`vaniya // Sy`rodelie i maslodeliye.– 2023.– № 3.– С. 35-37.
4. Mordvinova V.A., Deliczkaaya I.N., Sviridenko G.M., Vaxrusheva D.S. Rol` lipoliticheskix fermentov v uluchshenii organolepticheskix pokazatelej nizkozhirny`x sy`rov// Sy`rodelie i maslodeliye.– 2023.– № 4.– С. 61-65.
5. Mordvinova V.A., Deliczkaaya I.N. Risunok v sy`rax kak priznak identifikacii i kachestva// Pererabotka moloka.– 2023.– № 5.– С. 6-8.
6. Sviridenko G.M., Shishkina A.N., Kalabushkin V.V. Vozmozhnost` primeneniya natural`ny`x sy`rov dlya proizvodstva piczcy // Pishhevy`e sistemy`.– 2023.– Т. 6. –№ 3.– С. 416-423.
7. Sviridenko G.M., Kalabushkin V.V., Shishkina A.N., Uskova E.E. Izmeneniya fiziko-ximicheskix i strukturno-mexanicheskix svojstv natural`ny`x sy`rov posle termizacii// Sy`rodelie i maslodeliye.– 2023.– № 4.– С. 34-37.
8. Sviridenko G.M., Shuxalova O.M., Danilova E.S. Osobennosti razvitiya i metabolizma shtammov Streptococcus thermophilus pri razny`x usloviyax glubinnogo zhidkofaznogo kul`tivirovaniya // Pishhevy`e sistemy`.– 2023.– Т. 6. – № 4. – С. 512-518.
9. Sviridenko G.M., Mordvinova V.A., Shuxalova O.M. Biotexnologicheskie podxody` uluchsheniya organolepticheskix xarakteristik polutverdyy`x sy`rov s nizkoj temperaturoj vtorogo nagrevaniya // Pishhevaya promy`shlennost`.– 2023.– № 2.– С.56-60.
10. Myagkonosov D.S., Smy`kov I.T., Abramov D.V., Deliczkaaya I.N., Ovchinnikova E.G. Vliyanie razlichny`x molokosverty`vayushhix fermentov na process izgotovleniya polutverdyy`x sy`rov // Pishhevy`e sistemy`.– 2023.– Т. 6. –№ 1.– С.103-116.
11. Mordvinova V.A., Deliczkaaya I.N., Myagkonosov D.S., Il`ina S.G., Municheva T.E`. Molokosverty`vayushhie fermentny`e preparaty` i organolepticheskije pokazateli sy`rov // Sy`rodelie i maslodeliye.– 2023.– № 2.– С.15-18.
12. Topnikova E.V., Afanas`eva A.A., Gurskij I.A., Gry`zunov A.A. Vliyanie temperatury` zamorazhivaniya i xraneniya na stabil`nost` zhirovoj e`mul`sii v slivkax // Pishhevy`e sistemy`.– 2023.– Т. 6. –№ 3.– С. 424-430.
13. Topnikova E.V., Ivanova N.V., Afanas`eva A.A. Zamorozhenny`e slivki kak sy`r`e dlya maslodeliya // Sy`rodelie i maslodeliye.– 2023.– № 1.– С. 42-45.
14. Lepilkina O.V., Grigor`eva A.I. Fermentativny`j proteoliz pri preobrazovanii moloka v sy`r // Pishhevy`e sistemy`.– 2023.– Т. 6. –№ 1.– С.36-45.
15. Lepilkina O.V., Grigor`eva A.I. Ocenka zrelosti sy`ra pri podbore sy`r`ya dlya plavleny`x sy`rov // Sy`rodelie i maslodeliye.– 2023.– № 3.– С. 26-28.

УДК 664

ОБЗОР БАТОНЧИКОВ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА РЫНКЕ И ИХ ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ

Федосенко Т.В., Руденко О.С., кандидат технических наук, Баженова А.Е.
 ВНИИКП – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем
 им. В.М. Горбатова» РАН, Российская Федерация, г. Москва

Аннотация. В России за 2023 год продажи снеков увеличились на 1,4% и составили 716 тысяч тонн. Рассмотрен наиболее удобный формат снеков при современном ритме жизни - батончики. Произведен анализ батончиков, представленных на отечественном рынке, приведена их пищевая ценность. Информационной базой послужили научные исследования отечественных и зарубежных аналитиков.

Из-за отсутствия единой классификации функциональной направленности батончиков определен объединяющий признак для всех батончиков - их формат (вес до 50 г, прямоугольная форма изделия), выделены несколько групп батончиков: кондитерские изделия, протеиновые батончики, батончики-мюсли, фруктовые и фруктово-ореховые батончики, батончики со сниженной калорийностью, кето-батончики. Установлена необходимость разработки идентификационных признаков и единой классификации батончиков в соответствии с их составом и функциональной направленностью.

Ключевые слова: снеки, батончики, злаки, фрукты, полезное питание.

REVIEW OF BARS AVAILABLE ON THE MARKET AND THEIR NUTRITIONAL VALUE

Fedosenko T.V., Rudenko O.S., PhD in Engineering, Bazhenova A.E.
 All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry – Branch of «V.M. Gorbato
 Federal Research Center for Food Systems» of RAS, Russian Federation, Moscow

Annotation. In Russia in 2023, sales of snacks increased by 1.4% and amounted to 716 thousand tons. The most convenient format of snacks for the modern rhythm of life is considered - bars.

An analysis of the bars presented on the domestic market was carried out, and their nutritional value was given. The information base was scientific research by domestic and foreign analysts.

Due to the lack of a unified classification of the functional orientation of bars, a unifying feature has been defined for all bars - their format (weight up to 50 g, rectangular shape of the product), several groups of bars have been identified: confectionery products, protein bars, muesli bars, fruit and fruit-nut bars, reduced calorie bars, keto bars. The need has been established to develop identification characteristics and a unified classification of candy bars in accordance with their composition and functional orientation.

Keywords: snacks, bars, cereals, fruits, healthy nutrition.

Введение. Для потребителей, придерживающихся принципов осознанного питания, на рынке представлен широкий спектр продуктов [1], которые можно взять с собой в качестве перекуса в дорогу или в офис: от классических чипсов и орехов до инновационных снеков. По данным BusinesStat, в России за 2023 год продажи снеков увеличились на 1,4% и составили 716 тыс тонн. Аналитики BusinesStat делят снеки на сладкие и несладкие (рисунок 1), при этом отмечают рост спроса на «здоровые» снеки — фитнес-батончики, орехи, сухофрукты и так далее.



Рисунок 1. Классификация снеков по версии BusinesStat

В категории сладких снеков BusinesStat обращает внимание на шоколадные батончики, которые обычно продаются: в индивидуальной упаковке поштучно, в упаковке по несколько штук и на развес в мини-форматах [2], что является наиболее удобным форматом для перекуса при современном ритме жизни. Разнообразие батончиков на рынке постоянно увеличивается и по составу их делят на: злаковые, высокобелковые, низкокалорийные, высокоуглеводные [3].

Объекты и методы исследований: Информационной базой для обзора послужили научные исследования зарубежных и российских авторов в следующих областях: снековая продукция, использование фруктов, ягод, цельного зерна и продуктов его переработки в рационах питания, разработка принципов создания пищевых продуктов с функциональной направленностью. Поиск литературных источников осуществлялся в базах данных Google Scholar и eLibrary.ru. Использованы аналитические материалы BusinesStat, Manufacturing Confectioner. Обзор продукции Bombbar произведен на основании открытых данных сайта www.bombbar.ru.

Цель работы: обзор представленных на рынке батончиков и систематизация их по пищевой ценности.

Представленное на рынке разнообразие батончиков не только удовлетворяет вкусовые предпочтения, но и позволяет дополнить ресурс организма необходимыми витаминами, микроэлементами и пищевыми волокнами [4], используя при производстве отечественное злаковое и фруктово-овощное сырье [5].

Из-за отсутствия единой классификации функциональной направленности батончиков, подбор продукта, индивидуально отвечающий на запрос организма становится затруднительным [6]. Так по данным «Manufacturing Confectioner» батончики делятся на следующие категории: функциональные батончики, батончики-мюсли, завтраки/батончики из хлопьев, рисовые батончики и все остальные батончики [7], а Российский производитель Bombbar делит свои батончики на: протеиновые батончики, батончики-мюсли, кето-батончики и шоколадные батончики (таблица 1) [8].

Классификация батончиков от производителя «Bombbar»

Наименование изделия	Преимущества изделия	Ориентировочный состав	Пищевая ценность
<i>Протеиновый батончик</i>	Процент белка доходит до 40-50%, при этом вкус напоминает классические сладости. За счет минимального содержания сахара или его полного отсутствия из-за замены на сахарозаменители в организме происходит низкая инсулиновая реакция, за счет чего возникает долгое чувство сытости — примерно на 3-5 часов	«Протеиновый батончик Bombbar - Датский бисквит»: белки молочные (концентрат сывороточного белка, концентрат молочного белка), изомальтоолигосахарид, вода, кокосовое масло, молочный шоколад (водорастворимые волокна кукурузы, какао масло, какао тертое, молоко сухое обезжиренное, эмульгатор - соевый лецитин, ароматизаторы натуральные, подсластитель - сукралоза), агент влагоудерживающий (глицерин), подсластитель(сорбит), соль, ароматизаторы натуральные, регулятор кислотности - лимонная кислота, эмульгатор (соевый лецитин), антиокислитель (аскорбиновая кислота), консервант(сорбат калия), натуральный подсластитель -стевия	Белки – 33,0 г/100г Жиры – 8,5 г/100г Углеводы – 8,0 г/100г Пищевые волокна - 33,0 г/100г Энергетическая ценность – 300 кКал/100г
<i>Батончик-мюсли</i>	Мюсли Bombbar подходят для перекуса в дороге, в офисе, в школе, после тренировки, на работе или использовать как десерт к чаю. Батончики можно разогревать в микроволновке и заливать молоком, чтобы получить привычный завтрак или охлаждать, чтобы сделать их более хрустящими	«Мюсли-батончики Bombbar - Фундук»: фундук, изомальтоолигосахарид, рисовые шарики (рисовая мука, кукурузная крупа, соль), хлопья овсяные (содержат глютен), вода, кокосовое масло, арахис, какао порошок натуральный, агент влагоудерживающий (глицерин), подсластитель(сорбит), краситель натуральный-карамельный колер, соль, ароматизаторы	Белки – 8,3 г/100г, жиры – 29,7 г/100г Углеводы – 18,6 г/100г Пищевые волокна – 17,8 г/100г Энергетическая ценность – 410 кКал/100г
<i>Кето-батончик</i>	Повышенное содержание полезных жиров. Без сахара, минимум углеводов. Только натуральные ореховые масла и ингредиенты в составе	«Кето батончики - Миндальная нуга с ванилью»: Миндаль, олигофруктоза (пищевые волокна), концентрат сывороточного белка, масло какао, вода, инулин (пищевые волокна), масло кокосовое, агент влагоудерживающий (глицерин), подсластитель (сорбит), эмульгатор (соевый лецитин), соль морская, ароматизаторы натуральные, регулятор кислотности (лимонная кислота)	Белки – 20,0 г/100г Жиры – 35,0 г/100г Углеводы – 10,2 г/100г Пищевые волокна – 23,8 г/100г. Энергетическая ценность – 480 кКал/100г

<i>Шоколадный батончик</i>	Натуральный продукт	Батончик в шоколаде "СОСО" - СОСО Stick – Кокос»: кокос, водорастворимые волокна кукурузы, инулин (пищевые волокна), олигофруктоза (пищевые волокна), молочный шоколад (водорастворимые волокна кукурузы, какао масло, какао тертое, молоко сухое обезжиренное, эмульгатор (соевый лецитин), ароматизаторы натуральные, подсластитель (стевиолгликозиды (экстракт стевии))), вода, агент влагоудерживающий (глицерин), подсластитель (сорбит), соль, ароматизаторы	Белки – 7,0 г/100г Жиры – 30,0 г/100г Углеводы – 7,0 г/100г Пищевые волокна – 40,0 г/100г Энергетическая ценность – 400 кКал/100г
----------------------------	---------------------	--	---

В базах данных о пищевых продуктах некоторых стран батончики относятся к той же категории, что и закуски, мюсли, сладости, сухие завтраки и т.д. Объединяющим признаком для батончиков является только их формат: вес до 50 г, рассчитанный на одну порцию, и прямоугольная форма изделия. Такой формат позволяет моделировать рецептурный состав и функциональные свойства батончиков. Можно выделить нескольких групп батончиков: кондитерские изделия, протеиновые батончики, батончики-мюсли, фруктовые и фруктово-ореховые батончики, батончики со сниженной калорийностью, кето-батончики.

Выводы: существуют значительные расхождения в критериях разновидностей батончиков как в иностранных, так и в российских источниках. Разработка идентификационных признаков позволит отнести изделия к отдельным категориям в соответствии с их составом и функциональной направленностью, что облегчит потребителю выбор подходящих их потребностям батончиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лисицын, А. Б. Формирование персонализированного рациона питания с использованием структурной оптимизации / А. Б. Лисицын, И. М. Чернуха, М. А. Никитина // Пищевые системы. – 2023. – Т. 6, № 1. – С. 64-71. – DOI 10.21323/2618-9771-2023-6-1-64-71. – ЭДН ТМЕВЛР.
2. Анализ рынка снеков в России // BusinesStat URL: https://businesstat.ru/images/demo/snacks_russia_demo_businesstat.pdf (дата обращения: 26.04.2024).
3. Петрова, М. В. Протеиновые снеки как часть сбалансированного питания человека / М. В. Петрова // Актуальные вопросы в развитии агропромышленного, химического и лесного комплексов: Сборник тезисов научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Великий Новгород, 08 апреля 2021 года. – Великий Новгород: Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, 2021. – С. 174-176.
4. Снеки: в поисках еды будущего // Foodsmi URL: <https://foodsmi.com/statistika-i-issledovaniya-sneki-v-poiskakh-edy-budushchego/> (дата обращения: 19.04.2024).
5. Журавлев, М. В. Разработка рецептуры батончиков функционального назначения на основе экспандированного злакового сырья / М. В. Журавлев, Ж. В. Новикова, И. Ю. Степаненко // Церевитиновские чтения - 2022 : материалы VIII Международной научно-практической конференции, Москва, 01 апреля 2022 года. – Москва: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 2022. – С. 92-95.
6. Глушанков В. С., Мишин В. В., Кох Ж. А. Патентные исследования по способам производства зерновых батончиков. – 2021.

7. U.S. Confectionery Sales // Manufacturing Confectioner. - №2019. - С. 15-22.
8. Bombbar URL: https://www.bombbar.ru/catalog/batonchiki_vafli (дата обращения: 20.04.2024)

REFERENCES

1. Lisicyn, A. B. Formirovanie personalizirovannogo racionalnogo pitaniya s ispol'zovaniem strukturnoj optimizacii / A. B. Lisicyn, I. M. Chernuha, M. A. Nikitina // Pishhevye sistemy. – 2023. – Т. 6, № 1. – С. 64-71. – DOI 10.21323/2618-9771-2023-6-1-64-71. – JeDN TMEVLR.
2. Analiz rynka snekov v Rossii // BusinesStat URL: https://businesstat.ru/images/demo/snacks_russia_demo_businesstat.pdf (data obrashhenija: 26.04.2024).
3. Petrova, M. V. Proteinovye sneki kak chast' sbalansirovannogo pitaniya cheloveka / M. V. Petrova // Aktual'nye voprosy v razvitii agropromyshlennogo, himicheskogo i lesnogo kompleksov: Sbornik tezisov nauchno-prakticheskoi konferencii molodyh uchenyh i specialistov, Velikij Novgorod, 08 aprelja 2021 goda. – Velikij Novgorod: Novgorodskij gosudarstvennyj universitet imeni Jaroslava Mudrogo, 2021. – S. 174-176.
4. Sneki: v poiskah edy budushhego // Foodsmi URL: <https://foodsmi.com/statistika-i-issledovaniya-/sneki-v-poiskakh-edy-budushhego/> (data obrashhenija: 19.04.2024).
5. Zhuravlev, M. V. Razrabotka receptury batonchikov funkcional'nogo naznachenija na osnove jekspandirovannogo zlakovogo syr'ja / M. V. Zhuravlev, Zh. V. Novikova, I. Ju. Stepanenko // Cerevitinovskie chtenija - 2022 : materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii, Moskva, 01 aprelja 2022 goda. – Moskva: Rossijskij jekonomicheskij universitet imeni G.V. Plehanova, 2022. – S. 92-95.
6. Glushankov V. S., Mishin V. V., Koh Zh. A. Patentnye issledovaniya po sposobam proizvodstva zernovyh batonchikov. – 2021.
7. U.S. Confectionery Sales // Manufacturing Confectioner. - №2019. - S. 15-22.
8. Bombbar URL: https://www.bombbar.ru/catalog/batonchiki_vafli (data obrashhenija: 20.04.2024)

УДК 664.688

ПЫЛЬЦА СОСНЫ КАК ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ КАК БОГАТЫЙ ИСТОЧНИК ПОЛЕЗНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ

Халиуллова Э.Р.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет (Казанский химико-технологический институт)», Российская Федерация, г. Казань

Аннотация. В статье представлены результаты исследования пыльцы сосны *Pinus silvestris* на аминокислотный состав, количество минеральных веществ, содержание витаминов, а также количественное содержание основных групп биологически активных веществ.

Ключевые слова: пыльца сосны, витамины, аминокислоты, минеральные вещества, мучные кондитерские изделия.

PINE POLLEN AS A POSSIBLE USE IN FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS TECHNOLOGY AS A RICH SOURCE OF HEALTHY INGREDIENTS

Khaliullova E.R.

FSBEI HE «Kazan National Research Technological University (Kazan Institute of Chemical Technology)», Russian Federation, Kazan

Abstract. The article presents the results of a study of pine pollen *Pinus silvestris* for amino acid composition, the amount of minerals, the content of vitamins, as well as the quantitative content of the main groups of biologically active substances.

Keywords: pine pollen, vitamins, amino acids, minerals, flour confectionery products.

Введение. Мучные кондитерские изделия являются высококалорийными благодаря содержанию углеводов (крахмал, сахар-песок), жиров, белков, минеральных веществ и витаминов группы А, В, РР [1].

В большинстве регионов России поливитаминовый дефицит сочетается с недостаточным поступлением йода, кальция, фтора и ряда других макро- и микронутриентов.

Дефицит микронутриентов выявляется не у какой-то ограниченной категории детей и взрослых, а является уделом практически всех групп населения во всех регионах страны. Таким образом, недостаточное потребление микронутриентов является массовым и постоянно действующим фактором, оказывающим отрицательное влияние на здоровье, рост и жизнеспособность всей нации [2].

Пыльцу сосны исследовали на химический состав и количественное содержание полезных для организма веществ.

Объекты и методы исследований.

Объектом исследования является пыльца сосны рода *Pinus silvestris*, которая представляет собой мелкодисперсный порошок желтого цвета, для сосны обыкновенной характерно разнообразие окраски мужских шишек.

Пыльца сосны является ценным источником биологически активных веществ (БАВ), она обладает общеукрепляющим, гепатопротекторным и замедляющим старение организма действием. Известно, по литературным данным, что сосновая пыльца содержит: витамины А, бета-каротин, ДЗ, Е, В1, В2, В6, РР, фолиевую и аскорбиновую кислоты; аминокислоты, макро- и микроэлементы; ферменты и коферменты; моно- и полисахариды; жиры и пищевые волокна [3,4].

Результаты исследований и их обсуждение. В таблице 1 приведены результаты количественного содержания основных групп БАВ в пыльце сосны.

Таблица 1

Количественное содержание основных групп БАВ в пыльце сосны

Наименование показателя	Количество, %
Содержание суммы свободных флавоноидов	0,83±0,04
Сумма дубильных веществ	0,32±0,01
Содержание суммы свободных аминокислот	2,45±0,05
Аскорбиновая кислота	34,21±0,06

Анализ количественного содержания основных групп БАВ показал, что пыльца сосны содержит достаточное количество свободных аминокислот, дубильных веществ, флавоноидов, пыльца сосны содержит большое количество аскорбиновой кислоты.

Далее определили содержание водорастворимых и жирорастворимых витаминов в пыльце сосны. В таблице 2 приведены результаты витаминов в пыльце сосны.

Таблица 2

Содержание витаминов в пыльце сосны

Наименование показателя	Количество
Содержание водорастворимых витаминов, мг/100 г	
B1	6,07
B2	0,486
B6	1,3
B9	0,934
C	56,2
Содержание жирорастворимых витаминов, мг/100 г	
A	0,0342
E	3,24
D3	0,0228

В пыльце сосны содержатся витамины группы B, витамин A, E, D3, также установлено, что в пыльце преобладает большое количество витамина C.

Далее определили содержание минеральных веществ в пыльце сосны, которые приведены в таблице 3.

Таблица 3

Содержание минеральных веществ в пыльце сосны

Наименование показателя	Количество
Макроэлементы, мг/100 г	
Ca	80,6
K	128,3
Na	10,5
Mg	110,3
P	218,3
Микроэлементы, мг/100 г	
Fe	24,2
Mn	8,74
Cu	0,413
Zn	3,26
Se	0,0031

Установлено, что в пыльце сосны содержится 5 макроэлементов, а именно: кальций в количестве 80,6 мг / 100 г., калий – 128,3 мг / 100 г., натрий – 10,5 мг / 100 г., магний – 110,3 мг / 100 г., фосфор – 218,3 мг / 100 г. и 5 микроэлементов, а именно:

железо – 24,2 мг / 100 г марганец – 8,74 мг / 100 г., медь – 0,413 мг / 100 г., цинк – 3,26 мг / 100 г., селен – 0,0031 мг / 100 г.

Далее определили аминокислотный состав пыльцы сосны методом высокоэффективной хроматографии. Результаты аминокислотного состава пыльцы сосны приведены в таблице 4.

Таблица 4

Содержание аминокислот в пыльце сосны

№	Наименование	Количество, %
Незаменимые		
1	Треонин	4,1
2	Валин	4,8
3	Метионин	1,5
4	Изолейцин	3,8
5	Лейцин	6,9
6	Фенилаланин	4,0
7	Лизин	7,0
8	Гистидин	2,6
9	Аргинин	12,4
Заменимые		
10	Аспарагиновая кислота	9,7
11	Серин	4,9
12	Глутаминовая кислота	14,7
13	Глицин	4,8
14	Аланин	5,6
15	Цистин	0,8
16	Тирозин	4,1
17	Пролин	9,1

Качественный и количественный анализ аминокислот методом высокоэффективной жидкостной хроматографии показал, что в пыльце сосны содержится 17 аминокислот, 9 из которых являются незаменимыми для человеческого организма. В значительных количествах содержится глутаминовая кислота, аргинин, аспарагиновая кислота, пролин.

Выводы.

1. Анализ количественного содержания основных групп БАВ показал, что пыльца сосны содержит достаточное количество свободных аминокислот, дубильных веществ, флавоноидов. Высокое содержание аскорбиновой кислоты в сосновой пыльце позволяет рассматривать ее в качестве перспективного источника витамина С.

2. В пыльце сосны содержатся витамины группы В, витамин А, Е, D3, также установлено, что в пыльце преобладает большое количество витамина С.

3. Установлено, что в пыльце сосны содержится 5 макро- и 5 микроэлементов. Результаты анализа элементного состава показали, что пыльца может служить дополнительным источником макро- и микроэлементов.

4. Качественный и количественный анализ аминокислот методом высокоэффективной жидкостной хроматографии показал, что в пыльце сосны содержится 17 аминокислот, 9 из которых являются незаменимыми для человеческого организма.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что пыльцу сосны целесообразно использовать в качестве биологически активного сырья, содержащего биологически функциональные компоненты.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бутейкис, Н.Г. Приготовление мучных кондитерских изделий [Текст]: учебное издание / Н.Г. Бутейкис; А.А. Жукова; под. общ. ред. О.Д. Дорохина; М-во образования РФ, Институт развития проф. образования – М.: Академия, 2005. – 302 с.
2. Спиричев В.Б., Блажеевич Н.В. и др. Вопросы питания.-1995.-№4.-С.5-12; №6.-С.20-22.
3. Linskens H.F., Stanley R.G. Pollen: biology, biochemistry and management. N.Y.: Springer, 1974; 314 p.
4. Choi E.M. Antinociceptive and antiinflammatory activities of pine (*Pinus densiflora*) pollen extract. *Phytother. Res.* 2007; 21: 471–475.

REFERENCES

1. Buteykis, N.G. Preparation of flour confectionery products [Text]: educational publication / N.G. Buteikis; A.A. Zhukova; under. total ed. O.D. Dorokhin; Ministry of Education of the Russian Federation, Institute for the Development of Prof. Education – M.: Academy, 2005. – 302 p.
2. Spirichev V.B., Blazheevich N.V. and others. Nutrition issues.-1995.-No.4.-P.5-12; No. 6.-P.20-22.
3. Linskens H.F., Stanley R.G. Pollen: biology, biochemistry and management. N.Y.: Springer, 1974; 314 p.
4. Choi E.M. Antinociceptive and antiinflammatory activities of pine (*Pinus densiflora*) pollen extract. *Phytother. Res.* 2007; 21: 471–475.

УДК 664.649

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕТРАРИИ ИСЛАНДСКОЙ В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

**Чистохвалова О.Д., Тюрин И.А., кандидат технических наук,
Носова М.В., кандидат технических наук, Тюрин О.Е., кандидат технических наук**
ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»,
Российская Федерация, г. Москва

***Аннотация.** Для повышения эффективности освоения арктических территорий необходима разработка комплексных гигиенических мероприятий по адаптации приезжего населения, а также сохранению, укреплению и поддержанию здоровья коренных жителей. В связи с чем, обеспечение полноценным и доступным питанием населения является важным. В статье рассмотрены технологические свойства слоевища цетрарии исландской в качестве сырья в производстве хлебобулочных изделий из пшеничной муки первого сорта для населения арктической зоны РФ.*

***Ключевые слова:** слоевища цетрарии исландской, микробиологические показатели безопасности, органолептическими и физико-химическими показателями качества.*

THE USE OF THE ICELANDIC CETRARIA IN THE TECHNOLOGY OF BAKERY PRODUCTS MADE FROM WHEAT FLOUR

**Chistokhvalova O.D., Tyurina I.A., PhD in Engineering,
Nosova M.V., PhD in Engineering, Tyurina O.E., , PhD in Engineering**
FSASI «Scientific Research Institute for the Baking Industry», Russian Federation, Moscow

***Abstract.** To increase the efficiency of the development of Arctic territories, it is necessary to develop comprehensive hygienic measures to adapt the visiting population, as well as preserve, strengthen and maintain the health of indigenous people. In this regard, providing adequate and affordable nutrition to the population is important. The article considers the technological properties of the Iceland cetraria stratum as a raw material in the production of bakery products from wheat flour of the first grade for the population of the Arctic zone of the Russian Federation.*

***Keywords:** layers of the Icelandic cetraria, microbiological safety indicators, organoleptic and physico-chemical quality indicators.*

Введение. Северные территории Российской Федерации являются важным источником природных ресурсов, интенсивное освоение которых приводит к притоку большого числа различных групп и контингентов населения [1, 2]. Человек, живущий на территории Арктической зоны постоянно, временно или периодически прибывающий на вахты из более южных регионов, оказывается в необычной среде, определяемой суровыми природно-климатическими условиями, повышенной электромагнитной активностью и радиацией, несбалансированным питанием, своеобразным составом питьевой воды и зачастую слабо развитой инфраструктурой [3].

Одним из главных и приоритетных принципов, сформулированных как в российском национальном законодательстве, так и в документах, принятых Арктическим Советом и Всемирной организацией здравоохранения, являются профилактические меры, что отражено в «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечение национальной безопасности на период до 2035 года».

Особенности климатических условий территории Арктической зоны обуславливают возникновение заболеваний связанных с недостатком солнечного света и низкими температурами. Дефицит витамина D вызывает дисвитаминоз (дисбаланс витаминов, поступающих в организм человека). Низкие температуры воздуха не способствуют развитию растительности, содержащей достаточное количество пищевых

волокон, что вызывает недостаток потребления данного вида веществ человеком и приводит к таким заболеваниям, как сахарный диабет, ожирение и заболевания пищеварительной системы. Также имеют значительное влияние факторы условий труда на состояние здоровья работающего населения, что обуславливает высокий уровень суточных энергетических затрат и потребность в дополнительных необходимых минеральных веществах (калии, кальции, магнии, фосфоре, селене и др.) в сравнении с затратами населения, проживающего на остальных территориях РФ.

Помимо этого из наиболее остро стоящих проблем является обеспечение населения в Арктической зоне РФ продовольствием в соответствии с медицинскими нормами ввиду сложных природно-климатических условий хозяйствования, неразвитого, точечного характера сельхозпроизводства, отсутствия устойчивых связей с ареалами производства продуктов питания, завозимых в арктические регионы, а также очагового характера расселения и сезонной доставки продовольствия в глубинные районы Арктики.

Потребности и приоритеты продовольственного обеспечения населения Арктической зоны, в условиях экстремального климата и демографические факторы, также включают гигиеническую оптимизацию и персонализацию питания населения, обогащение рационов витаминами, эссенциальными макро- и микроэлементами, разработку технологий производства и широкого внедрения специализированных продуктов питания профилактической направленности и максимальное расширение ассортимента продукции.

Экологические особенности Арктической зоны РФ способствовали адаптации организма коренных народностей к условиям внешней среды и выработке определенных специфических особенностей в питании, что позволило использовать в качестве пищи многие продукты местной сырьевой базы [4].

Перспективно использование в производстве хлебобулочных изделий такой группы низших растений как лишайники, вследствие их высокой пищевой ценности. Лечебные свойства такого лишайника, как цетрария исландская, или исландский мох (лат. *Cetrária islándica*) обосновано наличием в составе усиновой кислоты и слизи, а так же комплекса ферментов, витаминов, жира, камеди, органических кислот. В составе исландского мха есть ряд кислот, обладающих антимикробными свойствами – лихестериновая, протолихестериновая, фумарпротоцентратовую и незначительное количество других, которые подавляют развитие стрептококков, стафилококков и др. При этом кислоты обладают тонизирующим эффектом, но и придают растению горьковатый привкус.

Порядка 70–80 % химического состава исландского мха – это углеводы, по большей части полисахарид лихенин, обладающий способностью при контакте с водой гидролизаться до глюкозы и изолихенина. Помимо этого, среди содержащихся в цетрарии углеводов есть моносахариды: глюкоза и галактоза. Установлено, что полисахариды исландского мха обладают выраженной биологической активностью, активизируют репаративные и метаболические процессы в клетках, влияют на эндокринную и иммунную системы, обладают противоопухолевой активностью. Кроме того, в цетрарии имеется кристаллическое органическое соединение нафтохинон (юглон), обладающее фунгицидным и антибиотическим свойствами.

Исландский мох содержит также ряд важных для человека минеральных веществ, в том числе K, Na, Ca, Fe, P, I, Se и другие. Содержание веществ зависит от региональной и погодичной изменчивости, так например количество йода варьируется от 0,6 до 1,8 мкг/г, селена – от 0,08 до 0,31 мкг/г. Количество сырого протеина составляет в исландском мхе от 6,738 до 11,356 г/100 г с.в., что превышает его содержание в большинстве овощей и некоторых грибах (сыроежки – 1,7 г, подосиновики – 3,3 г, шампиньоны – 4,3 г/100 г с.в.) и уступает лишь белым грибам (30,3 г/100 г с.в.).

Из восьми незаменимых аминокислот мох содержит семь (валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, фенилаланин), при этом суммарное количество незаменимых аминокислот может колебаться от 606 до 982 мг/100 г с.в., что значительно превышает их содержание в таких «базовых» для жителя Российской Федерации пищевых продуктах, как картофель и капуста, уступая при этом лишь грибам.

Цель работы – исследование технологических свойств слоевища цетрарии исландской в производстве хлебобулочных изделий из пшеничной муки первого сорта.

Объекты и методы исследований. Объекты исследования - резаные слоевища цетрарии исландской в виде кусочков различной формы (размер кусочков от 0,6 до 8 мм) и в виде порошка (размер частиц от 0,6 до 8 мкм) (рисунок 1).



Рисунок 1. Внешний вид: (А) слоевища цетрарии исландской и (Б) порошок цетрарии

В работе определяли микробиологические показатели слоевища цетрарии исландской: количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (далее - КМАФАнМ) - по ГОСТ 10444.15, содержание дрожжей и плесневых грибов - по ГОСТ 10444.12, содержание спорообразующих бактерий - бактериологическим методом, разработанным НИИХП [5]. Качество хлебобулочных изделий определяли общепринятыми методами, тесто готовили безопасным способом, контроль - без внесения добавки. Влияние порошка цетрарии исландской на качество хлеба исследовали в количестве от 0,5 % до 3,5 % от массы муки с шагом 0,5 %. Реологические свойства пшеничного теста определяли по ГОСТ Р 51415-99 (ИСО 5530-4-91) с применением альвеографа и по ГОСТ ISO 7973 с применением амилографа.

Результаты исследований и их обсуждение.

Органолептические показатели резаного слоевища цетрарии исландской - не однородная смесь хрупких, хрящеватых, плоских или желобоватых кусочков различной формы, размером от 0,6 до 8 мм, цвет зеленовато-серый, запах слабый растительный и вкус горьковатый, с ощущением слизистости.

Микробиологические показатели безопасности цетрарии исландской в виде порошка: количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов составляет $1,6 \times 10^4$ КОЕ/г, плесени - $1,5 \times 10^3$ КОЕ/г, дрожжей - $2,0 \times 10^2$ КОЕ/г и споровых бактерий рода *Bacillus* - $1,0 \times 10^3$ КОЕ/г.

В результате проведенных исследований влияния количества цетрарии исландской на качество хлеба из муки пшеничной первого сорта установили, что цетрария исландская влияет на физико-химические и органолептические показатели качества хлеба: с повышением расхода цетрарии от 0,5 % до 3,0 % от массы муки возрастают удельный объем хлеба на 1,1-16,5 % и пористость мякиша - на 0,4-4,5 % (рисунок 2). Хлеб с цетрарией в количестве 3,5 % характеризуется пониженным удельным объемом и пористостью мякиша по сравнению с показателями контроля.

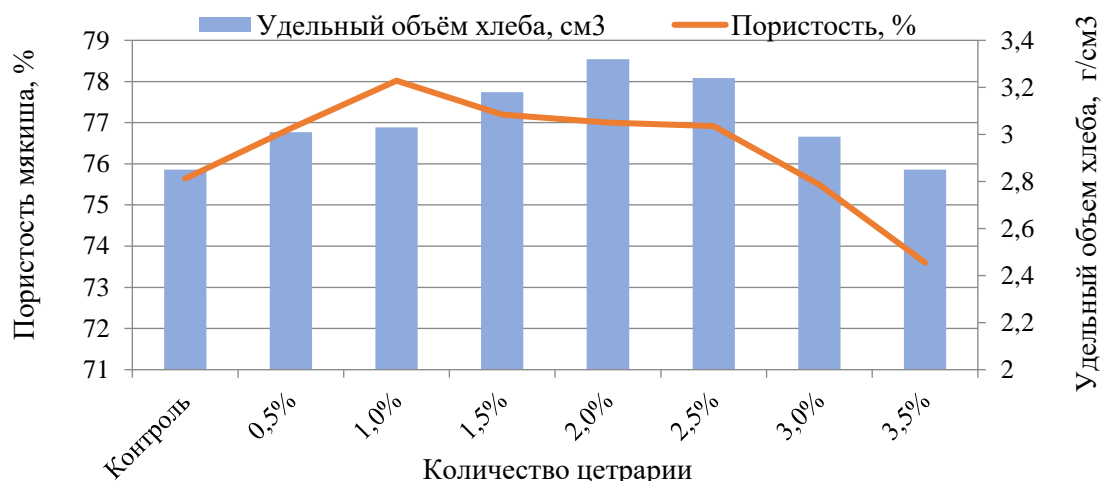


Рисунок 2. Влияние цетрарии на пористость мякиша и удельный объем хлеба

При увеличении количества цетрарии от 0,5 % до 3,5 % образцы хлеба имели правильную форму, гладкую поверхность, цвет мякиша от кремового до темно-серого с вкраплениями цетрарии, вкус и запах - более интенсивные с привкусом цетрарии и наличием горьковатого послевкуся.

Добавление цетрарии в количестве 1,0 %, 1,5 % и 2,0 % от массы муки обеспечивает хорошую эластичность мякиша, светло-серый цвет мякиша с незначительными вкраплениями цетрарии, свойственный пшеничному хлебу вкус и запах, с привкусом и легким запахом цетрарии, более высокий удельный объем и пористость мякиша по сравнению с показателями контроля и хлеба, приготовленного с цетрарией в количестве 2,5 %, 3,0 % и 3,5 %.

Исследования на приборе альвеограф (рисунок 3) показали, что при использовании цетрарии в количестве 1,0 %, 1,5 % и 2,0 % от массы муки упругость теста увеличивается на 18,9 %, 27,8 % и 40 %, а растяжимость уменьшается на 32,1 %, 40,5 % и 44,0 % соответственно по сравнению с контролем. Следовательно, внесение цетрарии способствует укреплению теста из пшеничной муки.

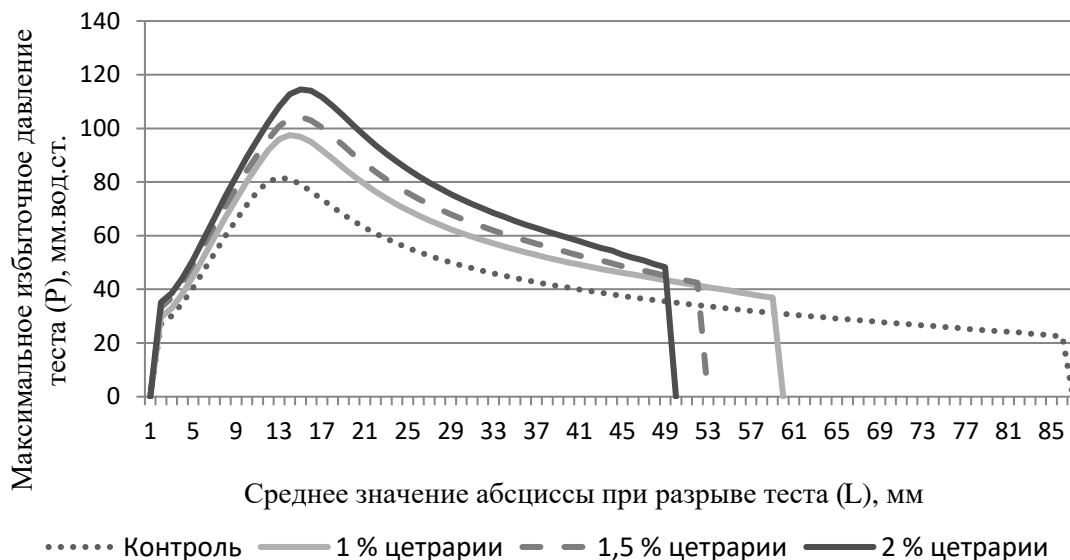


Рисунок 3. Влияние цетрарии на реологические характеристики теста с применением альвеографа

Исследования с применением амилографа показали, что начало клейстеризации водно-мучной суспензии муки происходит при температуре от 61,1 °С до 61,3 °С, клейстеризация - при температуре от 75,3 °С и до 76,6 °С и максимум клейстеризации составляет – от 457 AU до 435. Полученные данные свидетельствуют о том, что, цетрария исландская не влияет на амилолитическую активность муки.

Выводы. В результате проведенных исследований установили, что применение слоевища цетрарии исландской в количестве от 1 % до 2,0 % от массы муки обеспечит выработку хлеба из пшеничной муки с удовлетворительными органолептическими и физико-химическими показателями качества, позволит обогатить изделия микро- и макронутриентами, а также разработать хлебобулочные изделия функционального и специализированного назначения из регионального растительного сырья для населения арктической зоны Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анищенко А.Н. Потенциал сельского хозяйства Европейского Севера России и проблемы его реализации в рамках Стратегии развития Арктической зоны РФ // Проблемы развития территории. 2019. № 1 (99). С. 121-139. DOI: 10.15838/ptd.2019.1.99.8.
2. Коваленко М. С., Сибилева Е. В. Ресурсный состав Арктики, сложности добычи и перспективы ее развития // Арктика XXI век. Гуманитарные науки. 2023, № 1(31). С. 26-36. DOI 10.25587/SVFU.2023.44.59.003.
3. Солонин, Ю.Г. Медико-физиологические проблемы в Арктике / Ю.Г.Солонин, Е.Р.Бойко // Известия Коми научного центра УрО РАН. № 4(32). Сыктывкар, 2017. – С. 33-40.
4. Иванова, Г.В. Особенности питания коренного населения Арктической зоны Российской Федерации / Г.В. Иванова, Т.Н. Сафронова // Российская Арктика – 2018. - №2. – С. 60. DOI: 10.24411/2658-4255-2018-00012.
5. Афанасьева О.В. Микробиология хлебопекарного производства. – СПб: Береста. - 2003 г.

REFERENCES

1. Anishchenko A.N. The potential of agriculture in the European North of Russia and the problems of its implementation within the framework of the Development Strategy of the Arctic zone of the Russian Federation // Problems of territory development. 2019. № 1 (99). pp. 121-139. DOI: 10.15838/ptd.2019.1.99.8.
2. Kovalenko M. S., Sibileva E. V. Resource composition of the Arctic, production difficulties and prospects for its development // Arctic XXI century. Humanities. 2023, № 1(31). С. 26-36. DOI 10.25587/SVFU.2023.44.59.003.
3. Solonin, Yu.G. Medical and physiological problems in the Arctic / Yu.G.Solonin,E.R.Boyko // Proceedings of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences No. 4(32). Syktyvkar, 2017. – pp. 33-40.
4. Ivanova, G.V. Nutrition features of the indigenous population of the Arctic zone of the Russian Federation / G.V. Ivanova, T.N. Safronova // The Russian Arctic – 2018. - № 2. – p. 60. DOI: 10.24411/2658-4255-2018-00012.
5. Afanasyeva O.V. Microbiology of bakery production. – St. Petersburg: Birch bark. – 2003.

УДК 664

КИСЕЛЬ С НИЗКИМ ГЛИКЕМИЧЕСКИМ ИНДЕКСОМ. ОБЗОР РЫНКА РФ.**Яшин А.Н., Агаркова Е.Ю., доктор технических наук***ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности»,
Российская Федерация, г. Москва*

Аннотация. *Инстантные напитки пользуются большим спросом в РФ и в мире. Популярным русским напитком, который наряду с другими имеет инстантные формы, является кисель. Кисель воспринимается населением как полезный напиток, в рецептуре которого часто включают компоненты с общеоздоровительными и функциональными свойствами. Одним из недостатков существующей рецептуры киселей на фруктово-ягодной или молочной основе с точки зрения диетологии является большое количество рафинированного сахара и крахмала, что ассоциировано с высоким гликемическим индексом. Обзор рынка подтверждает актуальность разработки новых форм инстантных напитков, в том числе киселей, с пониженным содержанием сахара.*

Ключевые слова: *инстантные напитки, кисель, низкий гликемический индекс.*

LOW GLYCEMIC INDEX KISSEL. MARKET REVIEW IN RUSSIA.**Yashin A.N., Agarkova E.Yu., Grand PhD in Engineering***FSASI «All-Russian Dairy Research Institute», Russian Federation, Moscow*

Abstract. *Instant drinks are in great demand in the Russian Federation and around the world. A popular Russian drink, which, along with others, has instant forms, is jelly. The population as a healthy drink, the recipe of which often includes components with general health-improving and functional properties, perceives Kissel. One of the disadvantages of the existing fruit, berry or milk-based jelly recipe from a nutritional point of view is the large amount of refined sugar and starch, which is associated with a high glycemic index. The market review confirms the relevance of developing new forms of instant drinks, including jelly, with reduced sugar content.*

Keywords: *instant beverage, kissel, low glycemic index.*

Введение. Широкий спектр заболеваний, в патогенезе которых присутствуют метаболические нарушения, не только сохраняет доминирующую долю диагностированных случаев в общей структуре заболеваемости и смертности трудоспособного населения РФ, но растет последние десять лет. По данным выборочных наблюдений за питанием населения РФ усредненный рацион питания населения РФ не обеспечивает достаточного поступления макро- и микронутриентов без значительного увеличения оптимальной суточной калорийности [1,2]. При этом пищевая ценность и калорийность диетического рациона должны соответствовать не только физической нагрузке каждого человека, но и особенности и степени тяжести соответствующего заболевания, обеспечивая организм больного необходимой энергией, макро- и микронутриентами [3,4,5,6].

Развитие болезней, связанных с нарушением пищеварения, работы эндокринной системы, а также ожирение и сахарный диабет напрямую зависят от неправильного питания и злоупотребления нездоровой пищей, в том числе напитками с высоким содержанием рафинированных сахаров [7]. Высокое содержание быстроусвояемых углеводов и, как следствие, высокая гликемическая нагрузка, является существенным фактором в повышении уровня глюкозы в крови с последующим формированием инсулинорезистентности. Для улучшения потребительских свойств пищевых продуктов и напитков, производители нерационально включают большое количество сахаров. Растущий рынок и ассортимент безалкогольных напитков с высоким содержанием углеводов оказывает негативное влияние на популяционном уровне и афилирован с ростом заболеваемости ожирением, сахарного диабета 2 типа и другими

метаболическими нарушениями, и как следствие, снижение качества и продолжительности жизни. Альтернативой их потребления может являться популяризация напитков с пониженным содержанием легкоусвояемых углеводов, либо полного исключения таковых [8,9]. Современный подход в индивидуализации стандартной диетотерапии разных групп населения делает акцент на использование «здоровых» напитков, обладающих необходимыми полезными свойствами, не вызывающих негативное влияние.

Напитки, как наиболее удобная и доступная форма пищевого продукта, демонстрируют стремительный рост потребления населением разных стран. В последние годы в развитых странах растет преимущество использования безалкогольных напитков, в том числе на основе концентрированных быстрорастворимых сухих смесей (КБСС). Общая доля КБСС в производстве составляет более 10% в США, Японии, государствах ЕС. Их популярность определена тем, что они обладают удобством потребления, перевозки и хранения.

Среди всех инстантных напитков на основе сухих смесей, наиболее распространены легкосыпучие КБСС, имеющие простой состав, сахаро- и кислотосодержащие, включающие в себя определенный процент ароматизаторов и пищевых красителей. Наиболее известным и распространенным напитком на основе КБСС в РФ является кисель.

Уникальностью киселя является возможность его использования и как напитка, и как самостоятельного блюда быстрого приготовления. За последние десятилетия значительно расширился ассортимент киселей с акцентом на включение в рецептуру полезных для здоровья компонентов. Однако существующая рецептура киселей на фруктово-ягодной и молочной основе, содержит большое количество сахара и крахмала, и как следствие высокий гликемический индекс (выше 75). В настоящий момент данное ограничение не позволяет его широко рекомендовать для регулярного потребления в диетотерапии при метаболических нарушениях, сердечно-сосудистых заболеваниях и сахарном диабете.

Актуальный обзор рынка РФ может подтвердить или опровергнуть доступность киселей с низким гликемическим индексом для населения и необходимость разработки новых видов инстант-напитков с низким содержанием сахаров.

Материалы и методы. Среди мировых лидеров в области производства инстантированных продуктов в гранулированном виде можно отметить следующие компании: NiroAtomizer, ICF & Welko, Nestle и другие. Однако, данные компании ограничили свое присутствие на российском рынке и не выпускают такой инстантный напиток как кисель.

Маркетинговые исследования показывают повышенный спрос в России на безалкогольные напитки с низким содержанием сахара. Данные изменения накладываются на ускорившийся темпы импортозамещения после ухода ряда мировых брендов с рынка РФ [10]. Высокая потребность в ассортименте безалкогольных напитков в свою очередь привлекла большие инвестиции в данную отрасль. Промышленное производство современных, безопасных и востребованных населением напитков является сложной задачей, требующей комплексного решения.

Общероссийским трендом современной экономики выступает масштабная цифровизация всех сфер экономики, особенно в сфере онлайн-торговли. Крупнейшие производители и значимые товары, и услуги в той или иной мере присутствуют на интернет-площадках. Данный тренд дает возможность провести оценку рынка, его динамику и выявить значимые изменения потребительского спроса.

С целью оценки рынка киселей в России была проанализирована база данных маркет-плейс Wildberries, как доминирующего на российском рынке потребительских товаров. Проанализированы данные постоянного мониторинга измерения остатков, номенклатуры и ценовые характеристики в период с февраля 2020 по октябрь 2023 года.

На основе полной базы данных за указанный период рассчитано общее количество проданных товаров и полученной выручки за проданный товар, определяющие актуальность дальнейших разработок в области быстрорастворимых напитков.

Результаты и обсуждение.

Анализ данных показал, что по состоянию на 27 ноября 2023 года зарегистрировано 298 брендов, выпускающих различную номенклатуру быстрорастворимых киселей. Однако только 78 брендов имеет устойчивую историю продаж продукции населению. Доля выручки как по показателю в количестве проданных единиц продукции, так в денежном эквиваленте обеспечивается на уровне 88% только 10 крупнейшими брендами. Для дальнейшего анализа целесообразно включить оценку ТОП-10 производителей ввиду того, что доля каждого из оставшихся брендов составляет менее 1% рынка киселей в РФ (рисунок 1).

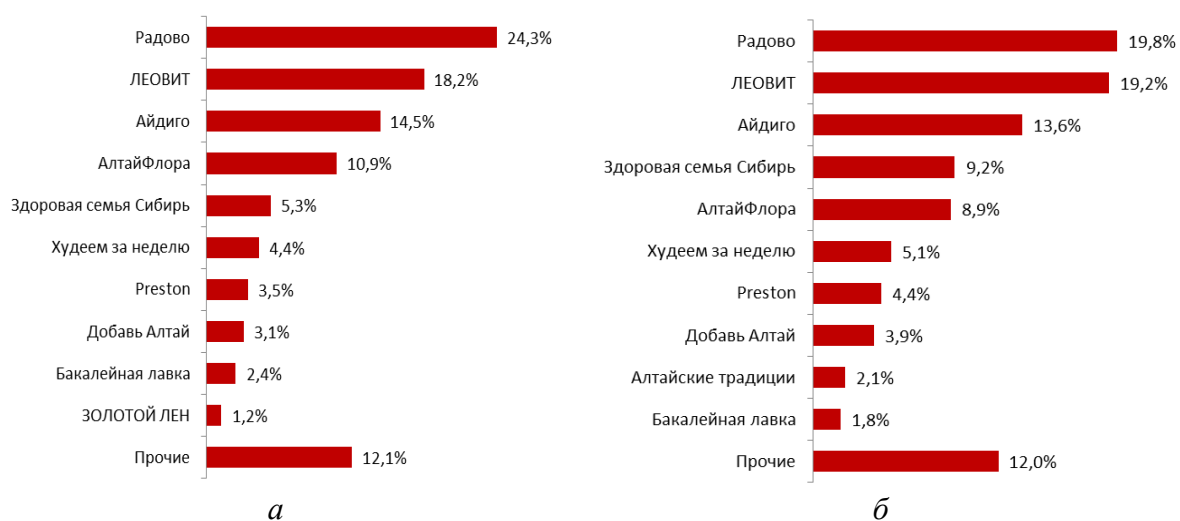


Рисунок 1. Популярные бренды в категории «Кисели» по количеству проданных единиц (а) и общей выручке (б).

Ввиду того, что маркет-плейс имеет возможность сохранить оценку потребителя по 5 бальной шкале, более половины ведущих производителей киселей имеет оценку выше 4,85. Подробный анализ представлен в таблице 1.

Популярные бренды в категории «Кисели»

№	Бренд	Рейтинг бренда	Продажи шт.	Доля бренда, %
1	Радово	4,88	28 908	24,3%
2	ЛЕОВИТ	4,76	21 627	18,2%
3	Айдиго	4,32	17 267	14,5%
4	АлтайФлора	4,86	12 963	10,9%
5	Здоровая семья Сибирь	4,97	6 362	5,3%
6	Худеем за неделю	4,75	5 200	4,4%
7	Preston	4,81	4 120	3,5%
8	Добавь Алтай	5,00	3 682	3,1%
9	Бакалейная лавка	4,79	2 911	2,4%
10	ЗОЛОТОЙ ЛЕН	4,80	1 485	1,2%
11	Алтайские традиции	4,89	1 327	1,1%
12	ЗОЛОТОЙ ЛЕН	4,80	1 485	1,1%
13	Витошка	4,89	1 281	1,1%
14	Русский Продукт	4,33	1 185	1,0%
15	Organic Altay	5,00	844	0,7%
16	Алтайские рассветы	5,00	746	0,6%
17	Altay Seligor	4,49	596	0,5%
18	Арт Лайф	4,91	558	0,5%
19	Еда на Да!	5,00	556	0,5%
20	ЕРЁМКА	5,00	549	0,5%
21	Сибирская клетчатка	4,67	463	0,4%
22	Артлайф	4,73	428	0,4%
23	ТМ Приправыч	4,49	416	0,3%
24	ДАЧНЫЙ	4,83	276	0,2%
25	Polezno	4,71	275	0,2%
26	Арт Лайф Сибирь	5,00	245	0,2%
27	Перцов	4,21	233	0,2%
28	Сладкий сезон	4,63	223	0,2%
29	Волшебное Дерево	5,00	209	0,2%
30	Organic Altay/ Сила Алтая	5,00	203	0,2%
31	FitParad	4,67	190	0,2%
32	Солнечный остров	4,74	184	0,2%
33	ROYAL FOOD	4,80	176	0,1%
34	Здоровая жизнь	4,00	173	0,1%
35	Когда я вырасту	5,00	166	0,1%
36	ФИТОДАР	4,29	140	0,1%
37	ТРАПЕЗА	5,00	112	0,1%
38	АЛТАЙВИТАМИНЫ	4,15	105	0,1%
39	Altaimag	4,40	102	0,1%
40	Original Altay	5,00	95	0,1%
41	Биокор	4,59	86	0,1%
42	Гармония	5,00	83	0,1%
43	Золотое Утро	4,00	76	0,1%
44	ЛЕОВИТ ДЕТОХ	5,00	73	0,1%
45	Травы Башкирии	4,50	72	0,1%

Ассортимент товаров, содержащий в своем названии слово «кисель», включает 5 362 наименований, включая разные формы упаковки и фасовки товара. Часть представленного ассортимента не заказывается по причине отсутствия на складских остатках, что может свидетельствовать об остановке производства данного товара или использовании других каналов продаж. Максимальным спросом пользуются 50 видов киселей, которые заказываются более 100 уп./мес. Медианная цена составляет 410 руб./уп. на 01.11.2023. Динамика роста цен за 44 мес. представлена на рисунке 2. Наибольшую цену имеют сухие кисели с заявленными лечебно-профилактическими свойствами, не содержащие сахар и крахмал.

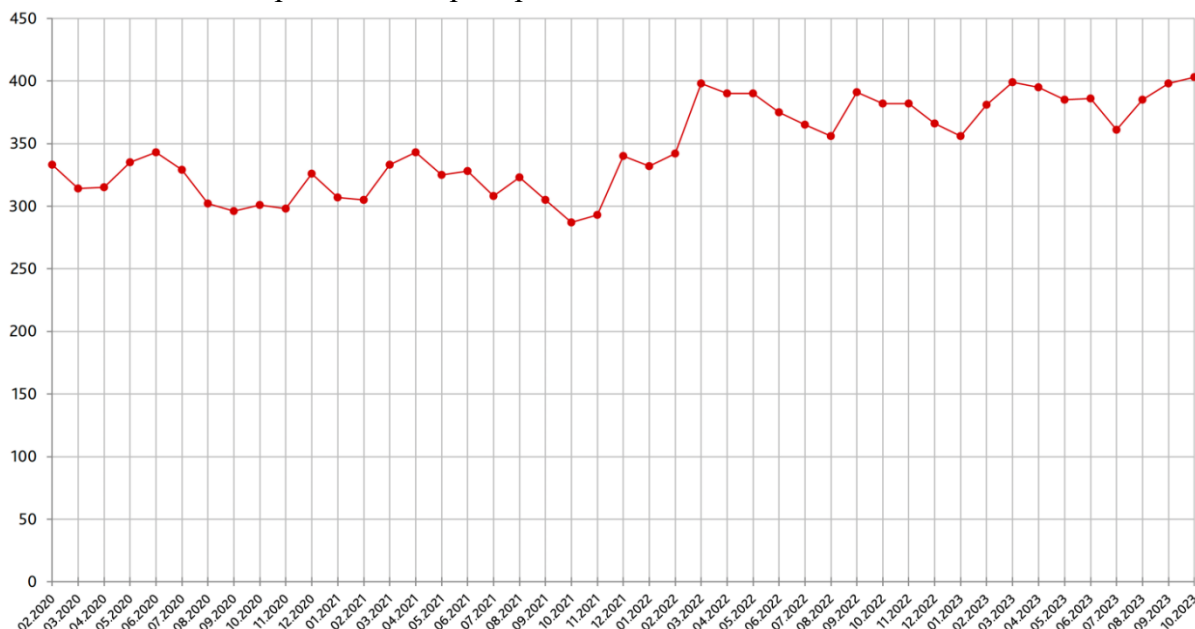


Рисунок 2. Динамика средней стоимости упаковки киселя по месяцам, 2020-2023 гг., руб.

Анализ рецептурного состава 50 наиболее продаваемых видов быстрорастворимых киселей показал высокую долю сахара-песка и крахмала в своем составе. Исключением стали только быстрорастворимые кисели бренда «Золотой лен», «Кисель на льняной основе», в состав которого входит: мука льняная, фруктоза, мальтодекстрин, ароматизатор, лимонная кислота, ксантановая камедь, сухой свекольный сок. А также быстрорастворимый кисель «Алтайский кисель без сахара для похудения со стевией» бренда «ДобавьАлтай», который не содержит сахара, но имеет в своем составе: мальтодекстрин, крахмал картофельный, краситель красный свекольный, аскорбиновую кислоту, сушенную вишню и бруснику, пектин яблочный, стевию, ароматизаторы.

В рецептурный состав представленных быстрорастворимых киселей включают широкий спектр витаминных добавок, фрукты, овощи (больше свекла и сельдерей), экстракты ягод и лекарственных растений, пищевые волокна, широкий спектр ароматизаторов и подсластителей.

Кисели, имеющие в своем составе продукты переработки молока и его компоненты, составляют менее 1 % общего объема продаж. Основной производитель под торговой маркой «Золотой утро» выпускает кисель в 3 вариантах. Все виды быстрорастворимых киселей на молочной основе содержат в своем составе сахар белый, молоко сухое цельное, крахмал картофельный, сок клубники сухой, пищевая поваренная морская соль, пищевые добавки: загустители (мальтодекстрин, крахмал картофельный модифицированный), ароматизаторы, краситель пищевой.

Все быстрорастворимые кисели на молочной основе, представленные на российском рынке, практически не содержат орехов или их компонентов. Исключением

является производителем «АлтайПлод», который производит кисель «Клубничное настроение» с кедровыми орешками и экстрактом стевии, он не содержит в своем составе сахар, но содержит крахмал, как основной компонент, ягоды клубники сушеной измельченной, муку кедрового ореха, экстракт стевии, подсластитель MultiDex Sun Premium, пектин яблочный.

Исследованы ассортимент, рецептурно-компонентный состав и показатели пищевой ценности киселей популярных торговых марок, представленных на отечественном рынке. Выявлены вкусовые и ценовые предпочтения потребителей. Установлена тенденция развития потребительского спроса в отношении киселей, с одной стороны, обладающих привлекательными органолептическими свойствами, с другой без внесения в рецептуры сахара, крахмала и искусственных компонентов.

В настоящий момент на рынке крайне ограничен ассортимент сухих молочных киселей при устойчивом спросе на данный вид пищевого продукта. Ассортимент сухих киселей, не содержащих сахара и других «быстрых» углеводов продолжает быть ограниченным. На рынке отсутствуют «несладкие кисели», имеющие привлекательные вкусовые характеристики.

Вывод. Исходя из анализа представленной на рынке продукции очевидна низкая обеспеченность населения инстантными напитками с пониженной калорийностью и улучшенным соотношением нутриентов. На рынке представлены ограниченный ассортимент разработок киселей с низким гликемическим индексом на фруктовой основе без включения рафинированных сахаров. Однако все виды киселей на молочной основе включают значительное количество сахаров и крахмала, и как следствие имеют высокий гликемический индекс. Проведенный обзор подтверждает необходимость и актуальность разработки новых рецептур и технологий промышленного производства новых видов киселей с привлекательными потребительскими свойствами и возможностью включения их в диетотерапию населения с метаболическими нарушениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зулькарнаев Т. Р., Мурысева Е. Н., Тюрина О. В., Зулькарнаева А. Т. Здоровое питание: новые подходы к нормированию физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации // Медицинский вестник Башкортостана. 2011. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zdorovoe-pitanie-novye-podhody-k-normirovaniyu-fiziologicheskikh-potrebnostey-v-energii-i-pischevyh-veschestvah-dlya-razlichnyh-grupp> (дата обращения: 10.12.2023).
2. Вопр. Питания. 2017. Т. 86. № 4. С. 113-124. Doi: 10.24411/0042-8833-2017-00067.
3. Кочеткова, А. А., Воробьева, В. М., Воробьева, И. С., Саркисян, В. А., Зорина, Е. Е., Шатнюк, Л. Н. и др. (2016). Теоретические и практические аспекты разработки специализированных пищевых продуктов для диетотерапии при сердечно-сосудистых заболеваниях. *Пищевая промышленность*, 8, 8–12.
4. Погожева, А. В., Богданов, А. Р., Дербенева, С. А. (2015). Диетотерапия сердечно-сосудистых заболеваний. Общие принципы. *Практическая диетология*, 4(16), 36–40.
5. Дербенева, С. А., Погожева, А. В., Воробьева, В. М., Залетова, Т. С., Котенкова, Е. А., Кочеткова, А. А. и др. (2021). Применение специализированных пищевых продуктов в диетотерапии больных с сердечно-сосудистой патологией. Санкт-Петербург: Научное издание, 2021.
6. Барановский, А. Ю. (2015). Диеты для сердца. *Практическая диетология*, 4(16), 42–59.
7. Казанцев, А. В. Сладкие безалкогольные газированные напитки современного промышленного производства и заболевания, обусловленные их употреблением / А. В. Казанцев, М. Н. Махонько // Бюллетень медицинских Интернет конференций. 2014. Т. 4, №11. С. 1253–1256.
8. Морозова, С. С. Разработка рецептур пищевых концентратов киселей с использованием сахарозаменителей и интенсивных подсластителей / С. С. Морозова, О. Е. Бакуменко, В. В.

- Тарасова // Пищевая промышленность. – 2020. – № 6. – С. 13-18. – DOI 10.24411/0235-2486-2020-10058. – EDN PAVPFY.
9. Попов А.М., Попов А.А., Гурин В.В., Петушкова Е.Е. Физико-химические свойства концентратов структурированных напитков на основе молочной сыворотки с добавлением злаковых культур // Пиво и напитки. 2007. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fiziko-himicheskie-svoystva-kontsentrato-vm-strukturirovannyh-napitkov-na-osnove-molochnoy-syvorotki-s-dobavleniem-zlakovyh-kultur> (дата обращения: 08.01.2024).
 10. <https://foodmarket.spb.ru/archive/2023/222751/222754/?ysclid=lpfmqvcssn144441046> (дата обращения 26.11.2023)

REFERENCES

1. Zul'karnaev T. R., Muryseva E. N., Tjurina O. V., Zul'karnaeva A. T. Zdorovoe pitanie: novye podhody k normirovaniyu fiziologicheskikh potrebnostey v jenerгии i pishhevyy veshhestvakh dlja razlichnykh grupp naselenija Rossijskoj Federacii // Medicinskij vestnik Bashkortostana. 2011. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zdorovoe-pitanie-novye-podhody-k-normirovaniyu-fiziologicheskikh-potrebnostey-v-energii-i-pischevyh-veschestvah-dlya-razlichnykh-grupp> (дата обращения: 10.12.2023).
2. Vopr. Pitaniya. 2017. T. 86. № 4. S. 113-124. Doi: 10.24411/0042-8833-2017-00067.
3. Kochetkova, A. A., Vorob'eva, V. M., Vorob'eva, I. S., Sarkisjan, V. A., Zorina, E. E., Shatnjuk, L. N. i dr. (2016). Teoreticheskie i prakticheskie aspekty razrabotki specializirovannyh pishhevyyh produktov dlja dietoterapii pri serdechno-sosudistykh zabolevaniyah. Pishhevaja promyshlennost', 8, 8–12.
4. Pogozheva, A. V., Bogdanov, A. R., Derbeneva, S. A. (2015). Dietoterapiya serdechno-sosudistykh zabolevanij. Obshhie principy. Prakticheskaja dietologija, 4(16), 36–40.
5. Derbeneva, S. A., Pogozheva, A. V., Vorob'eva, V. M., Zaletova, T. S., Kotenkova, E. A., Kochetkova, A. A. i dr. (2021). Primenenie specializirovannyh pishhevyyh produktov v dietoterapii bol'nykh s kardiovaskuljarnoj patologiej. Sankt-Peterburg: Naukoemkie tehnologii, 2021.
6. Baranovskij, A. Ju. (2015). Diety dlja serdca. Prakticheskaja dietologija, 4(16), 42–59.
7. Kazancev, A. V. Sladkie bezalkogol'nye gazirovannye napitki sovremennogo promyshlennogo proizvodstva i zabolevanija, obuslovlennye ih upotrebleniem / A. V. Kazancev, M. N. Mahon'ko // Bjulleten' medicinskih Internet konferencij. 2014. T. 4, №11. S. 1253–1256.
8. Morozova, S. S. Razrabotka receptur pishhevyyh koncentratov kiselej s ispol'zovaniem saharozamenitelej i intensivnyh podslastitelej / S. S. Morozova, O. E. Bakumenko, V. V. Tarasova // Pishhevaja promyshlennost'. – 2020. – № 6. – С. 13-18. – DOI 10.24411/0235-2486-2020-10058. – EDN PAVPFY.
9. Popov A.M., Popov A.A., Gurin V.V., Petushkova E.E. Fiziko-himicheskie svojstva koncentratov strukturirovannyh napitkov na osnove molochnoj syvorotki s dobavleniem zlakovyh kul'tur // Pivo i napitki. 2007. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fiziko-himicheskie-svoystva-kontsentrato-vm-strukturirovannyh-napitkov-na-osnove-molochnoy-syvorotki-s-dobavleniem-zlakovyh-kultur> (дата обращения: 08.01.2024).
10. <https://foodmarket.spb.ru/archive/2023/222751/222754/?ysclid=lpfmqvcssn144441046> (дата обращения 26.11.2023)

Секция 3

**Технологические, экологические и экономические аспекты
производства высококачественной и безопасной пищевой продукции**

УДК 637.12.04/07

АНТИОКСИДАНТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ: ОБЗОР**Бычкова Т.С., кандидат технических наук, доцент, Духан Е.А.***ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности»,
Российская Федерация, г. Москва*

Аннотация. *Спрос на продукты, содержащие природные антиоксиданты, растет во всем мире. Большое количество пищевых продуктов и молочных продуктов дополняются природными антиоксидантами. Антиоксидантная способность молока и молочных продуктов обусловлена казеинами, сывороточными белками, аминокислотами, витаминами, каротиноидами, ферментативными антиоксидантами и минеральными веществами. Целью данной работы является обзор некоторых антиоксидантов, содержащихся в молочных продуктах.*

Ключевые слова: *Молочные продукты, антиоксидантная активность, казеин, сывороточные белки, аскорбиновая кислота, витамины.*

ANTIOXIDANT POTENTIAL OF DAIRY RAW MATERIALS: AN OVERVIEW**Bychkova T.S., PhD in Engineering, Associate Professor, Dukhan E.A.***FSASI «All-Russian Dairy Research Institute», Russian Federation, Moscow*

Abstract. *The demand for products containing natural antioxidants is growing worldwide. A large number of foods and dairy products are supplemented with natural antioxidants. The antioxidant capacity of milk and dairy products is due to caseins, whey proteins, amino acids, vitamins, carotenoids, enzymatic antioxidants and minerals. The purpose of this work is to review some of the antioxidants found in dairy products.*

Keywords: *Dairy products, antioxidant activity, casein, whey proteins, ascorbic acid, vitamins.*

Введение. Молоко и молочные продукты являются неотъемлемой частью питания человека и считаются носителями белков высшей биологической ценности, кальция, незаменимых жирных кислот, аминокислот, жира, водорастворимых витаминов и ряда биологически активных соединений, которые имеют большое значение для ряда биохимических и физиологических функций. В последние годы продукты, содержащие натуральные антиоксиданты, становятся популярными во всем мире, поскольку антиоксиданты способны нейтрализовывать свободные радикалы и устранять их вредное воздействие, которые непрерывно вырабатываются в биологическом организме. Неконтролируемая активность свободных радикалов может привести к окислительному стрессу, который участвует в разрушении жизненно важных биохимических соединений, таких как липиды, белки, ДНК, что может привести к диабету, ускоренному старению, канцерогенезу и сердечно-сосудистым заболеваниям. Антиоксидантная способность молока и молочных продуктов в основном обусловлена серосодержащими аминокислотами, такими как цистеин, витаминами А, Е, каротиноидами, цинком, селеном, ферментативными антиоксидантами (супероксиддисмутазой, каталазой, глутатионпероксидазой), олигосахаридами молока, пептидами и аминокислотами. Антиоксидантная активность молока и молочных продуктов может быть усилена добавками фитохимикатов, в то время как ферментированные молочные продукты, как

сообщалось, содержат более высокую антиоксидантную способность по сравнению с неферментированными молочными продуктами. Обзор литературы показал, что молоко и молочные продукты обладают антиоксидантной способностью, однако информация об антиоксидантной способности молока и молочных продуктов ранее не собиралась, поэтому целесообразным решением будет рассмотреть антиоксидантную активность различных компонентов молочных продуктов. Таким образом, объектами нашего исследования являются молоко и молочные продукты, методами исследования анализ и систематизация научных данных.

Антиоксидантные свойства проявляют такие компоненты молока как казеины, сывороточные белки, каротиноиды, витамины, минералы – неферментативные антиоксиданты и супероксиддисмутаза, глутатионпероксидаза, каталаза – ферментативные антиоксиданты.

На рисунке 1 представлена структурная схема антиоксидантного потенциала молока.

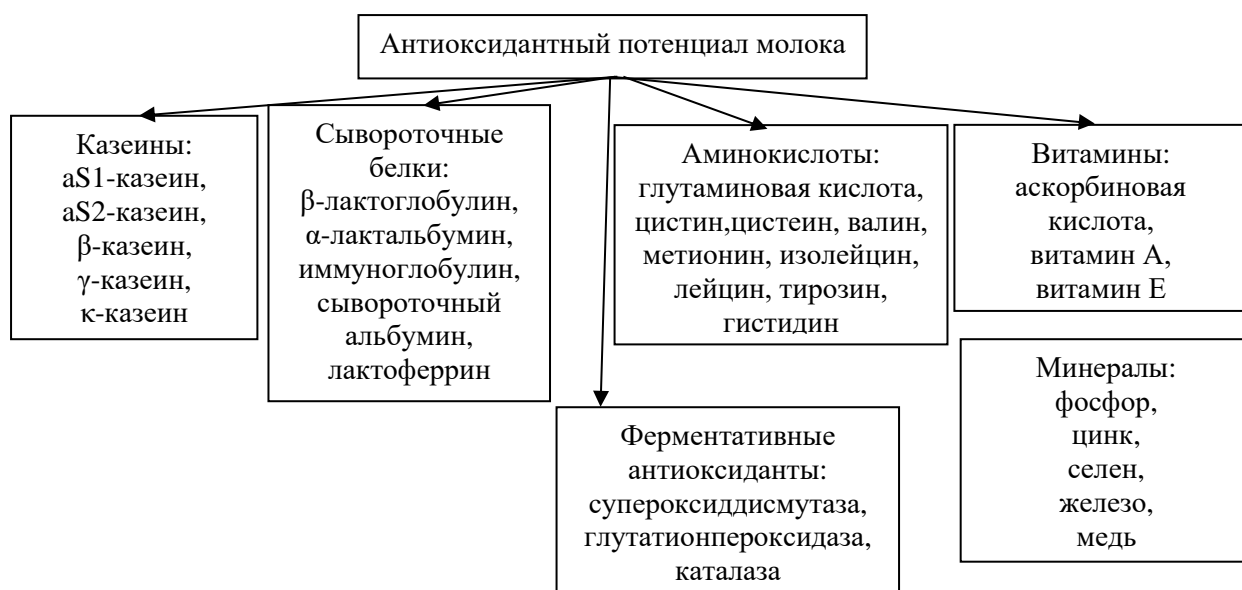


Рисунок 1. Структурная схема антиоксидантного потенциала молока

Так, казеин, основной белок в молоке обладает антиоксидантной активностью, проявляющейся в удалении активных форм кислорода; ингибировании аутоокисления липидов, катализируемых липоксигеназой, ингибировании активности липоксигеназы, а также способен замедлять ферментативное потемнение. Говоря о сывороточном протеине, необходимо отметить то, что он обладает высокой биологической ценностью. Антиоксидантная активность обусловлена хелатированием переходных металлов лактоферрином и удалением свободных радикалов серосодержащими аминокислотами. Сывороточные белки повышают уровень глутатионпероксидазы, которая является важной водорастворимой антиоксидантной системой. Сывороточный белок повышает окислительную стабильность эмульсий. Антиоксидантная активность сывороточного протеина научно доказана, и антиоксиданты сыворотки могут эффективно ингибировать окисление липидов. Также лактоферрин и казеин ингибируют перекисное окисление липидов и образование свободных радикалов. Таким образом, продукты, содержащие сывороточные белки, обладают лучшей антиоксидантной активностью.

Так, коровье, буйволиное, козье и овечье молоко богато количеством казеинов, сывороточных белков и содержит аминокислоты, имеющих антиоксидантный потенциал, такие как глутаминовая кислота, цистин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, тирозин, гистидин. Так, в овечьем молоке содержится наибольшее общее

содержание белков, в том числе сывороточных – 59,4 г/л, а в козьем наибольшее количество α S1-казеина – 99%.

Что касается сывороточных белков, в последние годы использование молочной сыворотки в пищевых и непищевых продуктах растет по всему миру. Сывороточный протеин обладает более высокой биологической ценностью, несмотря на то, что около 30-35% сыворотки по-прежнему выбрасывается. В пищевой промышленности сывороточные белки используются в качестве эмульгатора, желирующего и наполнителя. Антиоксидантная активность сывороточного протеина научно доказана, и антиоксиданты сыворотки могут эффективно ингибировать окисление липидов. Антиоксидантная активность сывороточного протеина обусловлена хелатированием переходных металлов лактоферрином и удалением свободных радикалов серосодержащими аминокислотами. Сывороточные белки повышают уровень глутатионпероксидазы, которая считается одной из наиболее важных водорастворимых антиоксидантных систем. Сывороточные белки обладают антиоксидантной активностью, а добавление сывороточного белка в эмульсию соевого масла повышает окислительную стабильность. Антиоксидантные свойства эмульсии лосося повышаются в зависимости от добавления сывороточного протеина. Продукты, содержащие сывороточные белки, обладают лучшей антиоксидантной активностью. Лактоферрин и казеин могут ингибировать перекисное окисление липидов, образование перекисных радикалов, веществ, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой, поглощение кислорода и свободных радикалов оксида железа.

К аминокислотам, обладающим антиоксидантной активностью, относятся глутаминовая кислота, цистин, цистеин, валин, метионин, изолейцин, лейцин. Аминокислоты глицин, лизин, цистеин используются в пищевой промышленности в качестве антиоксидантов, стабилизирующих ряд витаминов, например, аскорбиновую кислоту, и замедляющих перекисное окисление липидов.

Следующей группой, формирующей антиоксидантную активность молока, являются каротиноиды. Каротиноиды - это липофильные молекулы, которые накапливаются в мембранах и липопротеидах. Они обладают антиоксидантными свойствами и могут подавлять синглетный кислород, предотвращая его негативное влияние на качество и сенсорные характеристики молочных продуктов. Особенно эффективен в этом отношении β -каротин, который поглощает свет и предотвращает фотоокисление.

Говоря об антиоксидантных свойствах аскорбиновой кислоты, витамина Е и минералов отмечается, что аскорбиновая кислота действует как сильный поглотитель свободных радикалов благодаря своему низкому окислительно-восстановительному потенциалу, имеет широкий спектр действия: поглощает различные свободные радикалы, включая супероксид, оксид железа, оксид азота, алкоксильные радикалы и синглетный кислород, защищает от окисления, ингибирует разложение рибофлавина в молоке под воздействием света, а также добавление аскорбиновой кислоты в молоко улучшает его вкус и устойчивость к фотоокислению. У младенцев играет ключевую роль в формировании нейромедиаторов, синтезе карнитина и усвоении железа.

Витамин Е защищает полиненасыщенные жирные кислоты от перекисного окисления. Существуют формы витамина Е. Выделяют различные формы токоферолов: α -, β -, γ - и δ -токоферолы, но наибольшей антиоксидантной активностью обладает α -токоферол.

Микроэлементы являются кофакторами ферментов антиоксидантной системы, катализирующих разрушение свободных радикалов (Таблица).

Микроэлементы как кофакторы ферментов антиоксидантной системы

Микроэлемент	Фермент
Медь Cu	Цитохромоксидаза Цитоплазматическая супероксиддисмутаза
Цинк Zn	Цитоплазматическая супероксиддисмутаза
Селен Se	Глутатионпероксидаза
Железо Fe	Каталаза

Например, цинк и селен обладают научно доказанной антиоксидантной активностью, ингибируя супероксиддисмутазу, а также селен вместе с трипептидом глутатионом способен повысить функциональную ценность и антиоксидантную способность молока. Цинк считается мощным внутриклеточным антиоксидантом, оказывает антиоксидантный эффект благодаря активации металлотioneинов — низкомолекулярных белков, препятствующих окислительному стрессу, а селен необходим для функционирования глутатионпероксидазы — ключевого фермента защиты организма от окислительного стресса, который катализирует восстановление пероксида водорода до воды и окисленных липидов до спиртов. Также железо является кофактором фермента каталазы, обеспечивающей разрушение пероксида водорода. Важно отметить, что железо способно и инициировать свободно-радикальные реакции. Что касается меди, и так же, как и железо, может инициировать свободно-радикальные реакции.

Говоря о ферментативных антиоксидантах, выделяют супероксиддисмутазу, глутатионпероксидазу, каталазу. Супероксиддисмутаза (СОД) катализирует удаление свободных радикалов супероксида (O_2^-) и защищает клетки от вредного воздействия.

Каталаза, глутатионпероксидаза или другие восстановители превращают H_2O_2 в H_2O , перекись водорода, образующаяся из O_2^- и оксидаз, выводится каталазами и пероксидазами. Цитозольный Cu/Zn-SOD, митохондриальный Mn-SOD и внеклеточный EC-SOD являются основными формами SOD. СОД может ингибировать перекисное окисление липидов. В коровьем молоке СОД присутствует исключительно во фракции обезжиренного молока с концентрацией от 0,15 мг до 2,4 мг/л. Глутатионпероксидаза (GSHPx) - фермент, содержащий селен, который обеспечивает защиту от перекисного окисления липидов. Они катализируют расщепление H_2O_2 и органических гидропероксидов (R-OOH) глутатионом. Более 90% GSHPx содержится в молоке в виде внеклеточного фермента, и это единственный фермент, который фиксирует селен (около 30% от общего количества).

Таким образом, исходя из анализа, была определена важная роль антиоксидантов, содержащихся в молочных продуктах питания, таких как: казеины, сывороточные белки, аминокислоты, каротиноиды, витамины, минералы и ферментативные антиоксиданты для поддержания здоровья, они способны ингибировать или нейтрализовать окислительное действие свободных радикалов и других веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будкевич, Р.О. Определение антиоксидантной активности в молочных продуктах/ Будкевич Р. О., Федорцов Н. М. // Актуальные вопросы молочной промышленности, межотраслевые технологии и системы управления качеством: научный журнал // СКФУ. – Ставрополь, 2020. –№ 1 (1).– С.73-78.
2. Wang Y Antioxidative activities of soymilk fermented with lactic acid bacteria and bifidobacteria/ Wang Y, Yu R, Chou C. // Food Microbiology / Taipei. Graduate Institute of Food Science & Technology, National Taiwan University. – Taipei, 2006. –№ 23. – S. 128-135.
3. Нилова, Л.П. Формирование антиоксидантных свойств молочных составных напитков / Нилова Л.П., Иванова В.В., Малютенкова С.М. // XXI ВЕК: ИТОГИ ПРОШЛОГО И ПРОБЛЕМЫ НАСТОЯЩЕГО ПЛЮС // ПензГТУ. – Санкт-Петербург, 2020. –№ 4 (52).– С.103-106.

REFERENCES

- Budkevich, R. O. Determination of antioxidant activity in dairy products/ Budkevich R. O., Fedortsov N. M.// Topical issues of the dairy industry, intersectoral technologies and quality management systems: scientific journal // NCFU. – Stavropol, 2020. –№ 1 (1). – S. 73-78.
- Wang, Y Antioxidative activities of soymilk fermented with lactic acid bacteria and bifidobacteria/ Wang Y, Yu R, Chou C. // Food Microbiology // Graduate Institute of Food Science & Technology, National Taiwan University. – Taipei, 2006. –№ 23. – S. 128-135.
- Nilova, L.P. Formation of antioxidant properties of dairy compound drinks/ L.P. Nilova, V.V. Ivanova, S.M. Malyutenkova / XXI CENTURY: RESULTS OF THE PAST AND PROBLEMS OF THE PRESENT PLUS // PenzSTU. – St. Petersburg, 2020. –№ 4 (52).– S.103-106.

УДК 663.973

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АЭРОЗОЛЯ ТАБАКА ДЛЯ КАЛЬЯНА**Гвоздецкая С.В.***ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», Российская Федерация, г. Краснодар*

Аннотация. *Продуктом потребления курительных изделий является табачный дым, образующийся в результате комплекса термохимических реакций. Сигаретный дым образуется при температуре от 400°C до 900°C и содержит более 9600 химических веществ. Аэрозоль табака для кальяна производится путем нагревания смеси при температуре от 120°C до 190°C. В составе аэрозоля табака для кальяна определено более 300 химических веществ, включая канцерогенные вещества. Всемирная организация здравоохранения предложила список приоритетных токсикантов аэрозоля: монооксид углерода (СО), никотин, летучие органические вещества, акролеин, формальдегид, ацетальдегид, мышьяк и тяжелые металлы. Различные протоколы тестирования, конструктивные особенности кальянной системы и качество используемого угля приводят к вариативности получения оценочных данных по содержанию токсических компонентов в аэрозоле.*

В лаборатории технологии производства табачных изделий ФГБНУ ВНИИТТИ проводятся исследования кальянных продуктов с применением машинной генерации аэрозоля на линейной курительной машине CERULEAN SM 405. Разработано экспериментальное устройство (патент RU 212802U1), позволяющее конструктивно установить объем затяжки, отражающий поведенческий профиль курильщика. Получены экспериментальные данные по содержанию влажного конденсата, никотина, монооксида углерода и карбонильных соединений в аэрозоле образцов табака для кальяна/бестабачной смеси для нагревания

Ключевые слова: *табак для кальяна, бестабачная смесь для нагревания, аэрозоль, влажный конденсат, никотин, монооксид углерода, карбонильные соединения*

CHEMICAL COMPOSITION OF TOBACCO AEROSOL FOR HOOKAH**Gvozdetskaya S.V.***FSBSI «All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products», Russian Federation, Krasnodar*

Abstract. *The product of consumption of smoking products is tobacco smoke, which is formed as a result of a complex of thermochemical reactions. Cigarette smoke is produced at temperatures ranging from 400°C to 900°C and contains more than 9,600 chemicals. An aerosol of hookah tobacco is produced by heating the mixture at a temperature of 120°C to 190°C. More than 300 chemicals, including carcinogens, have been identified in hookah tobacco aerosol. The World Health Organization has proposed a list of priority aerosol toxicants: carbon monoxide (CO), nicotine, volatile organic compounds, acrolein, formaldehyde, acetaldehyde, arsenic and heavy metals.*

Different testing protocols, design features of the hookah system and the quality of the coal used lead to variability in obtaining estimated data on the content of toxic components in the aerosol.

In the laboratory of technology for the production of tobacco products of the Federal State Budgetary Scientific Institution VNIITTI, studies of hookah products are being carried out using machine generation of aerosol on a linear smoking machine CERULEAN SM 405. An experimental device has been developed (patent RU 212802U1), which makes it possible to constructively establish the puff volume, reflecting the behavioral profile of the smoker. Experimental data were obtained on the content of wet condensate, nicotine, carbon monoxide and carbonyl compounds in the aerosol of hookah tobacco samples/tobacco-free mixture for heating

Keywords: *hookah tobacco, tobacco-free heating mixture, aerosol, wet condensate, nicotine, carbon monoxide, carbonyl compounds*

Продуктом потребления курительных изделий является табачный дым, образующийся в результате комплекса термохимических реакций: горения, пиролиза и пиросинтеза.

Горение является экзотермической химической реакцией (протекающей с выделением тепловой энергии). Пиролиз является эндотермической реакцией (сопровождающейся поглощением тепла), при которой исходная молекула, подвергаясь нагреванию, разрушается, образуя более простые (низкомолекулярные) компоненты, которые образуют новые соединения в процессе пиросинтеза.

Установлено, что при нагревании табака (температура 100 °С – 200 °С), первыми соединениями, высвобождающимися при дистилляции и испарении, являются вода и летучие вещества, кроме того, начинается распад компонентов табака (сахара и простые пектины). Никотин испаряется и переходит в аэрозоль при температуре от 170 °С до 200 °С. Компоненты смолы образуются при температуре от 300 °С до 400 °С в результате распада целлюлозы и других структурных компонентов. Далее пиролиз (температура выше 400 °С) продуцирует аминокислоты. При температуре от 600 °С до 900 °С образуется основная масса соединений аэрозоля: полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), угарный газ и др. [1]. В процессе нереакционного переноса в аэрозоль из табака переходит никотин, табакоспецифические нитрозамины, пропиленгликоль, свинец, мышьяк (более 75% массы аэрозоля).

Наиболее изучен компонентный состав сигаретного дыма, содержащий более 9600 химических веществ [1, 2], из которых около 70 являются токсичными. Около 30% токсичных компонентов переходит в сигаретный дым непосредственно из табака.

Развитие кальянной индустрии во всем мире связано с его общественным признанием и относительно невысокой стоимостью, а также из-за неправильного представления об отсутствии риска для здоровья и предполагаемое отсутствие зависимости. Однако, проведено значительно меньше исследований состава табака для кальяна, содержания токсических компонентов, присутствующих в основном потоке аэрозоля, применимых для оценки и регулирования оборота этих изделий. Не существует международно признанных стандартных методов тестирования состава табака для кальяна /бестабачной смеси для нагревания и количественного определения перехода компонентов в аэрозоль. Сеть табачных лабораторий Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) продолжают работу по оценке и валидации существующих методов для тестирования этих продуктов.

Механизм курения с помощью кальяна уникален. Сначала смесь для кальяна загружают в чашу и закрывают фольгой, затем на перфорированную фольгу кладут «разожженный» уголь, чтобы инициировать процесс нагрева табака в течении нескольких минут. Время прогрева может отличаться, в зависимости от конструктивных особенностей кальянной системы, ингредиентного состава и количества смеси в чаше. Например, большое количество пропиленгликоля в составе кальянного продукта снижает количество тепла, необходимое для генерации аэрозоля [3]. После прогревания смеси, делается затяжка. При этом, дым проходит через чашу для табака, затем через колбу с водой, и, поступает курильщику через шланг, снабженный мундштуком [4]. В целом, курение кальяна, по-видимому, имеет более сложное действие по сравнению с курением сигарет.

Аэрозоль табака для кальяна является одним из видов табачного дыма, который образуется при нагреве продукта. Аэрозоль продуцируется при широком диапазоне температур. Нагрев при температурах, обычно используемых при потреблении табака для кальяна, приводит к образованию аэрозоля, который может содержать токсичные продукты термодеструкции, изначально не присутствовавшие в табаке до его нагрева. Аэрозоль табака для кальяна имеет высокое содержание влаги за счет преобладания в составе воды, пропиленгликоля и глицерина, что значительно отличается от дыма

сигарет [5]. Потребители аэрозоля, генерируемого табаком для кальяна, используют одноэтапный процесс для вдыхания табачного дыма прямо в легкие [6].

Во время употребления кальяна, табак для кальяна/бестабачная смесь для нагревания подвергается значительной дистилляции [1] и некоторому незначительному пиролизу на границе табака с углем. Сигаретный табак подвергается как пиролизу, так и горению, что приводит к образованию пепла. Эта разница в термохимии приводит к образованию разных соединений при вдыхании аэрозоля табака для кальяна и дыма сигарет. Кроме того, табаки типа Muassel и Tombak имеют существенные различия и, соответственно, химические реакции будут протекать иначе.

Сигаретный дым образуется путем сжигания табака при температуре от 400 °С до 900 °С. Аэрозоль табака для кальяна продуцируется путем нагревания смеси при температуре от 120 °С до 190 °С [7]. Температура табака для кальяна на границе между углем и смесью (под алюминиевой фольгой), и продукта в чаше, различается и, составляет + 250 °С и +130°С, соответственно. Установлено, что аэрозоль, идущий вниз по потоку (в шахте кальяна и перед прохождением через колбу с водой), и аэрозоль, идущий вверх по потоку (после прохождения через колбу с водой и перед попаданием в мундштук), имеет температуру + 72 °С и 32 °С, соответственно. Аэрозоль, проходя через воду, снижает температуру более чем наполовину. Температура воды в колбе повышается с температуры окружающей среды (22 °С) до 24° С в течении курительной сессии [5]. Исследования показали, что при каждой затяжке, температура табака для кальяна в чаше снижалась (~ 50 °С) на время затяжки, а затем повышалась между затяжками [8]. Кроме того, в процессе прокуривания, показатель рН табака для кальяна увеличивается (с $4,76 \pm 0,01$ до $5,33 \pm 0,13$) [9], что оказывает влияние на переход никотина в аэрозоль.

В исследованиях Perraud V. et.al. [8], температура табака для кальяна в чаше, установленная с помощью термопары, колебалась от 265 °С до 318 °С. Максимальная температура табака, полученная в работах Brinkman M.C. [10] et. al., при использовании электрического нагрева, составляет ~300 °С, т.е. выше, чем при использовании нагревания с помощью древесного угля (~150°С). Температура древесного угля, используемого в качестве источника нагрева при курении кальяна, может достигать 450°С [11] и выше. Сжигание древесного угля, для генерации аэрозоля табака для кальяна, является примером термохимической реакции, при которой образуется оксид углерода с выделением тепловой энергии [12].

Режим курения сигарет и кальянных продуктов может оказывать влияние на степень воздействия табачного дыма/аэрозоля на потребителя. По сравнению с сигаретами, затяжка кальяна более вариабельна, включая общее время затяжки, количество затяжек и, соответственно, общее количество вдыхаемого аэрозоля. Количество затяжек, средняя продолжительность затяжки, объем затяжек и интервалы между затяжками выше при курении кальяна. Учитывая поведенческую сложность потребления табака для кальяна, необходимо дальнейшее изучение моделей курения, для корректной оценки воздействия токсических компонентов на пользователей.

Аэрозоль табака для кальяна, как и сигаретный дым, химически сложен, в его составе определено более 300 химических веществ [1, 2], включая токсичные компоненты: никотин, монооксид углерода, альдегиды, полиароматические углеводороды (ПАУ), гетероциклические соединения, ПАК, N-гетероциклические амины, TSNA, карбонильные соединения, летучие органические соединения, тяжелые металлы, аммиак и т.д.

Всемирная организация здравоохранения предложила список приоритетных токсикантов аэрозоля, в который вошли: монооксид углерода (СО), никотин, летучие органические вещества, акролеин, формальдегид, ацетальдегид, мышьяк и тяжелые металлы.

Результаты исследований, опубликованных в «Chemical Characterization of Nanoparticles and Volatiles Present in Mainstream Hookah Smoke» [8] показывают, что угарный газ присутствует в основном потоке аэрозоля и образуется в основном из древесного угля, используемого для нагревания табака. Содержание летучих органических соединений (ЛОС) в аэрозоле показали распад глицерина. Анализ газовой фазы показал, что прохождение основного потока аэрозоля через воду обеспечивает очень слабую фильтрацию компонентов газовой фазы. Курение кальяна приводит к образованию высоких концентраций наночастиц размером 4 - 100 нм, которые в основном состоят из производных редуцирующих сахаров.

При сгорании древесного угля образуется [13]: монооксид углерода (более 90%), полиароматические углеводороды ПАУ (75 – 92) %, бенз(а)пирен (более 95%).

По данным Al-Kazwin et.al., в табаке для кальяна обнаружены тяжелые металлы: Cu, Cr, Mg, Bi, Mn, Mo, Pb, Ni, U и V, из которых в аэрозоль переходит около 50 %, в воде удерживается около (3 ± 1) % [5].

Различные протоколы тестирования, конструктивные особенности кальянной системы и качество используемого угля приводят к вариативности получения оценочных данных по содержанию токсических компонентов в аэрозоле. Режим прокуривания на лабораторной курительной машине не отражает полностью поведенческий профиль человека, однако, количественный состав аэрозоля, полученный в результате машинного тестирования, может быть использован в качестве исходных данных для определения «риска» продукта.

Данные, представленные в статье «Toxicant content, physical properties and biological activity of waterpipe tobacco smoke and its tobacco-free alternatives» [2]:

- содержание влажного конденсата, определенное в аэрозоле табака для кальяна, колеблется от 242 до 2350 мг/сеанс.
- содержание воды в аэрозоле табака для кальяна составляет (548 – 1760) мг/сеанс.
- содержание никотина составляет (1,04 - 7,75) мг/сеанс. При этом, если в колбе не используется вода, количество никотина в аэрозоле табака для кальяна увеличивается с 2,11 до 9,29 мг/сеанс.
- содержание монооксида углерода (СО) колеблется от 57,2 до 367 мг/сеанс и зависит в основном от качества и количества древесного угля, используемого для нагрева. При использовании электронагрева количество СО снижается до 5,7 мг/сеанс.
- содержание оксида азота (NO) в аэрозоле составляет (325 – 440) мкг/сеанс.
- особое место среди токсичных компонентов аэрозоля табака для кальяна занимают канцерогены общетоксического действия - карбонильные соединения (ацетальдегид, акролеин, формальдегид), которые являются продуктами термического разложения компонентов кальянной смеси, количество которых зависит от температуры нагрева.
- концентрации тяжелых металлов в аэрозоле табака для кальяна колебались от 200 до 7000 нг/сессия. По сравнению с сигаретным дымом, большинство токсичных металлов (кобальт, хром, никель, кадмий и свинец) присутствовали в более высоких концентрациях.

В исследовании Brinkman et al. [10], табачные специфичные нитрозамины (NNK и NNN) не обнаружены в аэрозоле. Однако, в работе Qasim, H., Alarabi, A.B., Alzoubi, K.H. et al. [14] сообщается о низких уровнях N -нитрозоанатабина, 4-(метилнитрозоамино)-1-(3-пиридинил)-1-бутанона (NNK), N' -нитрозоникотина и N-нитрозоанабазина.

По данным Perraud V. et al. [8], при термическом разложении, глицерин образует не только acetaldehyde и acrolein, но и 3-hydroxypropanal, 1-hydroxypropan-2-one, hydroxyacetone/acetol, glycolaldehyde, и acetic acid.

Тестирование аэрозоля кальянных продуктов проводится во многих исследовательских лабораториях, однако, результаты зависят от применяемого режима прокуривания. Один из распространенных методов воспроизведения курения кальяна разработан учеными Американского университета Бейрута (Риад Эль-Солх) на основе совокупных измерений топографии затяжек пользователей. Исследованиями установлено, что средний объем затяжки составляет 531 мл, средняя продолжительность затяжки – 2,47 с, средний интервал между затяжками – 16,28 с. Для исследований, в которых использовался бейрутский метод, диапазон определения влажного конденсата (802 - 2350) мг/сеанс.

Параметры режима тестирования на специальной курительной машине для кальяна регламентирует ISO 22486:2019 [15]: продолжительность затяжки ($2,6 \pm 0,1$) с, объем затяжки (530 ± 10) мл, частота затяжки ($20 \pm 0,5$) с, количество затяжек 175. Для исключения влияния угля на состав аэрозоля, в данном стандарте используется электрическое нагревание продукта при температуре 280°C.

В лаборатории технологии производства табачных изделий ФГБНУ ВНИИТТИ проводятся исследования кальянных продуктов с установлением режима машинной генерации аэрозоля табака для кальяна на линейной курительной машине CERULEAN SM 405 [16, 17]. Определен протокол тестирования: объем затяжки 350 мл, продолжительность затяжки 4 с, пауза между затяжками 20 с, число последовательных затяжек – 100, профиль затяжки – прямоугольный. Разработана методика раздельного сбора компонентов аэрозоля табака для кальяна при машинном тестировании, которая позволяет анализировать как жидкую фазу, так и газообразную фазу основного потока. Сбор влажного конденсата проводится в ловушку с фильтром из стекловолокна (cambridge filter pad) диаметром 92 мм. Сбор газовой фазы аэрозоля для определения содержания монооксида углерода (CO) проводится в мешки герметичные воздухонепроницаемые, объемом 7,0 л. Для определения карбонильных соединений методом UHPLC-MS/MS, разработан процесс сбора компонентов газовой фазы аэрозоля в систему импинджеров (импинджерная ловушка), одновременно подключённых к каналам курительной машины.

При тестировании образцов табака для кальяна на курительной машине линейного типа Cerulean SM 405, продуцируется максимальное количество компонентов в аэрозоль, однако, установить объем затяжки, приближенный к показателям «реального» курения (~ 500 мл), невозможно. Разработано экспериментальное устройство (патент RU 212802U1) [18], позволяющее конструктивно установить объем затяжки, отражающий поведенческий профиль курильщика. Проводятся дополнительные исследования по количественному сбору компонентов влажного конденсата аэрозоля для установления зависимости содержания никотина от компонентного состава продукта и конструктивных особенностей кальянной системы.

Исследования лаборатории имеют логическую связь с результатами Shihadeh A. et al. [2], Perraud V. et al. [8] и Brinkman M.C. et al. [10]:

- содержание влажного конденсата, определенное в аэрозоле табака для кальяна/бестабачной смеси для нагревания, колеблется от 345 до 1194 мг/сеанс;
- содержание никотина составляет (0,2 - 2,59) мг/сеанс;
- содержание монооксида углерода (CO) колеблется от 70 до 210 мг/сеанс при использовании кокосового угля для нагрева;
- содержание карбонильных соединений (SC) составляет: формальдегид – (0,11 - 0,74) мкг/100см³, ацетальдегид – (0,84 - 1,92) мкг/100см³, акролеин - (0,22 - 0,46) мкг/100см³.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Clutterbuck A. «Method Development for the Collection and Instrumental Analysis of Harmful Compounds in Mainstream Hookah Smoke», Doctoral dissertation, University of Cincinnati, 2017. URL: http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=ucin1491227953201259 (дата обращения 13.03.23).
2. Shihadeh A, Schubert J, Klaiany J, El Sabban M, Luch A, Saliba NA. Toxicant content, physical properties and biological activity of waterpipe tobacco smoke and its tobacco-free alternatives. *Tob Control*. 2015. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4345918/> (дата обращения 16.03.23).
3. Lauterbach J.H. A Waterpipe is not a Cigarette, it is not Even a Conventional Pipe. Aug 15, 2022. pp. 127-129. URL: <https://sciendo.com/article/10.2478/cttr-2022-0013?tab=references> (дата обращения 09.04.23).
4. Farag M.A., Elmassy M.M., El-Ahmady S.H. The characterization of flavored hookahs aroma profile and in response to heating as analyzed via headspace solid-phase microextraction (SPME) and chemometrics. *Sci Rep* 8, 17028 (2018). URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35368-6> (дата обращения 22.06.21).
5. Al-Kazwini A.T., Said A.J., Sdepanian S. Compartmental analysis of metals in waterpipe smoking technique. *BMC Public Health* 15, 153 (2015). URL: <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1373-6> (дата обращения 19.01.22).
6. ISO/TS 22487:2019 «Water pipe tobacco — Determination of total collected matter and nicotine using a water pipe tobacco smoking machine». URL: <https://www.iso.org/standard/73323.html> (дата обращения 02.08.23).
7. A preliminary comparison of flavoured waterpipe tobacco aerosol with cigarette smoke: Part 2: Hoffmann analytes machine derived data. URL: https://www.coresta.org/sites/default/files/abstracts/2019_STPOST25_Wilkinson.pdf (дата обращения 01.07.23).
8. Perraud V., Lawler M. J, Malecha K.T., Johnson R. M., Herman D.A., Staimer N., Kleinman M.T., Nizkorodov S.A., Smith J.N. Chemical characterization of nanoparticles and volatiles present in mainstream hookah smoke. *Aerosol Science and Technology*, 2019, pp. 1023-1039. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7546025/> (дата обращения 09.06.23).
9. Hsieh J.R., Mekoli M.L., Edwards R.L. Levels of Chemical Toxicants in Waterpipe Tobacco and Waterpipe Charcoal Solid Waste. 2021 Nov 26;12(11). pp. 913-938. doi: 10.4236/jep.2021.1211054. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8649808/> (дата обращения 07.02.24).
10. Brinkman M.C., Teferra A.A., Kassem N.O., Kassem N.O. Effect of electric heating and ice added to the bowl on mainstream waterpipe semivolatile furan and other toxicant yields. *Tob Control*. 2020 Feb;29(Suppl 2). pp.110-116. doi: 10.1136/tobaccocontrol-2019-054961. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31542776/> (дата обращения 21.02.22).
11. Vacha Z.A., Salameh P., Waked M. Saliva cotinine and exhaled carbon monoxide levels in natural environment waterpipe smokers. *Inhal Toxicol*. 2007 Jul;19(9):771-7. doi: 10.1080/08958370701401699. URL: https://www.researchgate.net/publication/6224913_Saliva_Cotinine_and_Exhaled_Carbon_Monoxide_Levels_in_Natural_Environment_Waterpipe_Smokers (дата обращения 16.02.24).
12. FCTC/COP/9/10 Проблемы, связанные с инновационными и новыми табачными изделиями и их классификацией. Доклад Секретариата Конвенции. URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/368645/fctc-cop9-10-ru.pdf?sequence=1> (дата обращения 12.12.23).
13. Monzer B., Sepetdjian E., Saliba N., Shihadeh A. Charcoal emissions as a source of CO and carcinogenic PAH in mainstream narghile waterpipe smoke. *Food Chem Toxicol*. 2008 Sep;46(9):2991-5. doi: 10.1016/j.fct.2008.05.031. Epub 2008 Jun 4. PMID: 18573302. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278691508002780?via%3Dihub> (дата обращения 15.04.23).
14. Qasim, H., Alarabi, A.B., Alzoubi, K.H. et al. The effects of hookah/waterpipe smoking on general health and the cardiovascular system. *Environ Health Prev Med* 24, 58 (2019). URL: <https://doi.org/10.1186/s12199-019-0811-y> (дата обращения 17.02.24).

15. ISO 22486:2019 Water pipe tobacco smoking machine - Definitions and standard conditions. URL: <https://www.iso.org/standard/73321.html> (дата обращения 22.03.22).
16. Шкидюк М.В. Критерии идентификации табака для кальяна и бестабачной смеси для нагревания./ М.В. Шкидюк, С.В. Гвоздецкая, О.К. Бедрицкая, Г.П. Шураева // Новые технологии. - 2022. – Т.18(3). – С.118-126. URL: <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-3-118-126> (дата обращения 02.11.23).
Shkidjuk M.V. Kriterii identifikacii tabaka dlja kal'jana i bestabachnoj smesi dlja nagrevanija./ M.V. Shkidjuk, S.V. Gvozdeckaja, O.K. Bedrickaja, G.P. Shuraeva // Novye tehnologii. - 2022. – Т.18(3). – С.118-126. URL: <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-3-118-126> (дата обращения 02.11.23).
17. Шкидюк М.В. Разработка методики измерений массовой доли никотина в табаке для кальяна / М.В. Шкидюк, О.А. Жабенцова, Н.Н. Бубнова, С.В. Гвоздецкая // ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ; Издательство: КГТУ (Краснодар); Номер 4 (393), 2023 Страницы: 118 – 122. URL:<https://doi.org/10.26297/0579-3009.2023.4.20> (дата обращения 02.02.24).
Shkidjuk M.V. Razrabotka metodiki izmerenij massovoj doli nikotina v tabake dlja kal'jana / M.V. Shkidjuk, O.A. Zhabencova, N.N. Bubnova, S.V. Gvozdeckaja // IZVESTIJa VYSShIH UChEBNYH ZAVEDENIJ. PISHhEVAJa TEHNOLOGIJa; Izdatel'stvo: KGTU (Krasnodar); Nomer 4 (393), 2023 Stranicy: 118 – 122. URL:<https://doi.org/10.26297/0579-3009.2023.4.20> (дата обращения 02.02.24).
18. Патент № 212802 U1 Российская Федерация, МПК А24F 1/30. Устройство для сбора влажного конденсата дыма кальяна: №2022102274 : заявл. 31.01.2022 : опубл. 09.08.2022 / Е. А. Бубнов, С. В. Гвоздецкая; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий». – 5 с. URL: <https://patents.google.com/patent/RU212802U1/ru> (дата обращения 02.11.23).
Patent № 212802 U1 Rossijskaja Federacija, MPK A24F 1/30. Ustrojstvo dlja sбора vlazhnogo kondensata dymа kal'jana: №2022102274 : zajavl. 31.01.2022 : opubl. 09.08.2022 / E. A. Bubnov, S. V. Gvozdeckaja; zajavitel' Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe nauchnoe uchrezhdenie «Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut tabaka, mahorki i tabachnyh izdelij». – 5 s. URL: <https://patents.google.com/patent/RU212802U1/ru> (дата обращения 02.11.23).

УДК 664.66.022.3

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПИЩЕВОЙ СИСТЕМЫ ХЛЕБА БИОАКТИВНЫМИ ИНГРЕДИЕНТАМИ

Девяткин Д.И., Меренкова С.П., кандидат ветеринарных наук, доцент
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)», Российская Федерация, г. Челябинск

Аннотация. Целью работы являлось изучение технологических аспектов обогащения пищевой системы хлеба биоактивными компонентами. Обосновано оптимальное количество вносимой соевой и конопляной муки, разработаны рациональные параметры производства. При внесении обогащающих добавок органолептические и физико-химические показатели качества хлеба соответствуют установленным требованиям. Использование данной технологии позволит получить обогащенный хлеб, обладающий улучшенными функциональными характеристиками, высокой антиоксидантной активностью.

Ключевые слова: мука конопляная, мука соевая, арабиногалактан, хлеб обогащенный, антиоксидантная активность

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF ENRICHING THE BREAD FOOD SYSTEM WITH BIOLOGICALLY ACTIVE INGREDIENTS

Devyatkin D.I, Merenkova S.P., PhD in Veterinary sciences, Associate Professor
FSAEI HE «South Ural State University (National Research University)»
Russian Federation, Chelyabinsk

Abstract. The purpose of the study was to research the technological aspects of enriching the bread food system with bioactive components. The optimal amounts of soy and hemp flour were justified, rational production parameters have been developed. When adding bioactive supplements, the organoleptic and physico-chemical indicators of bread quality met the established requirements. The use of this technology makes it possible to obtain enriched bread with improved functional characteristics and high antioxidant activity.

Keywords: hemp and soy flour, arabinogalactan, enriched bread, antioxidant activity

Введение. Основными задачами Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 г., являются сохранение и укрепление здоровья населения, увеличение продолжительности активной жизни, создание условий для ведения здорового образа жизни. Для решения вышеперечисленных задач приоритетными направлениями развития пищевой промышленности являются расширение ассортимента продукции, обогащенной биологически активными ингредиентами; разработка технологий обогащенных и функциональных продуктов питания [1].

Хлебобулочные изделия, являются продуктом массового спроса, характеризуются значительной энергетической ценностью, высокой усвояемостью, обладают оптимальными органолептическими свойствами. На основании анализа научно-технической литературы установлен потенциал применения нетрадиционных растительных сырьевых ингредиентов для коррекции пищевого профиля хлебобулочных изделий, при сохранении и/или улучшении функциональных и потребительских свойств [2, 3]. Актуальным аспектом является научное и технологическое обоснование технологии обогащенного хлеба, при включении в рецептуру композиции биоактивных сырьевых компонентов.

Целью работы являлось изучение технологических аспектов обогащения пищевой системы хлеба биоактивными компонентами; а также анализ потребительских свойств, антиоксидантной активности хлеба обновленного ассортимента.

Объекты и методы исследований. К объектам исследования относились растительные компоненты с высокой биологической активностью: мука конопляная из семян технических сортов (ООО «Медаль», г. Челябинск, белок 32 %, жир 12 %; углеводы 21 %); мука соевая полуобезжиренная (ООО «Гарнец», белок 43 %, жир 8 %; углеводы 19,1 %) и арабиногалактан (AROMASHKA, Россия); модельные образцы хлеба.

В качестве базовой была использована унифицированная рецептура хлеба подового из пшеничной обойной муки. Для приготовления экспериментальных образцов были разработаны рецептуры, включающие конопляную или соевую муку и арабиногалактан с замещением пшеничной муки. По результатам оценки технических характеристик изделий, были подобраны три оптимальные рецептуры, содержащие следующие соотношения растительных биоактивных компонентов:

1. 10 % конопляной муки и 2,5 % арабиногалактана (10 % КМ и 2,5 % АГ)
2. 8 % соевой муки и 2,5 % арабиногалактана (8 % СМ и 2,5 % АГ)
3. 10 % соевой муки и 2,5 % арабиногалактана (10 % СМ и 2,5 % АГ)

Для оценки формирования качества обогащенного хлеба были проведены исследования органолептических и физико-химических показателей экспериментальных образцов. Определение физико-химических показателей (влажность, пористость и титруемая кислотность мякиша) производилось по стандартным методикам, приведенным в нормативно-технических документах. Для дегустационного анализа разработана 5-ти балльная шкала оценки органолептических показателей согласно перечню индикаторов, рекомендуемых ГОСТ Р 58233. В образцах хлеба были определены показатели, характеризующие уровень антиоксидантной активности и содержание полифенольных компонентов. Все исследования проводили дважды, – через сутки, а также через 4 суток хранения образцов хлеба в потребительской упаковке при температуре (20±2) °С.

Результаты исследований и их обсуждение.

Для приготовления образцов обогащенного хлеба составлены оптимальные параметры производства. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры производства образцов обогащенного хлеба

Технологический этап	Наименование образцов	
	10 % КМ и 2,5 % АГ	8 % СМ и 2,5 % АГ и 10 % СМ и 2,5 % АГ
Значение технологических параметров		
Замес теста	5–7 минут при 29 °С	
Брожение теста	70 минут при 28–35 °С и влажности 75–80 %	80 минут при 28–35 °С и влажности 75–80 %
Расстойка тестовых заготовок	20 минут при 35–40 °С и влажности 75–85 %	
Выпечка изделий	20–25 минут при 180–200 °С, рекомендуется подавать в печь пар до влажности внутри камеры 60–80 %	

В процессе экспериментального обоснования предложенной технологии было установлено, что в результате взаимодействия обогащающих компонентов в пищевой системе хлеба снижается продолжительность формирования структурно-механических свойств теста, на этапе созревания полуфабрикатов наблюдается интенсификация биохимических процессов, активация ферментативных реакций и возрастание накопления органических кислот. Данная позиция является обоснованием для сокращения продолжительности брожения и расстойки полуфабрикатов на 16–20 % для рассматриваемых образцов. В образце 10 % КМ и 2,5 % АГ биохимические и коллоидные процессы происходят несколько интенсивнее.

Дескрипторно-профильный метод дегустационного анализа позволил дать наиболее объективную органолептическую оценку качества образцов обогащенного

хлеба. Профилограммы с результатами оценки органолептических показателей экспериментальных образцов через 1 сутки и 4 суток хранения представлены на рисунке 1. Доказано, что при внесении обогащающих добавок в хлеб в количестве, – 8–10 % нетрадиционного вида муки и 2,5 % арабиногалактана, органолептические показатели качества существенно не изменяются, а в процессе хранения в течение 4 суток снижаются незначительно; все показатели находились в границах требований, установленных ГОСТ 58233-2018. Образец 8 % СМ и 2,5 % АГ по сенсорным характеристикам наиболее приближен к контрольному образцу.

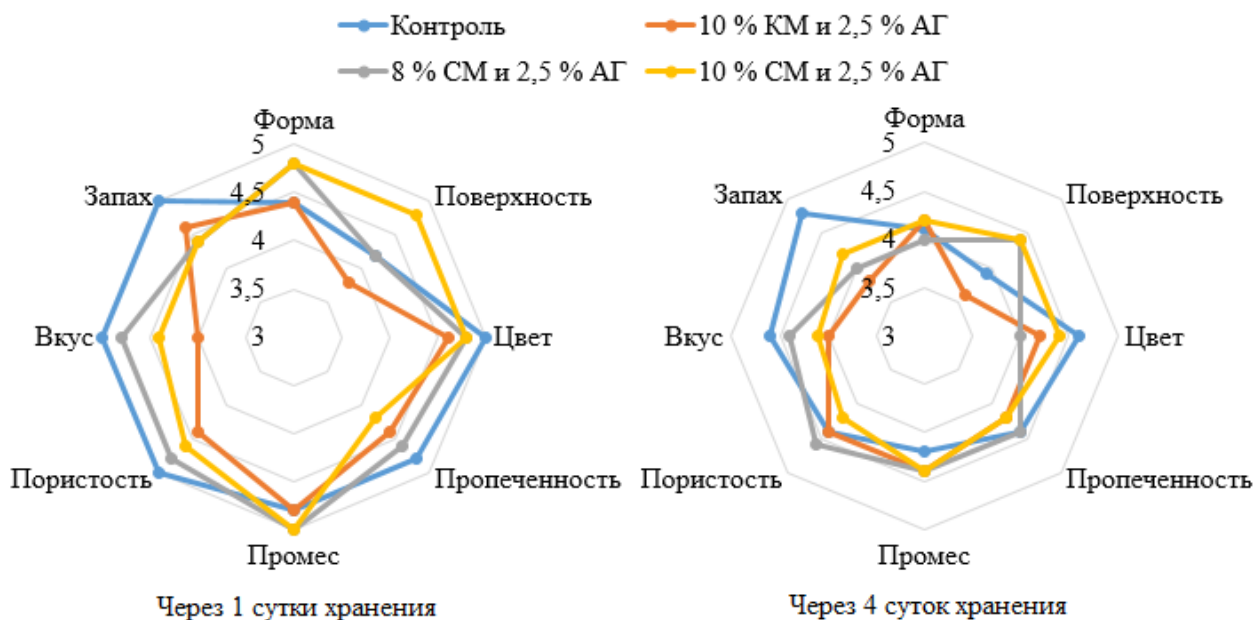


Рисунок 1. Сенсорные профили экспериментальных образцов хлеба

Физико-химические показатели образцов хлеба через 1 и 4 суток хранения представлены в таблице 2. По физико-химическим показателям обогащенные образцы хлеба незначительно отличались от контрольного образца, все показатели находились в пределах установленных норм. В процессе хранения в течение 4 суток выявлено снижение влажности мякиша опытных образцов хлеба на 12,8–14,2 %; увеличение титруемой кислотности на 9,1–19,0 % и снижение пористости на 1,8–4,6 %.

Таблица 2

Динамика физико-химических показателей образцов хлеба

Экспериментальный образец хлеба	Контролируемые показатели		
	Пористость мякиша, %	Влажность мякиша, %	Титруемая кислотность, град.
Физико-химические показатели образцов хлеба через 1 сутки хранения			
10 % КМ и 2,5 % АГ	67,0±0,6	45,0±0,40	2,1±0,20
8 % СМ и 2,5 % АГ	68,3±0,3	44,9±0,43	2,0±0,36
10 % СМ и 2,5 % АГ	67,4±0,4	45,0±0,44	2,2±0,32
Контроль	67,2±0,4	44,8±0,45	1,9±0,25
Физико-химические показатели образцов хлеба через 4 суток хранения			
10 % КМ и 2,5 % АГ	65,8±0,5	39,5±0,30	2,5±0,22
8 % СМ и 2,5 % АГ	65,3±0,3	39,8±0,37	2,2±0,25
10 % СМ и 2,5 % АГ	65,6±0,4	39,4±0,63	2,4±0,21
Контроль	65,1±0,4	33,3±0,35	2,1±0,23

В составе муки из семян масличных культур содержатся значительное количество полифенолов, таких как флавоноиды и фенольные кислоты, которые обладают доказанными физиологическими эффектами [4, 5].

Результаты исследования антиоксидантных свойств образцов: антирадикальной активности (DPPH, %); и содержания полифенолов через 1 сутки и 4 суток хранения представлены на рисунке 2. Установлено возрастание антирадикальной активности в опытных свежеспеченных образцах хлеба при внесении биоактивных добавок в 5,6–7,8 раз, содержания полифенолов – в 1,4–5,5 раз по сравнению с контрольным образцом. Через 4 суток хранения отмечено уменьшение концентрации полифенолов на 18,9–22,0 %, снижение антиоксидантной активности на 15,0–18,0 %. Значения антиоксидантной активности для образцов хлеба обогащенного прямо пропорциональны концентрации вносимых обогащающих компонентов.

Выявлено, что внесение обогащающих компонентов способствует повышению антиоксидантной активности образцов хлеба, обеспечивает стабильность пищевой системы при хранении, – замедляет процессы, связанные с ретроградацией крахмала и окислением липидной фракции.

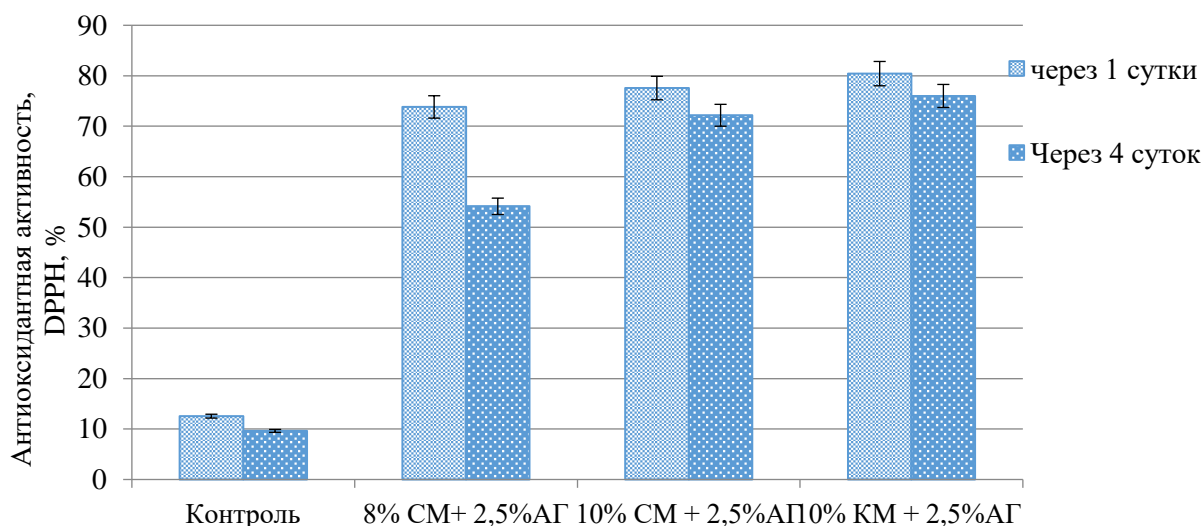


Рисунок 2. Результаты исследования антиоксидантных свойств образцов

Выводы. По результатам исследований технических и потребительских свойств изделий, установлено оптимальное количество вносимой муки из семян масличных культур (соевой и конопляной) – 10 % от массы пшеничной муки 1 сорта. Для образцов 10 % СМ и 2,5 % АГ и 10 % КМ и 2,5 % АГ разработаны и обоснованы оптимальные параметры производства.

Использование данной технологии позволит получить обогащенный хлеб, обладающий улучшенными функциональными и потребительскими характеристиками, высокой антиоксидантной активностью и пролонгированным сроком хранения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Супрунова, И.А. Актуальные проблемы повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий / И.А. Супрунова // Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке: Материалы VIII Международной научно-технической конференции. СПб: НИУ ИТМО, – 2017. – С. 268-271.
2. Захарова, А.С. Формирование пищевой ценности булочных изделий с мукой из семян масличных культур / А.С. Захарова, С.С. Кузьмина, Е.Ю. Егорова, Л.А. Козубаева // Ползуновский вестник. – 2020. – № 4. – С. 3–9.
3. Ермакова, М.Ф. Влияние арабиногалактана, выделенного из древесины лиственницы сибирской, на хлебопекарные достоинства муки мягкой пшеницы и качество хлеба / М.Ф. Ермакова, А.К. Чистякова, Л.В. Щукина // Химия растительного сырья. – 2009. – № 1. – С. 161–166.
4. Crescente, G. Chemical composition and nutraceutical properties of hempseed: An ancient food with actual functional value / G. Crescente, S. Piccolella, A. Esposito et al. // Phytochemistry Reviews. 2018. – no 17. – P. 733–749. <https://doi.org/10.1007/s11101-018-9556-2>
5. Меренкова, С.П. Технологические аспекты применения продуктов переработки семян конопли в рецептуре обогащенных кексов / С. П. Меренкова, О. В. Зинина, О. П. Неверова // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 14. – С. 21-32.

REFERENCES

1. Suprunova, I.A. Aktualny`e problemy` povыsheniya pishhevoj cennosti xlebobulochny`x izdelij [Actual problems of increasing the nutritional value of bakery products] / I.A. Suprunova // Nizkotemperaturny`e i pishhevyye tehnologii v XXI veke: Materialy` VIII Mezhdunarodnoj nauchno-texnicheskoj konferencii. SPb: NIU ITMO, – 2017. – S. 268-271.
2. Zaxarova, A.S. Formirovanie pishhevoj cennosti bulochny`x izdelij s mukoj iz semyan maslichny`x kul'tur [Formation of the nutritional value of bakery products with flour from oilseeds] / A.S. Zaxarova, S.S. Kuz'mina, E.Yu. Egorova, L.A. Kozubaeva // Polzunovskij vestnik– 2020. – № 4. – S. 3–9.
3. Ermakova, M.F. Vliyanie arabinogalaktana, vy`delennogo iz drevesiny` listvennicy sibirskoj, na xlebopekarny`e dostoinstva muki myagkoj pshenicy i kachestvo xleba [The influence of arabinogalactan isolated from Siberian larch wood on the baking advantages of soft wheat flour and the quality of bread] / M.F. Ermakova, A.K. Chistyakova, L.V. Shhukina // Ximiya rastitel'nogo sy`r`ya. – 2009. – № 1. – S. 161–166.
4. Crescente, G. Chemical composition and nutraceutical properties of hempseed: An ancient food with actual functional value / G. Crescente, S. Piccolella, A. Esposito et al. // Phytochemistry Reviews. 2018. – no 17. – P. 733–749. <https://doi.org/10.1007/s11101-018-9556-2>
5. Merenkova, S.P. Texnologicheskie aspekty` primeneniya produk-tov pererabotki semyan konopli v recepture obogashhenny`x keksov [Technological aspects of the use of hemp seed processing products in the formulation of enriched cupcakes] / S. P. Merenkova, O. V. Zinina, O. P. Neverova // Agrarny`j vestnik Urala. – 2022. – №

УДК 664.162.8

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФРУКТОВЫХ НАЧИНОК ДЛЯ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Казанцев Е.В.

ВНИИКП – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Российская Федерация, г. Москва

Аннотация. Фруктовые начинки являются важнейшей рецептурной составляющей многих кондитерских изделий. Проведены исследования структурно-механических свойств изготовленных фруктовых начинок. Различные структурообразователи в составе начинок при концентрации 0,5% существенно уменьшали активность воды начинок, что прогнозирует снижение скорости процесса влагопереноса и риск микробиологической порчи в кондитерских изделиях. Установлено, что растекаемость фруктовых начинок наибольшая у образцов на основе гуллиарабика и лямбда каррагинана, наибольшей вязкостью обладали образцы на основе каппа каррагинана. Показано, что применение конжаковой, ксантановой камедей, каппа и йотта каррагинанов в рецептурном составе начинок формирует их высокие структурно-механические свойства. Полученные результаты можно использовать для разработки новых рецептур кондитерских изделий с фруктовыми начинками и повышения их качества.

Ключевые слова: фруктовые начинки, структурообразователи, структурно-механические свойства, влагоперенос.

FORMATION OF STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF FRUIT FILLINGS FOR CONFECTIONERY PRODUCTS

Kazantsev E.V.

All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry – Branch of «V.M. Gorbato» Federal Research Center for Food Systems» of RAS, Russian Federation, Moscow

Abstract. Fruit fillings are the most important recipe component of many confectionery products. Studies have been carried out on the structural and mechanical properties of the manufactured fruit fillings. Various structure formers in the fillings at a concentration of 0.5% significantly reduced the water activity of the fillings, which predicts a decrease in the rate of moisture transfer and the risk of microbiological spoilage in confectionery products. It was found that the spreadability of fruit fillings was greatest in samples based on gum arabic and lambda carrageenan; samples based on kappa carrageenan had the highest viscosity. It has been shown that the use of konjac, xanthan gums, kappa and yotta carrageenans in the recipe composition of fillings creates their high structural and mechanical properties. The results obtained can be used to develop new recipes for confectionery products with fruit fillings and improve their quality.

Keywords: fruit fillings, structure formers, structural and mechanical properties, moisture transfer.

Введение. Фруктовые начинки являются необходимым полуфабрикатом при изготовлении мучных кондитерских изделий. Государственный стандарт 32741-2014 «Полуфабрикаты. Начинки и подварки фруктовые и овощные. Общие технические условия» устанавливает термин начинки – это густая масса, обладающая мажущейся или железной консистенции с равномерно распределённой в ней фруктами и/или овощами или их частями, или без них.

Фруктовые начинки по классификации П.А. Ребиндера относятся к коагуляционным структурам с высокой пластичностью и низкой прочностью. При образовании таких структур существенную роль играют поверхностно-активные вещества и растворённые в воде эмульгаторы и стабилизаторы, которые формируют структурно-механические характеристики [1].

При разработке новых видов изделий с заранее заданными свойствами и составом для обеспечения протекания технологических процессов необходимы знание и контроль

реологических и структурно-механических характеристик полуфабрикатов [2, 3].

Консистенция, определяемая типом структуры, одна из наиболее сложных сенсорных характеристик кондитерских изделий. Органолептическая оценка структуры изделий осуществляется весьма условно и не может быть достоверно количественно описана. Это осложняет возможность прогнозирования структурно-механических свойств готовой продукции, что затрудняет разработку новых видов продукции при изменениях в предпочтениях потребителей [4].

Силы поверхностного натяжения и адгезия являются важными факторами при изготовлении и хранении начинок. Адгезионный контакт зависит от способа формования и реологических свойств полуфабрикатов. Высокие адгезионные свойства полуфабрикатов затрудняют процесс их транспортировки и формования изделий [5].

Уменьшение адгезии весьма актуально при тестообразовании и выпечке изделий. Силы поверхностного натяжения начинок также оказывают влияние на их вязкость. Для повышения вязкости этих пищевых систем используют такие загустители как ксантановая, гуаровая, конжаковая, рожкового дерева камеди, что позволяет управлять консистенцией кондитерских изделий [6].

Эффективность структурообразования в пищевых системах с гидроколлоидами также определяется не только особенностями строения молекул пектинов, но и рецептурным составом и способом их получения, условиями хранения пищевых продуктов. Соединение частиц пектина приводит к образованию пространственной сетки, охватывающей весь объем изделия и служит каркасом образованного студня [7].

Обосновано применение структурообразователей для производства продуктов студнеобразной консистенции. Изучено взаимное комплексное влияние загустителей на потребительские характеристики мармеладных изделий. Из полисахаридов наиболее востребованы альгинаты, агар, лямбда каррагинан. Для образцов мармелада концентрацию агара варьировали от 0,5% до 1,5%, что обеспечивало формирование прочного студня [8].

Применение структурообразователей позволяет формировать необходимую консистенцию продукта, при этом исключая из пищевых систем трансизомеры жирных кислот и удерживать жидкие масла в структуре водного геля [9].

Для оценки свойств начинок необходимы анализаторы текстуры. Такая оценка осуществляется измерением усилия соответствующего индентора на исследуемый образец на структурометре, что позволяет оценить прочность, эластичность, консистенцию [10].

Цель данной работы – провести сравнительную оценку структурно-механических свойств фруктовых начинок структурообразователей, используемых для изготовления различных групп кондитерских изделий.

Объектами исследования являлись изготовленные фруктовые начинки, содержащие: 46,4% сахара белого, 30% пюре яблочного, 0,5% структурообразователя, 0,1% сорбата калия. Образец № 1 не содержал структурообразователя, № 2 – ксантановую камедь, № 3 – гуаровую камедь, № 4 – гуммиарабик, № 5 – конжаковую камедь, № 6 – карбоксиметилцеллюлозу, № 7 – камедь рожкового дерева, № 8 – каппа каррагинан, № 9 – йогта каррагинан, № 10 – лямбда каррагинан (рисунок 1).

Методы исследования. Массовая доля влаги фруктовых начинок определена по ГОСТ 5900 – 2014 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли влаги и сухих веществ». Активность воды определена по ГОСТ ISO 21807-2015 «Микробиология пищевой продукции и кормов. Определение активности воды».

Определение структурно-механических (реологических) свойств начинок осуществлено с использованием прибора «Структурометр СТ-2» (Россия). Скорость нагружения составляла 0,5 мм/с. Математическая обработка экспериментальных данных проведена с помощью программы Excel 2019 (tables).



Рисунок 1. Образцы фруктовы начинок, содержащих различные структурообразователи

Результаты и их обсуждение. Высокая активность воды 0,922 контрольного образца прогнозируют высокую скорость процессов влагопереноса в кондитерских изделиях. Применение 0,5% различных структурообразователей в рецептурном составе начинок существенно уменьшило значения активности воды. Так для образцов с ксантановой и гуаровой камедями и каппа, йотта, лямбда каррагинанами активность воды находилась в диапазонах 0,904 – 0,907 и 0,904-0,906, соответственно, что прогнозирует снижение риска микробиологической порчи начинок.

Определены структурно-механические свойства фруктовых начинок по усилиям нагружения (F_n) с применением инденторов с различными геометрическими параметрами: конус, шарик, диск (таблица 1).

Таблица 1

Усилие нагружения F_n , характеризующее структурно-механические свойства фруктовых начинок

№	Индентор/ внедрение, мм	Усилие нагружения F_n , г									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Шарик (D=15 мм)/3 мм	3,0	6,0	5,4	3,0	8,4	4,6	4,5	8,8	6,6	3,6
2	Конус 90°/6 мм	22,5	17,5	20,5	16,0	13,0	18,7	20,6	44,0	9,3	9,7
3	Диск (D=30 мм)/1 мм	5,2	8,1	6,4	5,1	9,0	5,4	5,3	9,9	3,3	6,3

Полученными усилиями нагружения с использованием индентора шарик характеризовали вязкость образцов начинок. Наибольшими значениями усилия нагружения обладали образцы на основе каппа каррагинана, конжаковой камеди и йотта каррагинана.

Поверхностное натяжение образцов начинок характеризовалось усилиями нагружения с использованием индентора конус 90°. Наибольшими значениями усилия нагружения обладали начинки с 0,5% каппа каррагинана. Адгезионные свойства характеризовались усилиями адгезионного напряжения с использованием индентора диск с D=30 мм. Установлено, что наибольшими адгезионными свойствами обладали образцы на основе каппа каррагинана, конжаковой камеди, ксантановой камеди.

Закключение. Проведена сравнительная оценка структурно механических свойств структурообразователей, используемых при изготовлении начинок для кондитерских изделий. Установлено, что применение конжаковой, ксантановой камедей, каппа и йотта каррагинанов в рецептурном составе начинок формирует их высокие структурно-механические (реологические) свойства. Полученные результаты исследований можно использовать для формирования фруктовых начинок с заданными физико-химическими и структурно-механическими свойствами, а также для повышения качества мучных кондитерских изделий с фруктовыми начинками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шлеленко, Л.А. Перспективные технологии хлебобулочных изделий для детского питания на основе кисломолочных продуктов / Л.А. Шлеленко, Е.В. Апульцина // Материалы форума «Современное хлебопечение – 2008» // МПА. – М., 2008 – С. 75-78.
2. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия: избранные труды / под ред. П. А. Ребиндера. – М.: Наука, 1978. 368 с.
3. Biglarian N., [et al.]. Rheological, textural and structural properties of dairy cream as affected by some natural stabilizers // Chem. Biol. Technol. Agric. 2022. Vol. 9, P. 96–112. <https://doi.org/10.1186/s40538-022-00371-7>
4. Коган В. В., Семенова Л. Э. Инженерная реология в пищевой промышленности // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 4. С. 147–156. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2019-4-147-156>
5. Rheological investigation of food [internet]. [cited 2024 April 2]. URL:<https://wiki.antonpaar.com/en/basics-of-rheology/>.
6. Смолихина, П. М., Муратова Е. И. Изучение адгезионных свойств конфетных масс для обоснования способов формования конфет с комбинированными корпусами / П. М. Смолихина, Е. И. Муратова // Вестник ВГУИТ. 2012. № 4. С. 82–85.
7. Merenkova S.P., Zinina O.V. Study of the rheological properties of meat-vegetable minces / S.P. Merenkova, O.V. Zinina // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 613, P. 012078. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012078>
8. Yuliarti O., Gusti E., Chiang J.H. Rheological and microstructural properties of native cassava starch-low methoxyl pectin in a fruit filling gel system / O. Yuliarti, E. Gusti, J.H. Chiang // LWT. 2021. Vol. 146, P. 111568. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111568>
9. Габдукаева, Л. З., Гумеров Т. Ю., Решетник О. А. Влияние структурообразователей на потребительские характеристики мармеладных изделий / Л. З. Габдукаева, Т. Ю. Гумеров, О. А. Решетник // Индустрия питания/ Food Industry. 2020. Т. 5. № 1. С. 50–57. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2020-5-1-6>
10. Кочеткова, А. А. Пищевые олеогели: свойства и перспективы использования / А. А. Кочеткова // Пищевая промышленность. 2019. № 8. С. 30–35. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10132>
11. Ali M. R., Mohamed R. M. Functional strawberry and red beetroot jelly candies rich in fibers and phenolic compounds / M. R. Ali, R. M. Mohamed // Food systems. 2021. Vol. 4, no. 2. P. 82–88 (In Russ.) <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-1-82-88>

REFERENCES

1. Rebinder PA (Eds.). Poverkhnostnyye yavleniya v dispersnykh sistemakh. Kolloidnaya khimiya: izbrannyye Trudy [Surface phenomena in disperse systems. Colloidal chemistry: selected works]. Moscow: Nauka, 1978. 368 p. (In Russ.).
2. Biglarian N, [et al.]. Rheological, textural and structural properties of dairy cream as affected by some natural stabilizers. Chem. Biol. Technol. Agric. 2022;9:96–112. <https://doi.org/10.1186/s40538-022-00371-7>
3. Kogan VV, Semenova LE. Engineering rheology in the food industry. Bulletin of ASTU. Series: Fisheries. 2019;4:147–156 (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2019-4-147-156>
4. Rheological investigation of food [internet]. [cited 2024 April 2]. URL:<https://wiki.antonpaar.com/en/basics-of-rheology/>.
5. Smolikhina PM, Muratova EI. Study of the adhesive properties of candy masses to substantiate methods for molding candies with combined bodies. Vestnik VGUIT. 2012;(4):82–85 (In Russ.).
6. Merenkova SP, Zinina OV. Study of the rheological properties of meat-vegetable minces. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2020;(613):012078. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012078>
7. Yuliarti O, Gusti E, Chiang JH. Rheological and microstructural properties of native cassava starch-low methoxyl pectin in a fruit filling gel system. LWT. 2021;146:111568. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111568>

8. Gabdukaeva LZ., Gumerov TYu, Reshetnik OA. The influence of structure formers on the consumer characteristics of marmalade products. Food Industry. 2020;5(1):50–57 (In Russ.). <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2020-5-1-6>
9. Kochetkova AA, Sarkisyan VA, Kodentsova VM, [et al.]. Food oleogels: properties and prospects for use. Food industry. 2019;(8):30–35. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10132>
10. Ali MR, Mohamed R.M. Functional strawberry and red beetroot jelly candies rich in fibers and phenolic compounds. Food systems. 2021;4(2):82–88. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-1-82-88>

УДК 664.661.1

ВЛИЯНИЕ ЦЕЛЬНОСМОЛОТОЙ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ НА ТЕХНОЛОГИЮ И КАЧЕСТВО ХЛЕБА

**Ладнова О.Л.¹, кандидат технических наук, Корячкина С.Я.², доктор технических наук,
Зайцев Н.А.¹, Боровикова В.В.²**

¹*Среднерусский институт управления – филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации»,
Российская Федерация, г. Орел*

²*ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»,
Российская Федерация, г. Орел*

Аннотация. Изучены основные технологические свойства муки пшеничной цельносмолотой, определено содержание и качество клейковины, показатели состояния углеводно-амилазного комплекса. Исследовано влияние муки цельносмолотой на свойства пшеничного теста и качество хлеба из нее.

Ключевые слова: Хлебобулочные изделия, мука пшеничная цельносмолотая, количество клейковины, углеводно-амилазный комплекс, качество хлеба.

THE EFFECT OF WHOLE WHEAT FLOUR ON THE TECHNOLOGY AND QUALITY OF BREAD

**Ladnova O.L.¹, PhD in Engineering, Koryachkina S.Ya.², Grand PhD in Engineering,
Zaitsev N.A.¹, Borovikova V.V.²**

¹*Central Russian Institute of Management – FSASI HE «Branch of The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration», Russian Federation, Orel*

²*FSBEI HE «Orel state University named after I.S. Turgenev», Russian Federation, Orel*

Abstract. The main technological properties of whole wheat flour have been studied, the content and quality of gluten, indicators of the state of the carbohydrate-amylase complex have been determined. The effect of whole-ground flour on the properties of wheat dough and the quality of bread made from it has been studied.

Keywords: Bakery products, whole wheat flour, amount of gluten, carbohydrate-amylase complex, bread quality

Введение. Традиционно для производства пшеничного хлеба применяют муку хлебопекарную высшего сорта. Эта мука имеет белый или белый с кремовым оттенком цвет, зольность не более 0,55%, должна содержать не менее 28% сырой клейковины, и иметь значение показателя «число падения» не менее 200 сек. Изделия из такой муки отличаются высоким выходом, объемом, хорошей пористостью, белым, хорошо разжевываемым мякишем. Пшеничная мука высшего сорта изготавливается трехсортным или двухсортным помолом из зерна, очищенного от оболочек, это снижает ее пищевую ценность так как в оболочках и алейроновом слое пшеничного зерна сосредоточен основной запас витамином, минеральных веществ и пищевых волокон [1].

В последнее время мукомольной промышленностью налажено производство муки из целого зерна. Ее получают путем однократного помола без отсева отрубьянистых частиц крупного, среднего или тонкого помолов. Особенностью такой муки является сохранность в муке основных пропорций главных анатомических частей зерна – эндосперма, оболочек и зародыша, в отличие от муки высокой степени переработки. Наиболее близкой по технологии можно считать муку обойную. Обойная мука крупная, неоднородная, имеет зольность не более 2%, содержит клетчатку, но в меньшем количестве по сравнению с зерном, и чаще не содержит зародыш. Отсутствие зародыша увеличивает срок хранения обойной муки по сравнению с цельносмолотой. Хлеб из обойной муки получается среднего объема, с темным, грубопористым, жестким

мякишем. Недостатком хлеба из такой муки считается грубая консистенция и быстрое черствение [2, 3, 4]. Отличия обойной и цельносмолотой муки требуют более подробного изучения свойств цельносмолотой муки и исследование ее влияния на технологию, качество и безопасность хлебобулочных изделий.

Цель работы – исследование технологических свойств муки пшеничной цельносмолотой и оценка качества хлеба из нее

Объекты и методы исследования. Образцы муки пшеничной цельносмолотой, вырабатываемой по ТУ 10.61.20-001-38744625-2016 (Алтайский край) – образец муки 1, органической цельнозерновой – по ГОСТ 22980-2026 (Орловская область) – образец муки 2 и цельнозерновой по – стандарту ЕС (Тульская область) – образец муки 3. Образцы теста и хлеба. Для приготовления опытных образцов хлеба тесто готовили безопасным способом по рецептуре из муки пшеничной цельносмолотой (Алтайский край), воды питьевой, дрожжей прессованных хлебопекарных 2,5% и соли пищевой поваренной 1,5% – образец 1. Опытные образцы 2 и 3 вместо муки пшеничной цельносмолотой (Алтайский край) содержали муку пшеничную цельнозерновую органическую (Орловская область) и муку пшеничную цельнозерновую (Тульская область). Тесто замешивали влажностью $45,0 \pm 0,5\%$. Окончание брожения теста определяли по кислотности. Далее тестовые заготовки массой 300г помещали в формы и после расстойки выпекали при температуре 200°C 30 минут, затем определяли физико-химические показатели теста (влажность, кислотность после замеса и через 60 минут брожения) и выпеченного хлеба (влажность, кислотность, пористость мякиша, удельный объем хлеба, относительную пластичность и упругость мякиша) и оценивали органолептические показатели качества хлеба.

Влажность муки, теста и хлеба исследовали ускоренным методом высушивания с помощью прибора «Элекс-1М», кислотность – титрометрическим методом по ГОСТ 27493-87 и ГОСТ 5670-96. Показатель «число падения» и параметры амилограмм определяли с помощью прибора «Амилотест», качество клейковины – на приборе ИДК-1М. Качество хлеба оценивали по физико-химическим, структурно-механическим и органолептическим показателям. Пластическую и упругую деформацию мякиша хлеба исследовали на приборе «Структуромет СТ-1М» по методике, прилагаемой к прибору [5, 6].

Результаты исследований и их обсуждение. Исследование показателей качества муки пшеничной цельносмолотой разных производителей представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика показателей качества муки пшеничной цельносмолотой разных производителей

Наименование показателя	Образец муки 1	Образец муки 2	Образец муки 3
Влажность, %	12,30±0,5	12,39±0,5	12,40±0,5
Кислотность, град	5,9±0,5	4,4±0,5	5,9±0,5
Содержание клейковины, %	28,6±2	23,0±2	19,6±2
Качество клейковины, ед. прибора ИДК	55,0	82,5	48,0
Число падения, ед. прибора	296,5	390,0	319,0
Крупность помола, % (остаток на сите №07)	3,6	5,2	15,0

Анализ полученных данных показал, что влажность и кислотность всех образцов муки находились на одном уровне 12% и 4,4-4,9 град. Содержание клейковины характеризует хлебопекарные достоинства пшеничной муки. Выход сырой клейковины зависит от сорта муки, содержания белков и их способности поглощать и удерживать воду. Наибольшим выходом сырой клейковины отличался образец муки 1, у образцов муки 2 и 3 содержание клейковины было меньше на 5,5 и 9%. Клейковину образцов муки 1 и 3 по показателю ИДК следует отнести к первой группе качества – хорошей, а образца 2 – ко второй – удовлетворительно слабой [7].

При этом эти значения соответствуют требованиям ГОСТ для муки пшеничной – 40-90 ед. прибора. Вся исследуемая мука имела высокие значения показателя «крупность помола», но наибольший остаток на сите отмечен у образцов муки 3.

При исследовании состояния углеводно-амилазного комплекса муки пшеничной цельносмолотой установлено, что образцы муки 1 имели среднюю автолитическую активность, а образцы 2 и 3 – низкую. Для определения температуры начала клейстеризации крахмала и температуры максимальной вязкости крахмального геля были построены амилограммы опытных образцов муки (рисунок 1).

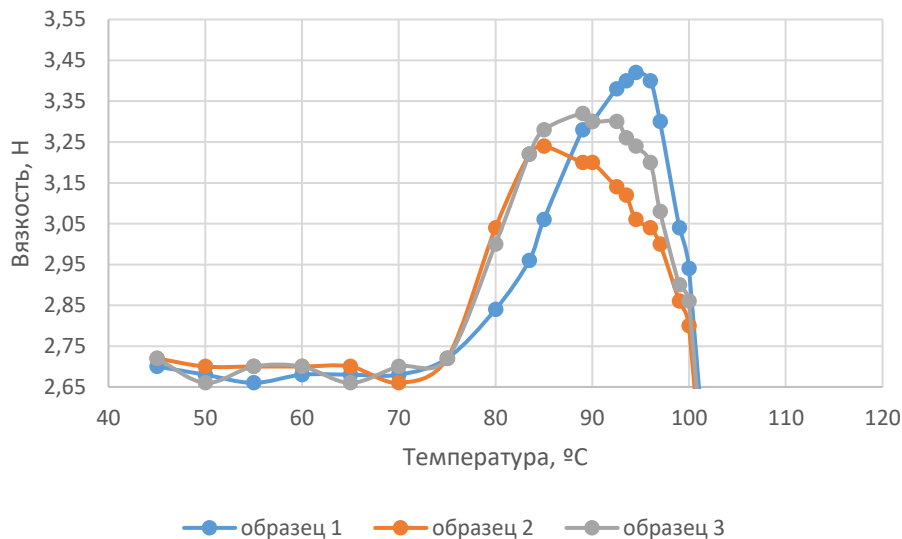


Рисунок 1. Амилограммы опытных образцов муки пшеничной цельносмолотой

Анализ амилограмм муки показал, что начальная температура клейстеризации крахмала для всех образцов муки была одинакова (75°C), а температура максимальной вязкости и значения максимальной вязкости отличались: у образцов муки 1 значения максимальной вязкости были равны 3,42 Н при температуре 95°C, у образцов 2 и 3 максимальная вязкость была ниже и составила 3,2 и 3,3 Н, при температуре максимальной вязкости 85°C и 90°C, соответственно. Возможно, это объясняется различным размером частиц и неоднородностью цельносмолотой муки оказывающие, что оказывает влияние на водопоглощительную способность муки и доступность белков и крахмальных зерен для набухания и клейстеризации.

Физико-химические показатели качества теста и выпеченных хлебобулочных изделий представлены в таблице 2

Таблица 2

Влияние муки пшеничной цельносмолотой на свойства теста и показатели качества хлеба

Наименование показателя	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Влажность теста, %	43,78±0,5	45,37±0,5	44,48±0,5
Кислотность теста после замеса, град	3,2±0,5	4,2±0,5	4,4±0,5
Кислотность теста через 60 минут брожения, град	5,1±0,5	5,4±0,5	6,1±0,5
Упек хлеба, %	12,4±0,5	11,56±0,5	11,86±0,5
Влажность мякиша хлеба, %	44,3±0,5	44,63±0,5	45,0±0,5
Кислотность мякиша хлеба, град	4,9±0,5	5,1±0,5	5,4±0,5
Пористость мякиша хлеба, %	70,3±0,5	65,3±0,5	61,1±0,5
Удельный объем хлеба, см ³ /г	214,5±0,5	180,3±0,5	177,3±0,5
Относительная пластичность мякиша хлеба, % (ΔНпл)	53,08	49,07	41,41
Относительная упругость мякиша хлеба, % (ΔНупр)	46,92	50,93	58,59

Анализ полученных данных показал, что влажность всех образцов теста была одинакова, а значения кислотности у образцов теста 2 и 3 после замеса были выше значений образца 1, а через 60 минут брожения – были выше на 5,8 и 19%. Значения упека хлеба находились на одном уровне. Влажность и кислотность всех образцов хлеба также не отличались. Пористость мякиша хлеба образцов 2 и 3 была ниже, на 5 и 9,2% по сравнению с данными образца 1. Значения удельного объема образцов хлеба 2 и 3 также были ниже значений образца 1 на 15,9 и 17,3% соответственно. Это связывали с более крупным размером частиц цельносмолотой муки, большим содержанием пшеничных оболочек и алейронового слоя и низким содержанием клейковины. Относительная пластичность мякиша хлеба образцов 2 и 3 была ниже значений образца 1 на 4 и 11,6%. О пластичности мякиша судили по величине, определяемой отношением относительной пластичности к относительной упругости мякиша. Наибольшее значение этой величины установлено у образца 1 ($\Delta N_{пл}/\Delta N_{упр}=1,13$), у образцов 2 и 3 значения были ниже на 15 и 37,2%. Внешний вид опытных образцов хлеба представлен на рисунке 2.

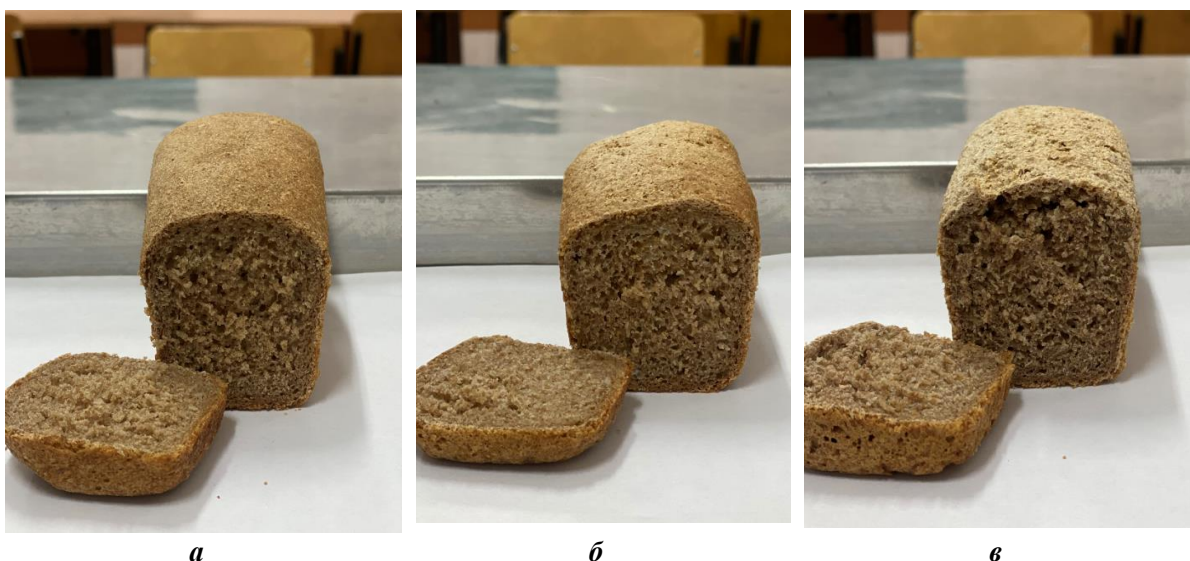


Рисунок 2. Внешний вид в разрезе выпеченных образцов хлеба из муки пшеничной цельносмолотой (а) – Алтайский край, (б) – Орловская область, (в) – Тульская область

Все образцы хлеба имели куполообразную форму верхней корки. Окраска образцов 1 и 2 была равномерная, а у образца 3 отмечалась белесость верхней корки. Мякиш образца хлеба 1 – имел светло-коричневую окраску и слегка крошащую консистенцию. У образца хлеба 2 мякиш был более темного оттенка, крошащийся и при его разжевывании ощущалось наличие частиц отрубей. У образца 3 цвет мякиша был темный, структура плотная крошащаяся, при разжевывании ощущалось наличие крупных отрубянистых частиц. Это связывали с наличием в муке образца 3 большего количества отрубянистых частиц. Вкус и запах всех образцов был хлебный без посторонних привкусов и ароматов.

Выводы. Таким образом, цельносмолотая мука разных производителей имеет отличия, связанные с различным соотношением частей зерна, размером частиц которые оказывают влияние на свойства теста, а также физико-химические и органолептические показатели качества хлеба, что требует более подробного изучения ее влияния на технологию хлебобулочных изделий и установление единых требований к качеству или определения специфических показателей качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романов, А.С. Экспертиза хлебобулочных изделий: учебник для вузов / А. С. Романов, Н. И. Давыденко, Л. Н. Шатнюк [и др.]; Под общей редакцией заслуженного деятеля науки РФ [и др.]. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 344 с.
2. Турсунбаева Ш.А., Изтаев А.И., Магомедов М.Г., Якияева М.А. Разработка инновационных технологии хлебных изделий из цельносмолотой муки разных классов // Вестник ВГУИТ. 2019. №4 (82) С.83-88.
3. Работкин Ю.В., Шапошников И.И. Еще раз о цельносмолотой муке // <https://khlebprod.ru/index.php/spisok/eshchjo-raz-o-tselnosmolotoj-muke?ysclid=lp7wpm9we550404539>
4. Брыксина, К.В. Применение муки пшеничной цельнозерновой при производстве хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности / К.В. Брыксина, Н.Ю. Толстова // Наука и образование. 2022. №2.
5. Корячкина, С.Я. Методы исследования свойств растительного сырья: учебно-методическое пособие для высшего профессионального образования / С.Я. Корячкина, Н.А. Березина, Е.В. Хмельёва. – Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет- УНПК», 2011. – 297 с.
6. Максимов, А.С. Реология пищевых продуктов: лабораторный практикум: учебник / А.С. Максимов, В.Я. Черных. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2006 (СПб.: ИПК Бионт). - 171 с.
7. Черных, В.Я. Регулирование сахарообразующей способности хлебопекарной муки / В.Я. Черных, В.С. Иванов. – М.: ООО «БукиВеди», 2019. – 144с.

REFERENCES

1. Romanov, A.S. Ekspertiza hlebobulochnyh izdelij: uchebnik dlya vuzov [Examination of bakery products: textbook for universities] / A. S. Romanov, N. I. Davydenko, L. N. SHatnyuk [i dr.] – 2- e izd., ster. — Sankt-Peterburg: Lan', 2021. — 344 s.
2. Tursunbaeva, SH.A. Razrabotka innovacionnyh tekhnologii hlebnyh izdelij iz cel'nosmolotoj muki raznyh klassov [Development of innovative technologies for bread products made from whole-ground flour of different classes] / SH.A. Tursunbaeva, A.I. Iztaev, M.G. Magomedov, M.A. YAkiiyaeva// Vestnik VGUIT. 2019. №4 (82) S.83-88.
3. Rabotkin YU.V., SHaposhnikov I.I. Eshcheraz o cel'nosmolotojmuke[Once again about whole-ground flour] // <https://khlebprod.ru/index.php/spisok/eshchjo-raz-o-tselnosmolotoj-muke?ysclid=lp7wpm9we550404539>
4. Bryksina, K.V. Primenenie muki pshenichnoj cel'nozernovoj pri proizvodstve hlebobulochnyh izdelij povyshenno j pishchevoj cennosti [The use of whole wheat flour in the production of bakery products of increased nutritional value]/ K.V. Bryksina, N.YU. Tolstova // Nauka i obrazovanie. 2022. №2. S.
5. Koryachkina, S.YA. Metody issledovaniya svoystv rastitel'nogo syr'ya [Methods of studying the properties of vegetable raw materials: an educational and methodological guide for higher professional education] / S.YA. Koryachkina, N.A. Berezina, E.V. Hmelyova. – Orel: FGOU VPO «Gosuniversi-tet- UNPK», 2011. – 297s.
6. Maksimov, A.S. Reologiya pishchevyh produktov: laboratornyj praktikum: uchebnik [Food Rheology: laboratory practice: textbook] / Maksimov A. S., CHernyh V. YA. – Sankt-Peterburg: GIORD, 2006 (SPb.: IPK Biont). - 171s.
7. CHernyh, V.YA. Regulirovanie saharoobrazuyushchej sposobnosti hlebopekarnoj muki [Regulation of the sugar-forming ability of baking flour] / V.YA. CHernyh, V.S. Ivanov. – M.: ООО «BukiVedi», 2019. – 144s.

УДК 664.6

МАРКЕРЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТЛЕНИЯ В АЭРОЗОЛЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НАГРЕВАНИЯ ТАБАКА

Лушникова А.Ю., Панков Н.А.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», Российская Федерация, г. Краснодар

Аннотация. В статье рассматривается инновационная никотинсодержащая продукция – электрическая система нагревания табака, вопросы регулирования, идентификации и безопасности. Приведены сведения о веществах, содержащихся в газовой фазе аэрозоля табака нагреваемого для электрической системы нагревания табака, являющихся маркерами процессов горения и тления.

Ключевые слова: аэрозоль, электрическая система нагревания табака, оксид азота, оксиды азота, никотинсодержащая продукция, газоанализатор.

MARKERS OF COMBUSTION AND SMOLDERING PROCESSES IN THE AEROSOL OF AN ELECTRIC TOBACCO HEATING SYSTEM

Lushnikova A.Y., Pankov N.A.

FSBSI «All - Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products», Russian Federation, Krasnodar

Abstract. The article discusses innovative nicotine-containing products - an electric tobacco heating system, issues of regulation, identification and safety. Information is provided on substances contained in the gas phase of tobacco aerosol heated for an electric tobacco heating system, which are markers of combustion and smoldering processes.

Keywords: aerosol, electric tobacco heating system, nitrogen oxide, nitrogen oxides, nicotine-containing products, gas analyzer.

Заболевания, связанные с курением, остаются актуальной проблемой здравоохранения всех стран, так как курение сигарет связано с развитием многочисленных заболеваний, включая рак легких, сердечно-сосудистые заболевания и хроническую обструктивную болезнь легких.

В апреле 2008 года был подписан Федеральный закон №51-ФЗ «О присоединении Российской Федерации к Рамочной конвенции Всемирной организации здравоохранения по борьбе против табака» [1]. Целью РКБТ ВОЗ является «стратегия снижения вреда», что подразумевает минимизацию негативного воздействия курения на здоровье потребителя, стимулируя тем самым отказ от курения. В случаях, когда курильщики не желают или не могут по тем или иным причинам отказаться от курения, им было предложено переходить на использование альтернативных изделий с пониженным риском, содержащих никотин, но потребление, которых происходит без процессов горения и тления табачного наполнителя.

Ученые США, Великобритании, Японии и Китая достаточно долго времени работают над тем, чтобы найти решение, которое позволит уменьшить негативное влияние потенциально опасных веществ, содержащихся в табачном дыме на здоровье потребителя. Двигаясь в этом направлении, производители продукции разрабатывают новые категории изделий с заявленным пониженным риском, например, изделия с табаком нагреваемым и жидкости для электронных систем доставки никотина.

Появление на рынке инновационной никотинсодержащей продукции типа электрических систем нагревания табака определило необходимость контроля качества и безопасности данных изделий. В свою очередь контроль качества и оценка безопасности продукции требуют наличия методов определения веществ содержащихся в аэрозоле.

Электрические системы нагревания табака (эСНТ) представляют собой: устройство, являющееся зарядным устройством и держатель, в который вставляется табак нагреваемый (стик) – являющийся сменным картриджем. С помощью устройства для нагревания стика, происходит образование табачного пара (аэрозоля) содержащего никотин. Специфика потребления табака нагреваемого отличается от традиционных курительных изделий. Принцип действия системы нагревания табака основан на нагреве табака без его горения и тления [2, с.83], что позволяет значительно снизить количественное содержание веществ в составе аэрозоля.

При производстве табака нагреваемого применяют: табачное сырье ферментированное, табак восстановленный с влажностью не менее 7%, табак-сырье с отделенной или неотделенной главной жилкой с влажностью не менее 6%, глицерин, а также пропиленгликоль [3, с. 2].

Глицерин и пропиленгликоль функционально относятся к влагоудерживаемым веществам. Но основной функцией в составе табака нагреваемого является не влагоудерживающая способность, а образование аэрозоля при нагревании и транспортировка с ним основного алкалоида - никотина [4, с.53; 5, с.577].

На сегодняшний день единого международного подхода к регулированию инновационных никотинсодержащих продуктов нет и, он находится в стадии разработки.

Для того, чтобы дать оценку к какому виду инновационной продукции отнесен вид изделия необходимо провести идентификацию. К идентификационным признакам отнесения нагреваемого табака к этой категории, является при образовании аэрозоля, отсутствие процессов горения и тления.

Отсутствие процессов горения и тления устанавливается по содержанию монооксида углерода в газовой фазе аэрозоля не более 0,3 мг на 100 см³ [3, с.2], а также оксида азота не более 4 мкг/100 см³ и оксидов азота – 5 мкг/100 см³. Данные вещества являются продуктами неполного сгорания органического вещества, тем самым являются маркерами процессов горения и тления.

Газовая фаза табачного дыма преимущественно содержит такие газы как монооксид углерода, монооксид азота, диоксид азота и другие газы, которые образуются при процессах горения и тления табачного наполнителя [6, с.2].

Монооксид углерода – бесцветный токсичный газ, не имеющий вкуса, запаха, легче воздуха. При повышенных температурах разлагается на диоксид углерода (СО₂) и углерод. При обычных условиях инертен. При комнатной температуре малоактивен, но его химическая активность значительно повышается при нагревании [7].

Монооксид углерода при курении образуется в зоне горения сигареты и непосредственно за ней. Пиролиз табака начинается уже при 180 °С, но образование СО начинается при 450 °С [8, с.299]. Согласно определению, приведенному в ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84), тление – это беспламенное горение твердого вещества при сравнительно низких температурах (400-600 °С), сопровождающееся выделением дыма, а температурой тления считается температура вещества. При которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций окисления, заканчивающихся возникновением тления [9, с.5]. Таким образом, если происходит тление, то выделяется монооксид углерода. А при его отсутствии, нет ни тления, ни горения. Вследствие использования табака нагреваемого образуется аэрозоль, отличающийся от дыма сигареты уровнем содержания монооксида углерода. Это подтверждается исследованиями, проведенными в ФГБНУ ВНИИТТИ в 2018 году [10, с.117].

Оксиды азота (NO_x) — это смесь оксида азота (NO) и диоксида азота (NO₂), которая представляет собой газы, образующиеся от процессов горения и тления органических веществ, в том числе и табака, являющиеся составной частью газовой фазы аэрозоля, а также табачного дыма. Их поступление в дыхательные пути усиливает абсорбцию никотина.

Оксид азота (NO) – бесцветный, негорючий газ, отнесен к 3 классу опасности. Более опасный диоксид азота (NO₂) – негорючий газ оранжево-красновато-бурого цвета, с удушливым запахом, отнесен к 2 классу опасности. Все оксиды азота оказывают негативное воздействие на здоровье человека. Диоксид азота наиболее токсичный из группы NO_x. Вдыхание ядовитых паров диоксида азота вызывает сенсорные, функциональные и патологические эффекты [11, с. 231].

Оксиды азота, также, как и монооксид углерода, образуются при частичном сгорании табака в зоне тления в интервале температур от 300 °С до 450 °С, следовательно, эти вещества являются маркерами процессов горения и тления. При работе электрической системы нагревания табака (эСНТ) температура нагрева на момент затяжки достигает 250-350°С, следовательно, нагревание табака до температур ниже температуры пиролиза без его горения и тления приводит к генерированию аэрозоля с более низким содержанием вредных и потенциально опасных веществ, в отличие от традиционных сигарет, в которых пиролиз табака происходит при температуре свыше 800°С [12, с. 269].

На сегодняшний день содержание CO, NO, NO_x в газовой фазе аэрозоля эСНТ определяют методами, разработанными ФГБНУ ВНИИТТИ и внесенными в национальный стандарт ГОСТ Р 57458-2017 [3, с. 4]. Определение содержания монооксида углерода в газовой фазе аэрозоля проводят с помощью недисперсного инфракрасного анализатора, оксидов азота с помощью хемиллюминесцентного газоанализатора.

Разработанная методика позволяет контролировать качество и безопасность эСНТ по содержанию оксидов азота в газовой фазе аэрозоля. А также идентифицировать данный вид продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Российская Федерация. Законы. О присоединении Российской Федерации к рамочной конвенции ВОЗ по борьбе против табака: Федеральный закон №51-ФЗ: [принят Государственной думой 11 апреля 2008 года].- Москва. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_76462/ (дата обращения: 08.02.2024). – Текст: электронный.
2. Лушникова, А.Ю. Аналитический обзор методов определения оксидов азота в табачной и никотинсодержащей продукции / А. Ю. Лушникова. – Текст: электронный // Новые технологии.- 2022.- Т. 18.- №2.- С. 81-86. – URL: <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-2-81-86>. (дата обращения: 08.02.2024).
3. ГОСТ Р 57458-2017. Табак нагреваемый. Общие технические условия = Heated tobacco. General technical conditions: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 02 мая 2017 г. № 345-ст: введен впервые: дата введения 2017-07-01/ разработан Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий» (ФГБНУ ВНИИТТИ). - Москва: Стандартинформ, 2017. - 16 с. – Текст непосредственный.
4. Кочеткова, С.К. Кальян. Электронная сигарета: альтернатива курению табака или модные игрушки?/ С.К. Кочеткова, И.М. Остапченко. – Текст: непосредственный // Табаско-РЕВИЮ. - 2013. - № 3. с. 52-56.
5. Rainey, C. L. Quantitative Analysis of Humectants in Tobacco Products Using Gas Chromatography (GC) with Simultaneous Mass Spectrometry (MSD) and Flame Ionization Detection (FID)/ C. L. Rainey, J.R. Shifflett, J.V. Goodpaster, D.Z. Bezabeh // Beiträge zur Tabakforschung International/Contributions to Tobacco Research. - 2013. - V. 25. - №. 6. p. 576-585.
URL:https://www.researchgate.net/publication/282708206_Quantitative_Analysis_of_Humectants_in_Tobacco_Products_Using_Gas_Chromatography_GC_with_Simultaneous_Mass_Spectrometry_MS_D_and_Flame_Ionization_Detection_FID. (дата обращения: 21.02.2024).

6. Пережогина, Т.А. Инновационные изделия из табака нагреваемого/ Т.А. Пережогина, Н.А. Дурунча, Н.В. Попова, Д.К. Глухов. – Текст: непосредственный // Новые технологии. - 2018. - Вып. 2. - с.48-54.
7. Химическая энциклопедия. В 5 т. Т. 5 /под ред. Н.С. Зефирова. М.: Большая Российская энциклопедия, 1992.
8. Baker, R. R. Formation of Carbon Oxides During Tobacco Combustion. Pyrolysis Studies in the Presence of Isotopic Gases to Elucidate Reaction Sequence/R.R. Baker // Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 4. Amsterdam. - 1983. - p. 297-334.
9. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84). Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения = Occupational safety standards system. Fire and explosion hazard of substances and materials. Nomenclature of indices and methods of their determination: межгосударственный стандарт: издание официальное: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 12.12.89 N 3683: введен впервые: дата введения 1991-01-01 / разработан Министерством внутренних дел СССР. - Москва: Стандартиформ, 1991. – 100 с. – Текст: непосредственный.
10. Отчет о НИР по теме «Проведение исследований рынка новых видов никотиносодержащей продукции, международной практики правового регулирования обращения такой продукции и разработка предложений по установлению в рамках Евразийского экономического союза обязательных требований к новым видам никотиносодержащей продукции и рекомендаций по механизмам их реализации», этап 2 «Подготовка предложений и рекомендаций по установлению требований безопасности к никотиносодержащей продукции, выпускаемой в обращение на территории Союза» /ФГБНУ ВНИИТТИ. Краснодар. - 2018. - С. 282. - URL: https://eec.eaeunion.org/upload/inblock/3d6/VNIITTI_Otchet_2_etap_NIR.pdf. (дата обращения 05.03.2024).
11. Демьянцева, Е.А. Механизм образования и негативное влияние выбросов, содержащих оксиды азота / Е.А. Демьянцева, Е.А. Шваб, Е.О. Реховская. – Текст: электронный // Молодой ученый. - 2017. - № 2 (136). - С. 231-234. – URL: <https://moluch.ru/archive/136/38002>. (дата обращения: 06.03.2024).
12. Гнучих, Е.В. Исследования инновационной продукции – электронных систем доставки никотина / Е.В. Гнучих, М.В. Шкидюк, А.Г. Миргородская. – Текст: электронный // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2018. - Т. 80. - № 3. - с. 265–271. – URL: DOI: 10.20914/2310-1202-2018-3-265-271. (дата обращения: 07.03.2024).

REFERENCES

1. Rossijskaya Federaciya. Zakony. O prisoedinenii Rossijskoj Federacii k ramochnoj konvencii VOZ po bor'be protiv tabaka: Federal'nyj zakon №51-FZ: [prinyat gosudarstvennoj dumoj 11 aprelya 2008 goda]. - Moskva. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_76462/ (data obrashcheniya: 08.02.2024).
2. Lushnikova, A.YU. Analiticheskij obzor metodov opredeleniya oksidov azota v tabachnoj i niktinsoderzhashchej produkcii / A. YU. Lushnikova. – Текст: ehlektronnyj // Novye tekhnologii.- 2022.- Т. 18.- №2.- S. 81-86. – URL: <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-2-81-86>. (data obrashcheniya: 08.02.2024).
3. GOST R 57458-2017. Tabak nagrevaemyj. Obshchie tekhnicheskie usloviya = Heated tobacco. General technical conditions: nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii: izdanie oficial'noe: utverzhdn i vveden v dejstvie Prikazom Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 02 maya 2017 g. № 345-st: vveden v pervyie: data vvedeniya 2017-07-01/ razrabotan Federal'nym gosudarstvennym byudzhetyym nauchnym uchrezhdeniem «Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut tabaka, makhorki i tabachnykh izdeliJ» (FGBNU VNIITTI). - Moskva: Standartinform, 2017. - 16 s. – Текст непосредственный.
4. Kochetkova, S.K. Kal'yan. Ehlektronnaya sigareta: al'ternativa kureniju tabaka ili modnye igrushki?/ S.K. Kochetkova, I.M. Ostapchenko. – Текст: neposredstvennyj // Tobacco-REYU. - 2013. - № 3. s. 52-56.

5. Rainey, C. L. Quantitative Analysis of Humectants in Tobacco Products Using Gas Chromatography (GC) with Simultaneous Mass Spectrometry (MSD) and Flame Ionization Detection (FID)/ C. L. Rainey, J.R. Shifflett, J.V. Goodpaster, D.Z. Bezabeh // Beiträge zur Tabakforschung International/Contributions to Tobacco Research. - 2013. - V. 25. - №. 6. p. 576-585.
URL:https://www.researchgate.net/publication/282708206_Quantitative_Analysis_of_Humectants_in_Tobacco_Products_Using_Gas_Chromatography_GC_with_Simultaneous_Mass_Spectrometry_MSD_and_Flame_Ionization_Detection_FID.
6. Perezhogina, T.A. Innovacionnye izdeliya iz tabaka nagrevaemogo/ T.A. Perezhogina, N.A. Duruncha, N.V. Popova, D.K. Glukhov. – Tekst: neposredstvennyj // Novye tekhnologii. - 2018. - Vyp. 2. - s.48-54.
7. Himicheskaya ehnciklopediya. V 5 t. T. 5 /pod red. N.S. Zefirova. M.: Bol'shaya Rossijskaya ehnciklopediya, 1992.
8. Baker, R. R. Formation of Carbon Oxides During Tobacco Combustion. Pyrolysis Studies in the Presence of Isotopic Gases to Elucidate Reaction Sequence/R.R. Baker // Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 4. Amsterdam. - 1983. - p. 297-334.
9. GOST 12.1.044-89 (ISO 4589-84). Sistema standartov bezopasnosti truda (SSBT). Pozharovzryvoopasnost' veshchestv i materialov. Nomenklatura pokazatelej i metody ikh opredeleniya = Occupational safety standards system. Fire and explosion hazard of substances and materials. Nomenclature of indices and methods of their determination: mezhgosudarstvennyj standart: izdanie oficial'noe: utverzhden i vveden v dejstvie Postanovleniem Gosudarstvennogo komiteta SSSR po upravleniyu kachestvom produkcii i standartam ot 12.12.89 N 3683: vveden v pervyye: data vvedeniya 1991-01-01 / razrabotan Ministerstvom vnutrennikh del SSSR. - Moskva: Standartinform, 1991. – 100 s. – Tekst: neposredstvennyj.
10. Otchet o NIR po teme «Provedenie issledovaniy rynka novykh vidov nikotinosoderzhashchej produkcii, mezhdunarodnoj praktiki pravovogo regulirovaniya obrashcheniya takoj produkcii i razrabotka predlozhenij po ustanovleniyu v ramkakh Evrazijskogo ehkonomicheskogo soyuza obyazatel'nykh trebovanij k novym vidam nikotinosoderzhashchej produkcii i rekomendacij po mekhanizmam ikh realizacii», etap 2 «Podgotovka predlozhenij i rekomendacij po ustanovleniyu trebovanij bezopasnosti k nikotinosoderzhashchej produkcii, vypuskaemoj v obrashchenie na territorii SoyuzA» /FGBNU VNIITTI. Krasnodar. - 2018. - S. 282. - URL: https://eec.eaeunion.org/upload/inblock/3d6/VNIITTI_Otchet_2_etap_NIR.pdf. (data obrashcheniya 05.03.2024).
11. Dem'yanceva, E.A. Mekhanizm obrazovaniya i negativnoe vliyanie vybrosov, sodержashchikh oksidy azota / E.A. Dem'yanceva, E.A. Shvab, E.O. Rekhovskaya. – Tekst: ehlektronnyj // Molodoj uchenyj. - 2017. - № 2 (136). - S. 231-234. – URL: <https://moluch.ru/archive/136/38002>. (data obrashcheniya: 06.03.2024).
12. Gnuchih, E.V. Issledovaniya innovacionnoj produkcii – ehlektronnykh sistem dostavki nikotina / E.V. Gnuchikh, M.V. Shkidyuk, A.G. Mirgorodskaya. – Tekst: ehlektronnyj // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologij. - 2018. - T. 80. - № 3. - s. 265–271. – URL: DOI: 10.20914/2310-1202-2018-3-265-271. (data obrashcheniya: 07.03.2024).

УДК 338.43

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ СХЕМЫ БЫСТРОЗАМОРОЖЕННЫХ МУЧНЫХ СДОБНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ ОТЛОЖЕННОЙ ВЫПЕЧКИ

Пимкина В.Д., Елисеева С.А., кандидат технических наук
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

Аннотация. Современные технологии быстрозамороженных мучных полуфабрикатов позволяют удовлетворить спрос широкого круга потребителей, предпочитающих свежесдобные изделия, приготовленные по традиционным рецептам и в широком ассортименте. Одна из наиболее используемых и привлекательных идей – технология «готовые к расстойке», при этом трудоемкие операции по приготовлению теста выполняются централизованно на заготовочном предприятии, а окончательная расстойка и выпечка заготовок производится непосредственно в точке реализации продукции.

Ключевые слова: мучные сдобные изделия из опарного дрожжевого теста, технология «отложенной выпечки», быстрозамороженные полуфабрикаты.

DEVELOPMENT OF AN COMPLEX SCHEME OF QUICK FROZEN FLOUR PRODUCTS USING DELAYED BAKING TECHNOLOGY

Pimkina V.D., Eliseeva S.A., PhD in Engineering
FSAEE HE «Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University»,
Russian Federation, Saint-Petersburg

Abstract. Modern technologies for quick-frozen semi-finished flour products make it possible to satisfy the demand of a wide range of consumers who prefer freshly baked products prepared according to traditional recipes and in a wide range. One of the most used and attractive ideas is the use of «ready-to-proofing» technology, in which labor-intensive dough preparation operations are performed centrally at the preparation plant, and the final proofing and baking of the dough is carried out directly at the point of sale of the product.

Keywords: flour products from sponge yeast dough, «delayed baking» technology, quick-frozen semi-finished products.

Введение. Мучные кулинарные изделия обладают привлекательным внешним видом, высокими органолептическими характеристиками, насыщают организм на продолжительное время, не приедаются в течение длительного периода употребления. В последние годы рынок мучных кулинарных изделий значительно вырос. К этой группе относятся сдобные изделия из опарного теста: ватрушки, бриоши, сдобные булочки, пирожки и др.

В рационе населения мегаполиса выпечка занимает отдельное место, и употребляется на завтрак, перекус, часто в дополнение к любому приему пищи. Тем не менее многие предприятия вынуждены отказываться от производства мучных сдобных изделий с использованием полного цикла приготовления, предпочитая работать на полуфабрикатах, так как с экономической точки зрения гораздо эффективнее и целесообразнее открывать доготовочные предприятия быстрого обслуживания, используя тестовые заготовки и полуфабрикаты централизованного производства.

С расширением форматов пекарен развивается и сегмент замороженных мучных полуфабрикатов. Актуальный ассортимент пекарен созвучен главному тренду – «снекофикации», что означает «удобный перекус на ходу». Ведущими позициями в меню являются мучные кулинарные изделия с начинками из фруктов, ягод, мяса, картофеля, грибов, сыра, зелени и т.д.

Заготовочные предприятия по производству замороженных мучных полуфабрикатов обеспечивают доготовочным точкам питания возможность гибкого регулирования ассортиментной линейки как по количеству, так и по качеству, предлагая потребителям свежую выпечку в течение дня [1]. Использование так называемых «полуфабрикатных технологий» позволяет ресурсо- и трудоемкие технологические процессы тестоведения реализовать на заготовочном предприятии, а окончательная выпечка производится непосредственно в точке реализации продукции [2].

Традиционно высоким спросом у потребителей пользуется выпечка из дрожжевого сдобного теста. В небольших пекарнях чаще практикуется безопасное тестоведение, так как, по сравнению с опарным, данный способ менее трудоемкий. Связано это с необходимостью выполнять дополнительные технологические операции, в том числе замес и брожение опары, которые могут длиться от 2 до 18 часов в зависимости от количества введенных в тесто дрожжей и типа опары.

Несмотря на продолжительный процесс приготовления теста, у изделий, выпеченных на основе опары (предварительно выброженные полуфабрикаты), есть ряд преимуществ, позволяющих улучшить некоторые технологические свойства теста и структурно-механические характеристики выпеченных изделий:

- *уплотнение консистенции теста*: предварительно выброженные полуфабрикаты повышают кислотность теста, увеличивая прочность клейковинного каркаса, в результате тесто приобретает дополнительную эластичность и упругость;
- *усиление выраженного хлебного вкуса и аромата*: достигается данный эффект за счет повышенного накопления продуктов метаболизма молочнокислых и уксуснокислых бактерий, продуцирующих вкусоароматические соединения (органические кислоты, сложные эфиры и т.п.);
- *длительное сохранение качества, в том числе, свежести*: тесто, приготовленное на опаре, обладает повышенной кислотностью, а по мере увеличения кислотности мучных изделий у них повышается способность к хранению.

Цель работы – разработка комплексной технологической схемы в условиях специализированного цеха по изготовлению быстрозамороженных мучных полуфабрикатов из дрожжевого опарного теста.

Объекты и методы. В качестве изучаемых объектов выступили современные инновационные технологические решения по производству мучных кулинарных изделий из дрожжевого опарного теста. Для обоснования ассортимента сдобных дрожжевых изделий применяли сравнительный анализ хозяйственной деятельности аналогичных предприятий г. Санкт-Петербурга.

Результаты и обсуждение. Производство быстрозамороженных мучных полуфабрикатов основывается на *технологии отложенной выпечки*, в основе которой лежит прерывание технологического процесса после стадии формирования с дальнейшим применением шокового замораживания тестовых заготовок.

В ходе анализа современных инновационных технологий быстрозамороженных мучных полуфабрикатов выделены четыре основных решения, рис. 1 [3].

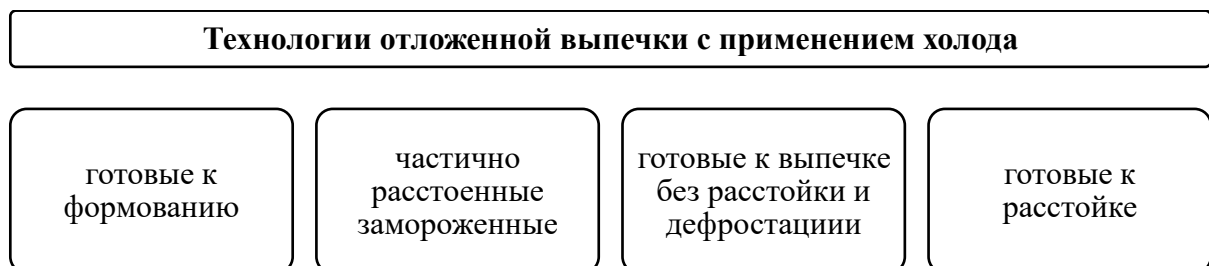


Рисунок 1. Инновационные технологии отложенной выпечки

Технология «готовые к расстойке» заключается в изготовлении теста традиционным опарным способом, формировании изделий и шоковом замораживании без расстойки сформованных полуфабрикатов. После стадии замораживания и хранения при температуре минус 18 °С сформованные изделия поступают на доготовочные предприятия питания, где подвергается низкотемпературному хранению до момента приготовления, дефростации, окончательной расстойке изделий, последующей выпечке и реализации, рис. 2.



Рисунок 2. Комплексная технологическая схема мучных сдобных изделий по технологии «готовые к расстойке»

Особенностями производства быстрозамороженных мучных полуфабрикатов по технологии «готовые к расстойке» является использование натуральных продуктов, самостоятельное приготовление всех составляющих полуфабрикатов, в том числе начинок и фаршей. Концепция разрабатываемого заготовочного предприятия заключается в производстве быстрозамороженных мучных изделий из сдобного дрожжевого теста для комплексного снабжения доготовочных предприятий по технологии отложенной выпечки, с применением технологии «готовые к расстойке».

Выводы. Преимуществами отложенной технологии «готовые к расстойке» являются: стабильное качество выпеченных изделий, небольшой занимаемый объем полуфабрикатов при низкотемпературном хранении, снижение риска брака при случайном размораживании (поломке оборудования) по сравнению с изделиями, замороженными после расстойки. К ограничивающим факторам относятся: необходимое наличие шкафа окончательной расстойки в пункте конечной выпечки, относительно продолжительная подготовка к выпечке – 3–4 часа, а также необходимость работы квалифицированного персонала для оценки уровня расстойки, нанесения надрезов и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 31806-2012. Полуфабрикаты хлебобулочные замороженные и охлажденные. Общие технические условия = Frozen and cooled prepared baking mixes. General specifications : национальный стандарт : издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2012 г. № 1587-ст : введен впервые : дата введения 2013-07-01 / подготовлен Государственным научным учреждением Государственным научно-исследовательским институтом хлебопекарной промышленности Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ГОСНИИХП Россельхозакадемии) . – Москва: Стандартинформ, 2014. – 18 с.
2. Замороженные полуфабрикаты: линия роста : [сайт]. – Санкт-Петербург - // Lesaffre : сайт. Санкт-Петербург – URL: <https://lesaffre.ru/baking/zamorozhennye-polufabrikaty-liniya-rosta/#anchor1> (дата обращения: 20.03.2024). – Текст : электронный.
3. Все о технологии отложенной выпечки // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2021. – № 5–6 (193). – С. 8–11.

REFERENCES

1. GOST 31806-2012. Polufabrikaty hlebobulochnye zamorozhennye i ohlazhdennye. Obshie tehicheskie uslovia = Frozen and cooled prepared baking mixes. General specifications : nacional'nyj standart : izdanie oficialnoe : utverzden i vveden v dejstvie Prikazom Federalnogo agentstva po tehicheskomu regulirovaniu i metrologii ot 29 noyabrya 2012 g. № 1587-st : vveden v pervye : data vvedenia 2013-07-01 / podgotovlen Gosudarstvennym nauchnym uchrezhdeniem Gosudarstvennym nauchno-issledovatel'skim institutom hlebopekarnoj promyshlennosti Rossijskoj akademii selskhozaystvennyh nauk (GNU GOSNIIHP Rosselhozakademii) . – Moskva: Standartinform, 2014. – 18 s.
2. Zamorozhennye polufabrikaty: linia rosta : [sajt]. – Sankt-Peterburg - // Lesaffre : sajt. Sankt-Peterburg – URL: <https://lesaffre.ru/baking/zamorozhennye-polufabrikaty-liniya-rosta/#anchor1> (data obrashenia: 20.03.2024). – Tekst : elektronnyj.
3. Vse o tehnologii otlozhennoj vypechki // Konditerskoe i hlebopekarnoe proizvodstvo. – 2021. – № 5–6 (193). – S. 8–11.

УДК 664.66.016, 664.66.019

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ НА КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ УПАКОВАННЫХ БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Сиденко А.О., Чистохвалова О.Д., Носова М.В., кандидат технических наук
ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»,
Российская Федерация, г. Москва

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследования влияния конденсата, образующегося внутри упаковки, на качество булочного изделия «Булочка для бургера с кунжутом». Исследованы органолептические, физико-химические, структурно-механические и микробиологические показатели качества изделий в упаковке без конденсата и с образовавшимся конденсатом. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что образование конденсата внутри упаковки не оказывает влияния на показатели безопасности булочных изделий.*

***Ключевые слова:** булочные изделия, органолептические, физико-химические, структурно-механические показатели качества.*

THE EFFECT OF STORAGE CONDITIONS ON THE QUALITY AND SAFETY OF PACKAGED BAKERY PRODUCTS

Sidenko A.O., Chistokhvalova O.D., Nosova M.V., PhD in Engineering
FSASI «Scientific Research Institute for the Baking Industry», Russian Federation, Moscow

***Abstract.** The article presents studies of the effect of condensation formation inside the packaging of bakery products "Sesame burger bun" on their safety and quality. Studies of organoleptic, physico-chemical, structural-mechanical and microbiological quality indicators of packaged products, both with and without condensation inside the package, have been carried out. The results of the conducted studies indicate that the formation of condensate inside the package does not affect the safety indicators of bakery products.*

***Keywords:** bakery products, organoleptic, physico-chemical, structural-mechanical quality indicators.*

Введение. Задача сохранения свежести хлебобулочных изделий, основного продукта питания, на протяжении длительного периода времени имеет огромное значение. Большая часть хлебопекарных предприятий работает круглосуточно и хлеб, произведенный в вечернее и ночное время, может поступать потребителям через продолжительный промежуток времени. Главным показателем качества хлебобулочных изделий для потребителя является свежесть. Черствение изделий связано с протеканием сложных физико-химических, биохимических и коллоидных процессов. Для сохранения свежести хлебобулочных изделий, особенно длительного хранения, используют специальные упаковочные материалы с повышенной плотностью [1-5]. Хлебобулочные изделия, остывая после выпечки, теряют часть влаги вследствие испарения, что приводит к появлению конденсата внутри упаковки [6]. Конденсат в упаковке может создать условия для развития бактерий и микроорганизмов, что повышает риск загрязнения продукта. Влага, собравшаяся в упаковке, может стать средой для размножения патогенных микроорганизмов, что увеличивает вероятность заражения продукта и возникновения пищевых отравлений у потребителей.

Для булочных изделий установлена температура хранения от 0 °С до 28 °С. Указанный диапазон выбирался и устанавливался для реализации на рынках сбыта с разными климатическими условиями, которые характерны для местности в зависимости от географического положения. Снижение температуры воздуха окружающей среды ниже 0 °С при погрузочных работах и транспортировании булочных изделий способствует образованию конденсата внутри упаковки, что является естественным теплофизическим явлением, которое обусловлено теплообменом продукта с внешней

средой. Задачей исследования является определение влияния конденсата, образующегося внутри упаковки, на органолептические, физико-химические и структурно-механические показатели качества булочных изделий и на микробиологическую безопасность.

Цель работы. Исследование влияния конденсата, образующегося внутри упаковки, на качество и безопасность булочных изделий.

Объекты и методы исследований. Объектами исследования являлись булочные изделия «Булочка для бургера с кунжутом»:

- без конденсата в упаковке - контрольные образцы (далее по тексту – КО);
- с конденсатом в упаковке - опытные образцы (далее по тексту – ОО).

Исследуемые булочные изделия подвергали модельным испытаниям – ускоренному хранению в термостате при температуре 43 °С в течение четырех недель, что соответствует четырем месяцам хранения при температуре 23 °С (метод разработан ФГАНУ НИИХП). Для формирования конденсата в упаковке с булочными изделиями действовали следующим способом: опытные образцы продукции в упаковке помещали в термостат при температуре 34 °С на 2 часа. Затем изделия перемещали в холодильную камеру с температурой минус 5 °С на 2 часа. После этого образцы оставляли в условиях лаборатории при температуре 22-24 °С до появления конденсата внутри упаковки. Булочные изделия «Булочка для бургера с кунжутом» исследовали по органолептическим, физико-химическим, структурно-механическим показателям качества и микробиологическим показателям безопасности с периодичностью один раз в неделю.

Определяли органолептические показатели качества исследуемых булочных изделий по ГОСТ 27844-88 «Изделия булочные» на соответствии ТУ 10.72.19-009-73040007-2020 «Изделия булочные», в соответствии с которым вырабатывается данная продукция, кислотность мякиша – по ГОСТ 5670 «Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности», влажность мякиша – по ГОСТ 21094 «Изделия хлебобулочные. Методы определения влажности», твёрдость мякиша - по ГОСТ Р 70085-2022 «Изделия хлебобулочные из пшеничной хлебопекарной муки. Метод определения черствости».

Выявление картофельной болезни булочных изделий проводили органолептическим и люминесцентным методами анализа в соответствии с «Инструкцией по предупреждению картофельной болезни хлеба на хлебопекарных предприятиях» (Москва, 2012). Методы выявления и подсчета количества плесени осуществляли в соответствии с ГОСТ 10444.12 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов».

Результаты исследований и их обсуждение. Органолептические показатели качества булочных изделий «Булочка для бургера с кунжутом» представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Органолептические показатели качества булочных изделий
«Булочка для бургера с кунжутом» в процессе хранения**

Наименование показателя	Булочные изделия «Булочка для бургера с кунжутом», хранившиеся в течение								
	Исходный контроль	1 недели		2 недель		3 недель		4 недель	
		КО	ОО	КО	ОО	КО	ОО	КО	ОО
Внешний вид:									
Форма	Не расплывчатая, без притисков, округлая, соответствующая форме								
Поверхность	Гладкая, посыпанная кунжутом								
Цвет	Светло-коричневый, без подгорелости								
Вкус	Сладкий				Сладкий, с кисловатым послевкусием				
Запах	Незначительный спиртовой запах								

Органолептический анализ исследуемых булочных изделий (таблица 1) показал, что образцы имели округлую форму, гладкую посыпанную кунжутом поверхность светло-коричневого цвета. Дегустационной комиссией отмечена комкуемость мякиша, в том числе в исходной контрольной пробе. Через три недели хранения установлено кисловатое послевкусие, вероятно обусловленное повышением кислотности мякиша изделия. Наличие спиртового запаха выявлено во всех образцах, что связано с использованием спиртовой стерилизации, указанной производителем в маркировке.

Физико-химические показатели качества булочных изделий «Булочка для бургера с кунжутом» представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Физико-химические показатели качества булочных изделий
«Булочка для бургера с кунжутом» в процессе хранения**

Наименование показателя	Булочные изделия «Булочка для бургера с кунжутом», хранившиеся в течение								
	Исходный контроль	1 недели		2 недель		3 недель		4 недель	
		КО	ОО	КО	ОО	КО	ОО	КО	ОО
Влажность мякиша, %	32,0	34,0	32,0	29,0	29,3	31,0	27,5	28,4	25,4
Кислотность мякиша, град	2,1	2,4	2,3	2,8	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2

Установили, что в процессе хранения кислотность мякиша опытных и контрольных образцов была незначительно выше показателя исходного контроля, при этом она не превышала нормируемое значение (не более 4,0 град). В процессе хранения влажность мякиша булочных изделий уменьшалась; через четыре недели хранения была меньше на 11,2 % в контрольном образце и на 20,6 % в опытном образце по сравнению с показателем исходного контроля.

Микробиологические показатели безопасности булочных изделий «Булочка для бургера с кунжутом» представлены в таблице 3.

Результаты исследований показали, что в процессе хранения булочных изделий определяемые органолептическим и люминесцентным методом признаки наличия картофельной болезни и присутствие плесени не обнаружены (таблица 3).

Результаты влияния образовавшегося конденсата внутри упаковки булочных изделий «Булочка для бургера с кунжутом» на твердость исследуемых образцов в процессе хранения представлены в таблице 4.

Таблица 3

**Микробиологические показатели безопасности булочных изделий
«Булочка для бургера с кунжутом» в процессе хранения**

Наименование показателя	Булочные изделия «Булочка для бургера с кунжутом», хранившиеся в течение									
	Исходный контроль	1 недели		2 недель		3 недель		4 недель		
		КО	ОО	КО	ОО	КО	ОО	КО	ОО	
Признаки картофельной болезни	Не обнаружено									
Плесени, КОЕ/г	Не обнаружено									

Таблица 4

**Твердость булочных изделий
«Булочка для бургера с кунжутом» в процессе хранения**

Наименование показателя	Булочные изделия «Булочка для бургера с кунжутом», хранившиеся в течение									
	Исходный контроль	1 недели		2 недель		3 недель		4 недель		
		КО	ОО	КО	ОО	КО	ОО	КО	ОО	
Твердость изделия F _h , Н (гс)	243,1	399,9	479,2	518,7	582,8	743,2	776,1	882,7	891,9	

Анализ данных, представленных в таблице 4, показал, что твердость булочных изделий увеличивается в 3,6 раза после хранения в течение четырех недель и образование конденсата почти не влияет на степень изменения структурно-механических свойств изделий.

Выводы. В результате проведенных исследований установили увеличение кислотности мякиша на 1,0-1.1 град, что обеспечивает появление кисловатого привкуса в конце срока хранения. При этом кислотность мякиша изделий не превышала нормируемое значение. Влажность мякиша изделий в упаковке снижалась: через четыре недели хранения на 11,2 % в контрольном образце и на 20,6 % в опытном образце, по сравнению с показателем исходного контроля, но оставалась в пределах нормы.

Образовавшийся в результате перепада температур конденсат в упаковке продукции не приводит к плесневению и развитию картофельной болезни хлеба на протяжении всего срока хранения.

Установлено изменение свойств мякиша изделий после хранения в течение четырех недель: уплотнение, на что указывает показатель твердости булочных изделий, увеличившийся в 3,6 раза. Образование конденсата почти не влияет на динамику изменений структурно-механических свойств изделий при хранении.

При органолептической оценке дегустаторами отмечена комкуемость изделий, после трех недель хранения - кислое послевкусие. Тем не менее, по органолептической оценке изделия соответствовали требованиям технической документации.

По результатам проведенных исследований установили, что зафиксированные изменения показателей качества булочных изделий в течение периода хранения находились в пределах норм, установленных в технической документации. Доказано, что образование конденсата в процессе хранения булочных изделий не оказывает влияния на показатели безопасности булочных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пономарева, Е.И. Комплексная оценка качества хлебобулочных изделий / Е.И. Пономарева // Хлебопродукты. – 2008. – № 3. – С. 54–55
2. Колупаева, Т.Г. Сохранение свежести и потребительских свойств хлеба / Т.Г. Колупаева // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2008. – № 4. – С. 21–23.
3. Потороко, И.Ю. Государственная политика России в области продовольственной безопасности и безопасности пищевых продуктов. Современное состояние вопроса / И.Ю. Потороко, Н.В. Попова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2009. – № 21 (154). – С. 92–98.
4. Самченко, О.Н. Разработка и оценка потребительских свойств продуктов питания с использованием йодсодержащего растительного сырья: автореферат дис.канд. техн. наук / О.Н. Самченко. – Владивосток, 2007. – 188 с.
5. Феофилатова, О.В. Пути повышения сохраняемости хлеба / О.В. Феофилатова // Современное хлебопекарное производство. – 2015. – № 4. – С. 51–55.
6. Болтенко, Ю.А. Определение реологических свойств мякиша хлебобулочных изделий / Ю.А. Болтенко // Хлебопродукты. – 2008. – № 12. – С. 58–59.

REFERENCES

1. Ponomareva, E.I. Kompleksnaya ocenka kachestva hlebobulochnykh izdelij / E.I. Ponomareva // Hleboprodukty. – 2008. – № 3. – S. 54–55
2. Kolupaeva, T.G. Sohranenie svezhesti i potrebitel'skikh svojstv hleba / T.G. Kolupaeva // Konditerskoe i hlebopekarnoe proizvodstvo. – 2008. – № 4. – S. 21–23.
3. Potoroko, I.YU. Gosudarstvennaya politika Rossii v oblasti prodovol'stvennoj bezopasnosti i bezopasnosti pishchevykh produktov. Sovremennoe sostoyanie voprosa / I.YU. Potoroko, N.V. Popova // Vestnik YUUrGU. Seriya «Ekonomika i menedzhment». – 2009. – № 21 (154). – S. 92–98.
4. Samchenko, O.N. Razrabotka i ocenka potrebitel'skikh svojstv produktov pitaniya s ispol'zovaniem jodsoderzhashchego rastitel'nogo syr'ya: avtoreferat dis.kand. tekhn. nauk / O.N. Samchenko. – Vladivostok, 2007. – 188 s.
5. Feofilatova, O.V. Puti povysheniya sohranyaemosti hleba / O.V. Feofilatova // Sovremennoe hlebopekarnoe proizvodstvo. – 2015. – № 4. – С. 51–55.
6. Boltenko, YU.A. Opredelenie reologicheskikh svojstv myakisha hlebobulochnykh izdelij / YU.A. Boltenko // Hleboprodukty. – 2008. – № 12. – S. 58–59.

УДК 664.22/.27

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРИСТОГО КАРТОФЕЛЬНОГО КРАХМАЛА, ПОЛУЧЕННОГО С ПОМОЩЬЮ КАВИТАЦИОННЫХ ЭФФЕКТОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Шабанова А.Е., Руськина А.А.

ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)», Российская Федерация, г. Челябинск

Аннотация. В современном пищевом производстве крахмал, как пищевая добавка, нашел широкое применение в различных областях пищевой промышленности, так как обладает уникальными свойствами природного полимера, являясь основным источником функциональных ингредиентов в пищевой и других отраслях промышленности. Картофельный крахмал имеет ряд преимуществ, перед другими видами (кукурузный, пшеничный т.п.) крахмалов, это более крупный размер зерна, бесцветность гелей и отсутствия вкуса и запаха, вместе с тем он имеет различные функциональные свойства, включая загущение, гелеобразование, связывание и пленкообразование. Однако у нативного картофельного крахмала есть некоторые недостатки, которые в настоящее время ограничивают их более широкое применение. Поэтому нативные крахмалы подвергают модификации, для улучшения его свойств и расширения применения в пищевых системах.

Ключевые слова: Пористый картофельный крахмал, кавитационные эффекты ультразвука, технологические свойства

CHARACTERISTICS OF POROUS POTATO STARCH OBTAINED BY CAVITATION EFFECTS OF ULTRASONIC EXPOSURE

Shabanova A.E., Ruskina A.A.

FSAEI HE «South Ural State University (National Research University)»
Russian Federation, Chelyabinsk

Annotation. In modern food production, starch, as a food additive, has found wide application in various fields of the food industry, as it has unique properties of a natural polymer, being the main source of functional ingredients in food and other industries. Potato starch has a number of advantages over other types (corn, wheat, etc.) of starches, it is a larger grain size, colorless gels and lack of taste and odor, at the same time it has various functional properties, including thickening, gelation, binding and film formation. However, native potato starch has some disadvantages that currently limit their wider use. Therefore, native starches are modified to improve their properties and expand their use in food systems.

Keywords: Porous potato starch, cavitation effects of ultrasound, technological properties

Введение. В свете последних событий правительством Российской Федерации применяются принципиальные меры, для решения проблемы продовольственной безопасности, которые направлены на создание условий для производителей в части замещения импортных товаров и сырья отечественными аналогами, а также создание новых инновационных технологий для решения проблемы дефицита пищевых добавок для обеспечения процессов производства [4].

Безусловно, отечественные сырьевые компоненты должны стать достойной альтернативой и смогут, не только обеспечить пищевые производства бесперебойными поставками необходимого сырья, но и существенно снизить себестоимость конечного продукта в сложных санкционных условиях [1].

В современном пищевом производстве крахмал, как пищевая добавка, нашел широкое применение в различных областях пищевой промышленности, так как обладает уникальными свойствами природного полимера, в плане производства на его основе самых разнообразных продуктов питания [4].

Для нивелирования недостатков природных крахмалов применяются различные способы модификации, в том числе и физические. Изучению воздействия ультразвука на крахмальные гранулы и крахмальные гели занимаются ученые со всего мира, в том числе и кафедры пищевых и биотехнологий Южно-Уральского государственного университета [2, 3]. Согласно многочисленным исследованиям, ультразвук вызывает физическую деградацию гранул с видимыми трещинами и порами на поверхности, без изменения формы и размера гранул, что обуславливает начальную (видимую) стадию модификации [5]. Основное влияние, которое оказывает ультразвук в жидкостно-твердой системе, это образование наполненных паром пузырьков и их последующий коллапс, который называется кавитацией. Характер повреждения крахмального зерна связан именно с этим явлением эффекта кавитации. Зерна крахмала, атакованные пузырьками газов внутри водной среды близко к их поверхности, приводит к деградации поверхности и образованию пор и трещин микроразмера. Кроме того, растворимые молекулы могут диссоциировать для того чтобы сформировать радикалы, которые могут вызывать деградацию полимера [7].

Пористые крахмалы (ПК) имеют потенциальное применение в качестве естественных абсорбентов, за счет образовавшихся в процессе модификации пор и трещин. Поэтому научный интерес направлен на использование свойств пористых крахмалов в различных пищевых системах. На сегодняшний день практически отсутствуют исследования пористых картофельных крахмалов, полученных с помощью ультразвукового воздействия. Поэтому данное исследование было направлено на изучение характеристик пористого крахмала, полученного из картофельного сырья с помощью кавитационных эффектов ультразвука.

Пористость, размер пор и распределение пор по поверхности крахмального зерна, обуславливают параметры, которые формируют текстуру пищевых систем и влияют на механические, диффузионные и сенсорные свойства пищевых продуктов [7].

Цель работы изучение характеристик пористого крахмала, полученного из картофельного сырья с помощью кавитационных эффектов ультразвукового воздействия.

Объекты и методы исследования. Для получения пористого крахмала (ПК) был взят нативный крахмал (НК) картофельный ГОСТ Р 53876-2010. Опытные образцы 5%-ой водной суспензии крахмала картофельного обрабатывались ультразвуком на акустическом источнике упругих колебаний ультразвуковом приборе «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ, работающем на частоте $22 \pm 1,65$ кГц и выходной мощности 400 Вт/л, экспозиция составляла 10 минут, при контроле температуры 30 ± 1 °С.

В соответствии с условиями эксперимента морфологию гранул, обработанного УЗ картофельного крахмала, исследовали с помощью сканирующего электронного микроскопа высокого разрешения (Jeol JSM-7001F, Япония), образцы покрывались золотом и наблюдались при увеличении 500х и ускоряющем потенциале 5 кВ.

Растворимость (Р) и набухающую способность (НС) крахмалов определяли с помощью метода Nan et al. (2021) [6]. Крахмал (К) 0,5 г смешивали с 10 мл дистиллированной воды, нагревали в течение 30 мин при 85 °С и центрифугировали в течение 15 мин при 4500 об./мин. Набухший осадок крахмала взвешивали (О). Супернатант сушили в течение 12 часов до постоянного веса при 100 °С и взвешивали (С). Растворимость и набухающая способность были рассчитаны по следующим формулам:

$$P (\%) = (C / K) \cdot 100 \%$$

$$НС (г/г) = O / K \cdot (1 - P)$$

Водо- и жиропоглощающую способность крахмалов определяли с помощью метода, описанного Nan et al. (2021) [6]. В крахмал (0,5 г) добавляли 8 мл воды или масла и перемешивали в течение 5 мин при комнатной температуре. Затем образцу давали постоять при комнатной температуре в течение 30 мин, и центрифугировали в течение

15 мин при 4500 об./мин. Вес осадка обозначался как V_1 . Величина поглощения масла и воды (ВП) рассчитывалась по следующей формуле:

$$\text{ВП} = (V_1 - V_0) / V_0 \cdot 100 \%$$

Результаты исследований и их обсуждение. Сканирующая электронная микроскопия проводилась для визуального анализа морфологии зерен картофельного крахмала (рис. 1).

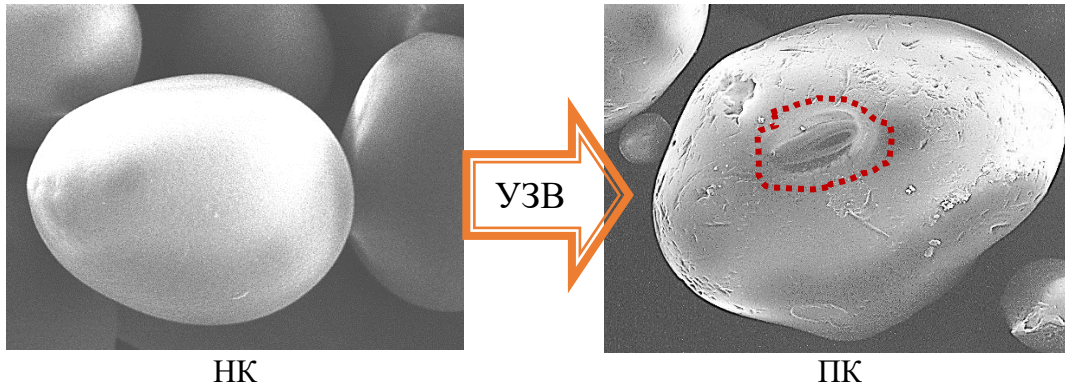


Рисунок 1. СЭМ изображения гранул крахмала (увеличение 500х):

НК – нативная форма; ПК – обработанный УЗ: мощность воздействия – 400 Вт/л, экспозиция 10 мин

Нативный крахмал (НК) характеризовался гранулами овальной формы с гладкой поверхностью без пор и трещин. Ультразвуковая обработка привела к деградации поверхности зерен и образованию пор и трещин различной формы и размеров.

Ультразвуковая обработка влияет на растворимость и набухающую способность крахмала. Пористый крахмал имел более высокую растворимость, но меньшую набухающую способность, чем крахмал нативный (таблица 2).

Таблица 1

Результаты исследования растворимости и набухающей способности крахмала картофельного: нативного и пористого

Образец	Растворимость, %	Набухающая способность, г/г
НК	$5,8 \pm 0,5$	$6,34 \pm 1,12$
ПК	$43,6 \pm 1,5$	$3,52 \pm 0,50$

Растворимость пористого крахмала была выше, чем у нативного на 37,8 %. Высокая растворимость свидетельствует о том, что гранулы крахмала имеют хорошие поры; вода может проникать в гранулы так, что они расширяются и легко высвобождают водорастворимые соединения. Набухающая способность крахмала снижается после ультразвуковой обработки примерно в 2 раза. Снижение набухающей способности было обусловлено образованием пор на поверхности гранул, что делает структуру крахмала более хрупкой [7].

Также пористый крахмал обладал более высокой водо- и жиропоглощающей способностью, чем нативный (рис. 2).

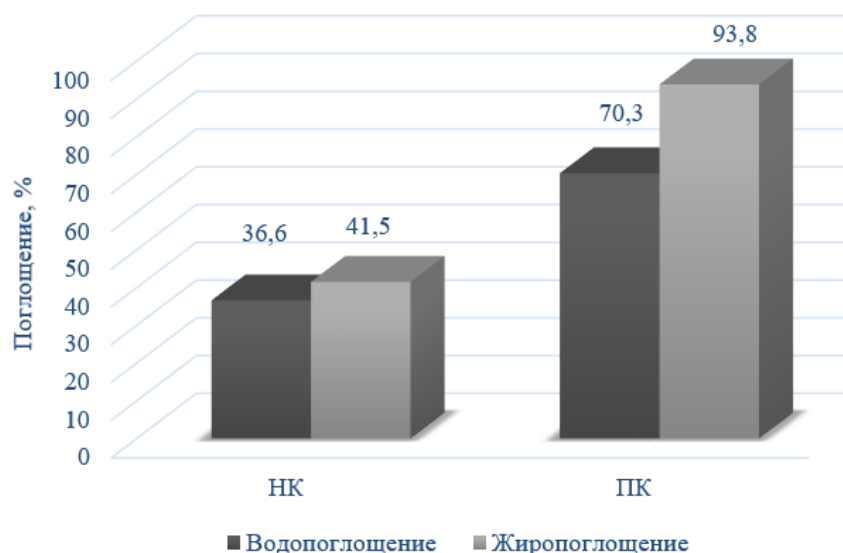


Рисунок 2. Результаты исследования водо- и жиропоглощающей способности образцов крахмалов до (НК) и после (ПК) ультразвуковой обработки

Ультразвуковая обработка крахмала привела к увеличению водопоглощающей способности крахмала на 33,7%. При этом жиропоглощающая способность крахмала увеличилась на 52,3%. Образовавшиеся, в результате кавитационных эффектов ультразвука на поверхности крахмального зерна поры и трещины позволяют липидам легко проникать в гранулы крахмала и, следовательно, увеличивают адсорбцию масла в крахмале [6].

Выводы. Таким образом, ультразвуковая обработка может воздействовать на структуру гранул картофельного крахмала, с образованием пор и трещин на поверхности зерна. Данные морфологические изменения помогают увеличить растворимость, водо- и жиропоглощающую способность с сохранением целостности картофельного зерна, что расширяет возможности применения данных видов пористых крахмалов в пищевых системах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кряжев, В.Н. Последние достижения химии и технологии производных крахмала / В.Н. Кряжев, В.В. Романов, В.А. Широков // Химия растительного сырья. – 2010. – № 1. – С. 5–12.
2. Руськина, А.А. Способы получения модифицированного крахмала, как инструмент повышения его технологических характеристик / А.А. Руськина, Н.В. Попова, Н.В. Науменко [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2017. – Т. 5. – № 3. – С. 12–20.
3. Руськина, А.А. Возможности трансформации фракций нативного крахмала для получения сырьевых ингредиентов целевого назначения / А.А. Руськина, И.Ю. Потороко // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2022. – Т. 10. – № 3. – С. 5–12.
4. Стратегия повышения качества пищевой продукции на период до 2030 года. Распоряжение Правительства РФ № 1364-р от 29.06.2016 г.
5. Ashokkumar, M. Applications of ultrasound in food and bioprocessing / M. Ashokkumar. – DOI: 10.1016/j.ultsonch.2014.08.012 // Ultrasonics sonochemistry. – 2015. – Vol. 25. – P. 17–23.
6. Purwitasari, Lutfi & Wulanjati, Martha & Pranoto, Yudi & Witasari, Lucia. (2022). Characterization of porous starch from edible canna (*Canna edulis* Kerr.) produced by enzymatic hydrolysis using thermostable α -amylase. Food Chemistry Advances. 2. 100152. 10.1016/j.focha.2022.100152.
7. Yasuo Iida, Toru Tuziuti, Kyuichi Yasui, Atsuya Towata, Teruyuki Kozuka. Control of viscosity in starch and polysaccharide solutions with ultrasound after gelatinization. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 2008. – Vol. 9. – P. 140–146.

REFERENCES

1. Kryazhev, V.N. Recent achievements in chemistry and technology of starch derivatives / V.N. Kryazhev, V.V. Romanov, V.A. Shirokov // Chemistry of vegetable raw materials. - 2010. – No. 1. – pp. 5-12.
2. Ruskina, A.A. Methods of obtaining modified starch as a tool for improving its technological characteristics / A.A. Ruskina, N.V. Popova, N.V. Naumenko [et al.] // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology. - 2017. – Vol. 5. – No. 3. – pp. 12-20.
3. Ruskina, A.A. Possibilities of transformation of fractions of native starch to obtain raw ingredients for the intended purpose / A.A. Ruskina, I.Y. Potoroko // Bulletin of the South Ural State University. The series "Food and biotechnology". – 2022. – Vol. 10. – No. 3. – pp. 5-12.
4. Strategy for improving the quality of food products for the period up to 2030. Decree of the Government of the Russian Federation No. 1364-r dated 06/29/2016.
5. Ashokkumar, M. Applications of ultrasound in food and bioprocessing / M. Ashokkumar. – DOI: 10.1016/j.ultsonch.2014.08.012 // Ultrasonics sonochemistry. – 2015. – Vol. 25. – P. 17–23.
6. Purwitasari, Lutfi & Wulanjati, Martha & Pranoto, Yudi & Witasari, Lucia. (2022). Characterization of porous starch from edible canna (*Canna edulis* Kerr.) produced by enzymatic hydrolysis using thermostable α -amylase. Food Chemistry Advances. 2. 100152. 10.1016/j.focha.2022.100152.
7. Yasuo Iida, Toru Tuziuti, Kyuichi Yasui, Atsuya Towata, Teruyuki Kozuka. Control of viscosity in starch and polysaccharide solutions with ultrasound after gelatinization. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 2008. – Vol. 9. – P. 140–146.

Секция 4
Биоресурсные коллекции микроорганизмов и их использование в
пищевых технологиях

УДК 664.642

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПШЕНИЧНЫХ ЗАКВАСОК В
ФЕРМЕНТАТОРАХ

Локачук М.Н., Савкина О.А., кандидат технических наук,
Кузнецова Л.И., доктор технических наук, Павловская Е.Н., Бурыкина М.С.
Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

***Аннотация.** В статье приведены данные по изучению динамики биотехнологических показателей пшеничных заквасок «Грантум» при их ведении в ферментаторах отечественного производства. Показано, что в процессе длительного ведения заквасок не происходит ухудшение их биотехнологических свойств, которые традиционно определяются для оценки качества заквасок в хлебопекарной промышленности. Установлено, что в процессе ведения заквасок, как в лабораторных, так и производственных условиях происходит изменение структуры бактериального микробиома, сопровождающееся заменой стартовых культур на лактобациллы вида *Fructilactobacillus sanfranciscensis*. На основании полученных результатов была разработана технологическая инструкция по приготовлению пшеничной закваски влажностью 65% в ферментаторе «АВАТ ФТ 40П CHEF».*

***Ключевые слова:** закваска, ферментатор, дрожжи, молочнокислые бактерии.*

STUDY OF PHYSICAL-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL INDICATORS OF
WHEAT SOURDOUGH IN FERMENTERS

Lokachuk M.N., Savkina O.A., PhD in Engineering,
Kuznetsova L.I., Grand PhD in Engineering Doctor, Pavlovskaya E.N., Burykina M.S.
*St. Petersburg branch FSASI «Scientific Research Institute for the Baking Industry»,
 Russian Federation, St. Petersburg*

***Annotation.** The article presents data on the study of the dynamics of wheat sourdough biotechnological properties propagated in fermenters made in Russia. It was that during the long-term backslopping of sourdoughs, there is no deterioration in their biotechnological properties, which are traditionally determined to assess the quality of sourdoughs in the baking industry. It was established that structure of the bacterial microbiome was changed during backslopping, accompanied by the replacement of starting cultures with lactobacilli of the species *Fructilactobacillus sanfranciscensis* both in laboratory and production conditions. The technological instructions were developed for the preparation of wheat sourdough with a moisture content of 65% in the «ABAT FT 40P CHEF» fermenter.*

***Keywords:** sourdough, fermenter, yeast, lactic acid bacteria.*

Введение. В последнее время на хлебопекарных предприятиях страны для ведения заквасок все чаще вводятся в эксплуатацию ферментаторы. Ферментаторы представляют собой вертикальные цилиндрические аппараты, снабженные теплообменными и перемешивающими устройствами, позволяющие как готовить, так и консервировать жидкие закваски путем их охлаждения при перерывах в работе или для сохранения активности в течение суток. Аппараты снабжены панелью управления, которая позволяет контролировать и настраивать режимы циклов смешивания,

ферментации и консервации, а также информирует пользователя о процессе прохождения циклов. Широкое распространение для приготовления пшеничных сортов хлеба как на крупных хлебопекарных предприятиях, так и в условиях мини-пекарен, а также домашнем хлебопечении получила пшеничная закваска «Грантум», разработанная в СПбФ ФГАНУ НИИХП [1,2]. Поэтому является актуальной адаптация существующей технологии ведения закваски «Грантум» к условиям ферментатора.

Целью работы являлось изучение биотехнологических свойств пшеничных заквасок при их ведении в ферментаторах

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись пшеничные закваски «Грантум» влажностью 65%, поддерживаемые в ферментаторах «Поиск» (производственная площадка ООО «ГК «Дарница») и «АВАТ ФТ 40П CHEF» (лаборатория СПбФ ФГАНУ НИИХП).

Для выведения пшеничной закваски по разводочному циклу применяли бакконцентрат «Грантум», состоящий из смеси чистых культур молочнокислых бактерий (далее МКБ) *Levilactobacillus brevis* B120, *Lactiplantibacillus plantarum* B90, *Lactiplantibacillus plantarum* B104 и дрожжей *S.cerevisiae* Y139, иммобилизованных на продуктах переработки овса [1,2]. Для приготовления закваски пакет с сухой микробной композицией вскрывали, смешивали его содержимое с мукой пшеничной первого сорта, добавляли водопроводную воду с температурой 28 – 30°C и перемешивали массу до однородной консистенции. Разводочный цикл приготовления закваски состоял из одной фазы. Рецепт и режимы приготовления закваски в разводочном цикле приведены в таблице 1.

Таблица 1

Рецептура и режимы приготовления пшеничной закваски в разводочном цикле

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Разводочный цикл
Бакконцентрат «Грантум», кг	0,140
Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта, кг	2,7
Вода питьевая, кг	4,16
Общая масса, кг	7,00
Влажность расчетная, %	65,0
Температура начальная, °С	28 - 31
Кислотность конечная, град	6,0-10,0

Выброженную закваску первой фазы разводочного цикла массой 7 кг переносили в ферментатор «АВАТ», добавляли 14 кг муки первого сорта, 21 кг воды и направляли на брожение при температуре 29-26,5°C в течение 3-х часов, а затем снижали температуру до 12 °С и выбраживали в течение 20 ч. Режим работы ферментатора приведен в таблице 2.

Таблица 2

Параметры программы ферментатора «АВАТ ФТ 40П CHEF»

Наименование показателя	Шаг 1	Шаг 2
Температура, °С	27	12
Цикл миксера работа/пауза	2/10	2/10
Продолжительность, ч	3,0	20,3

Одну часть выброженной закваски первого освежения производственного цикла массой 8 кг передали на производство ООО «ГК «Дарница», а другую – освежали в ферментаторе «АВАТ ФТ 40П CHEF» в условиях лаборатории.

В условиях хлебозавода закваску освежали питательной смесью из муки пшеничной высшего сорта и воды в соотношении выброженная закваска: питательная смесь – 1:5. Режим работы ферментатора представлен в таблице 3. По окончании процесса брожения часть закваски отбиралась на выпечку, а часть оставлялась на возобновление.

Таблица 3

Параметры программы ферментатора «Поиск»

Наименование показателя	Шаг 1	Шаг 2	Шаг 3
Температура, °С	25	25	14
Цикл миксера работа/пауза	8/4	10/5	10/5
Продолжительность, ч	0,8	3	21

В процессе ведения заквасок контролировали следующие биотехнологические свойства: влажность, температура, подъемная сила, титруемая кислотность, рН, содержание летучих кислот и спирта, количество клеток молочнокислых бактерий и дрожжей в соответствии со стандартными методиками, принятыми в хлебопекарной промышленности [3,4].

Для изучения изменения таксономической структуры микробиома заквасок в процессе ведения использовали метод высокопроизводительного секвенирования фрагмента гена 16S рРНК (на базе ЦКП «Геномные технологии, протеомика и клеточная биология» ФГБНУ ВНИИСХМ).

Результаты исследований и их обсуждение.

В результате проведенных исследований установлено, что в закваске на муке пшеничной высшего сорта, поддерживаемой в условиях хлебопекарного производства в ферментаторе «Поиск», кислотность в производственном цикле варьировала от 6,5 до 9,4 град, содержание летучих кислот – от 20,7 до 29,2% к титруемой кислотности (рисунок 1а). Подъемная сила в процессе ведения закваски улучшилась от 60 мин (через неделю ведения) до 25-31 мин, что коррелировало с увеличением содержания спирта от 1,72 до 2,53-2,97%СВ (рисунок 1б). Изменения данных показателей были связаны с увеличением количества дрожжевых клеток в процессе ведения заквасок. Содержание МКБ на протяжении всего эксперимента было достаточно высоким и составляло от 8,9 до 9,0 lg КОЕ/г (рисунок 1в).

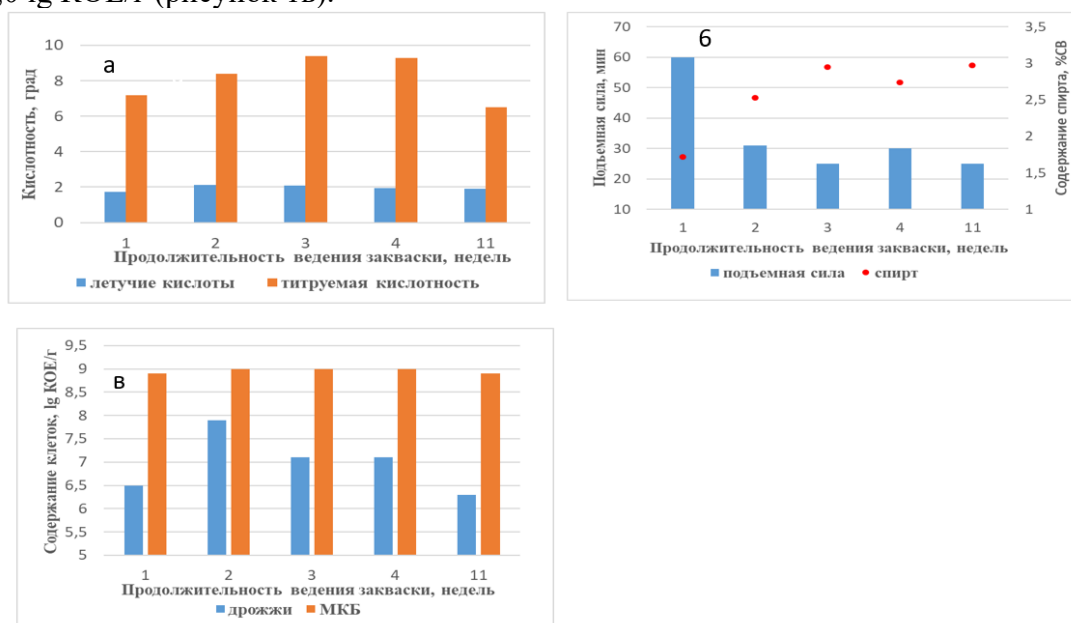


Рисунок 1. Изменение биотехнологических свойств пшеничной закваски в процессе ведения в ферментаторе «Поиск»

Установлено, что в закваске на муке пшеничной первого сорта, поддерживаемой в ферментаторе «АВАТ ФТ 40П CHEF» в условиях лаборатории, кислотность в производственном цикле была незначительно выше, чем в закваске на муке высшего сорта, и в конце брожения варьировала от 7,7 до 10,6 град. Закваска отличалась хорошей подъемной силой, которая до 10 освежения производственного цикла находилась в пределах от 20 до 28 мин, однако, к 11 освежению производственного цикла значительно ухудшилась и составляла 50 мин (рисунок 2а). В этот же период содержание спирта снизилось (рисунок 2б), что коррелировало с уменьшением количества дрожжевых клеток от 7,1 до 6,3 lg КОЕ/г (рисунок 2в).

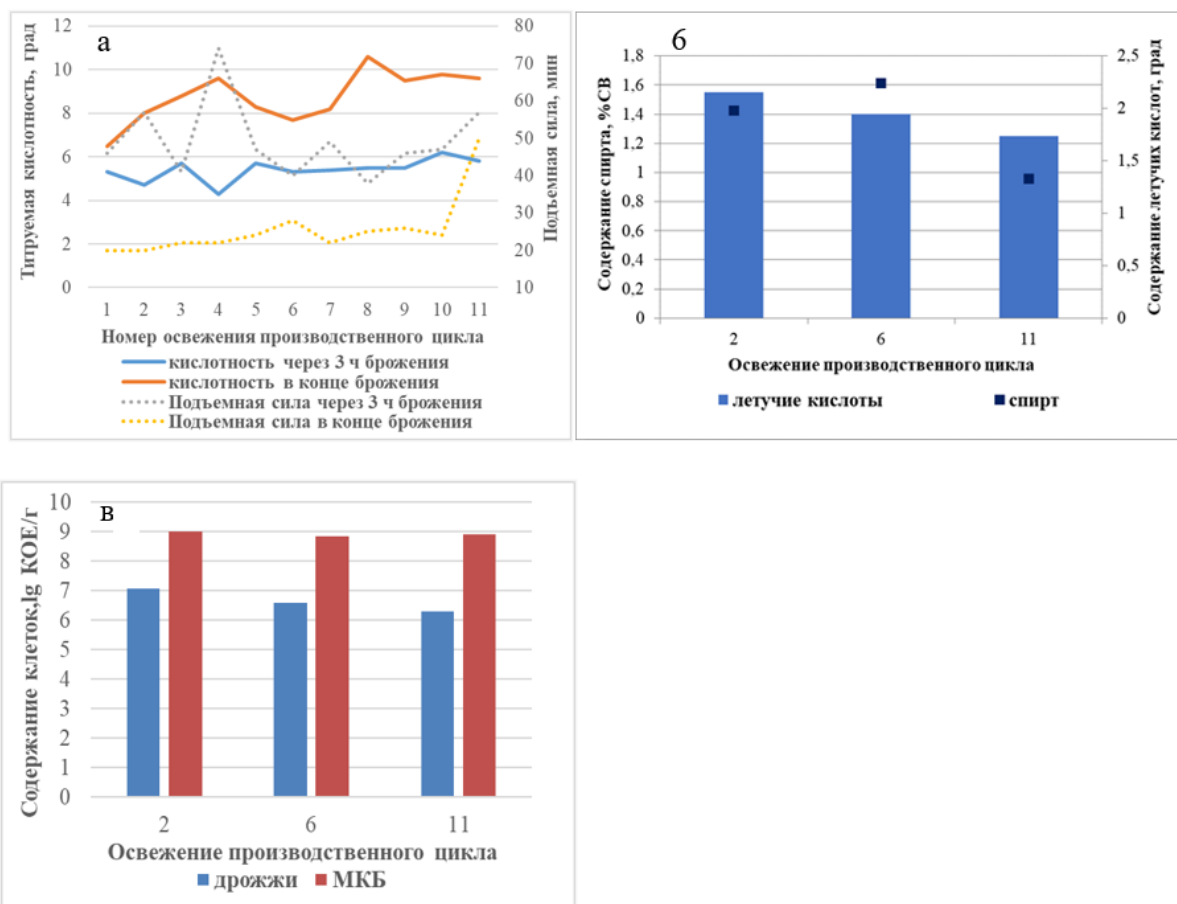


Рисунок 2. Изменение биотехнологических свойств пшеничной закваски в процессе ведения в ферментаторе «Поиск»

Исследовано изменение таксономической структуры микробиома заквасок, поддерживаемых в ферментаторах в лабораторных и производственных условиях. Показано, что в процессе ведения заквасок происходит вытеснение стартовых культур лактобацилл с заменой на вид *Fructilactobacillus sanfranciscensis* (рисунок 3), источником которого могло являться сырье (мука) или поверхности технологического оборудования.

Установлено, что в лабораторной закваске на протяжении всего эксперимента доминировали дрожжи вида *S.cerevisiae*. В закваске, которую вели в условиях производства, уже через сутки ведения были обнаружены дрожжи не только вида *S.cerevisiae*, но и вида *Kazachstania humilis*, который, скорее всего, содержался на поверхностях ферментатора.

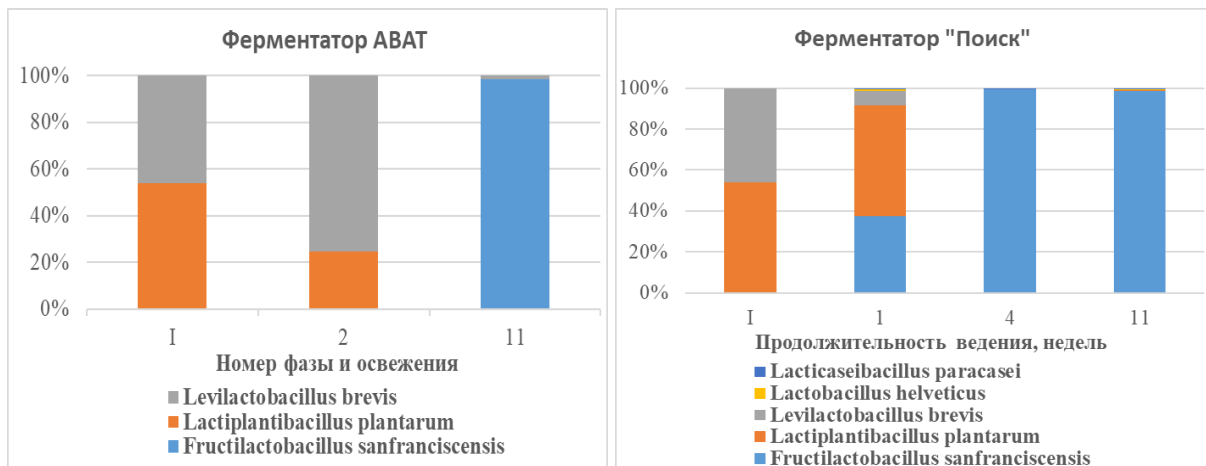


Рисунок 3. Изменение таксономической структуры микробиома заквасок (на уровне видов лактобацилл)

На основании полученных данных может быть рекомендовано выведение пшеничной закваски «Грантум» по разводочному циклу не реже, чем раз один раз в 2-3 недели. В результате проведенных исследований была разработана технологическая инструкция по приготовлению пшеничной закваски влажностью 65% в ферментаторе «АВАТ ФТ 40П CHEF»

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова, Л.И. Разработка биотехнологии пшеничного хлеба высокого качества и микробиологической стойкости для условий дискретного производства / Л.И. Кузнецова, О.А. Савкина, О.И. Парахина, М.Н. [и др.] // Хлебопродукты. - 2018. - №12. - С. 38-41.
2. Каталог культур микроорганизмов «Молочнокислые бактерии и дрожжи для хлебопекарной промышленности» из Коллекции Санкт-Петербургского филиала ГНУ ГОСНИИХП Россельхозакадемии / О.В. Афанасьева, Е.Н. Павловская, Л.И. Кузнецова. – М.: Россельхозакадемия, 2008. – 98 с.
3. Пучкова, Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства: учеб. пособие для вузов / Л.И. Пучкова. - СПб.: ГИОРД, 2004. - 259 с.
4. Технохимический контроль хлебопекарного производства / К.Н. Чижова, Т.И. Шкваркина, Н.В. Запенина и др. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 479 с.

REFERENCES

1. Kuznecova, L.I. Razrabotka biotekhnologii pshenichnogo hleba vysokogo kachestva i mikrobiologicheskoy stojkosti dlya uslovij diskretnogo proizvodstva / L.I. Kuznecova, O.A. Savkina, O.I. Parahina, M.N. [i dr.] // Hleboprodukty. - 2018. - №12. - S. 38-41.
2. Katalog kul'tur mikroorganizmov «Molochnokislye bakterii i drozhzhi dlya hlebopekarnoj promyshlennosti» iz Kollekcii Sankt-Peterburgskogo filiala GNU GOSNIIHP Rossel'hozakademii / O.V. Afanas'eva, E.N. Pavlovskaya, L.I. Kuznecova. – M.: Rossel'hozakademiya, 2008. – 98 s.
3. Puchkova, L.I. Laboratornyj praktikum po tekhnologii hlebopekarnogo proizvodstva: ucheb. posobie dlya vuzov / L.I. Puchkova. - SPb.: GIORD, 2004. - 259 s.
4. Tekhnohimicheskij kontrol' hlebopekarnogo proizvodstva / K.N. Chizhova, T.I. Shkvarkina, N.V. Zapenina i dr. – M.: Pishchevaya promyshlennost', 1975. – 479 s.

УДК 664.665

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗНЫХ ШТАММОВ ЛАКТОБАЦИЛЛ НА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЖАНОЙ ГУСТОЙ ЗАКВАСКИ

Сергеев С.А.¹, Костюченко М.Н.², кандидат технических наук,
Савкина О.А.³, кандидат технических наук, Локачук М.Н.³

¹ ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»,
Российская Федерация, г. Москва

² ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»,
Российская Федерация, г. Москва

³ Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИХП, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

Аннотация. В статье представлено исследование влияния разных видов и штаммов молочнокислых бактерий в сочетании с заквасочными дрожжами *C. milleri* Y128 из Коллекции Санкт-Петербургского филиала ФГАНУ НИИХП на биотехнологические показатели ржаных густых заквасок в разводочном и производственном циклах и качество готовых хлебобулочных изделий, приготовленных с их использованием. Установлено, что при применении штамма лактобацилл *Levilactobacillus* spp. E120 позволяет улучшить физико-химические и органолептические показатели закваски в разводочном и первых освежениях производственного цикла.

Ключевые слова: ржаная густая закваска, хлеб, молочнокислые бактерии, дрожжи, чистые культуры

STUDY OF THE INFLUENCE OF DIFFERENT STRAINS OF LACTOBACILLUS ON THE BIOTECHNOLOGICAL PROPERTIES OF RYE SOURODOUGH

Sergeev S.A.¹, Kostyuchenko M.N.², PhD in Engineering,
Savkina O.A.³, PhD in Engineering, Lokachuk M.N.³

¹ FSBEI HE «Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)», Russian Federation, Moscow

² FSASI «Scientific Research Institute for the Baking Industry», Russian Federation, Moscow

³ St. Petersburg branch of Scientific Research Institute for the Baking Industry,
Russian Federation, St. Petersburg

Annotation. The article presents a study of the influence of different strains of lactic acid bacteria in combination with sourdough yeast *C. milleri* Y128 from the Collection of the St. Petersburg branch of the Federal State University Research Institute of Chemical Chemistry on the biotechnological indicators of thick rye sourdoughs in the breeding and production cycles and the quality of bread prepared with their use. It was established that the lactobacilli strain *Levilactobacillus* spp. E120 usage allowed to improve the physico-chemical and organoleptic characteristics of sourdough in the breeding cycle and in first backslopping of the production cycle.

Keywords: thick rye sourdough, bread, lactic acid bacteria, yeast, pure cultures

Введение. Для реализации технологий хлеба на заквасках в нашей стране широко используются более 20 видов пшеничных и ржаных заквасок на чистых культурах ФГАНУ НИИХП, реализуемых в различных товарных формах – в нативном виде, в форме лиофилизатов, в виде микробных композиций, иммобилизованных на носителях из продуктов переработки зернового сырья (бакконцентраты «Вита» и «Грантум») [1, 2].

Для разных видов заквасок применяются разные консорциумы молочнокислых бактерий и дрожжей, обеспечивающие высокое качество и безопасность заквасок и хлеба. Использование заквасок на основе чистых культур микроорганизмов в технологии хлебобулочных изделий за счет действия метаболитов, продуцируемых молочнокислыми бактериями и дрожжами в процессе брожения, способствует улучшению их вкуса, запаха, обогащает ценными пребиотиками – витаминами, органическими кислотами, аминокислотами и многими другими компонентами, а также бактерицидными веществами – ингибиторами развития картофельной болезни и

плесневения [3-6]. Выделение новых видов и штаммов молочнокислых бактерий из заквасок с устойчивой экосистемой, позволит разработать новые стабильные микробные консорциумы, обладающие высокими биотехнологическими свойствами.

Для приготовления густых ржаных заквасок на протяжении многих лет, начиная с 40-х годов прошлого века, используются чистые культуры молочнокислых бактерий *L.plantarum* 63, *L.brevis* 5, *L.brevis* 78 (новые названия - *L.plantarum* E4, *L.paracasei/L.casei* E32, *L.paracasei/L.casei* E3) в сочетании с дрожжами *S.minor* Чернореченский (новое название - *C. milleri* Y128). Многолетний опыт работы показал, что в первых фазах разводочного цикла закваска имеет нестабильное качество, невысокую кислотность, увеличенное содержание спирта, уменьшенное содержание летучих кислот и других ароматобразующих веществ в готовых изделиях, что отрицательно влияет на вкус и запах закваски и хлеба. Известно, что для густой ржаной закваски хорошего качества характерно присутствие доминирующего гетероферментативного вида молочнокислых бактерий - *F. sanfranciscensis* и дрожжи вида *C. milleri* [7]. Поэтому актуальным направлением исследований является поиск новых гетероферментативных штаммов, позволяющих получить закваску со стабильно высокими качественными показателями в разводочном цикле и на первых фазах производственного цикла, а также повысить качество готового хлеба и улучшить его органолептические свойства.

Целью настоящей работы являлось исследование влияния разных штаммов молочнокислых бактерий на биотехнологические показатели густой ржаной закваски в разводочном и производственном цикле и качество хлеба, приготовленного с ее использованием.

Объекты исследования. Для исследований были отобраны новые штаммы молочнокислых бактерий из Коллекции Санкт-Петербургского филиала ФГАНУ НИИХП, выделенные из разных растительных ферментированных продуктов - *Levilactobacillus spp.* E120 и *L.brevis* E 139. Для приготовления закваски в I фазе разводочного цикла в водно-мучную питательную смесь вносили монокультуры лактобацилл на солодовом сусле с 12% СВ и с титром клеток 10^9 КОЕ/мл и дрожжи *C. milleri* Y128 в виде смыва с сусло-агара (содержание клеток в суспензии 10^8 КОЕ/мл). Закваску на монокультурах вели в соответствии с традиционным разводочным циклом для густой ржаной закваски [8, 9], изменив рекомендуемую влажность в первой фазе с 60% до 50% с целью замедления чрезмерной активности дрожжей и интенсификации процесса кислотонакопления. Контрольную закваску готовили с использованием чистых культур *L.plantarum* E4, *L.paracasei/L.casei* E32, *L.paracasei/L.casei* E3 (в нативном виде) в соответствии с инструкциями [9].

В заквасках определяли влажность, кислотность, температуру, подъемную силу, содержание летучих кислот и спирта. Количественный состав микрофлоры заквасок определяли методом постоянных окрашенных препаратов по Бургвицу. Количество жизнеспособных клеток дрожжей и молочнокислых бактерий определяли по ГОСТ 10444.12-2013 и ГОСТ 10444.11-2013.

Густую ржаную закваску использовали для приготовления хлеба дарницкого. В готовых изделиях определяли влажность мякиша по ГОСТ 21094-75, кислотность в соответствии с ГОСТ 5670-96 и пористость по ГОСТ 5696-96. Удельный объем хлеба определяли с помощью специального измерителя по ГОСТ 27669-88 и выражали в $\text{см}^3/\text{г}$ [10].

Результаты исследований и их обсуждение. В результате исследования влияния разных штаммов молочнокислых бактерий на биотехнологические показатели качества ржаной густой закваски установлено (таблица 1), что в первой фазе разводочного цикла в опытных заквасках первого освежения производственного цикла отмечалось более интенсивное кислотонакопление по сравнению с контрольной. Содержание летучих кислот в контроле также было значительно ниже – в 2-3 раза. При этом показатель

подъемной силы в контрольной закваске был в 4-5 раз меньше, что свидетельствует о большей активности дрожжей. Это также подтверждается высоким содержанием спирта (2,73 %СВ) и количеством дрожжевых клеток. Соотношение дрожжи: МКБ в контрольной закваске составляло 1:22, что также свидетельствует о чрезмерном развитии дрожжей. Контрольная закваска при этом имела резко выраженный спиртовой запах, в то время как опытные варианты характеризовались традиционным заквасочным ароматом.

Во второй фазе разводочного цикла контрольная закваска и закваска на штамме E139 имели сопоставимую кислотность (16,3 и 16,5 соответственно), что несколько превышало среднюю кислотность, рекомендуемую для ржаной густой закваски [8], а закваска на штамме E120 имела кислотность 13,5 град, характерную для зрелой закваски хорошего качества. При этом закваска с E120 имела подъемную силу 26 мин и соотношение дрожжей и молочнокислых бактерий 1:63, что характерно для зрелой ржаной густой закваски хорошего качества. Опытный вариант со штаммом E139 имел хороший заквасочный запах, однако плохую подъемную силу (57 мин), низкое содержание дрожжей (дрожжи: молочнокислые бактерии - 1:213) и спирта (0,64%СВ). Таким образом, применение штамма *Levilactobacillus spp. E120* позволило получить закваску хорошего качества уже во второй фазе разводочного цикла.

Таблица 1

Показатели качества густых ржаных заквасок в разводочном цикле, выведенных с использованием разных стартовых композиций

Наименование показателей	Значение показателей для густой ржаной закваски, приготовленной с использованием дрожжей вида <i>S. milleri</i> Y128 и молочнокислых бактерий					
	контрольных			опытных		
	<i>L.plantarum</i> E4, <i>L.paracasei/L.casei</i> E32, <i>L.paracasei/L.casei</i> E3		<i>Levilactobacillus</i> <i>spp. E120</i>	<i>L.brevis</i> E 139		
	по фазам разводочного цикла					
	I	II	I	II	I	II
Температура, °С						
- в начале брожения	28	29	29	28	28	28
- в конце брожения	28	29	30	29	28	28
Кислотность титруемая, град						
- в начале брожения	3,6	10,8	3,8	8,8	3,5	8,5
- в конце брожения	12,2	16,3	21,4	13,5	20,0	16,5
Увеличение объема, % к начальному	122	53	56	56	44	44
Подъемная сила, мин	22	19	97	26	117	57
Продолжительность брожения, ч	17	4	17	4	16	4
	Содержание микроорганизмов по методу Бургвица, клеток/г, *10 ⁶					
дрожжи	79	44	35	22	20	11
МКБ	2037	1219	1816	2100	2358	3244
Соотношение дрожжи:МКБ	1:26	1:28	1:52	1:62	1:118	1:213
Содержание спирта, % СВ	2,73	2,74	2,10	2,22	0,62	0,64
Содержание летучих кислот, % к титруемой кислотности	9,8	17,7	31,3	28,4	22,9	27,3
Запах	Спиртовый			Заквасочный		

При ведении заквасок в производственном цикле установлено (Таблица 2), что в опытных заквасках производственного цикла было значительно выше содержание летучих кислот, что объяснялось применением гетероферментативного штамма *Levilactobacillus spp. E120*. При гетероферментативном молочнокислом брожении, которое происходит пентозофосфатным путем, наряду с молочной кислотой образуются уксусная кислота, этанол, диоксид углерода и другие продукты. Поэтому в заквасках, приготовленных с использованием таких видов лактобацилл, содержится значительное

количество летучих кислот. Кроме того, опытная закваска отличалась значительно меньшим содержанием спирта, что коррелировало с меньшим количеством дрожжевых клеток. Соотношение дрожжи:МКБ в контрольной закваске составляло 1:4, т.е. были смещены в сторону дрожжевого брожения, что в итоге оказывало влияние на запах закваски, который был спиртовым, в то время как в опытной закваске оно составляло 1:23.

Установлено (таблица 2), что все образцы хлеба дарницкого соответствовали требованиям ГОСТ. Хлеб дарницкий, приготовленный на опытных заквасках, имел более высокую кислотность и содержание летучих кислот, при этом содержание спирта было ниже, чем в контроле, а удельный объем и пористость были сопоставимы. Исследование влияния заквасок на устойчивость хлеба к плесневению показало, что на образцах хлеба, приготовленных как на контрольной, так и на опытных заквасках, развитие колоний плесени наблюдали через 60 часов хранения.

Таблица 2

Влияние густой ржаной закваски на качество теста и хлеба дарницкого

Наименование показателей	Значения показателей для образца хлеба		
	контрольного	опытных	
	На закваске с молочнокислыми бактериями		
	<i>L.plantarum E4, L.paracasei/L.casei E32, L.paracasei/L.casei E3</i>	<i>Levilactobacillus spp. E120</i>	<i>L.brevis E 139</i>
	Закваска		
Температура, °С			
- в начале брожения	28	24	26
- в конце брожения	25	22	22
Кислотность конечная, град	16,3	17,1	19,4
Увеличение объема, %	56	56	33
Подъемная сила, мин	28	26	31
Продолжительность брожения, ч	16	16	16
Содержание спирта, % СВ	2,96	1,28	1,80
Содержание летучих кислот, % к титруемой кислотности	12,3	31,6	24,5
Содержание МО по методу Бургвица, кл/г, *10 ⁶			
-дрожжи	449	44	47
- МКБ	1850	3090	3140
Соотношение дрожжи:МКБ	1:4	1:70	1:66
	Хлеб		
Влажность, %	48,5	48,5	48,5
Кислотность, град	5,2	7,6	7,5
Пористость, %	72	72	72
Удельный объем, см ³ /г	2,18	2,19	2,17
Сжимаемость, ед. прибора	20,8	19,6	19,4
Содержание спирта, % на СВ	0,94	0,58	0,60
Содерж. летучих кислот, % к титруемой кислотности	21,2	30,3	30,5
Продолжительность хранения до появления первых признаков плесневения при заражении <i>Penicillium chrysogenum</i> , ч	60	60	60
Органолептические показатели	Спиртовый оттенок	вкус, запах характерные, без постороннего	

Выводы. Таким образом, результаты исследования подтвердили эффективность применения гетероферментативного штамма молочнокислых бактерий *Levilactobacillus spp. E120* в сочетании с заквасочными дрожжами *C. milleri Y128*, что позволяет получить сразу в разводочном цикле закваску хорошего качества, обладающую биотехнологическими показателями, характерными для зрелой ржаной густой закваски.

ЛИТЕРАТУРА

1. Локачук М.Н. Микрофлора хлебных заквасок: видовое разнообразие и взаимодействие / М.Н. Локачук, О.А. Савкина, Е.Н. Павловская, Л.И. Кузнецова, // Хлебопродукты. – 2020. - №4 с. 52 -55
2. Петрова М.Н. История создания и развития Коллекции микроорганизмов для хлебопекарной промышленности ФГАНУ НИИХП / М.Н. Петрова, М.Н. Локачук, О.А. Савкина, Л.И. Кузнецова, Е.Н. Павловская, М.Н. Костюченко, М.В. Носова // Хлебопечение России. - 2022.-№6.-С.20-25.
3. De Vuyst L. The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions/ L. De Vuyst, P. Neysens // Trends in Food Science & Technology. – 2005. - № 16. - P.43–56.
4. Gobbetti, M. Handbook on Sourdough Biotechnology/ M. Gobbetti, M. Gänzle. - New York.: Springer Science & Business Media, 2012. - 298 p.
5. Charis M. Galanakis . Innovations in Traditional Foods/ Charis M. Galanakis.-Woodhead Publishing, 2019. - 348p.
6. Settanni, L. An integrated technological approach to the selection of lactic acid bacteria of flour origin for sourdough production / L. Settanni, G.Ventimiglia, A. Alfonzo et.al.// Food Research International.- 2013.- №54.-P.1569–1578.
7. Локачук М.Н. Изменение микробиоты густой ржаной закваски в процессе длительного ведения / М.Н. Локачук и др. //Хлебопродукты. – 2020. – №11. – С.33-37
8. Афанасьева, О.В. Микробиология хлебопекарного производства / О.В. Афанасьева; С. - Петер. Фил. Гос. НИИ хлебопекар. Пром-ти (СПб Ф ГосНИИХП). СПб.: Береста, 2003. – 220с.
9. Сборник современных технологий хлебобулочных изделий/ под общ. ред. А.П.Косована. - М.:Московская типография №2, 2008.-268 с.
10. Пучкова Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства: учебное пособие для вузов/Л.И. Пучкова. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 259 с.

REFERENCES

1. Lokachuk M.N. Mikroflora hlebnyh zakvasok: vidovoe raznoobraznie i vzaimodejstvie [Microflora of bread sourdoughs: species diversity and interaction] / M.N. Lokachuk, O.A. Savkina, E.N. Pavlovskaya, L.I. Kuznecova, // Hleboprodukty. – 2020. - - №4 s. 52 -55
2. Petrova M.N. Istoriya sozdaniya i razvitiya Kollekcii mikroorganizmov dlya hlebopekarnoj promyshlennosti FGANU NIHP / M.N. Petrova, M.N. Lokachuk, O.A. Savkina, L.I. Kuznecova, E.N. Pavlovskaya, M.N. Kostyuchenko, M.V. Nosova //Hlebopechenie Rossii. - 2022.-№6.-S.20-25.
3. De Vuyst L. The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions/ L. De Vuyst, P. Neysens // Trends in Food Science & Technology. – 2005. - № 16. - P.43–56.
4. Gobbetti, M. Handbook on Sourdough Biotechnology/ M. Gobbetti, M. Gänzle. - New York.: Springer Science & Business Media, 2012. - 298 p.
5. Charis M. Galanakis . Innovations in Traditional Foods/ Charis M. Galanakis.-Woodhead Publishing, 2019. - 348p.
6. Settanni, L. An integrated technological approach to the selection of lactic acid bacteria of flour origin for sourdough production / L. Settanni, G.Ventimiglia, A. Alfonzo et.al.// Food Research International.- 2013.- №54.-P.1569–1578.
7. Lokachuk M.N. Change of microbiota of thick rye sourdough in the process of long-term management / M.N. Lokachuk et al. //Bread products. – 2020. – No. 11. – pp.33-37.
8. Afanas'eva, O. V. Mikrobiologiya hlebopekarnogo proizvodstva [Microbiology of bread making]/ O.V. Afanas'eva; S. –Peter. Fil. Gos. NII hlebopekar. Prom-ti (SPb F GosNIHP). – SPb.: Beresta, 2003. – 220 s.
9. Sbornik sovremennyh tekhnologij hlebobulochnyh izdelij [Collection of modern technologies of bakery products]/ pod obshch. red. A.P.Kosovana. - M.:Moskovskaya tipografiya №2, 2008.-268s.
10. Puchkova, L.I. Laboratornyj praktikum po tekhnologii hlebopekarnogo proizvodstva: ucheb. posobie dlya vuzov [Laboratory workshop on the technology of bakery production: textbook allowance for universities] /L.I. Puchkova.- SPb.: GIORD, 2004. - 259 s.

УДК 664.661.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ ПШЕНИЧНЫХ ЗАКВАСОК НА КАЧЕСТВО СДОБНЫХ ИЗДЕЛИЙ

**Фролова Ю.М., Кузнецова Л.И., доктор технических наук, Бурькина М.С.,
Парахина О.И., кандидат технических наук**

Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин

Аннотация. Данная статья посвящена изучению показателей качества сдобных изделий на примере сдобы витой, изготовленной на разных видах пшеничных заквасок, выведенных с использованием молочнокислых бактерий (МКБ) и дрожжей из Коллекции культур микроорганизмов ФГАНУ НИИХП. Показано, что наилучшие показатели качества среди образцов, приготовленных без внесения прессованных дрожжей при замесе теста, имели образцы сдобы витой на жидкой пшеничной закваске с заваркой.

Ключевые слова: Закваска, хлебобулочные изделия, молочнокислые бактерии, дрожжи.

INFLUENCE OF MICROBIAL CONTAMINATION OF GRAIN AND ITS PROCESSING PRODUCTS ON THE DEVELOPMENT OF POTATO DISEASE OF BAKERY PRODUCTS

**Frolova J.M., Kuznetsova L.I., Grand PhD in Engineering, Burykina M.S.,
Parakhina O.I., PhD in Engineering**

Saint-Petersburg brunch of Scientific Research Institute for the Baking Industry, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin

Abstract. This article is devoted to the study of quality indicators of bread made with different types of wheat sourdoughs using lactic acid bacteria and yeast from the Collection of microorganisms of Scientific Research Institute for the Baking Industry. It was shown that the best quality indicators among the samples prepared without adding compressed yeast had breads made with liquid wheat sourdough with scald.

Keywords: Sourdough, bakery products, lactic acid bacteria, yeast.

Введение. При выработке хлебобулочных изделий из разных сортов пшеничной муки наряду с известными способами используют технологии на биологических заквасках, обеспечивающих улучшение вкуса, аромата изделий, а также их микробиологическую безопасность, особенно при переработке муки с пониженными хлебопекарными свойствами [1].

Целью данной работы являлось изучение влияния пшеничных заквасок на качественные показатели сдобы витой.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись пять видов пшеничных заквасок: жидкая пшеничная закваска с заваркой с использованием штаммов МКБ *L.plantarum* B5, *L.fermentum* B28, *L.parabuchneri* B33, *L.parabuchneri* B7 и дрожжей *S.cerevisiae* Y120; «Грантум» с использованием штаммов МКБ *L.plantarum* B104, *L.plantarum* B90, *L.brevis* B120 и дрожжей *S.cerevisiae* Y139; «Грантум» с заваркой с использованием облигатно гетероферментативного штамма МКБ *L.brevis* B120 и дрожжей *S.cerevisiae* Y139, «Грантум активная» с использованием факультативно гетероферментативного штамма МКБ *L.plantarum* B104 и дрожжей *S.cerevisiae* Y139, «Грантум активная» - с использованием облигатно гетероферментативного штамма МКБ *L.brevis* B120 и дрожжей *S.cerevisiae* Y139 [2].

Исследования проводили при приготовлении сдобы витой в соответствии с ГОСТ 24557-89. Тестовые заготовки формовали круглой формы массой 450 г, укладывали на листы и расстаивали до готовности. Расстоявшиеся тестовые заготовки выпекали при температуре 180 °С в течение 23 мин.

Тесто готовили безопасным способом с внесением 2% прессованных дрожжей; на заквасках, содержащих 10% муки от общего её количества в тесте, с внесением 2% прессованных дрожжей и без них; на заквасках, содержащих 15% муки от общего её количества в тесте, без внесения прессованных дрожжей.

Количественный состав микрофлоры заквасок определяли методом постоянных окрашенных препаратов по Бургвицу [3].

Кислотность и подъемную силу закваски и теста определяли общепринятыми методами [4, 5].

Результаты исследований и их обсуждение. Установили (рисунок), что наибольшую кислотность имела закваска «Грантум» с заваркой, при этом подъемная сила в данной закваске была лучше, чем в закваске «Грантум». Однако, в целом, наилучшая подъемная сила - 15 мин была у варианта жидкой закваски с заваркой, поскольку содержание 35% заварки в питательной смеси влажностью 70% стимулирует рост дрожжевых клеток. Закваска «Грантум активная», выведенная с использованием *L.plantarum B104*, имела наименьшую кислотность и лучшую подъемную силу, по сравнению со всеми вариантами закваски «Грантум», в том числе «Грантум активной», выведенной с использованием *L.brevis B120*.

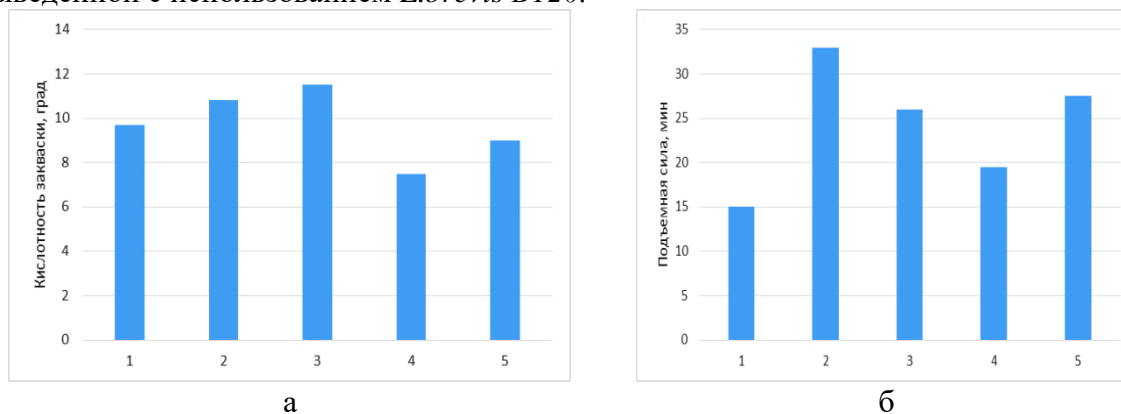


Рисунок. Влияние состава стартовой композиции микроорганизмов и питательной смеси на кислотность (а) и подъемную силу (б) заквасок: 1 - жидкая пшеничная закваска с заваркой, 2 - «Грантум», 3 - «Грантум» с заваркой, 4 – «Грантум активная» с *L.plantarum B104*, 5 – «Грантум активная» с *L.brevis B120*.

Количество клеток дрожжей было наибольшим в жидкой пшеничной закваске с заваркой ($150-180 \times 10^6$ клеток/г), а в заквасках «Грантум» и «Грантум» с заваркой было сопоставимым и составляло $10-40 \times 10^6$ клеток/г. В закваске «Грантум активная», выведенной с использованием *L.plantarum B104*, в конце 1 фазы разводочного цикла количество клеток дрожжей в 3,6 раз превышало содержание дрожжей в закваске «Грантум активная», выведенной с использованием *L.brevis B120*, при этом количество клеток МКБ было значительно ниже в 3,1 раз. В производственном цикле количество клеток МКБ так же было выше в закваске, выведенной с использованием *L.brevis B120* в 1,8 раз, при этом количество клеток дрожжей было ниже в 1,5 раз.

Изучая влияние заквасок на физико-химические показатели качества теста для сдобы витой (таблица 1), выявили, что при внесении 15 % муки с закваской, кислотность теста, ожидаемо, была выше, чем у образцов без закваски и содержащих 10% муки в закваске. Подъемная сила теста значительно варьировалась. В образцах теста только на заквасках без внесения прессованных дрожжей при замесе его подъемная сила была в среднем в 11 раз хуже, при этом продолжительность расстойки увеличилась в 1,9 раз по сравнению с тестом, приготовленным безопасным способом с внесением хлебопекарных прессованных дрожжей при замесе.

Сравнение свойств теста на заквасках «Грантум активная», содержащих 10% и 15% муки, показало, что, несмотря на лучшую подъемную силу (в среднем на 30 мин) в

тесте на закваске с *L.brevis* B120 по сравнению с тестом на закваске с *L.plantarum* B104, продолжительность расстойки тестовых заготовок была одинаковой.

Однако, в целом показатели образцов теста, приготовленных с использованием этих двух заквасок, несколько уступали или были сопоставимы с показателями теста на закваске «Грантум». Внесение заварки в питательную смесь «Грантум» не оказало существенного влияния на подъемную силу и кислотность теста по сравнению с тестом на закваске «Грантум». Тесто, приготовленное с использованием жидкой закваски с заваркой, имело лучшую подъемную силу по сравнению с образцами теста на всех вариантах заквасок «Грантум», поскольку лучшая бродильная активность жидкой закваски с заваркой обусловлена присутствием 35% заварки в питательной смеси и более высокой активностью дрожжевых клеток *S.cerevisiae* Y139.

Таблица 1

Физико-химические показатели качества теста для сдобы витой

Наименование показателей	Значение показателей при приготовлении теста											
	на заквасках, % муки в закваске											
	10				15							
	без внесения пресованных дрожжей при замесе теста				с внесением пресованных дрожжей при замесе теста				без внесения пресованных дрожжей при замесе теста			
Безопасным способом с внесением пресованных дрожжей при замесе	Грантум		Жидкой с заваркой		«Грантум активная»		Грантум		Жидкой с заваркой		«Грантум активная»	
	L.plantarum	L.brevis	L.plantarum	L.brevis	L.plantarum	L.brevis	L.plantarum	L.brevis	L.plantarum	L.brevis	L.plantarum	L.brevis
Температура, °С												
- начальная	29	28	29	29	29	28	28	28	29	28	29	29
- конечная	30	28	29	29	29	29	28	28	29	28	29	29
Кислотность, град												
- начальная	3,0	3,0	3,6	2,8	3,2	3,1	3,3	3,7	4,3	4,7	3,4	3,6
- конечная	3,4	3,5	3,9	3,4	3,6	3,7	3,8	4,4	4,5	5,2	3,8	4,1
Увеличение объема, % к начальному	140	10	6	11	11	20	10	11	11	6,5	11	11
Подъемная сила, мин	8	108	59	139	103	11	14	75	57	31	89	64
Продолжительность брожения, мин	60	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Продолжительность расстойки, мин	64	150	120	120	120	70	70	120	120	120	120	120

Анализ качества готовых изделий показал (таблица 2), что в образцах на закваске кислотность повышалась от 1,5 до 3 раз по сравнению с образцами, приготовленными безопасным способом с внесением пресованных дрожжей при замесе теста. Причем, в сдобе витой, приготовленной на заквасках, содержащих 15% муки, кислотность превышала нормируемый показатель по ГОСТ 24557-89 (3,5 град для изделий на закваске). Наибольшую кислотность - 6,2 град имел образец, приготовленный на закваске «Грантум» с заваркой.

Физико-химические показатели сдобы витой

Наименование показателей	Значение показателей при приготовлении теста											
	на заквасках в количестве муки в закваске, %											
	10						15					
	без внесения прессованных дрожжей при замесе теста				с внесением прессованных дрожжей при замесе теста		без внесения прессованных дрожжей при замесе теста					
Безопарным способом с внесением прессованных дрожжей при замесе	Грантум	Жидкой с заваркой	«Грантум активная»		Грантум	Жидкой с заваркой	Грантум	Грантум с заваркой	Жидкой с заваркой	«Грантум активная»		
			L.plantarum	L.brevis						L.plantarum	L.brevis	
Влажность, %	37,8	37,5	38,3	37,6	36,7	37,3	38,0	37,6	37,6	37,5	37,2	36,6
Кислотность, град	2,0	4,8	4,4	2,9	3,3	3,0	3,0	5,8	6,2	4,4	3,5	4,2
Пористость, %	86	74	76	69	72	82	83	75	76	79	73	75
Сжимаемость, ед.пр.	52	24	26	18	20	35	34	25	27	32	23	25
Удельный объем, см ³ /г	3,98	2,44	2,46	1,97	2,11	3,33	3,14	2,43	2,54	2,76	2,28	2,60
Формоустойчивость, Н/D	0,40	0,39	0,49	0,42	0,38	0,41	0,46	0,46	0,46	0,58	0,44	0,42

Изделия, приготовленные на заквасках «Грантум активная» с *L.brevis* B120, имели больший объем, лучшую пористость и сжимаемость мякиша по сравнению с изделиями на закваске с *L.plantarum* B104.

Выводы. Проведенные исследования показали принципиальную возможность приготовления сдобных изделий (на примере сдобы витой) на разных видах пшеничных заквасок без внесения прессованных дрожжей при замесе теста. Наилучшие показатели качества среди образцов, приготовленных без внесения прессованных дрожжей при замесе теста, имели образцы сдобы на жидкой пшеничной закваске с заваркой, которые отличались большим удельным объемом и лучшей формоустойчивостью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сборник современных технологий хлебобулочных изделий/ под общ. ред. А.П. Косована. - М.: Московская типография №2, 2008.-268 с.
2. Каталог культур микроорганизмов «Молочнокислые бактерии и дрожжи для хлебопекарной промышленности» из Коллекции Санкт-Петербургского филиала ГНУ ГОСНИИХП Россельхозакадемии / О.В. Афанасьева, Е.Н. Павловская, Л.И.Кузнецова. – М.: Россельхозакадемия, 2008. – 98 с.
3. Афанасьева, О. В. Микробиология хлебопекарного производства / О.В. Афанасьева; С. – Петер. Фил. Гос. НИИ хлебопек. Пром-ти (СПб Ф ГосНИИХП). – СПб.: Береста, 2003. – 220 с.
4. Пучкова, Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства: учеб. пособие для вузов /Л.И. Пучкова. - СПб.: ГИОРД, 2004. - 259 с.
5. Чижова К.Н., Шкваркина Т.И., Запенина Н.В. Технохимический контроль хлебопекарного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 478 с.

REFERENCES

1. Sbornik sovremennykh tekhnologiy khlebobulochnykh izdeliy/ pod obshch. red. A.P. Kosovana. - M.: Moskovskaya tipografiya №2. 2008.-268 s.
2. Katalog kultur mikroorganizmov «Molochnokislyye bakterii i drozhzhi dlya khlebopekarnoy promyshlennosti» iz Kollektzii Sankt-Peterburgskogo filiala GNU GOSNIIKhP Rosselkhozakademii / O.V. Afanasyeva. E.N. Pavlovskaya. L.I.Kuznetsova. – M.: Rosselkhozakademiiya. 2008. – 98 s.
3. Afanasyeva. O. V. Mikrobiologiya khlebopekarnogo proizvodstva / O.V. Afanasyeva; S. –Peter. Fil. Gos. NII khlebopekar. Prom-ti (SPb F GosNIIKhP). – SPb.: Beresta. 2003. – 220 s.
4. Puchkova. L.I. Laboratornyy praktikum po tekhnologii khlebopekarnogo proizvodstva: ucheb. posobiye dlya vuzov /L.I. Puchkova. - SPb.: GIORD. 2004. - 259 s.
5. Chizhova K.N.. Shkvarkina T.I.. Zapenina N.V. Tekhnokhimicheskiy kontrol khlebopekarnogo proizvodstva. – M.: Pishchevaya promyshlennost. 1975. – 478 s.

УДК 664.64

ФОРТИФИКАЦИЯ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Юраскина Т.В., Соколова Е.Н., кандидат биологических наук, Фурсова Н.А.,
Серба Е.М., доктор биологических наук

ВНИИПБТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»,
Российская Федерация, г. Москва

Аннотация. Проведены исследования в области фортификации хлебопекарных дрожжей микроэлементами. Экспериментально подтверждена возможность обогащения *S. cerevisiae*, как индивидуальными микроэлементами, так и сочетанно. Подобраны оптимальные дозировки солей-источников металлов для внесения в питательные среды для культивирования. Изучена и подтверждена возможность применения обогащенных дрожжей в производстве хлеба, с улучшением аминокислотного и микроэлементного состава готовой продукции.

Ключевые слова: хлебопекарные дрожжи, микроэлементы, обогащение, фортификация, хлебобулочные изделия.

BAKER'S YEAST FORTIFICATION WITH MICROELEMENTS FOR SPECIALIZED FOOD PRODUCTS OBTAINING

Yuraskina T.V., Sokolova E.N., PhD in Biological sciences, Fursova N.A.,
Serba E.M., Grand PhD in Biological sciences

All-Russian Scientific Research Institute of Food Biotechnology is a branch of the Federal State Budgetary Institution of Science «Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety», Russian Federation, Moscow

Abstract. The studies in the field of fortification of baker's yeast with microelements were carried out. The possibility of enriching *S. cerevisiae* with both individual microelements and in combination was experimentally confirmed. Optimal dosages of salts that are metal sources were selected for addition to growth media. The possibility of using enriched yeast in bread production was studied and confirmed, with the improvement of the amino acid and trace element composition of the finished product.

Keywords: baker's yeast, trace elements, enrichment, fortification, bakery products.

Введение. Сложившаяся в настоящее время структура питания населения нашей страны характеризуется недостатком ценных микро- и макронутриентов [1]. Дефицит эссенциальных веществ является одним из факторов, которые могут приводить к возникновению алиментарно-зависимых состояний, которые имеют потенциал развиваться в различные заболевания [2].

Микроэлементы являются жизненно необходимыми, играя значимую роль в физиологических процессах организма человека. Микроэлементозы, вызванные дефицитом, избытком или дисбалансом химических элементов, негативным образом отражаются на здоровье человека [3].

Железо (Fe) участвует в процессах дыхания, синтезе белков, гормонов, ферментов и др. Рекомендуемая суточная потребность (РСП) в железе для взрослых согласно МР 2.3.1.0253-21 составляет 10-18 мг/сутки. Дефицит Fe может приводить к гипоксии, снижению иммунитета и пр. Недостаток поступления железа является основным фактором железодефицитной анемии (ЖДА), которой подвержено около 24,9% населения земного шара и приблизительно 39% россиян [4; 5].

Медь (Cu) необходима для нормального функционирования гематологической, метаболической и неврологической систем, входит в состав ферментов антиоксидантной защиты и др. РСП в меди составляет 1 мг/сутки. Дефицит Cu может приводить к нарушениям функции печени, метаболизма железа и пр. Недостаток поступления меди варьируется от 30 до 70% по данным исследований в различных регионах РФ [6; 7].

Цинк (Zn) входит в состав многих ферментов, участвует в процессах метаболизма, регуляции экспрессии генов и др. РСП в цинке составляет 12 мг/сутки. Дефицит Zn может приводить к нарушению биосинтеза инсулина, вторичному иммунодефициту, функционирования органов. Недостаток поступления цинка отмечен у более чем 2 млрд человек по всему миру [8; 9].

Хром (Cr) участвует в нормализации метаболизма глюкозы, чувствительности к инсулину, функционировании сердечно-сосудистой системы и др. РСП в хrome составляет 40 мкг /сутки. Дефицит Cr может приводить снижению толерантности к глюкозе и уровня ЛПВП, а также к повышению холестерина и пр. [10; 11]

Перспективным направлением решения проблемы дефицита нутриентов является получение новых отечественных натуральных пищевых ингредиентов. Одним из возможных и имеющий определённые преимущества для получения целевой продукции является биотехнологический способ [12]. Дрожжи широко используются в различных производствах и согласно ТР ТС 021/2011 считаются пищевым продуктом. *Saccharomyces cerevisiae* являются источником витаминов группы В, провитамина D₂, белка по аминокислотному составу близкому к животному. Дрожжи могут эффективно аккумулировать микроэлементы, при целенаправленном обогащении ими сред для культивирования [13].

Таким образом, биотехнологический способ получения пищевых ингредиентов на основе обогащенных микроэлементами микроорганизмов является актуальным.

Целью работы являлось изучение возможности фортификации дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* микроэлементами и их применения в пищевом производстве.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования являлись хлебопекарные дрожжи *S. cerevisiae* из коллекции микроорганизмов ВНИИПБТ.

Обогащение дрожжей осуществляли путём внесения растворов солей-источников микроэлементов в состав питательных сред. В качестве солей были выбраны: сульфат железа ГОСТ 4148-78 (FeSO₄×7H₂O), сульфат меди ГОСТ 19347-2014 (CuSO₄×5H₂O), сульфат цинка ГОСТ 4174-77 (ZnSO₄×7H₂O), хлорид хрома ГОСТ 4473-78 (CrCl₃×6H₂O). Культивирование дрожжей осуществляли на солодовом сусле, с добавлением азотного и фосфорного питания, на качалке в течение 18 ч при температуре 30±1°С.

Определение сырого протеина осуществляли методом Кьельдаля по ГОСТ 13496.4.

Определение содержания микроэлементов проводили с применением атомно-адсорбционной спектроскопии на системе Agilent 240Z (Agilent Technologies, США) по ГОСТ Р 56372.

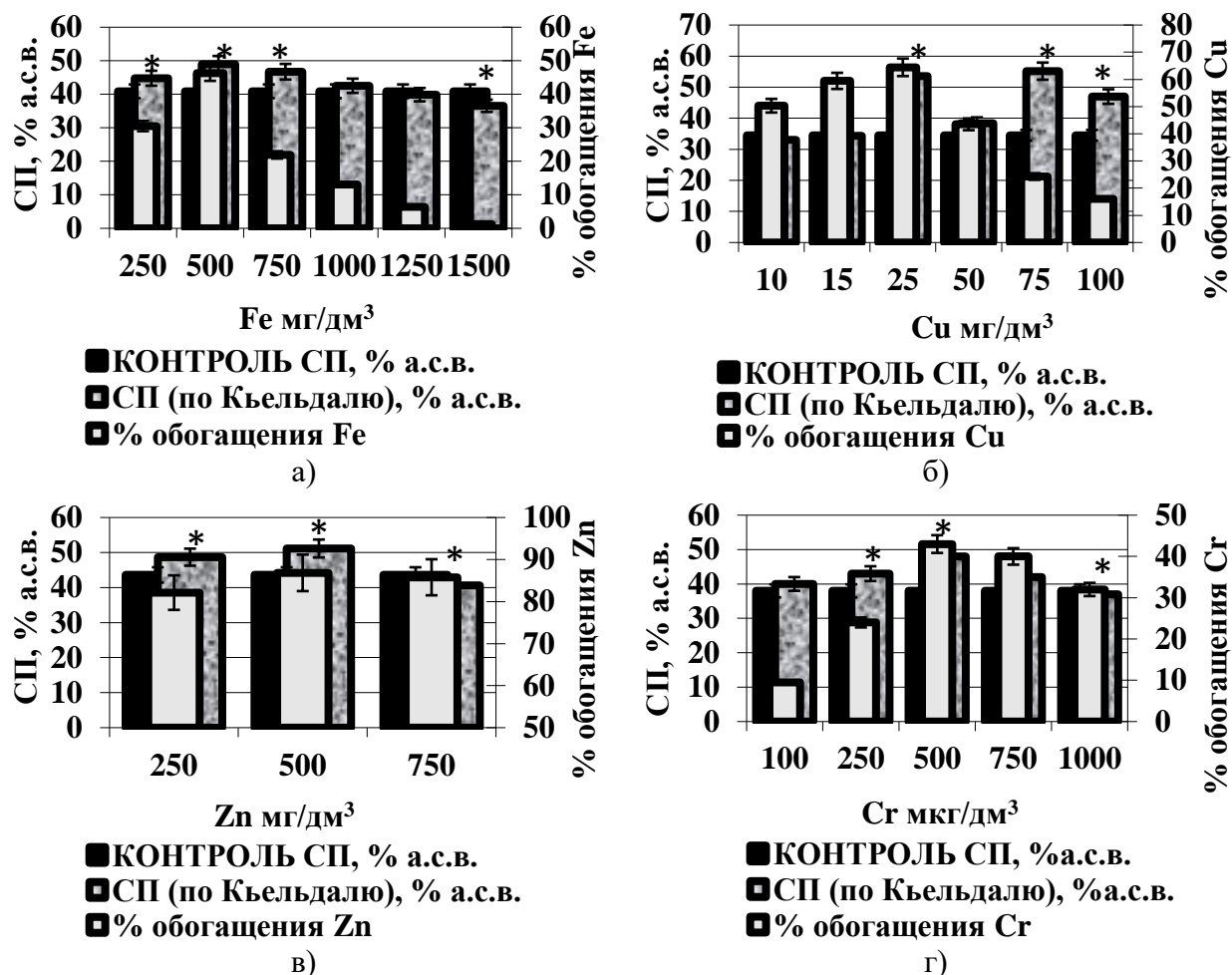
Для изготовления экспериментальных образцов хлеба использовалось следующее сырьё:

- вода питьевая ГОСТ Р 51232;
- масло подсолнечное ГОСТ 1129-2013;
- мука пшеничная ГОСТ Р 26574-2017;
- сахар ГОСТ 33222-2015;
- соль не йодированная ГОСТ Р 51574-2018;
- сухое молоко ГОСТ 33629-2015.

Для органолептической характеристики полученных образцов хлеба проводили оценку по 5-балльной шкале по следующим показателям: форма, поверхность, цвет, пропеченность, промес, пористость, вкус, запах. Физико-химические показатели: кислотность и влажность определяли согласно ГОСТ 5670-96 и ГОСТ 21094-2022 соответственно.

В данные приведены в виде средних арифметических значений и их стандартных отклонений ($\bar{x} \pm SD$; n=3). Статистическая обработка результатов исследования выполнена с использованием пакета программ MS Excel и STATISTICA 6.0. Критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы (p) принимали равным 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение. На первом этапе проводили фортификацию путём внесения солей-источников микроэлементов в питательные среды в различных концентрациях. По окончании процесса ферментации анализировали содержание сырого протеина и процент обогащения микроэлементами (рис. 1) [12; 14].

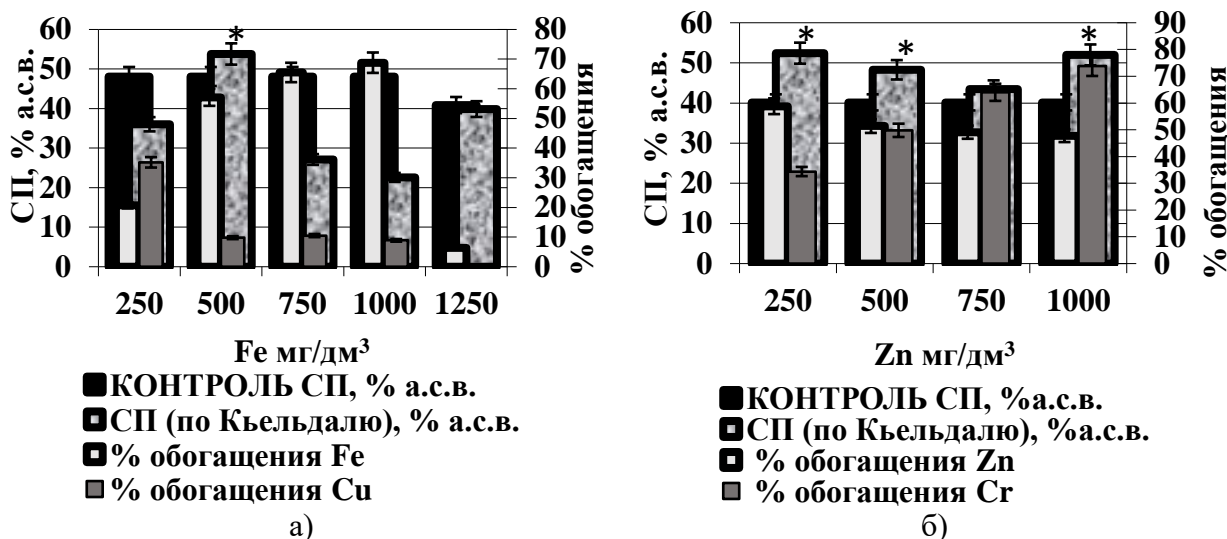


Статистически значимые отличия ($p < 0,05$) от показателя * - контроля

Рисунок 1. Содержание сырого протеина и процент обогащения дрожжей: а) сульфатом железа, б) сульфатом меди, в) сульфатом цинка, г) хлоридом хрома

В результате отмечено, что оптимальными дозировками являются: 500 мг Fe/дм³; 25 мг Cu/дм³; 250 мг Zn/дм³; 500 мкг Cr/дм³. При данных дозировках отмечалось значимое увеличение содержания сырого протеина по сравнению с контролем и максимальный процент обогащения.

На основании полученных данных на следующем этапе исследовали обогащение микроэлементами сочетанно, путём внесения в питательные среды солей парами в дозировках: 250...1250 мг Fe/дм³+25 мг Cu/дм³; 250...1000 мг Zn/дм³+500 мкг Cr/дм³ (рис. 2) [12; 14].



Статистически значимые отличия ($p < 0,05$) от показателя * - контроля

Рисунок 2. Содержание сырого протеина и процент обогащения дрожжей: а) сульфатом железа и сульфатом меди, б) сульфатом цинка и хлоридом хрома

По результатам отмечено, что оптимальными дозировками являются: 500 мг Fe/дм³+25 мг Cu/дм³; 250 мг Zn/дм³+500 мкг Cr/дм³. При этом достигалось повышение уровня сырого протеина на $11,8 \pm 0,6\%$ (Fe+Cu) и $30 \pm 1,5\%$ (Zn+Cr).

Полученные дрожжи были изучены на возможность применения в технологиях пищевых производств. В качестве объекта был выбран продукт массового потребления – хлеб. Получили образцы с полной заменой дрожжей без обогащения на фортифицированные и провели их органолептическую оценку (рис.3).

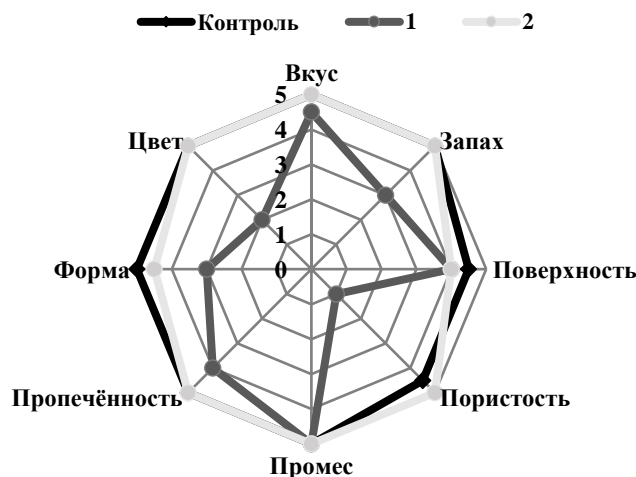


Рисунок 3. Профилограмма образцов хлеба, полученных с применением дрожжей: 1 - обогащенных железом и медью; 2 – обогащённых цинком и хромом

По результатам отмечено, что дрожжи, обогащённые железом и медью, не обладают целевыми технологическими показателями. Для получения обогащенного хлеба необходимо продолжение исследований для улучшения качественных и органолептических показателей.

Определяли кислотность и влажность образцов хлеба (табл.1).

Характеристика образцов хлеба

Наименование показателя	Норма	Образец хлеба		
		К	1	2
Кислотность, град., не более	3,0	3,0	3,0	3,0
Влажность, %, не более	45,0	42,6	41,5	44,1

По результатам отмечено, что показатели изделий соответствуют требованиям ГОСТ Р 58233-2018.

Выводы. Таким образом, экспериментально доказана возможность получения фортифицированных дрожжей с железом и медью, цинком и хромом. Также подтверждена положительная динамика при введении образцов с цинком и хромом в состав продуктов питания на примере хлеба. Обогащенные пищевые продукты с применением данных дрожжей в перспективе могут быть использованы для профилактики микронутриентной недостаточности.

Исследования проведены за счёт субсидий на выполнение государственного задания № 0410-2022-0006.

ЛИТЕРАТУРА

1. Структура питания населения России: проблемы и перспективы на примере Ростовской области / А. Л. Алексеев [и др.] // Современная наука и инновации. – 2024. – № 4. – С. 96-104. DOI 10.37493/2307-910X.2023.4.11
2. Обогащение пищевых продуктов как фактор профилактики микронутриентной недостаточности / Л. А. Маюрникова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50. – №. 1. – С. 124-139. DOI 10.21603/2074-9414-2020-1-124-139
3. Макро-и микроэлементы в жизнедеятельности организма и их взаимосвязь с иммунной системой (обзор литературы) / Ахмеджанова З. И. [и др.] // Журнал теоретической и клинической медицины. – 2020. – №. 1. – С. 16-21.
4. Narigae, H. Iron metabolism and related diseases: an overview // International journal of hematology. – 2018. – V. 107. – pp. 5-6. DOI 10.1007/s12185-017-2384-0
5. Обеспеченность населения России микронутриентами и возможности ее коррекции. Состояние проблемы / Коденцова В. М. [и др.] // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86. – №. 4. – С. 113-124. DOI 10.24411/0042-8833-2017-00067
6. Абдурахмонов, О. Р. Макро и микроэлементы в физиологии человека / О. Р. Абдурахмонов, А. Н. Зулфикаров, И. И. Юлдашев // Journal of new century innovations. – 2022. – Т. 19. – №. 3. – С. 104-112.
7. Лисецкая, Л. Г. Региональные показатели содержания микроэлементов в волосах детского населения Иркутской области / Л. Г. Лисецкая, Н. В. Ефимова // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95. – №. 3. – С. 266-269.
8. Шейбак, В. М. Синтез и секреция инсулина: роль катионов цинка // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2015. – №. 1 (49). – С. 5-8.
9. Проблема дефицита цинка в рационе питания населения и биотехнологические подходы к ее решению / Дубовец Н. И. [и др.] // Молекулярная и прикладная генетика. – 2021. – Т. 31. – С. 147-158. DOI 10.47612/1999-9127-2021-31-147-158
10. Khodavirdipour, A. Chromium supplementation; negotiation with diabetes mellitus, hyperlipidemia and depression / A. Khodavirdipour, F. Haddadi, S. Keshavarzi // Journal of Diabetes & Metabolic Disorders. – 2020. – V. 19. – №. 1. – pp. 585-595. DOI 10.1007/s40200-020-00501-8
11. Шкуракова, Е. А. Роль химического элемента хрома в организме человека / Шкуракова Е. А., Захаров М. В. // Научные достижения 2022: естественные, точные и технические науки. – 2022. – С. 127-131.
12. Юраскина, Т. В. Инновационный подход к обогащению пищевых продуктов с применением хлебопекарных дрожжей / Т. В. Юраскина, Е. Н. Соколова, Н. А. Фурсова, Е. М. Серба // Пищевые системы. – 2023. – №6. – С. 554-560. DOI 10.21323/2618-9771-2023-6-4-554-560
13. Микробная биомасса – биоресурс для получения функциональных пищевых ингредиентов (обзор) / Е.М. Серба, Т.В. Юраскина, Л.В. Римарева, П. Ю. Таджибова, Е. Н. Соколова, Г. С.

- Волкова // Техника и технология пищевых производств. – 2023. – Т. 53, № 3. – С. 426-444. DOI 10.21603/2074-9414-2023-3-2446
14. Биотехнологические пути устранения микронутриентной недостаточности / Т.В. Юраскина, Е.Н. Соколова, Е.Р. Крючкова, Е.М. Серба, М.В. Амелякина // Пищевая промышленность. – 2023. – № 5. – С. 51-54. DOI 10.52653/PPI.2023.5.5.014

REFERENCES

1. Структура питания населения России: проблемы и перспективы на примере Ростовской области [Nutrition structure of the Russian population: problems and prospects using the example of the Rostov region] / A. L. Alekseev [et al.] // Modern science and innovations. – 2024. – № 4. – pp. 96-104. DOI 10.37493/2307-910X.2023.4.11
2. Obogashcheniye pishchevykh produktov kak faktor profilaktiki mikronutriyentnoy nedostatochnosti [Enrichment of food products as a factor in the prevention of micronutrient deficiency] / L. A. Mayurnikova [et al.] // Food Processing: Techniques and Technology. – 2020. – V. 50. – № 1. – pp. 124-139. DOI 10.21603/2074-9414-2020-1-124-139
3. Makro-i mikroelementy v zhiznedeyatel'noyi organizma i ikh vzaimosvyaz' s immunnoy sistemoy (obzor literatury) [Macro- and microelements in the life of the body and their relationship with the immune system (literature review)] / Akhmedzhanova Z. I. [et al.] // Journal of Theoretical and Clinical Medicine. – 2020. – №. 1. – pp. 16-21.
4. Harigae, H. Iron metabolism and related diseases: an overview // International journal of hematology. – 2018. – V. 107. – pp. 5-6. DOI 10.1007/s12185-017-2384-0
5. Obespechennost' naseleniya Rossii mikronutriyentami i vozmozhnosti yeye korrektsii. Sostoyaniye problem [Provision of the Russian population with micronutrients and the possibility of its correction. State of the problem] / Kodentsova V. M. [et al.] // Nutrition issues. – 2017. – V. 86. – №. 4. – pp. 113-124. DOI 10.24411/0042-8833-2017-00067
6. Abdurakhmonov, O. R. Makro i mikroelementy v fiziologii cheloveka [Macro and microelements in human physiology] / O. R. Abdurakhmonov, A. N. Zulfikarov, I. I. Yuldashev // Journal of new century innovations. – 2022. – V. 19. – №. 3. – pp. 104-112.
7. Lisetskaya, L. G. Regional'nyye pokazateli soderzhaniya mikroelementov v volosakh detskogo naseleniya Irkutskoy oblasti [Regional indicators of the content of microelements in the hair of the children's population of the Irkutsk region] / L. G. Lisetskaya, N. V. Efimova // Hygiene and Sanitation. – 2016. – V. 95. – №. 3. – pp. 266-269.
8. Sheybak, V. M. Sintez i sekretiya insulina: rol' kationov tsinka [Synthesis and secretion of insulin: the role of zinc cations] // Journal of the Grodno State Medical University. – 2015. – № 1 (49). – P. 5-8.
9. Problema defitsita tsinka v ratsionno pitaniya naseleniya i biotekhnologicheskiye podkhody k yeye resheniyu [The problem of zinc deficiency in the diet of the population and biotechnological approaches to its solution] / Dubovets N. I. [et al.] // Molecular and Applied Genetics. – 2021. – T. 31. – P. 147-158. DOI 10.47612/1999-9127-2021-31-147-158
10. Khodavirdipour, A. Chromium supplementation; negotiation with diabetes mellitus, hyperlipidemia and depression / A. Khodavirdipour, F. Haddadi, S. Keshavarzi // Journal of Diabetes & Metabolic Disorders. – 2020. – V. 19. – №. 1. – pp. 585-595. DOI 10.1007/s40200-020-00501-8
11. Shkurakova, E. A. Rol' khimicheskogo elementa khroma v organizme cheloveka [The role of the chemical element chromium in the human body] / Shkurakova E. A., Zakharov M. V. // Scientific achievements 2022: natural, exact and technical sciences. – 2022. – P. 127-131.
12. Yuraskina, T.V. Innovatsionnyy podkhod k obogashcheniyu pishchevykh produktov s primeneniym khlebopekarnykh drozhzhey [Innovative approach to the fortification of food products using baker's yeast] / T.V. Yuraskina, E.N. Sokolova, N.A. Fursova, E.M. Serba // Food systems. – 2023. – №6. – P. 554-560. DOI 10.21323/2618-9771-2023-6-4-554-560
13. Mikrobnaya biomassa – bioresurs dlya polucheniya funktsional'nykh pishchevykh ingrediyyentov (obzor) [Microbial biomass – a bioresource for obtaining functional food ingredients (review)] / E.M. Serba, T.V. Yuraskina, L.V. Rimareva, P. Yu. Tadzhibova, E. N. Sokolova, G. S. Volkova // Equipment and technology of food production. – 2023. – T. 53, No. 3. – P. 426-444. DOI 10.21603/2074-9414-2023-3-2446
14. Biotekhnologicheskiye puti ustraneniya mikronutriyentnoy nedostatochnosti [Biotechnological ways to eliminate micronutrient deficiency] / T.V. Yuraskina, E.N. Sokolova, E.R. Kryuchkova, E.M. Serba, M.V. Amelyakina // Food industry. – 2023. – No. 5. – P. 51-54. DOI 10.52653/PPI.2023.5.5.014

Секция 5
Современные методы контроля качества и безопасности пищевой
продукции

УДК 663.03

СКРИНИНГ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ – ПРОДУЦЕНТОВ
АНТИМИКРОБНЫХ ПЕПТИДОВ

Белова А.М.¹, Каниковская А.А.², кандидат биологических наук,
Машенцева Н.Г.¹, доктор технических наук, профессор

¹ ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»,
Российская Федерация, г. Москва

² Биоресурсный центр Всероссийская коллекция промышленных микроорганизмов
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» – ГосНИИгенетика,
Российская Федерация, г. Москва

***Аннотация.** Обеспечение безопасности пищевых продуктов приобрело первостепенное значение из-за растущей распространенности пищевых отравлений и изменения рациона питания. Инновационные технологии, такие как биоконсерванты, исследуются для борьбы с патогенами пищевого происхождения. Бактериоцины, естественные антимикробные пептиды, продуцируемые молочнокислыми бактериями (МКБ), представляют собой перспективное решение для консервирования продуктов питания.*

***Ключевые слова:** молочнокислые бактерии, антимикробные пептиды, антагонистическая активность, консервирование пищевых продуктов.*

SCREENING OF LACTIC ACID BACTERIA – PRODUCERS OF ANTIMICROBIAL
PEPTIDES

Belova A.M.¹, Kanikovskaya A.A.², PhD in Biological sciences,
Mashentseva N.G.¹, Grand PhD in Engineering sciences, Professor

¹ FGBOU HE «Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)», Russian Federation, Moscow

² Russian State Collection of Industrial Microorganisms National Bio Resource Center (BRC VKPM),
«Kurchatov Institute» – GOSNIIGENETIKA National Research Center, Russian Federation, Moscow

***Abstract.** Ensuring food safety has become of paramount importance due to the increasing prevalence of food poisoning and changing diets. Innovative technologies such as biopreservatives are being explored to combat foodborne pathogens. Bacteriocins, natural antimicrobial peptides produced by lactic acid bacteria (LAB), represent a promising solution for food preservation.*

***Keywords:** lactic acid bacteria, antimicrobial peptides, antagonistic activity, food preservation.*

Введение. Молочнокислые бактерии широко используются в пищевой промышленности для увеличения срока годности продуктов питания за счет выработки антимикробных соединений. Среди них особое внимание уделяется бактериоцинам – гетерогенной группе бактериальных антагонистов с различной молекулярной массой. Их механизм действия заключается в подавлении синтеза клеточной стенки и увеличении проницаемости мембран чувствительных клеток [1].

С точки зрения биотехнологии, бактериоцины ценны именно благодаря своей антимикробной активности. Так, они могут быть использованы в качестве натуральных консервантов для пищевых продуктов, предотвращая рост и размножение нежелательных микроорганизмов, что отвечает растущему потребительскому спросу на безопасные, свежие и минимально обработанные готовые продукты. Кроме того,

бактериоцины МКБ являются перспективной альтернативой традиционным антибиотикам для лечения различных бактериальных инфекций [2].

Использование бактериоцинов МКБ имеет значительный практический потенциал в пищевой промышленности и медицине.

Цель работы: проведение скрининга штаммов молочнокислых бактерий из коллекции Национального биоресурсного центра Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов НИЦ «Курчатовский институт» (БРЦ ВКПМ), которые продуцируют бактериоцины, ингибирующие рост патогенов пищевого происхождения.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследования использовали 34 штамма молочнокислых бактерий, полученных из коллекции БРЦ ВКПМ (Таблица 1).

Таблица 1

Штаммы молочнокислых бактерий

Видовое название	Номер штамма
<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	B-1615, B-2255, B-2353, B-3242, B-3962, B-4172, B-4173, B-4487, B-5002, B-5337, B-5466, B-7636, B-8899, B-8907
<i>Lactocaseibacillus rhamnosus</i>	B-2456
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	B-2455, B-2648, B-3964, B-5779, B-7620
<i>Lactobacillus sakei</i>	B-8886, B-8896, B-8932, B-8936, B-8952
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	B-2707, B-6535
<i>Lactococcus lactis</i>	B-1702
<i>Lactobacillus curvatus</i>	B-8900, B-8905, B-8949
<i>Levilactobacillus brevis</i>	B-6338
<i>Streptococcus thermophilus</i>	B-3492
<i>Lactocaseibacillus casei</i>	B-7951

В качестве тест-культур использовали штаммы условно-патогенных микроорганизмов *Staphylococcus aureus* B-6646 и *Escherichia coli* B-1010, также полученные из коллекции БРЦ ВКПМ.

Для начального отбора штаммов МКБ, способных подавлять рост патогенной микрофлоры, был использован метод совместного культивирования лактобактерий и тест-культур в жидкой питательной среде. Определение антагонистической активности проводили путем измерения оптической плотности на спектрофотометре Genesys 10 UV (Spectronic Unicam, США) при длине волны 450 нм. В качестве контролей использовали L Broth и L Broth с 0,5 мл тест-культуры. Процент ингибирования роста тест-культуры (%_{инг}) определяли, сравнивая значения оптической плотности до и после культивирования с учетом максимального роста в контрольной пробирке.

Для подтверждения бактериоциногенной природы ингибирующих веществ была проведена обработка супернатантов МКБ протеиназой К. Если после введения фермента клетки тест-культур продолжали активно расти, то антимикробный компонент, находящийся в них, был инактивирован протеазой. Следовательно, этот компонент имеет белковую природу и предположительно относится к группе бактериоцинов [3].

После наработки бактериоцинов была проведена их частичная очистка методом высаливания сульфатом аммония [4].

Для определения молекулярной массы полученных антимикробных пептидов был проведен электрофорез в полиакриламидном геле (ПААГ) с использованием электрофорезной вертикальной камеры Mini-Protean Tetra (Bio-Rad, США) [5, 6, 7].

Для проверки отсутствия антагонизма при составлении бактериальной композиции был проведен анализ совместного роста отобранных штаммов

молочнокислых бактерий. Для этого использовали метод перпендикулярных штрихов на плотной питательной среде (Рисунок 1) [8].

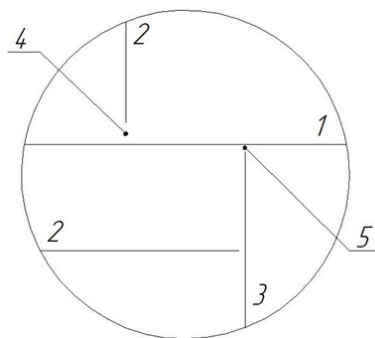


Рисунок 1. Схема взаимного расположения образцов на чашке Петри в методе перпендикулярных штрихов: 1, 2, 3 – биомасса штаммов МКБ; 4 – зона угнетения роста; 5 – нормальный рост культур (отсутствие зоны ингибирования роста)

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведения первого этапа скрининга из 34 изучаемых штамма МКБ лишь 12 штаммов МКБ проявили антагонистическую активность в отношении *Staph. aureus*, а именно *L. plantarum* В-5337, В-4172, В-5002, В-4487; *L. sakei* В-8952, В-8936, В-8932; *L. curvatus* В-8949; *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* В-5779, В-3964; *L. acidophilus* В-2707 и *L. casei* В-7951. Среди них особенно выраженную антимикробную активность продемонстрировали *L. sakei* В-8952 и *L. plantarum* В-5337, В-4487, В-5002, процент подавления роста тест-культуры составил 90,2 %, 89,4 %, 78 % и 77,3 % соответственно. Полученные результаты представлены в Таблице 2.

Таблица 2

Оптическая плотность роста *Staphylococcus aureus* (В-6646)

Вид бактерий	Штаммы бактерий	Оптическая плотность в процессе культивирования		Подавление роста тест-культуры по сравнению с контролем, % _{инг}	
		до	после		
1	2	3	4	5	
<i>Staphylococcus aureus</i> (контроль)	В-6646	0,026	1,342	0	
	В-1615	0,106	1,011	24,7	
	В-3962	0,129	0,908	32,3	
	В-3242	0,099	0,808	39,8	
	В-5337	0,108	0,142	89,4	
	В-5466	0,118	1,084	19,2	
	В-7636	0,096	0,839	37,5	
	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	В-8907	0,153	1,133	15,6
		В-2255	0,135	0,980	27
		В-4172	0,111	0,412	69,3
		В-4173	0,097	1,066	20,6
		В-4487	0,103	0,295	78
		В-5002	0,096	0,304	77,3
		В-8899	0,116	0,864	35,6
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	В-2353	0,126	1,113	17,1	
	В-7620	0,110	0,842	37,3	
	В-5779	0,097	0,356	73,5	
	В-3964	0,122	0,642	52,2	
	В-2648	0,129	0,725	46	
В-2455	0,132	0,876	34,7		

1	2	3	4	5
<i>Lactilactobacillus sakei</i>	B-8952	0,128	0,132	90,2
	B-8936	0,136	0,386	71,2
	B-8932	0,134	0,436	67,5
	B-8886	0,127	1,016	24,3
	B-8896	0,122	1,118	16,7
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	B-2707	0,114	0,394	70,6
	B-6535	0,115	1,060	21
<i>Lactocaseibacillus rhamnosus</i>	B-2456	0,093	0,987	26,5
<i>Lactococcus lactis</i>	B-1702	0,138	1,096	18,3
<i>Lactobacillus curvatus</i>	B-8900	0,116	0,726	45,9
	B-8905	0,119	0,925	31,1
	B-8949	0,098	0,348	74,1
<i>Levilactobacillus brevis</i>	B-6338	0,138	0,998	25,6
<i>Streptococcus thermophilus</i>	B-3492	0,126	1,002	25,3
<i>Lactocaseibacillus casei</i>	B-7951	0,112	0,406	69,7

В отношении *Escherichia coli* действовало немного больше штаммов, а именно 6 штаммов *L. plantarum* B-5337, B-4172, B-4173, B-5002, B-4487, B-8899; 4 штамма *L. sakei* B-8952, B-8936, B-8932, B-8886; 2 штамма *L. curvatus* B-8949, B-8900; 3 штамма *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* B-5779, B-3964, B-2455; 1 штамм *L. acidophilus* B-2707; 1 штамм *L. casei* B-7951 и 1 штамм *Str. thermophilus* B-3492. Среди них наибольшей антимикробной активностью обладали *L. plantarum* B-5337, B-5002, B-4487 и *L. sakei* B-8952, B-8936, процент подавления роста тест-культуры составил 90,3 %, 88,4 %, 85,4 %, 89,6 % и 84,9 % соответственно. Полученные результаты представлены в Таблице 3.

Таблица 3

Оптическая плотность роста *Escherichia coli* (B-1010)

Вид бактерий	Штаммы бактерий	Оптическая плотность в процессе культивирования		Подавление роста тест-культуры по сравнению с контролем, % _{инг}
		до	после	
1	2	3	4	5
<i>Escherichia coli</i> (контроль)	B-1010	0,014	1,217	0
	B-1615	0,124	0,882	27,5
	B-3962	0,114	0,846	30,5
	B-3242	0,086	0,864	29
	B-5337	0,102	0,118	90,3
	B-5466	0,110	0,882	27,5
	B-7636	0,100	0,894	26,5
	B-8907	0,118	1,062	12,7
	B-2255	0,132	1,032	15,2
	B-4172	0,116	0,232	80,9
	B-4173	0,104	0,448	66,6
	B-5002	0,096	0,141	88,4
	B-4487	0,124	0,178	85,4
	B-8899	0,093	0,302	75,2
<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	B-2353	0,123	1,066	12,4
	B-7620	0,102	0,846	30,5
	B-5779	0,098	0,224	81,6
	B-3964	0,116	0,268	78
	B-2648	0,130	1,016	16,5
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	B-2455	0,114	0,388	68,1

1	2	3	4	5
<i>Lactobacillus sakei</i>	B-8952	0,123	0,127	89,6
	B-8936	0,128	0,184	84,9
	B-8932	0,119	0,246	79,8
	B-8886	0,131	0,408	66,5
	B-8896	0,134	0,894	26,5
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	B-2707	0,115	0,298	75,5
	B-6535	0,116	1,012	16,8
<i>Lacticaseibacillus rhamnosus</i>	B-2456	0,128	0,764	37,2
<i>Lactococcus lactis</i>	B-1702	0,129	0,923	24,2
<i>Lactobacillus curvatus</i>	B-8900	0,122	0,446	63,4
	B-8905	0,125	0,782	35,7
	B-8949	0,118	0,306	75,9
<i>Levilactobacillus brevis</i>	B-6338	0,134	1,006	17,3
<i>Streptococcus thermophilus</i>	B-3492	0,121	0,309	74,6
<i>Lacticaseibacillus casei</i>	B-7951	0,124	0,293	75,9

На втором этапе проводилась обработка выбранных антагонистических штаммов протеолитическим ферментом, что позволяло подтвердить белковую природу выделенных антимикробных агентов. Из всех исследованных штаммов лишь два продолжали подавлять рост тест-культур – *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* B-5779 и *L. plantarum* B-4172, в то время как в остальных пробирках наблюдался активный рост тест-культур, что можно заметить по помутнению. Результаты представлены на Рисунках 2 (а, б) и 3 (а, б).

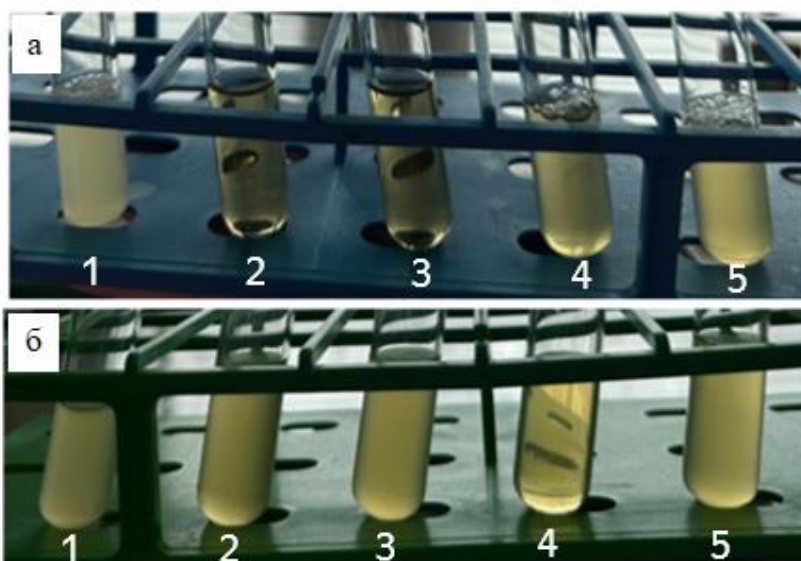


Рисунок 2. Рост *Staphylococcus aureus* с супернатантом:

а (без фермента): 1 – *Staph. aureus* B-6646 (контроль); 2 – *L. sakei* B-8952; 3 – *L. plantarum* B-5337; 4 – *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* B-5779; 5 – *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* B-3964;

б (с протеиназой К): 1 – *Staph. aureus* B-6646 (контроль); 2 – *L. sakei* B-8952; 3 – *L. plantarum* B-5337; 4 – *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* B-5779; 5 – *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* B-3964

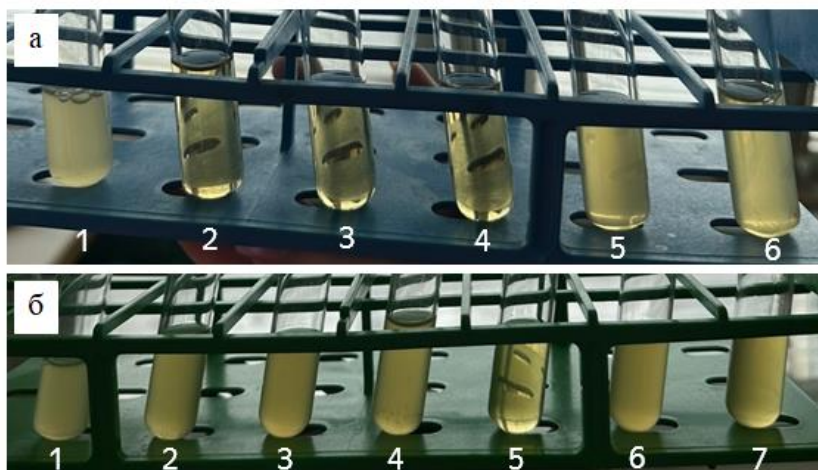


Рисунок 3. Рост *Escherichia coli* с супернатантом:

а (без фермента): 1 – *Esch. coli* B-1010 (контроль); 2 – *L. plantarum* B-5337;
3 – *L. plantarum* B-5002; 4 – *L. sakei* B-8952; 5 – *L. plantarum* B-4172;
6 – *L. curvatus* B-8900;

б (с протеиназой К): 1 – *Esch. coli* B-1010 (контроль); 2 – *L. plantarum* B-5337; 3 – *L. plantarum* B-5002; 4 – *L. sakei* B-8952; 5 – *L. plantarum* B-4172; 6 – *L. curvatus* B-8900;
7 – *L. casei* B-7951

Определение молекулярной массы бактериоцинов проводилось методом электрофореза в ПААГ. Результаты показали наличие белковых полос во 2, 3 и 4 образцах, соответствующих приблизительно массе от 4 до 14 кДа. Эти данные позволяют предположить, что выявленные белковые компоненты являются бактериоцинами: *L. plantarum* B-5337 с молекулярной массой ≈ 14 кДа, *L. plantarum* B-5002 с молекулярной массой ≈ 5 –6 кДа и *L. sakei* B-8952 с молекулярной массой ≈ 4 кДа. В первом образце отсутствует четко различимая белковая полоса. Результаты электрофореза представлены на Рисунке 4.

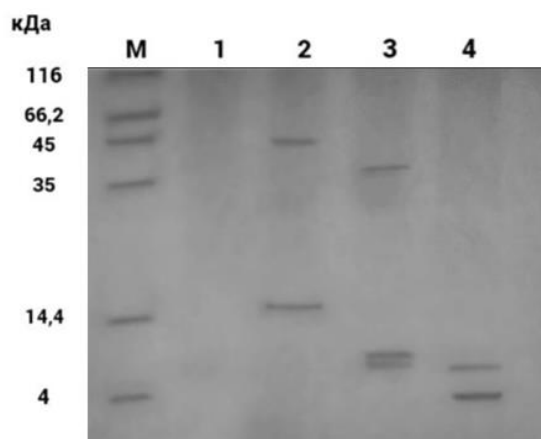


Рисунок 4. Электрофореграмма: М – маркер; 1 – *L. plantarum* B-4487;
2 – *L. plantarum* B-5337; 3 – *L. plantarum* B-5002; 4 – *L. sakei* B-8952

В ходе эксперимента было отобрано три штамма молочнокислых бактерий с наибольшей антагонистической активностью сразу в отношении двух тест-культур. Поскольку эти штаммы относятся к близкородственным родам (*L. sakei* B-8952 и *L. plantarum* B-5337, B-5002), была проведена проверка на взаимный антагонизм с помощью метода перпендикулярных штрихов. Результаты проверки представлены на Рисунке 5.



Рисунок 5. Совместный рост штаммов МКБ: 8952 – *L. sakei*; 5337, 5002 – *L. plantarum*

Как видно из рисунка 5, исследуемые штаммы хорошо растут и не подавляют рост друг друга. Следовательно, их можно совместно вводить в композицию, не опасаясь антагонизма между ними.

Выводы.

1. Используя экспресс-метод для определения продуцентов бактериоцинов, было выявлено четыре штамма молочнокислых бактерий с высокой антибактериальной активностью в отношении *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*: *Latilactobacillus sakei* В-8952 и *Lactiplantibacillus plantarum* В-5337, В-5002, В-4487.

2. Результаты проверки белковой природы антимикробных веществ показали, что после обработки протеолитическим ферментом их активность значительно снизилась. Следовательно, полученные вещества являются бактериоцинами, поскольку их активность была нарушена ферментом, который специфически расщепляет белки.

3. С помощью электрофоретического анализа была определена молекулярная масса белков, которая составляет для:

- *Latilactobacillus sakei* В-8952 4 кДа;
- *Lactiplantibacillus plantarum* В-5002 5–6 кДа;
- *Lactiplantibacillus plantarum* В-5337 14 кДа.

4. Результаты проверки на отсутствие антагонизма между родственными видами молочнокислых бактерий показали положительный результат, что дает возможность успешно сочетать эти штаммы в одной композиции.

Выраженная антимикробная активность бактериоцинов МКБ в отношении грамположительных (*Staphylococcus aureus* В-6646) и грамотрицательных (*Escherichia coli* В-1010) бактерий имеет потенциал их применения в пищевой промышленности и медицине.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bhattacharya, D. Lactic Acid Bacteria and Bacteriocins : Novel Biotechnological Approach for Biopreservation of Meat and Meat Products / D. Bhattacharya, P. K. Nanda, M. Pateiro, J. M. Lorenzo, P. Dhar, A. K. Das // Microorganisms. 2022 Oct 18 ; 10(10) : 2058. doi : 10.3390 / microorganisms10102058.
2. Barbosa, A. A. T. Bacteriocins from lactic acid bacteria and their potential in the preservation of fruit products / A. A. T. Barbosa, H. C. Mantovani, S. Jain // Crit Rev Biotechnol. 2017 Nov ; 37(7) : 852–864. doi : 10.1080 / 07388551.2016.1262323.
3. Машенцева, Н. Г. Скрининг молочнокислых микроорганизмов – продуцентов бактериоцинов, перспективных для использования в мясной промышленности / Н. Г. Машенцева, В. В. Хорольский, Е. С. Дорофеева [и др.] // Биотехнология. – 2006. – №6. – С. 27–37.
4. Ovchinnikov, K. V. Genome-assisted Identification, Purification, and Characterization of Bacteriocins / K. V. Ovchinnikov, T. F. Oftedal, S. J. Reich, N. S. Bar, H. Holo, M. Skaugen, C. U. Riedel, D. B. Diep // Bio Protoc. 2022 Jul 20 ; 12(14) : e4477. doi : 10.21769 / BioProtoc.4477.

5. Sudha, S. S. Efficacious Extraction and Purification Technique of a Potential Antimycobacterial Bacteriocin Produced by *Bacillus subtilis* (MK733983) of Ethnomedicinal Origin / S. S. Sudha, V. Aranganathan // *Indian J Microbiol.* 2023 Dec; 63(4): 668-676. doi: 10.1007/s12088-023-01128-y.
6. Yuliana, T. Partial Purification of Bacteriocin from *Lactobacillus pentosus* Strain 124-2 Isolated from «Dadih» / T. Yuliana, F. Hayati, T. Rialita, Y. Cahyana // *Pak J Biol Sci.* 2022 Jan ; 25(9) : 796-802. doi : 10.3923 / pjbs.2022.796.802.
7. Sharafi, H. Antibacterial activity and probiotic potential of *Lactobacillus plantarum* HKN01 : a new insight into the morphological changes of antibacterial compound-treated *Escherichia coli* by electron microscopy / H. Sharafi, H. Maleki, G. Ahmadian, H. Shahbani Zahiri, N. Sajedinejad, B. Houshmand, H. Vali, K. Akbari Noghabi // *J Microbiol Biotechnol.* 2013 Feb ; 23(2) : 225-36. doi : 10.4014 / jmb.1208.08005.
8. Иркитова, А. Н. Оптимизация метода определения антагонистической активности пробиотических бактерий / А. Н. Иркитова, Е. С. Яценко // ТППП АПК, 2017. – №5 (19). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-metoda-opredeleniya-antagonisticheskoy-aktivnosti-probioticheskikh-bakteriy>

REFERENCES

1. Bhattacharya, D. Lactic Acid Bacteria and Bacteriocins : Novel Biotechnological Approach for Biopreservation of Meat and Meat Products / D. Bhattacharya, P. K. Nanda, M. Pateiro, J. M. Lorenzo, P. Dhar, A. K. Das // *Microorganisms.* 2022 Oct 18 ; 10(10) : 2058. doi : 10.3390 / microorganisms10102058.
2. Barbosa, A. A. T. Bacteriocins from lactic acid bacteria and their potential in the preservation of fruit products / A. A. T. Barbosa, H. C. Mantovani, S. Jain // *Crit Rev Biotechnol.* 2017 Nov ; 37(7) : 852–864. doi : 10.1080 / 07388551.2016.1262323.
3. Mashentseva, N. G. Screening of lactic acid microorganisms – producers of bacteriocins, promising for use in the meat industry / N. G. Mashentseva, V. V. Khorolsky, E. S. Dorofeeva [and others] // *Biotechnology.* – 2006. –№6. – P. 27–37.
4. Ovchinnikov, K. V. Genome-assisted Identification, Purification, and Characterization of Bacteriocins / K. V. Ovchinnikov, T. F. Oftedal, S. J. Reich, N. S. Bar, H. Holo, M. Skaugen, C. U. Riedel, D. B. Diep // *Bio Protoc.* 2022 Jul 20 ; 12(14) : e4477. doi : 10.21769 / BioProtoc.4477.
5. Sudha, S. S. Efficacious Extraction and Purification Technique of a Potential Antimycobacterial Bacteriocin Produced by *Bacillus subtilis* (MK733983) of Ethnomedicinal Origin / S.S. Sudha, V. Aranganathan // *Indian J Microbiol.* 2023 Dec; 63(4): 668-676. doi: 10.1007/s12088-023-01128-y.
6. Yuliana, T. Partial Purification of Bacteriocin from *Lactobacillus pentosus* Strain 124-2 Isolated from «Dadih» / T. Yuliana, F. Hayati, T. Rialita, Y. Cahyana // *Pak J Biol Sci.* 2022 Jan ; 25(9) : 796-802. doi : 10.3923 / pjbs.2022.796.802.
7. Sharafi, H. Antibacterial activity and probiotic potential of *Lactobacillus plantarum* HKN01 : a new insight into the morphological changes of antibacterial compound-treated *Escherichia coli* by electron microscopy / H. Sharafi, H. Maleki, G. Ahmadian, H. Shahbani Zahiri, N. Sajedinejad, B. Houshmand, H. Vali, K. Akbari Noghabi // *J Microbiol Biotechnol.* 2013 Feb ; 23(2) : 225-36. doi: 10.4014 / jmb.1208.08005.
8. Irkitova, A. N. Optimization of the method for determining the antagonistic activity of probiotic bacteria / A. N. Irkitova, E. S. Yatsenko // ТППП АПК, 2017. – №5 (19). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-metoda-opredeleniya-antagonisticheskoy-aktivnosti-probioticheskikh-bakteriy>

УДК 579.678

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СТАДИИ РОСТА МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ И КОНЦЕНТРАЦИИ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ

Володарский М.О., Филозоп В.С., Осьмак О.О., Санников М.В.

Научный руководитель: Ашихмина М.С.

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

***Аннотация.** В процессе подготовки культур молочнокислых бактерий к созданию заквасок важно следить как за стадией роста, в которой находятся бактерии перед консервацией, так и за количеством синтезирующихся метаболитов, в особенности за молочной кислотой, которая необходима для создания кисломолочных продуктов. Разрабатываемая система имеет возможность мониторинга и анализа данных в реальном времени, что позволит оперативно реагировать на изменения в производственном процессе и предотвращать возможные проблемы. Точные данные, полученные благодаря смарт-системе, позволят оптимизировать использование ресурсов.*

***Ключевые слова:** Молочнокислые бактерии, молочная кислота, рН, тест-система, пищевая промышленность.*

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR MONITORING THE GROWTH STAGE OF LACTIC ACID BACTERIA AND LACTIC ACID CONCENTRATION

Volodarsky M.O., Filozop V.S., Osmak O.O., Sannikov M.V.

Scientific supervisor: Ashikhmina M.S.

ITMO National Research University, Russian Federation, Saint-Petersburg

***Abstract.** In the process of preparing cultures of lactic acid bacteria for the creation of starter cultures, it is important to monitor both the growth stage in which the bacteria are located before preservation, and the amount of synthesized metabolites, especially lactic acid, which is necessary for the creation of fermented milk products. The system under development has the ability to monitor and analyze data in real time, which will allow you to quickly respond to changes in the production process and prevent possible problems. Accurate data obtained through the smart system will optimize the use of resources.*

***Keywords:** Lactic acid bacteria, lactic acid, pH, test system, food industry.*

Введение. На территории России насчитывается большое количество предприятий, производящих ферментированные молочные продукты, для которых важно качество закупаемых заквасок с уникальными свойствами. Для создания и проверки качества заквасок, необходимо отслеживать количество молочной кислоты, рН и стадию роста бактерий на разных этапах.

Цель работы. Целью исследования является разработка тест-системы, позволяющей определить рН системы в реальном времени, что позволяет отследить стадию роста, в которой находятся бактерии. Данная система может быть применена на производстве заквасок кисломолочных бактерий или непосредственно на производствах пищевой промышленности.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследования в настоящей работе были использованы молочнокислые бактерии *Streptococcus thermophilus* (НАЦИОНАЛЬНЫЙ БИОРЕСУРСНЫЙ ЦЕНТР Всероссийская коллекция промышленных микроорганизмов НИЦ «Курчатовский институт»), различные индикаторы: бромтимоловый синий, бромкрезоловый пурпурный, феноловый красный и питательные среды для культивирования бактерий.

Был проведен литературный обзор используемых индикаторов, не оказывающих негативное влияние на рост и развитие кисломолочных бактерий. Далее были проведены

эксперименты, позволяющие определить индикатор, который будет наиболее подходящим по своему переходу. Изменение цвета должно быть плавным, чтобы позже создать градиент. При подборе индикатора для *Streptococcus thermophilus* была создана среда: глицин (ЛЕНРЕАКТИВ) 1 г/л, цистеин (ЛЕНРЕАКТИВ) 1 г/л, лактоза (ЛЕНРЕАКТИВ) 5 г/л, исследуемый индикатор (бромкрезоловый пурпурный (ЛЕНРЕАКТИВ), бромтимоловый синий (ЛЕНРЕАКТИВ), феноловый красный (ЛЕНРЕАКТИВ)) 0,02 г/л. [1,2]. Далее производился посев, *Streptococcus thermophilus* на исследуемые образцы. Культивирование проводилось 48 часов при постоянной температуре 37 ± 1 градусов. До и после культивирования были сделаны фотографии для оценки видимости перехода. Далее были проведены исследования по подбору компонентов, был поставлен эксперимент для определения наилучшего источника углерода: произведен посев *Streptococcus thermophilus* на образцы с питательной средой M17 (Himedia), индикатором и сахарозой, глюкозой (ЛЕНРЕАКТИВ) (4 г/л), рибозой (Acros Organics) (4 г/л), лактозой (ВЕКТОН) (4 г/л), фруктозой (ЛЕНРЕАКТИВ) (4 г/л), без углеводов. Для подбора минеральной основы был поставлен эксперимент: в шестиугольном планшете были исследованы два источника минеральных солей – фосфатно-солевой буфер и раствор хлорида натрия (ЛЕНРЕАКТИВ) (3 г/л) [3]. Подобранный в результате исследований состав питательной среды представлен в таблице.

Таблица

Состав среды

Компонент состава	Содержание, г/л
Пептон	4
NaCl	3
Лактоза	4
Агар	10
Бромкрезоловый пурпурный	0,02

На основе среды, представленной в таблице, был произведен синтез колец Лизеганга: в подобранную среду был добавлен Na_2HPO_4 (ЛЕНРЕАКТИВ) - 2,84 г/л, являющийся основной для образования гидроксиапатитных паттернов. В первоначальный состав добавляется гидрофосфат натрия и полностью растворяется, далее 15 мл горячего раствора заливается в чашку петри (90 мм) и полностью остужается. После затвердевания агара в центр чашки капается 100 мкл 1 моль/л CaCl_2 (ЛЕНРЕАКТИВ). Периодические структуры образуются в течение 12–24 часов, в зависимости от температуры[4].

Результаты исследований и их обсуждение. Разрабатываемая система основана на визуальном изменении цвета индикатора – бромкрезолового пурпурного, выбранного в процессе исследования из-за четкого перехода цвета. Компоненты состава не должны оказывать сильное влияние на конечный цвет среды, но должны иметь полный набор питательных веществ, необходимых для роста и развития бактерий. В среде, предназначенной для кисломолочных микроорганизмов, должны присутствовать: источник углерода, источник азота, минеральная основа. В качестве источника углерода в нашей системе выступает лактоза, присутствующая в многих коммерческих средах, так как в проведенном эксперименте образец с лактозой показал лучшие результаты. Источником азота является пептон (неоГрохх), содержащий расщепленные белки и небольшое количество жиров, металлов, солей, витаминов. Он обладает питательностью и слабо влияет на конечный цвет питательной среды. Пептон содержит смесь пептидов и небольшое количество жиров, металлов, солей, витаминов. Минеральной основой в нашей системе выступает хлорид натрия, так как в поставленном эксперименте

выяснилось, что он лучше влияет на рост бактерий. При создании тест-системы был получен состав питательной среды, комбинация подобранных компонентов создаёт хорошие условия для роста и развития кисломолочных бактерий, поддерживая их метаболическую активность и обеспечивая необходимые вещества для их жизнедеятельности. Схема использования разрабатываемой системы представлена на рисунке.

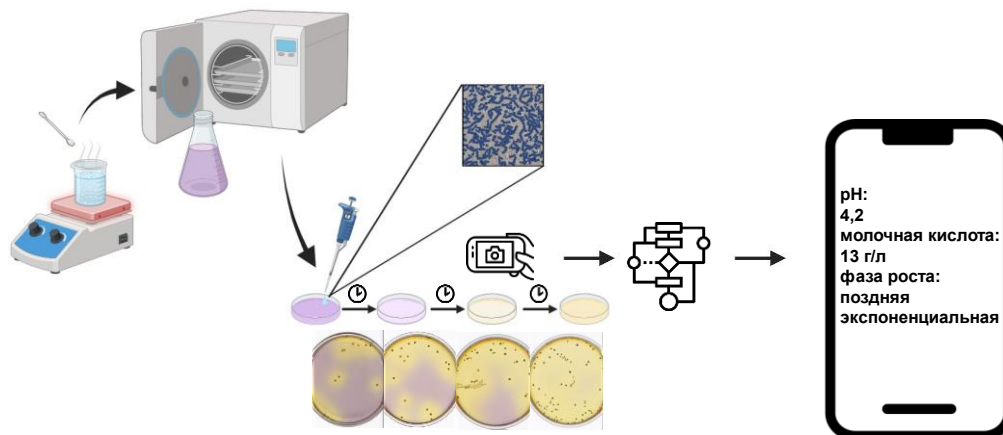


Рисунок. Алгоритм использования разрабатываемой тест-системы

Для расширения функционала тест-системы могут быть использованы гидроксиапатитные паттерны, так как они позволяют инкапсулировать дополнительные ростовые вещества или маркеры для определения других синтезируемых метаболитов [5].

Выводы. В ходе работы была разработана питательная среда (Na_2HPO_4 2,84 г/л, глюкоза 4 г/л, пептон 4 г/л, NaCl 3 г/л, бромкрезоловый пурпурный 0,02 г/л, агар 10 г/л) благоприятная для роста и развития бактерий и пригодная для образования гидроксиапатитных паттернов. Состав среды не оказывает влияния на цвет индикатора, что позволяет далее создать прототип системы, которая определяет концентрацию молочной кислоты и стадию роста бактерий. В перспективе планируется связать количество молочной кислоты и pH со стадией роста кисломолочных микроорганизмов. Также планируется создание приложения, позволяющего по фото определить pH, концентрацию молочной кислоты и стадию роста бактерий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pritsa A.A., Kyriakidis D.A. L-asparaginase of *Thermus thermophilus*: purification, properties and identification of essential amino acids for its catalytic activity // *Mol. Cell. Biochem.* 2001. Vol. 216, № 1–2. P. 93–101.
2. Carbohydrate Fermentation Protocol [Electronic resource] // *Carbohydrate Fermentation Protocol*. URL: <https://asm.org:443/Protocols/Carbohydrate-Fermentation-Protocol> (accessed: 12.05.2024).
3. Korkeala H., Alanko T., Tiusanen T. Effect of sodium nitrite and sodium chloride on growth of lactic acid bacteria // *Acta Vet. Scand.* 1992. Vol. 33. P. 27–32.
4. Eltantawy M.M. et al. Self-Assembled Liesegang Rings of Hydroxyapatite for Cell Culturing // *Adv. NanoBiomed Res.* 2021. Vol. 1, № 5. P. 2000048.
5. Омаровна О.С. et al. ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА МЕТАБОЛИТОВ ШТАММОВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ НА ОСНОВЕ ПРЕПАРАТА ПРОБИОТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ: 3 // *Молекулярная Медицина. Россия, Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский дом «Русский врач», 2022. Vol. 20, № 3. P. 47–53.*

REFERENCES

1. Pritsa A.A., Kyriakidis D.A. L-asparaginase of *Thermus thermophilus*: purification, properties and identification of essential amino acids for its catalytic activity // *Mol. Cell. Biochem.* 2001. Vol. 216, № 1–2. P. 93–101.
2. Carbohydrate Fermentation Protocol [Electronic resource] // Carbohydrate Fermentation Protocol. URL: <https://asm.org:443/Protocols/Carbohydrate-Fermentation-Protocol> (accessed: 12.05.2024).
3. Korkeala H., Alanko T., Tiusanen T. Effect of sodium nitrite and sodium chloride on growth of lactic acid bacteria // *Acta Vet. Scand.* 1992. Vol. 33. P. 27–32.
4. Eltantawy M.M. et al. Self-Assembled Liesegang Rings of Hydroxyapatite for Cell Culturing // *Adv. NanoBiomed Res.* 2021. Vol. 1, № 5. P. 2000048.
5. Omarovna O.S. et al. INVESTIGATION OF THE COMPOSITION OF METABOLITES OF LACTIC ACID BACTERIA STRAINS BASED ON A PROBIOTIC DRUG: 3 // *Molecular Medicine. Russia, Moscow: Limited Liability Company "Russian Doctor Publishing House", 2022. Vol. 20, No. 3. P. 47-53.*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОВ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА

Герасина А.Ю., Бундина О.И., кандидат экономических наук, доцент
 ВНИИЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН,
 Российская Федерация, г. Москва

Аннотация. Производство зерна составляет основу продуктов сельского хозяйства нашей страны. Определение качества зерна традиционными стандартизированными методами - трудоемкий процесс. В этой связи особую актуальность приобретают экспрессные инструментальные методы, одним из наиболее перспективных среди них является метод спектроскопии в ближней инфракрасной области, который может использоваться при определении основных классообразующих показателей качества зерна в процессе массовой приемки на хлебоприемных предприятиях. С введением новых требований ФГИС «ЗЕРНО» повысилась востребованность экспресс-методов оценки качества зерна. Проведенные исследования применения метода ИК-спектроскопии показали: существенное сокращение времени анализа по сравнению со стандартизированными методами, что позволяет значительно ускорить и упростить процесс заготовки и размещения зерна на элеваторе; высокую скорость и точность анализа, возможность использования без применения дорогостоящих реактивов и одновременного определения нескольких показателей; необходимость стандартизации данного экспресс-метода.

Ключевые слова: качество зерна, методы оценки, экспресс-метод спектроскопии.

USE OF RAPID METHODS IN ASSESSING GRAIN QUALITY

Gerasina A.Y., Bundina O.I., PhD of Economic Sciences, Associate Professor
 VNIIZ – Branch of Gorbатов Research Center for Food Systems, Russian Federation, Moscow

Abstract. Grain production is the basis of our country's agricultural products. Determination of grain quality by traditional standardized methods is a laborious process. In this regard, express instrumental methods are of particular relevance, one of the most promising among them is the method of spectroscopy in the near infrared region, which can be used to determine the main class-forming indicators of grain quality in the process of mass acceptance at grain enterprises. With the introduction of new requirements of FSIS "GRAIN", the demand for express-methods for assessing grain quality has increased. The conducted studies of the application of the IR spectroscopy method showed: a significant reduction in the analysis time compared to standardized methods, which makes it possible to significantly speed up and simplify the process of harvesting and placing grain in the elevator; high speed and accuracy of analysis, the ability to use without the use of expensive reagents and the simultaneous determination of several indicators; the need to standardize this express method.

Keywords: grain quality, evaluation methods, express spectroscopy method.

Введение. Зерно – один из основных продуктов, составляющих основу агропромышленного комплекса России. Кроме того, в последние годы наша страна является крупнейшим экспортером зерна, поэтому увеличение объемов производства и повышение качества зерна является одной из приоритетных задач страны.

Определение качества зерна традиционными стандартизированными методами - трудоемкий процесс. При этом в технологическом процессе производства, хранения и переработки зерна важен оперативный контроль его качества. В этой связи особую актуальность приобретают экспрессные инструментальные методы. Одним из наиболее перспективных среди них является метод спектроскопии в ближней инфракрасной области, который может использоваться при определении основных классообразующих показателей качества зерна в процессе массовой приемки на хлебоприемных предприятиях [3,5].

Важнейшими классообразующими показателями качества зерна являются: влажность, содержание белка, количество клейковины в пшенице.

Цель работы: оценить применение экспресс-методов определения влажности, белка, количества клейковины зерна при помощи спектроскопии в ближней инфракрасной области по сравнению с действующими стандартизированными методами.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования являлись образцы зерна пшеницы и ячменя по ГОСТ 9353-2016 и ГОСТ 28672-2019 соответственно. Оценку влажности, белка и количества клейковины в пшенице проводили в соответствии с действующими стандартами, принятыми в отрасли, а также методом спектроскопии в ближней инфракрасной области.

Результаты исследований и их обсуждение.

Влажность зерна играет решающую роль в сохранности зерна и имеет большое влияние при переработке зерна. От уровня влажности зависит выход готовой продукции, ее качество, а также затраты энергии. Все это требует систематического контроля за влажностью зерна на всех этапах хранения и переработки.

Содержание белка в зерне также является одним из наиболее важных показателей качества зерна. Он определяет биологическую ценность и пищевое достоинство зерна. Также в зависимости от культуры будет различным и аминокислотный состав белка, что непосредственно влияет на его питательную ценность. От содержания белка, в частности, для пшеницы, зависит класс зерна. Содержание белка является показателем мукомольных и хлебопекарных свойств пшеницы.

Количество клейковины является основным классообразующим показателем для зерна пшеницы и пшеничной муки в России. Количество клейковины характеризуется содержанием клейковинных белков в зерне (глютенины и глиадины), которые составляют около 80% всех белков и концентрируются большей частью в эндосперме зерна. Наличие и свойства клейковины обуславливают газоудерживающую способность теста и определяют структуру выпеченного хлеба [1].

С введением новых требований Федеральной государственной информационной системы прослеживаемости зерна и продуктов его переработки (ФГИС «ЗЕРНО») повысилась востребованность экспресс-методов оценки качества зерна с целью оперативного контроля его качества при уборке урожая в поле, которые могут использоваться в условиях мобильных лабораторий [2, 6].

В таблице представлен сравнительный анализ традиционных и экспресс-метода спектроскопии в ближней инфракрасной области для определения основных классообразующих показателей качества зерна.

**Сравнение методов по определению влажности, белка,
количества клейковины в зерне**

Методы	Критерии			
	Время	Точность	Оборудование	Сущность метода
Определение влажности				
Метод воздушно-тепловой сушки	95 минут	$\pm 0,3 \%$	Шкаф сушильный, мельница лабораторная, охладитель бюкс лабораторный	Обезвоживание навески измельченного зерна в сушильном шкафу при фиксированных параметрах: температуре, времени сушки и вычислении влажности в процентах по изменению ее массы путем взвешивания навески до и после высушивания
Метод спектроскопии в ближней инфракрасной области	15 минут	$\pm 0,5 \%$	ИК-анализатор, мельница лабораторная	Измерение интенсивности оптического излучения, диффузно отраженного от исследуемой пробы зерна и определение показателя влажности, выражаемого в процентах
Определение белка				
Метод определения белка по Кьельдалю	720 минут	$0,051 + 0,014 X$	Комплект оборудования для определения белка по Кьельдалю, мельница лабораторная	Минерализация органического вещества серной кислотой в присутствии катализатора с образованием сульфата аммония, разрушении сульфата аммония щелочью с выделением аммиака, отгонке аммиака водяным паром в раствор серной или борной кислоты с последующим титрованием
Метод спектроскопии в ближней инфракрасной области	15 минут	$\pm 0,6 \%$	ИК-анализатор, мельница лабораторная	Измерение интенсивности оптического излучения, диффузно отраженного от исследуемой пробы зерна и определение показателя белка, выражаемого в процентах
Определение количества клейковины				
Ручной и механизированный методы определения количества клейковины	102 минуты 76 минут	Ручной $\pm 0,4 \%$ Механизированный $\pm 0,5 \%$	Комплект оборудования для определения клейковины, мельница лабораторная	Выделение сырой клейковины из теста с последующим отмыванием рабочим органом механизированного устройства или ладонями с помощью воды, удаляющей водорастворимые вещества из теста, а также крахмал и отруби. И определение процентного содержания сырой клейковины
Метод спектроскопии в ближней инфракрасной области	15 минут	$\pm 2,0 \%$	ИК-анализатор, мельница лабораторная	Измерение интенсивности оптического излучения, диффузно отраженного от исследуемой пробы зерна и определение показателя количества клейковины, выражаемого в процентах

К основным преимуществам ИК-спектроскопии можно отнести:

- 1) сокращение времени анализа в несколько раз по сравнению со стандартизированными методами;
- 2) экономия ресурсов за счет того, что для проведения анализа не требуются дорогостоящие расходные материалы и реагенты;
- 3) менее жесткие требования к квалификации операторов;
- 4) одновременный анализ нескольких показателей качества.

К недостаткам данного метода можно отнести:

- 1) высокая стоимость анализатора;
- 2) необходимость проведения пробоподготовки и калибровки под определенный вид анализируемого образца;
- 3) отсутствие большинства методов ИК-спектрометрии в нормативно-правовой базе [4].

Выводы. Быстрое и точное определение нормируемых показателей при оценке качества зерна позволяет значительно ускорить и упростить процесс заготовки и размещения на элеваторе, повысить эффективность его переработки и, в случае необходимости, оперативно корректировать соответствующие технологические процессы.

Основным достоинством данного метода является: высокая скорость и точность анализа, возможность использования без применения дорогостоящих реактивов, а также возможность одновременного определения нескольких показателей, что повышает эффективность работы лабораторий и сокращает трудозатраты.

Применение ИК-метода требует строгого соблюдения процедуры пробоподготовки и градуировки. Для минимизации влияющих факторов на результат измерений и формированию единого подхода возникла необходимость в разработке стандартизированной методики измерений.

Проведенные исследования выявили необходимость стандартизации метода спектроскопии в ближней инфракрасной области с применением инфракрасных анализаторов для оценки качества зерна с целью массового использования на элеваторах, хлебоприемных предприятиях и испытательных лабораториях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров, Г.П., Разработка экспресс-метода спектроскопии в ближней инфракрасной области для определения влажности, белка и количества клейковины / Г.П. Петров, О.И. Бундина, Е.Г. Парфенова, Т.С.Рутковская // Хлебопродукты. 2023. № 5. С. 30-33.
2. Крищенко В.П. Ближняя инфракрасная спектроскопия. - М.: Изд. Дом «КРОН-пресс», 1997. - 638 с.
3. Мелешкина, Е.П. О совершенствовании метода определения количества и качества клейковины в зерне и муке из пшеницы / Е.П. Мелешкина // Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова. 2016. № 1. С. 216-218.
4. Петров, Г.П. ЭКАН-15 лет успеха: продолжаем движение / Г.П. Петров // Хлебопродукты. №6. 2020. С. 18-19.
5. Указ Президента Российской Федерации от 21.01.2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации». URL: <http://docs.cntd.ru/document/564161398> (дата обращения: 20.04.2024).
6. Федеральный закон от 30 декабря 2020 г. № 520-ФЗ «О внесении изменений в Закон РФ «О зерне» и статью 14 ФЗ «О развитии сельского хозяйства». URL: <http://> (дата обращения: 20.04.2024).

REFERENCES

1. Petrov, G.P. Razrabotka ekspress-metoda spektroskopii v blizhnej infrakrasnoj oblasti dlya opredeleniya vlazhnosti, belka i kolichestva klejkoviny [Development of express method of near-infrared spectroscopy to determine moisture, protein, gluten amount]/ G.P. Petrov, O.I. Bundina, E.G. Parfenova, T.S. Rutkovskaya // KHLEBOPRODUCTY. 2023;5:30-33.
2. Krishchenko, V.P. Blizhnyaya infrakrasnaya spektroskopiya [Near infra-red spektroskopy]. – M.: Publishing House «Kron-press». 1997, 638 p.
3. Meleshkina, E.P. O sovershenstvovanii metoda opredeleniya kolichestva i kachestva klejkoviny v zerne i muke iz pshenicy [On improving the method for determining the quantity and quality of gluten in grain and wheat flour] // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, posvyashchennaya pamyati Vasiliya Matveevicha Gorbatova [International scientific and practical conference dedicated to the memory of Vasily Matveevich Gorbatov]. 2016, № 1, Pp. 216-218.
4. Petrov, G.P. EKAN-15 let uspekha: prodolzhaem dvizhenie [EKAN-15 years of success: we continue to move] // KHLEBOPRODUCTY. 2020;6:18-19.
5. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 21.01.2020 g. № 20 «Ob utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii» [Decree of the President of the Russian Federation dated January 21, 2020 No. 20 «On Approval of the Doctrine of Food Security of the Russian Federation»].- [cited 2024 April 20]. URL: [http:// docs.cntd.ru/document/564161398](http://docs.cntd.ru/document/564161398)
6. Federal'nyj zakon ot 30 dekabrya 2020 g. № 520-FZ «O vnesenii izmenenij v Zakon RF «O zerne» i stat'yu 14 FZ «O razvitii sel'skogo hozyajstva». [Federal Law of December 30, 2020 No. 520-FZ «On Amendments to the Law of the Russian Federation «On Grain» and Article 14 of the Federal Law «On the Development of Agriculture»].- [cited 2024 April 20]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012300035>

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ БЕЛКА ИЗ МУКИ ВИНОГРАДНОЙ КОСТОЧКИ

Детинкин И.А., Фоменко И.А., кандидат технических наук
ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»,
Российская Федерация, г. Москва

Аннотация. Мука виноградной косточки – один из побочных продуктов виноделия, богатый клетчаткой и фенольными веществами, а также веществами белковой природы, которые могут быть извлечены и впоследствии найти свое применение в различных отраслях пищевой промышленности. На сегодняшний день недостаточно актуальных данных об оптимальных условиях экстракции белка из муки виноградной косточки. В настоящей работе при помощи математического моделирования, дисперсионного анализа и методологии поверхности отклика были изучены следующие диапазоны условий экстракции: pH – 9-11; температура – 30-50 °С; гидромодуль: 1:15-1:18 и время: 1-3 ч. Были найдены следующие оптимальные условия щелочной экстракции белка: pH 11, температура 45 °С, гидромодуль 1:18 и время экстракции 2,5 ч. Степень экстракции составила 75,44%, тогда как предсказанная построенной математической моделью – 75,787%.

Ключевые слова: Оптимизация, математическая модель, мука виноградной косточки, экстракция белка, отходы виноделия.

OPTIMIZATION OF THE PROTEIN EXTRACTION PROCESS FROM GRAPE SEED FLOUR

Detinkin I.A., Fomenko I.A., PhD in Engineering
FSBEI HE Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Russian Federation, Moscow

Abstract. Grape seed flour is one of the by-products of winemaking, rich in fiber and phenolic substances, as well as substances of a protein nature that can be extracted and subsequently find their application in various branches of the food industry. To date, there is insufficient up-to-date data on optimal conditions for protein extraction from grape seed flour. In this work, using mathematical modeling, dispersion analysis and the methodology of the response surface, the following ranges of extraction conditions were studied: pH – 9-11; temperature – 30-50 °C; hydromodule: 1:15-1:18 and time: 1-3 h. The following optimal conditions for alkaline protein extraction were found: pH 11, temperature 45 °C, hydromodule 1:18 and extraction time 2.5 h. The degree of extraction was 75.44%, whereas the predicted by the constructed mathematical model was 75.787%.

Keywords: Optimization, mathematical model, grape seed flour, protein extraction, wine waste.

Введение. Виноградные косточки, составляющие до 30% от массы влажных виноградных выжимок, являются побочным продуктом виноделия [1]. На сегодняшний день из них получают масло виноградной косточки, богатое полиненасыщенными жирными кислотами, токоферолами и фитостеролами [2]. Остатки виноградных косточек, полученные после отжима масла высушивают и измельчают, получая муку виноградной косточки, богатую пищевыми волокнами и фенольными соединениями. На сегодняшний день активно изучается применение муки виноградной косточки в рецептурах кондитерских и хлебобулочных изделий в качестве ингредиента, который придаст продуктам антиоксидантные, антимикробные и антипролиферативные свойства. Однако применение этой муки ограничено из-за ее специфических органолептических показателей [3].

Еще одним перспективным направлением переработки виноградной муки является извлечение из нее белка. Данный побочный продукт виноделия может содержать более 15% белковых веществ, которые могут быть выделены в виде концентратов и найти свое применение в качестве функциональных добавок в пищевой

промышленности [4]. Кроме того, белки виноградной косточки имеют потенциал стать альтернативой белкам животного происхождения, на которые распространяются законодательные ограничения, при проведении технологического процесса оклейки вина [5].

На сегодняшний день получены следующие данные об оптимальных условиях экстракции белка из муки виноградной косточки: рН - 11; температура - 50 °С; гидромодуль - 1:15; время экстракции - 150 минут [4]. Однако необходимы дополнительные исследования этого процесса для уточнения значений вышеуказанных показателей с целью поиска условий, обеспечивающих максимальную степень извлечения белка из муки виноградной косточки.

Цель работы. Целью настоящей работы являлся подбор оптимальных условий проведения процесса щелочной экстракции муки виноградной косточки.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования настоящей работы являлась мука виноградной косточки, произведенная компанией ООО «Хутор здоровья» (г. Новороссийск, Краснодарский край, Российская Федерация) в соответствии с ТУ 9290-002-29569809-15.

Абсолютно сухое вещество в муке виноградной косточки определяли по ГОСТ 31640-2012, сырой протеин по ГОСТ 34454-2018.

Планирование эксперимента по экстракции белка проводилось в соответствии с трехуровневым планом Бокса-Бенкена с 4-мя независимыми переменными. Независимые факторы и их уровни варьирования представлены в таблице 1. Зависимой переменной выступала степень экстракции белка.

Таблица 1

Независимые переменные и их уровни варьирования

Фактор	Закодированный символ	Значение		
		-1	0	1
рН	x ₁	9	10	11
T, °С	x ₂	30	40	50
Гидромодуль (вода/мука)	x ₃	12	15	18
Время, ч	x ₄	1	2	3

Для экстракции навеску муки виноградной косточки массой 5 г (взятую в пересчете на АСВ) разводили дистиллированной водой в соответствии с выбранным гидромодулем. Регулирование рН суспензии проводили 1М раствором NaOH. Экстракцию проводили при постоянном перемешивании со скоростью 200 об/мин на орбитальном шейкере и при поддержании постоянной температуры. Далее оставшуюся муку отделяли от экстракта центрифугированием при 6000 об/мин в течение 15 минут. Концентрацию белка в экстракте определяли по методу Бредфорда [6]. Степень экстракции белка рассчитывали, как отношение массы белка в экстракте к массе белка в навеске муки виноградной косточки.

По полученным данным были построены математическая модель и уравнение регрессии. Оптимальные условия процесса экстракции белка проводили с применением дисперсионного анализа и методологии поверхности отклика. Статистическую обработку проводили при помощи программного обеспечения «Statistica 10» («StatSoft Inc.», США). Для проверки достоверности полученной модели был проведен эксперимент по экстракции белка в выявленных оптимальных условиях.

Результаты и их обсуждение. Содержание сырого протеина в муке виноградной косточки составило 15,74%. Содержание АСВ составило 90,97%, что соответствует данным, полученным Orrea O. B. et al. (16,32% сырого протеина и 9,2% влажности) [3].

В таблице 2 представлены полученные значения степени экстракции белка, полученные в результате 27 опытов.

Таблица 2

Результаты щелочной экстракции белка

№	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	Степень экстракции, %
1	11	50	15	2	72,95
2	11	30	15	2	58,87
3	9	50	15	2	28,15
4	9	30	15	2	25,595
5	10	40	18	3	63,44
6	10	40	18	1	39,44
7	10	40	12	3	54,87
8	10	40	12	1	40,01
9	11	40	15	3	68,58
10	11	40	15	1	62,87
11	9	40	15	3	42,86
12	9	40	15	1	16,43
13	11	40	18	2	75,44
14	11	40	12	2	67,44
15	9	40	18	2	39,44
16	9	40	12	2	28,58
17	10	50	15	3	51,19
18	10	50	15	1	47,35
19	10	30	15	3	37,86
20	10	30	15	1	37,15
21	10	50	18	2	56,58
22	10	50	12	2	48,01
23	10	30	18	2	53,15
24	10	30	12	2	36,58
25	10	40	15	2	62,87
26	10	40	15	2	57,15
27	10	40	15	2	57,15

В таблице 3 представлены регрессионные коэффициенты и дисперсионный анализ модели.

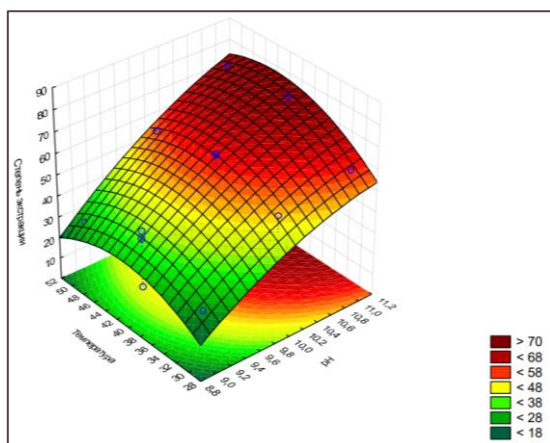
Коэффициенты регрессии и дисперсионный анализ полученной модели

Фактор	Коэффициент регрессии	SS	Степень свободы	MS	F-критерий	p-критерий
Модель	-	6115,82	26	-	-	-
Свободный член	-850,5	-	-	-	-	-
x_1	104,418	4222,31	1	4222,31	211,318	<0,0001
x_1^2	-4,163	92,407	1	92,407	4,6248	0,0526
x_2	5,128	252,313	1	252,313	12,6277	0,00397
x_2^2	-0,084	374,865	1	374,865	18,7612	0,0001
x_3	12,273	225,333	1	225,333	11,2775	0,0057
x_3^2	-0,243	25,594	1	25,594	1,2809	0,2798
x_4	72,768	475,65	1	475,65	23,8053	0,0004
x_4^2	-7,307	284,749	1	284,749	14,2511	0,00265
x_1x_2	0,288	33,206	1	33,206	1,6619	0,2216
x_1x_3	-0,238	2,045	1	2,045	0,1023	0,7545
x_1x_4	-5,18	107,33	1	107,33	5,3716	0,0389
x_2x_3	-0,067	16	1	16	0,8008	0,3884
x_2x_4	0,078	2,449	1	2,449	0,1226	0,7323
x_3x_4	0,762	20,885	1	20,885	1,0452	0,3268
Ошибка	-	239,77	12	19,981	-	-

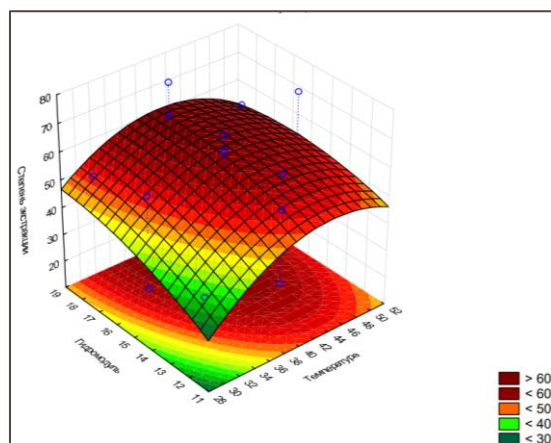
Регрессионное уравнение полученной модели:

$$y = -850,496 + 104,418x_1 + 5,128x_2 + 12,273x_3 + 72,768x_4 + 0,288x_1x_2 - 0,238x_1x_3 - 5,180x_1x_4 - 0,067x_2x_3 + 0,078x_2x_4 + 0,762x_3x_4 - 4,163x_1^2 - 0,084x_2^2 - 0,243x_3^2 - 7,307x_4^2$$

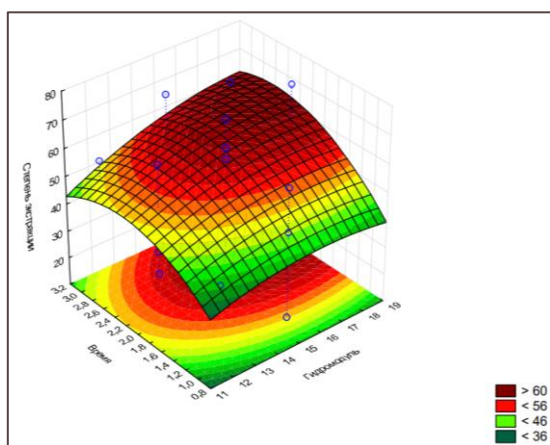
На рисунке 1 представлены поверхности отклика, представляющие собой трехмерные графики, где по вертикальной оси отмечена степень экстракции белка, а на горизонтальных осях отмечены два независимых фактора.



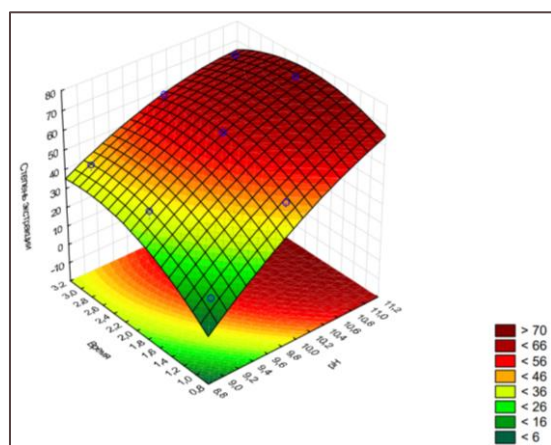
а
Температура и pH



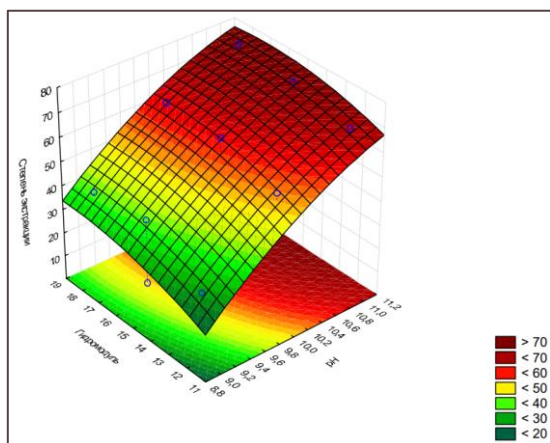
б
Гидромодуль и температура



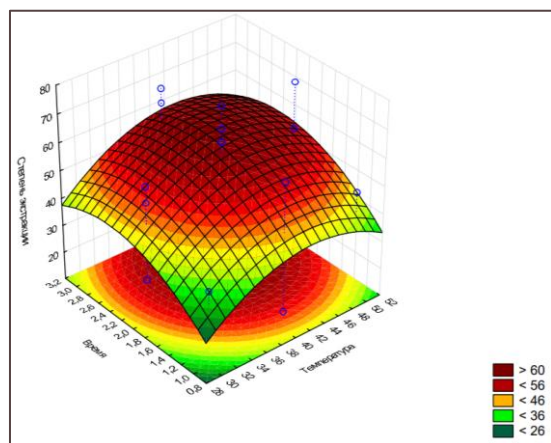
в
Время и гидромодуль



г
Время и pH



д
Гидромодуль и pH



е
Время и температура

Рисунок 1. Поверхности отклика

На рисунке 2 изображена карта Парето стандартизованных эффектов. На ней отражено то, насколько сильно независимые факторы оказывают влияние на степень экстракции белка. Эффект считался значимым при р-критерии $< 0,05$.

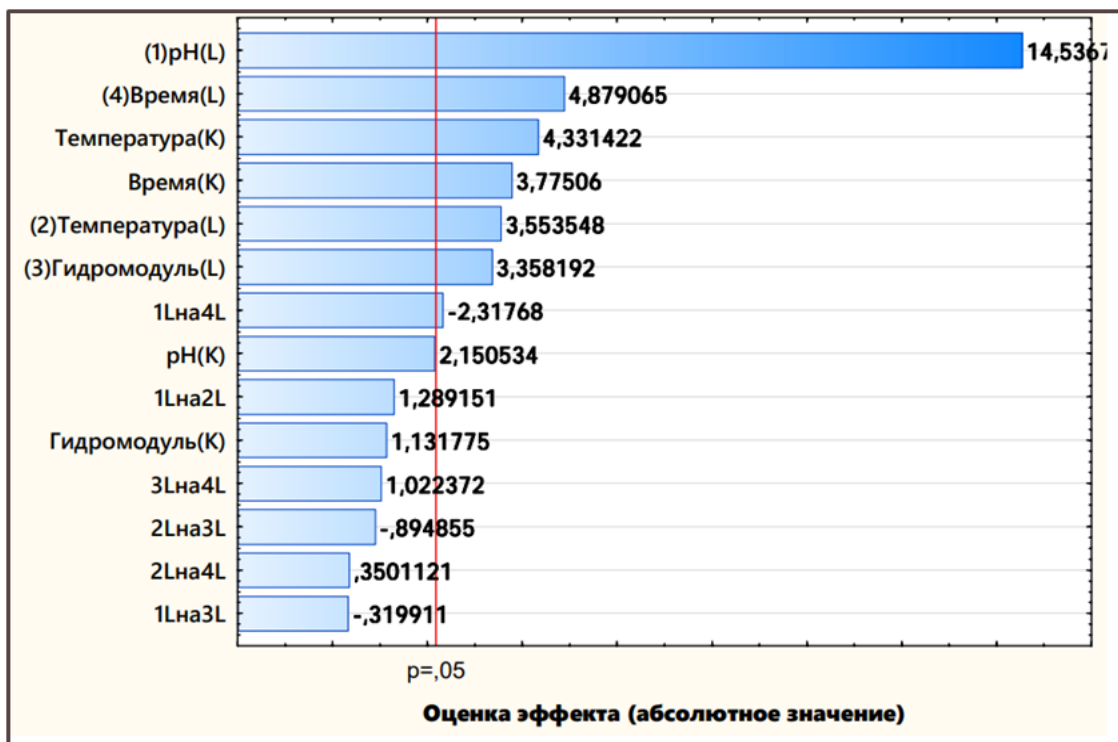


Рисунок 2. Карта Парето стандартизованных эффектов

Наибольшее влияние на степень экстракции белка оказывал уровень рН. Влияние времени, температуры и гидромодуля также было существенным. Увеличение этих факторов приводило к большей степени экстракции белка, что подтверждает форма поверхностей отклика на рисунке 1. При этом эффекты квадратичного взаимодействия температуры и времени, а также отрицательные коэффициенты регрессии, которые стоят перед этими членами в модельном уравнении, указывают на то, что рост этих показателей во время процесса экстракции влияют положительно на степень извлечения белка лишь до некоторых критических значений. Поверхности отклика *a*, *b*, *v*, *z* и *e* также демонстрируют эту закономерность, так как принимают параболическую форму. Также обнаружен значимый эффект взаимодействия рН и температуры. Одновременное увеличение этих факторов в построенной модели приводит к меньшей степени экстракции белка, чем ожидалось бы при независимом действии этих показателей.

В результате статистического анализа полученной модели были получены оптимальные условия экстракции белка, при которых в выбранных исследуемых диапазонах наблюдалась максимальная степень извлечения белка: рН 11, температура 45 °С, гидромодуль 1:18 и время экстракции 2,5 ч. Предсказанное значение степени экстракции белка в данных условиях - 75,787%; экспериментальное - 75,44%. Отличие между этими данными менее 1%, что свидетельствует о высокой достоверности полученной модели.

Выводы. В работе была проведена оптимизация процесса экстракции белка из муки виноградных косточек. В диапазонах рН – 9-11; температуры – 30-50 °С; гидромодуля: 1:15-1:18 и времени: 1-3 ч были выявлены условия, при которых наблюдалась максимальная степень экстракции белка: рН 11, температура 45 °С, гидромодуль 1:18 и время экстракции 2,5 ч. В дальнейших исследованиях необходимо обратить внимание на процесс выделения белка из полученного экстракта, а также на свойства белковых концентратов. Также необходимо изучить влияние дополнительной предварительной обработки муки виноградной косточки на экстракцию белка. Обезжиривание, обработка ферментными препаратами целлюлолитического действия и предварительное удаление полифенольных веществ могут потенциально привести к увеличению степени экстракции белка из виноградной муки.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Ahmad B. et al. Integrated biorefinery approach to valorize winery waste: A review from waste to energy perspectives //Science of the Total Environment. – 2020. – Т. 719. – С. 137315. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137315>
2. Garavaglia J. et al. Grape seed oil compounds: Biological and chemical actions for health //Nutrition and metabolic insights. – 2016. – Т. 9. – С. NMI. S32910. <https://doi.org/10.4137/NMI.S32910>
3. Oprea O. B. et al. Research on the potential use of grape seed flour in the bakery industry //Foods. – 2022. – Т. 11. – №. 11. – С. 1589. <https://doi.org/10.3390/foods11111589>
4. Alvarez-Ossorio C. et al. Composition and techno-functional properties of grape seed flour protein extracts //ACS Food Science & Technology. – 2022. – Т. 2. – №. 1. – С. 125-135. <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.1c00367>
5. Baca-Bocanegra B. et al. Optimization of protein extraction of oenological interest from grape seed meal using design of experiments and response surface methodology //Foods. – 2021. – Т. 10. – №. 1. – С. 79. <https://doi.org/10.3390/foods10010079>
6. Bradford M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding //Analytical biochemistry. – 1976. – Т. 72. – №. 1-2. – С. 248-254. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3)

УДК: 664.66

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОРКИ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА

Игнатов А.Ю.^{1,2}, Нагуманова А.О.².

¹ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»,
Российская Федерация, г. Москва

²Московский Государственный Университет Технологий и управления имени
К.Г. Разумовского (Первый Казачий Университет), Российская Федерация, г. Москва

Аннотация. Потребители в первую очередь обращают внимание на цвет хлебобулочных изделий. На производстве цвет оценивают органолептически, но этот метод не всегда объективен. Множество факторов влияют на цвет, от состава муки до рецептуры. Для оценки качества цвета корки существуют различные шкалы, а также инструментальные методы и компьютерное зрение.

Ключевые слова: цвет корки хлеба, цветовые характеристики, методы оценки, пшеничный хлеб, компьютерное зрение.

ANALYSIS OF METHODS FOR DETERMINING THE COLOR CHARACTERISTICS OF WHEAT BREAD CRUST

Ignatov A.Yu.^{1,2}, Nagumanova A.O.²

¹FSASI «Scientific Research Institute for the Baking Industry», Russian Federation, Moscow

²Moscow State University of Technology and Management named after
K.G. Razumovsky (First Cossack University), Russian Federation, Moscow

Abstract. Consumers first of all pay attention to the color of bakery products. In production, color is evaluated organoleptically, but this method is not always subjective. Many factors affect the color, from the composition of the flour to the formulation. To assess the quality of the crust color, there are various scales, as well as instrumental methods and computer vision.

Keywords: bread crust color, color characteristics, evaluation methods, wheat bread, computer vision.

При выборе хлебобулочных изделий, потребители в первую очередь обращают внимание на цвет. Механизм восприятия цвета играет важную роль в продажах, особенно в магазинах. Цвета могут оказывать сильное воздействие на эмоции, настроение и поведение потребителей. На производстве цвет готовых изделий часто оценивается органолептически, то есть с помощью органов чувств. Однако этот метод оценивания не всегда достаточно объективен, поскольку восприятие цвета может быть различным и зависеть от человеческого фактора. Чтобы сделать метод оценки цвета более точным, его можно механизировать. На данный момент многие методы оценки визуальных, вкусовых и ароматических характеристик продуктов не могут быть полностью автоматизированы из-за сложности этих процессов. Однако для общей оценки цвета корки хлеба механический способ является важным.

Исходя из ГОСТ 27842-88, изготовленный хлеб должен иметь цветовые характеристики в диапазоне от светло-жёлтого до тёмно-коричневого. Для пшеничного хлеба из обойной муки допускается незначительное появление белесоватости [1].

Цветовые характеристики корки хлеба зависят от реакции Майяра. Оставшиеся не сброженные сахара, при прогреве поверхности хлеба, вступают в реакцию с продуктами распада белка и образуют меланоидины. Они и придают золотисто-коричневатый окрас готовому изделию. В это время также формируются ароматические вещества, которые придают хлебу потрясающий запах [2]. Для того, чтобы получить правильную окраску корки, на всех этапах технологического процесса необходимо достаточное количество сахаров. Также важны брожение (чем дольше брожение, тем больше элементов для реакции) и физические параметры при изготовлении (влажность,

температура, время выпечки), собственные сахара муки, газообразующая способность муки и рецептура [2][3]. При достижении 100 градусов начинается образовываться корочка вследствие удаления с поверхности теста всей влаги, а при 120 градусах начинается покоричневение корки [4]. Различные пищевые добавки также могут влиять на цвет корки пшеничного хлеба: порошок из паприки, смесь люпинов и пшеничный муки. Добавление порошка из моркови, в которой содержится Бета каротин, находящийся в составе порошка моркови, помогает создать светло золотистую – тёмно золотистую корочку [5].

Существуют разные шкалы для оценки цвета корки пшеничного хлеба. Например, в учебно-методическом пособии для вузов «Методы исследования качества хлебобулочных изделий» предлагается оценивать корку хлеба по шкале цветных эталонов. В этой шкале бледная или подгорелая корка соответствует 1,0–1,5 баллам, жёлтая — 2 баллам, светло-золотистая или тёмно-коричневая — 2,5–5 баллам, золотистая или интенсивно коричневая — 3–4,5 баллам, а от тёмно-золотистой до коричневой — 3,5–4 баллам [6].

Также существуют инструментальные методы оценки корки пшеничного хлеба. А. А. Джафари, А. Рафи и С. Сулеймани Пур-Даманаб для оценки изменения цвета корки и мякиша используют метод компьютерного зрения. Для анализа цветопередачи применяется цветовая модель $L^*a^*b^*$. Для преобразования изображений из цветового пространства RGB в цветовое пространство CIE необходимо выполнить определённые шаги, включая преобразование в пространство XYZ, а затем в $L^*a^*b^*$. Цветовые характеристики корки и мякиша измеряются с помощью системы компьютерного зрения для определения значений L^* и E^* [7]. Попов-Ралич Ю.В. исследует характеристики качества цвета мякиша хлеба разного состава (цельнозернового, ржаного, ячменного и диетического) с помощью фотоколориметра MOM-color 100 tristimulus в системах CIE, CIELab, ANLAB и Hunter. Измерения проводятся в течение трёх дней после приготовления хлеба с интервалом в 24 часа [8]. Адзкия Ф., Сувонсичон С. и Тоннгам М. рассматривают значения цветовых характеристик (CIE L^* , a^* и b^*) измеряемых колориметром (Ultrascan, Hunterlab, Reston, VA, USA) под углом наблюдения 10° с использованием D65 в качестве источника света. Все измерения проводились в трех повторностях [9]. Аль-Хусти С.Н., Сидху Дж.С. и Аль-Сакер Д.М. для измерения цвета мякиша хлеба, охлаждённого до комнатной температуры (22°C), используют портативный спектрофотометр Macbeth ColorChecker (модель 545, Kollmorgen Instruments, Великобритания). В этой системе цвет описывается тремя координатами: L^* , a^* и b^* . Значение L^* представляет светлоту цвета, изменяясь от 0 (чёрный) до 100 (белый). Значение a^* отражает насыщенность цвета: от -100 (зелёный) до +100 (красный). Значение b^* указывает на теплоту цвета: от -100 (синий) до +100 (жёлтый). Чем больше значения a^* и b^* , тем более насыщенный и тёплый цвет. Для нейтральных цветов (белый, серый или чёрный) значения приближаются к нулю. Прибор настроен на уровень освещённости D50, используется дисплей $L^*a^*b^*$, а наблюдатель находится на расстоянии 2". Перед началом измерений прибор был откалиброван с использованием белой основной панели, предоставленной производителем. Буханку хлеба разрезали на две половинки, после чего в каждой половинке было снято по шесть измерений в области мякиша. Из двух крайних измерений были удалены, а оставшиеся десять усреднены и записаны [10]. Наиболее доступным средством для измерения цветовых характеристик является планшетный сканер. Например, Карими М. использует планшетный сканер HP Scanjet G3010 с оптическим разрешением от 4800 до 9600 dpi. Они сканируют три образца мякиша и корки хлеба, сохраняя изображения в формате BMP. Затем изображения конвертируются в пространство Lab* для анализа цветовых характеристик хлеба. Получив изображение для анализа цветовых характеристик, специалисты преобразуют его в оттенки серого и применяют пороговую обработку с помощью

алгоритма Isodata. Пористость хлеба вычисляется как отношение количества белых пикселей к общему числу пикселей [11].

Таким образом, существуют различные методы определения цветовых характеристик хлебобулочных изделий. Инструментальные методы оценивания цветовых характеристик корки хлеба имеют ряд преимуществ в сравнении с органолептической оценкой в силу объективности полученных результатов, поэтому необходимо создать единую методику для получения нужного результата, а также следовать тенденциям развития компьютерного зрения и нейросетей.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 58233-2018 «Хлеб из пшеничной муки. Технические условия». М: Стандартиформ, 2018. – 4 с.
2. Ауэрман, Л.Я. «Технология хлебопекарного производства». СПб.: Профессия, 2005.
3. Кретович В.Л., Яровенко В.Л. «Ферментные препараты в пищевой промышленности» Москва: Пищевая промышленность, 1975.
4. Еникеева Н.Г., Вейцель Э.Я. «Аромат хлеба» Москва: Пищевая промышленность, 1978
5. Типсина Н. Н., Типсин Е. А. Использование порошка моркови в пищевой промышленности //Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2014. – №. 4. – р. 257-261.
6. Корячкина, С. Я. Методы исследования качества хлебобулочных изделий: учебно-методическое пособие для вузов / С. Я. Корячкина, Н. А. Березина, Е. В. Хмелева // Орёл: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2010. – 23 с.
7. Soleimani Pour-Damanab A., Jafary A., Rafiee S. Kinetics of the crust thickness development of bread during baking //Journal of food science and technology. – 2014. – Т. 51. – р. 3439-3445.
8. Popov-Raljić J. V. et al. Investigations of bread production with postponed staling applying instrumental measurements of bread crumb color //Sensors. – 2009. – Т. 9. – №. 11. – р. 8613-8623.
9. Adzqia F., Suwonsichon S., Thongngam M. Effects of White Sorghum Flour Levels on Physicochemical and Sensory Characteristics of Gluten-Free Bread //Foods. – 2023. – Т. 12. – №. 22. – р. 4113.
10. AL-HOOTI S. N., SIDHU J. S., AL-SAQER J. M. Utility of cie tristimulus system in measuring the objective crumb color of high-fiber toast bread formulations //Journal of food quality. – 2000. – Т. 23. – №. 1. – р. 103-116.
11. Karimi M. et al. Effect of different processing parameters on quality factors and image texture features of bread //J Bioproc Biotech. – 2012. – Т. 2. – р. 2-7.

REFERENCES

12. GOST R 58233-2018 «Khleb iz pshenichnoy muki. Tekhnicheskiye usloviya» [«Bread made from wheat flour. Technical conditions"]. М: Standardiform, 2018. – 4p.
13. Auerman, L.YA. «Tekhnologiya khlebopekarnogo proizvodstva». [«Technology of bakery production »] St. Petersburg: Profession, 2005.
14. Kretovich V.L., Yarovenko V.L «Fermentnyye preparaty v pishchevoy promyshlennosti». [Enzyme preparations in the food industry"] Moscow: Food Industry, 1975.
15. Enikeeva N.G., Veitsel E.Ya. «Aromat khleba» [«The Aroma of Bread»] Moscow: Food Industry, 1978
16. Tipsina N. N., Tipsin Ye. A. Ispol'zovaniye poroshka morkovi v pishchevoy promyshlennosti [Use of carrot powder in the food industry] // Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. – 2014. – No. 4. – р. 257-261
17. Koryachkina, S. YA. Metody issledovaniya kachestva khlebobulochnykh izdeliy: uchebno-metodicheskoye posobiye dlya vuzov [Methods for studying the quality of bakery products: educational and methodological manual for universities] / S. Ya. Koryachkina, N. A. Berezina, E. V. Khmeleva // Orel: Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhina, 2010. – 23 p.
18. Soleimani Pour-Damanab A., Jafary A., Rafiee S. Kinetics of the crust thickness development of bread during baking //Journal of food science and technology. – 2014. – Т. 51. – р. 3439-3445.

19. Popov-Raljić J. V. et al. Investigations of bread production with postponed staling applying instrumental measurements of bread crumb color //Sensors. – 2009. – Т. 9. – №. 11. – p. 8613-8623.
20. Adzqia F., Suwonsichon S., Thongngam M. Effects of White Sorghum Flour Levels on Physicochemical and Sensory Characteristics of Gluten-Free Bread //Foods. – 2023. – Т. 12. – №. 22. – p. 4113.
21. AL-HOOTI S. N., SIDHU J. S., AL-SAQER J. M. Utility of cie tristimulus system in measuring the objective crumb color of high-fiber toast bread formulations //Journal of food quality. – 2000. – Т. 23. – №. 1. – p. 103-116.
22. Karimi M. et al. Effect of different processing parameters on quality factors and image texture features of bread //J Bioproc Biotech. – 2012. – Т. 2. – p. 2-7.

УДК 637.075

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ МИКРОБНОГО СОСТАВА МОЛОКА

Коваль Д.Д.

ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности»,
Российская Федерация, г. Москва

Аннотация. Для контроля безопасности молока и молочной продукции применяются микробиологические методы, имеющие ряд существенных недостатков. В статье приведен обзор инновационных методов диагностики молочной микробиоты, которые в скором времени смогут заменить традиционные микробиологические подходы или дополнить их. Это позволит повысить эффективность контроля за безопасностью молочных продуктов и обеспечить высокое качество продукции для потребителей.

Ключевые слова: Молоко, ПЦР-технологии, молочная микробиота, микробный состав молока, молекулярно-генетические технологии

INNOVATIVE METHODS FOR CONTROL OF THE SAFETY OF THE MICROBIAL COMPOSITION OF MILK

Koval D.D.

FSASI «All-Russian Dairy Research Institute», Russian Federation, Moscow

Abstract. To control the safety of milk and dairy products, microbiological methods are used, which have a number of significant disadvantages. The article provides an overview of innovative methods for diagnosing milk microbiota, which will soon be able to replace traditional microbiological approaches or complement them. This will improve the efficiency of control over the safety of dairy products and ensure high quality products for consumers.

Keywords: Milk, PCR technologies, milk microbiota, microbial composition of milk, molecular genetic technologies

Введение. Согласно докладу Министерства сельского хозяйства, Российская Федерация достигла продовольственной безопасности в большинстве отраслей, однако наблюдается недостаточная продуктивность в производстве молока [1]. Следовательно, одной из ключевых задач для молочной промышленности является обеспечение страны достаточным количеством молока и молочных продуктов для сокращения импортозависимости [2]. При увеличении производственных мощностей важно поддерживать высокий уровень безопасности молока и молочных продуктов, в том числе - осуществлять контроль за микробиологическим составом, о чем свидетельствует технический регламент Таможенного союза 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [3, 4]. Увеличение числа фермерских хозяйств и молокоперерабатывающих заводов, расширение ассортимента молочной продукции требует усиленного контроля за безопасностью бактериального состава молока и молочных продуктов, что является непереносимым условием для поддержания качества продукции и здоровья потребителей. Для контроля безопасности продукции применяются микробиологические методы, имеющие ряд существенных недостатков: длительное время проведения анализа, отсутствие возможности обнаружения некультивируемых микроорганизмов, трудности при идентификации и т.д. Достижению поставленных целей способствует внедрение инновационных методов в работу производителей молока и молочной продукции, а также в деятельность контрольно-надзорных органов.

Обзор методов. Всё чаще для повышения уровня безопасности молока и определения его микробного состава используются молекулярно-генетические и биоинформатические методы [6 - 9]. ПЦР-диагностика микробного состава молока

представляет собой мощный инструмент, который позволяет исследовать разнообразие микроорганизмов в продукте. Так, например, в настоящее время исследование молока на наличие патогенной микрофлоры при помощи ПЦР (полимеразной цепной реакции) и ПЦР-РВ (real time PCR) может проводиться с помощью коммерческого набора SureTest (Thermo Scientific). Данный набор позволяет выявлять в молоке и молочной продукции такие патогены как *Listeria sp.*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus* и *E. coli O157:H7* [10].

ПЦР-технологии позволяют оценить динамику изменения микробного сообщества молочных продуктов. Например, в одном исследовании с помощью ПЦР и секвенирования нового поколения удалось определить, как меняется бактериальный состав пастеризованного молока при длительном хранении в холодильнике. Была продемонстрирована устойчивость термофильных стрептококковых бактерий, таких как *Streptococcus dysgalactiae* и *Streptococcus uberis* к пастеризации. Полученные результаты предоставляют ценную информацию для потребителей и производителей поскольку указывают на постепенный рост патогенной микрофлоры, что указывает на необходимость улучшения контроля качества и разработки методов снижения патогенной микрофлоры [11].

Однако при использовании ПЦР-диагностики необходимо учитывать специфические особенности данного метода, которые могут привести к недопониманию у людей, не специализирующихся в области молекулярной биологии. При амплификации интересующих нас участков ДНК, синтезируются копии участков ДНК всех бактерий, присутствующих в молоке, а не только жизнеспособных. При использовании полимеразной цепной реакции невозможно произвести вычленение жизнеспособных бактерий из общего количества бактерий в продукции. В данном случае ПЦР может дополняться секвенированием, классическими микробиологическими методами или может использоваться ПЦР-РВ. Для устранения ложноположительных результатов применяется интеркалирующий краситель моноазид этидия бромид (EMA - Ethidium monoazide bromide), который проникает в мертвые клетки и расщепляет ДНК. EMA-ПЦР позволяет значительно снизить частоту обнаружения мертвых клеток, однако этого не всегда достаточно. Для решения этой проблемы был создан протокол, согласно которому ПЦР в реальном времени нацелена на длинную ДНК-матрицу (ген 16S–23S рРНК, длина ~ 2451 п.о.), предварительно обработанную EMA с использованием более низкой дозы протеиназы К для усиления сигнала от жизнеспособных бактерий. С помощью данного протокола в одном из исследований было подсчитано точное количество жизнеспособных бактерий группы кишечной палочки в пастеризованном молоке [12].

Помимо оценки безопасности продукта, бактериологический анализ молока позволяет получить сведения о состоянии здоровья животного, от которого оно получено. Например, в недавно опубликованном исследовании была показана более высокая эффективность метода ПЦР в сравнении с стандартными микробиологическими методами при обнаружении возбудителей мастита крупного рогатого скота (КРС) - *Streptococcus uberis* и *Escherichia coli* [9].

Высокопроизводительное секвенирование 16S рРНК молока часто применяется в исследовательских целях, однако существуют сведения, что несмотря на то, что данный метод позволяет обнаружить все микроорганизмы, содержащиеся в пробе, данная информация не всегда может быть полезна из-за наших недостаточных знаний о микробиологии молока. Так, американские ученые показали, что данный метод позволил идентифицировать 53 из 65 родов бактерий, ассоциированных с маститом, но не дал достаточного количества информации для диагностики или прогноза мастита у КРС [13].

Многие ученые из разных стран постоянно стремятся к созданию новых методов диагностики микробиологического состава молока и молочных продуктов. Так, в 2021 году был запущен проект SAFEMILK, цель которого заключается в разработке

комплексного анализа для эффективной оценки безопасности молока. Новая технология будет основана на применении поверхностных акустических волн, иммобилизованных ДНК-аптамеров, оптических и электрохимических методов с использованием нанотехнологических поверхностей. На данный момент исследования продолжают интенсивно развиваться и учёным уже удалось рассмотреть механизмы взаимодействия патогенных бактерий *Listeria innocua* с чувствительными слоями, содержащие ДНК-аптамеры, в отношении изменения вязкоупругих свойств. Авторы планируют завершить проект к апрелю 2025 года и превратить его в успешное коммерческое предприятие [5].

Заключение. Уже сейчас производители и контрольно-надзорные органы могут применять ряд молекулярных методов для обнаружения патогенной микрофлоры в молоке и молочных продуктах. Однако для дальнейшего прогресса в области контроля безопасности и качества молока требуется проведение дальнейших исследований микробиома этого продукта с применением как классических методов микробиологии, так и молекулярно-генетических, биоинформатических подходов. Результаты данных фундаментальных исследований несомненно повлияют на совершенствование существующих технологий и поспособствуют разработке новых, более эффективных, дешёвых и простых методов контроля качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. «В Минсельхозе заявили о достижении РФ продбезопасности по большинству направлений» – Текст: электронный // www.gosnadzor.ru [сайт]. – 2024 – URL: <https://www.gosnadzor.ru/news/67/7761/> (дата обращения 06.05.2024).
2. «Подробности Чего должна достигнуть молочная отрасль к 2030 году» – Текст: электронный // <https://milknews.ru> [сайт]. – 2024 – URL: <https://milknews.ru/longridy/strategiya-molochnaya-otrasl.html> (дата обращения 06.05.2024).
3. Юрова Е. А., Полякова О. С., Мельденберг Д. Н. Установление требований и разработка критериев оценки молока-сырья, формирующих его сортность / Е. А. Юрова, О. С. Полякова, Д. Н. Мельденберг – Текст: непосредственный // Молочная промышленность. – 2017. – № 5. – С. 26-28.
4. Юрова Е. А., Мельденберг Д. Н., Парфенова Е. Ю. Критерии оценки молока-сырья для получения продукта гарантированного качества / Е. А. Юрова, Д. Н. Мельденберг, Е. Ю. Парфенова. - Текст: непосредственный // Молочная промышленность. - 2019. - № 4. - С. 26-29.
5. «Making safer milk through innovative detection of bacteria and antibiotics» – Текст: электронный // <https://cordis.europa.eu> [сайт]. – 2024 – URL: <https://cordis.europa.eu/project/id/101007299> (дата обращения 07.05.2024).
6. Farhoudi A, Ghajarbeygi P, Jozani RAJ, Mahmoudi R, Mardani K. Comparison of real-time PCR and cultural method for detection of bacterial load in pasteurized milk. / A. Farhoudi, P. Ghajarbeygi, RAJ Jozani, R. Mahmoudi, K. Mardani. - Текст: непосредственный // J Food. - 2019. - № 39
7. Хан А. В., Фоменко О. Ю. К вопросу выявления потенциальной фальсификации козьего молока молекулярно-генетическими методами. / А. В. Хан, О. Ю. Фоменко. – Текст: непосредственный // Актуальная биотехнология. – 2023. - № 2. – С. 32.
8. Khan A. V., Lazareva E. G., Fomenko O. Y. The problem of dairy products adulteration: analysis of the state and ways of resolution / A. V Khan., E. G. Lazareva, O. Y. Fomenko – Текст: непосредственный // Dairy industry. - 2023. - № 5. – P. 54-56.
9. Imam, Tasneem and Horsman, Sara and Wood, et al. Assessment of Sensitivity and Specificity of Bacterial Culture and the VetMAX™ Mastitype Multi Kit in Detecting Streptococcus Uberis and Escherichia Coli in Milk Samples from Dairy Cows with Clinical Mastitis in Subtropical Australia. / Imam, Tasneem and Horsman, Sara and Wood, et al. – Текст: электронный// URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4693024 (дата обращения 07.05.2024).
10. «Driving Efficiencies in Milk Testing with PCR-Based Alternative Methods» – Текст: электронный // www.thermofisher.com [сайт]. – 2024 – URL:

- <https://www.thermofisher.com/blog/food/driving-efficiencies-in-milk-testing-with-pcr-based-alternative-methods/> (дата обращения 07.05.2024).
11. Lan X., Wu S., Du Q., Min L. The Investigation of Changes in Bacterial Community of Pasteurized Milk during Cold Storage. / X. Lan, S. Wu, Q. Du, L. Min. – Текст: непосредственный // Foods. - 2024. № 13. P. 451.
 12. Soejima T., Minami Ji., Yaeshima T., et al. An advanced PCR method for the specific detection of viable total coliform bacteria in pasteurized milk. / T. Soejima, Ji. Minami, T. Yaeshima, et al. – Текст: непосредственный // Appl Microbiol Biotechnol. – 2012. № 95. - P. 485–497.
 13. Metzger S. A, Hernandez L. L, Suen G., Ruegg P. L. Understanding the Milk Microbiota. / S. A Metzger, L. L Hernandez, G. Suen, P. L. Ruegg. – Текст: непосредственный // Vet Clin North Am Food Anim Pract. – 2018. - № 34(3). - P. 427-438.

REFERENCES

1. «The Ministry of Agriculture announced that the Russian Federation has achieved food security in most areas» – Text: electronic // www.gosnadzor.ru [website]. – 2024 – URL: <https://www.gosnadzor.ru/news/67/7761/> (access date 05/06/2024).
2. «Details of what the dairy industry should achieve by 2030» – Text: electronic // <https://milknews.ru> [site]. – 2024 – URL: <https://milknews.ru/longridy/strategiya-molochnaya-otrasl.html> (access date 05/06/2024).
3. Yurova E. A., Polyakova O. S., Meldenberg D. N. Establishment of requirements and development of criteria for evaluating raw milk that shape its grade / E. A. Yurova, O. S. Polyakova, D. N. Meldenberg – Text: direct // Dairy industry. – 2017. – No. 5. – P. 26-28.
4. Yurova E. A., Meldenberg D. N., Parfenova E. Yu. Criteria for assessing raw milk to obtain a product of guaranteed quality / E. A. Yurova, D. N. Meldenberg, E. Yu. Parfenova. - Text: direct // Dairy industry. - 2019. - No. 4. - P. 26-29.
5. «Making safer milk through innovative detection of bacteria and antibiotics» – Text: electronic // <https://cordis.europa.eu> [website]. – 2024 – URL: <https://cordis.europa.eu/project/id/101007299> (accessed 05/07/2024).
6. Farhoudi A, Ghajarbeygi P, Jozani RAJ, Mahmoudi R, Mardani K. Comparison of real-time PCR and cultural method for detection of bacterial load in pasteurized milk. / A. Farhoudi, P. Ghajarbeygi, RAJ Jozani, R. Mahmoudi, K. Mardani. - Text: direct // J Food. -2019. - No. 39
7. Khan A.V., Fomenko O.Yu. On the issue of identifying potential adulteration of goat milk using molecular genetic methods. / A. V. Khan, O. Yu. Fomenko. – Text: direct // Current biotechnology. – 2023. - No. 2. – P. 32.
8. Khan A. V., Lazareva E. G., Fomenko O. Y. The problem of dairy products adulteration: analysis of the state and ways of resolution / A. V. Khan., E. G. Lazareva, O. Y. Fomenko – Text: direct // Dairy industry. - 2023. - No. 5. – P. 54-56.
9. Imam, Tasneem and Horsman, Sara and Wood, et al. Assessment of Sensitivity and Specificity of Bacterial Culture and the VetMAX™ Mastitype Multi Kit in Detecting Streptococcus Uberis and Escherichia Coli in Milk Samples from Dairy Cows with Clinical Mastitis in Subtropical Australia. / Imam, Tasneem and Horsman, Sara and Wood, et al. – Text: electronic // URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4693024 (access date 05/07/2024).
10. «Driving Efficiencies in Milk Testing with PCR-Based Alternative Methods» – Text: electronic // www.thermofisher.com [website]. – 2024 – URL: <https://www.thermofisher.com/blog/food/driving-efficiencies-in-milk-testing-with-pcr-based-alternative-methods/> (accessed 05/07/2024).
11. Lan X., Wu S., Du Q., Min L. The Investigation of Changes in the Bacterial Community of Pasteurized Milk during Cold Storage. / X. Lan, S. Wu, Q. Du, L. Min. – Text: direct // Foods. - 2024. No. 13. P. 451.
12. Soejima T., Minami Ji., Yaeshima T., et al. An advanced PCR method for the specific detection of viable total coliform bacteria in pasteurized milk. / T. Soejima, Ji. Minami, T. Yaeshima, et al. – Text: direct // Appl Microbiol Biotechnol. – 2012. No. 95. - P. 485–497.
13. Metzger S. A, Hernandez L. L, Suen G., Ruegg P. L. Understanding the Milk Microbiota. / S. A Metzger, L. L Hernandez, G. Suen, P. L. Ruegg. – Text: direct // Vet Clin North Am Food Anim Pract. – 2018. - No. 34(3). - P. 427-438.

УДК 664.66.016

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОЗДАНИЮ СОВРЕМЕННОГО МЕТОДА ПРОВЕДЕНИЯ ПРОБНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ ВЫПЕЧКИ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА

Печникова Ю.Ю.^{1,2}

Научный руководитель: Черных В.Я.¹, доктор технических наук, профессор

¹ ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»,
Российская Федерация, г. Москва

² ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»,
Российская Федерация г. Москва

Аннотация. Оценка технологических свойств пшеничной хлебопекарной муки как сырья для производства хлебобулочных изделий включает большое количество параметров, которые в той или иной степени характеризуют хлебопекарные достоинства или недостатки конкретной партии муки. В настоящее время отсутствует система многопараметрического контроля хлебопекарных свойств пшеничной муки, включающая анализ её цветowych характеристик, гранулометрического состава, определение гелеобразующей способности биополимеров, контроль реодинамики замеса теста и формования тестовых заготовок, а также определение оптимальных режимов работы лабораторного технологического оборудования.

Решение указанных проблем может быть осуществлено при разработке современного метода пробной лабораторной выпечки пшеничного хлеба, включающего определение физико-химических характеристик пшеничной муки, установление реологических свойств теста, контроль реодинамики его замеса и формования тестовых заготовок, а также всестороннюю оценку показателей качества пшеничного хлеба с привлечением как органолептических, так и инструментальных методов контроля.

Ключевые слова: мука хлебопекарная пшеничная, технологические свойства муки, пробная лабораторная выпечка, консистенция теста, пшеничный хлеб, текстура мякиша.

RECOMMENDATIONS FOR THE CREATION OF A MODERN METHOD FOR CONDUCTING TRIAL LABORATORY BAKING OF WHEAT BREAD

Pechnikova Yu.Yu.^{1,2}

Supervisor: Chernykh V.Ya.¹, Grand PhD in Engineering, Professor

¹ FSASI «Scientific Research Institute for the Baking Industry», Russian Federation, Moscow

² FSBEI HE «Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)», Russian Federation, Moscow

Abstract. The assessment of the technological properties of wheat baking flour as a raw material for the production of bakery products includes a large number of parameters that to one degree or another characterize the baking advantages or disadvantages of a particular batch of flour. Currently, there is no system of multiparametric control of the baking properties of wheat flour, including analysis of its color characteristics, granulometric composition, determination of the gel-forming ability of biopolymers, control of the rheodynamics of dough kneading and molding of dough blanks, as well as determination of optimal operating modes of laboratory technological equipment.

The solution of these problems can be implemented in the development of a modern method of trial laboratory baking of wheat bread, including the determination of the physico-chemical characteristics of wheat flour, the establishment of rheological properties of the dough, control of the rheodynamics of its kneading and molding of dough blanks, as well as a comprehensive assessment of the quality of wheat bread with the involvement of both organoleptic and instrumental control methods.

Keywords: wheat baking flour, technological properties of flour, trial laboratory baking, dough consistency, wheat bread, crumb texture indicators.

Введение. При выведении селекционно-семеноводческими организациями новых сортов пшеницы разных ботанических видов, для формирования помольной смеси на мукомольных предприятиях, а также для оценки технологических свойств поступающих

на хлебопекарные предприятия партий пшеничной муки осуществляют пробную лабораторную выпечку пшеничного хлеба в соответствии требованиям ГОСТ 27669-88 «Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба» [1]. Оценка качества пшеничного хлеба (формового и подового) осуществляется по органолептическим показателям, объёмному выходу и формоустойчивости. Существенным недостатком данного стандарта является отсутствие контроля реодинамики замеса пшеничного теста и формования тестовых заготовок. При этом необходимо отметить, что замес теста, с учётом сорта пшеничной муки, осуществляется с определённой постоянной влажностью, не учитывающий гелеобразующую способность биополимеров перерабатываемой пшеничной муки, что существенно сказывается на показателях качества готового хлеба. Кроме того, отсутствует регулирование биотехнологических свойств пшеничной муки – сахарообразующей способности, посредством использования пшеничного солода.

Таким образом, назрела необходимость в совершенствовании существующего метода проведения пробной лабораторной выпечки пшеничного хлеба, направленного на оптимизацию стадии приготовления пшеничного теста.

Целью работы является формирование рекомендаций по разработке более совершенного метода проведения пробной лабораторной выпечки пшеничного хлеба, включающих систему многопараметрической оценки физико-химических характеристик пшеничной хлебопекарной муки, регулирование её биотехнологических свойств и управление реологическими свойствами теста.

Результаты исследований и их обсуждение. Для производства хлебобулочных изделий стабильно высокого качества и корректировки хлебопекарных свойств пшеничной муки перед проведением пробной лабораторной выпечки пшеничного хлеба необходимо иметь представление о критических точках физико-химических характеристик муки. Поскольку мука относится к полидисперсным порошкам, то основополагающим параметром её технологических свойств является средний эквивалентный диаметр частиц, взаимодействие с водой которых предопределяет весь спектр реологического поведения полуфабрикатов хлебопекарного производства, начиная с замеса теста и заканчивая формованием тестовых заготовок.

Потребитель при оценке качества хлеба в первую очередь обращает внимание на его цвет, в связи с этим необходима оценка цветовых характеристик муки, как минимум отношение количества жёлтого к суммарному количеству белого и коричневого цветов и способности муки к потемнению [2].

Для интенсивного протекания таких биотехнологических операций, как созревание теста и окончательная расстойка тестовых заготовок, необходимо обеспечить жизнедеятельность микроорганизмов – дрожжевых клеток и молочнокислых бактерий посредством регулирования сахарообразующей способности муки, оцениваемой по «числу падения». Сахарообразующая способность муки обуславливается активностью амилолитических ферментов муки, в первую очередь содержанием α -амилазы. Источниками содержания активной α -амилазы, при необходимости регулирования автолитической активности пшеничной муки, являются различные виды солода.

Для пшеничной муки интегральным показателем её технологических свойств является «сила», предопределяемая в большей степени содержанием и свойствами клейковины и дополнительно раскрываемая реологическим поведением пшеничного теста при его замесе (показатели фаринограммы), а также при объёмном растяжении теста в виде шара (показатели альвеограммы) [3,4]. Регулирование состояния белково-протеиназного комплекса пшеничной муки возможно осуществить посредством использования сухой пшеничной клейковины.

Показатели титруемой кислотности пшеничной муки и кислотного числа жира характеризуют пригодность определённой партии муки к переработке и срок её хранения.

В связи с этим, приведены критические точки физико-химических характеристик пшеничной муки высшего сорта (таблица) [2,4,5,6]:

Таблица

**Критические физико-химические характеристики (ФХХ)
пшеничной муки высшего сорта**

ФХХ пшеничной муки	Значение
Средний эквивалентный диаметр частиц муки	100-110 мкм
Цвет муки – отношение количества жёлтого к суммарному количеству белого и коричневого цветов	0,4-0,5
Способность муки к потемнению	10-11%
«Число падения» муки	235±15 с
Количество клейковины	31±0,5%
Общая деформация клейковины	80±5 ед. ИДК
Разжижение теста	75±5 е.Ф.
Титруемая кислотность муки	≤ 3 град.
Кислотное число жира	≤ 60 мг КОН на 1 грамм жира

Режимы реализации операции замеса теста и стадии выпечки хлеба должны быть соотнесены с оптимальной интенсивностью расходуемой механической и тепловой энергии соответственно. При этом продолжительность брожения теста должна реализоваться не по рекомендуемому времени (ГОСТ 27669-88), а исходя из анализа скорости изменения давления или скорости изменения объёма образующегося диоксида углерода. Установленное значение оптимальной продолжительности брожения пшеничного теста подразумевает последующее разбиение её на операцию созревания теста и окончательную расстойку тестовых заготовок.

Существующий метод проведения пробной лабораторной выпечки включает в себя ручной труд лаборанта: замес теста может проводиться вручную, разделку теста осуществляют также только вручную, а готовность тестовой заготовки к выпечке после окончательной расстойки определяют органолептически. Реализацию данных технологических операций необходимо проводить с использованием лабораторного оборудования. Методы инструментальной оценки свойств пшеничной муки позволят обеспечить достоверность получаемых результатов.

Центральным звеном инструментальной оценки хлебопекарных свойств пшеничной муки является информационно-измерительная система (ИИС) на базе прибора «Полиреотест ПРТ-2» (рисунок), с помощью которой осуществляется контроль реодинамики технологической операции замеса теста и формования тестовых заготовок [7]. Данная система при замесе теста обеспечивает формирование структуры полуфабриката необходимой консистенции, равной 640-650 е.Ф.

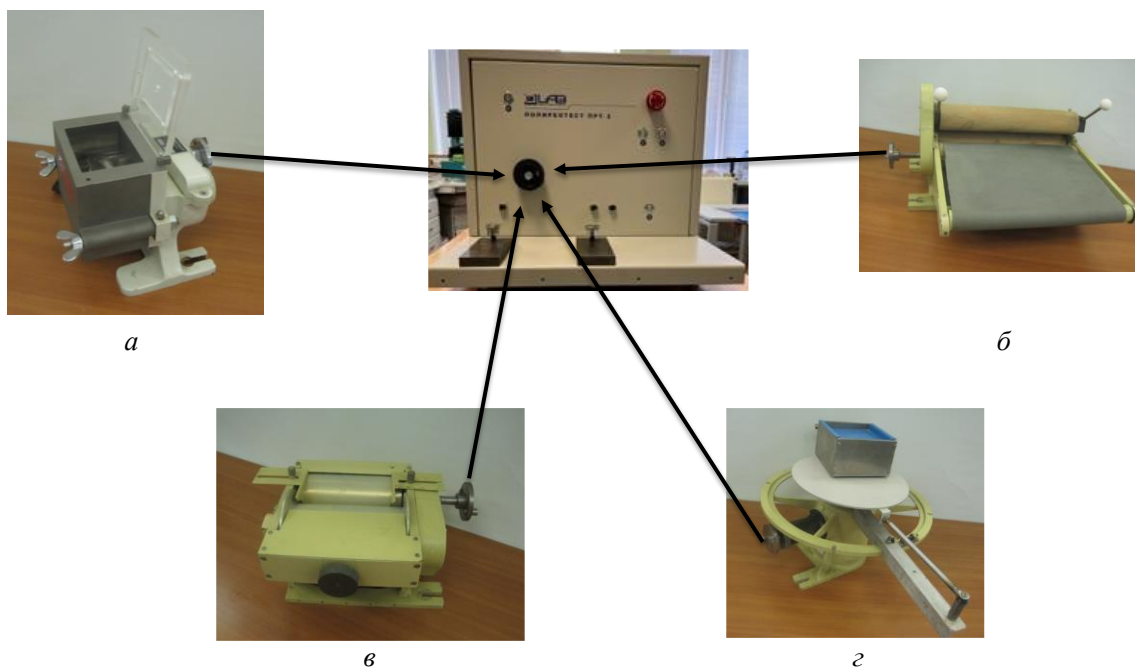


Рисунок. Информационно-измерительная система реологической оценки пшеничного теста, использующая насадки для моделирования технологических операций: а – замес теста, б – вальцевание (раскатка) теста, в – закатка теста, г – округление тестовых заготовок

Используемые в составе ИИС насадки позволят исключить ручной труд лаборанта при формировании тестовых заготовок и повысить сходимость получаемых результатов и объективность контроля.

В формируемом методе проведения пробной лабораторной выпечки пшеничного хлеба осуществляют 2 замеса по 425г теста (для одного определения), которые обеспечивают получение тестовых заготовок в количестве 4шт (по 160г). Две тестовые заготовки готовят для выпечки формового хлеба и две – для подовых изделий. Температуру теста после замеса поддерживают на уровне 26-28°C. Выпечку пшеничного хлеба реализуют при температуре пекарной камеры 225±5°C до температуры 96-98°C в центре мякиша, затем после охлаждения его до температуры 28-30°C производят упаковку изделий и осуществляют контроль показателей их качества через 12 ч после выпечки и затем через каждые 24 ч в процессе хранения.

Оценка качества хлебобулочных изделий осуществляется с использованием 100-балльной шкалы как по органолептическим, так и физико-химическим, в том числе реологическим характеристикам мякиша с использованием методов обратимой и необратимой деформаций, позволяющих устанавливать индекс твердости мякиша, его эластичность, когезию, модуль упругости и прочность, а также скорость черствения мякиша [8].

Таким образом, использование ИИС и реализация метода пробной лабораторной выпечки пшеничного хлеба, ориентированного на определённое постоянное значение консистенции теста после замеса, а не на его влажность, обеспечивает учёт химического состава и гелеобразующую способность биополимеров муки [9]. При таком подходе качество хлеба и его выход обусловлены только хлебопекарными свойствами муки, и полученные при этом значения технологических параметров используются для управления операциями производства хлебобулочных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 27669-88. «Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба». – М: Стандартинформ, 2007. – 9 с.
2. Дремучева, Г.Ф. Влияние цвета муки и технологических свойств сырья на цвет мякиша хлебобулочных изделий / Г.Ф. Дремучева, Т.В. Быковченко, О.Н. Бердышникова // Хлебопечение России. – 2013. – № 5. – С. 22-23.
3. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства / Л.Я. Ауэрман. – СПб.: Профессия, 2005. – 416с.
4. Черных, В.Я. Регулирование сахарообразующей способности хлебопекарной муки / Черных В.Я., В.С. Иванов – М.: ООО «Буки Веди», 2019. – 144с.
5. Болтенко, Ю.А. Разработка реологических критериев управления свойствами пшеничного теста и качеством хлебобулочных изделий: специальность 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства»: дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук / Ю.А. Болтенко – М., 2010. – 177 с.
6. Влияние дисперсности пшеничной муки на ее технологические свойства и параметры замеса теста / В.Я. Черных, О.Н. Бердышникова, Е.В. Жирнова, В.Ю. Митин // Хлебопродукты. – 2015. – №7. – С. 56-58.
7. Быкова, Н. Ю. Реологические аспекты технологии производства ржаного хлеба / Н. Ю. Быкова, В. Я. Черных // 30 Симпозиум по реологии : Сборник тезисов докладов, Тверь, 26 сентября – 02 октября 2021 года. – Москва, Россия: Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук, 2021. – С. 41-43.
8. ГОСТ Р 70085-2022 «Изделия хлебобулочные из пшеничной хлебопекарной муки. Метод определения степени черствости». – М: Российский институт стандартизации, 2022. – 13с.
9. Черных, И.В. Совершенствование контроля качества муки с использованием современных информационно-измерительных систем / И.В. Черных, А.В. Лебедев // Хлебопродукты. – 2012. – № 6. – С. 41-43.

REFERENCES

1. GOST 27669-88. «Muka pshenichnaya hlebopekarnaya. Metod probnoj laboratornoj vypechki hleba». – M: Standartinform, 2007. – 9s.
2. Dremucheva, G.F. Vliyanie cveta muki i tekhnologicheskikh svojstv syr'ya na cvet myakisha hlebobulochnykh izdelij / G.F. Dremucheva, T.V. Bykovchenko, O.N. Berdyshnikova // Hlebopechenie Rossii. – 2013. – № 5 – S. 22-23.
3. Auerman, L.Ya. Tekhnologiya hlebopekarnogo proizvodstva / L.Ya. Auerman. – SPb.: Professiya, 2005. – 416s.
4. Chernyh, V.Ya. Regulirovanie saharoobrazuyushchej sposobnosti hlebopekarnoj muki / Chernyh V.Ya., V.S. Ivanov – M.: ООО «Buki Vedi», 2019. – 144s.
5. Boltenko, Yu.A. Razrabotka reologicheskikh kriteriev upravleniya svojstvami pshenichnogo testa i kachestvom hlebobulochnykh izdelij: special'nost' 05.18.01 «Tekhnologiya obrabotki, hraneniya i pererabotki zlakovykh, bobovykh kul'tur, krupyanykh produktov, plodoovoshchnoj produkcii i vinogradarstva»: diss. na soiskanie uchenoj stepeni kand. tekhn. nauk / Yu.A. Boltenko – M., 2010. – 177s.
6. Vliyanie dispersnosti pshenichnoj muki na ee tekhnologicheskie svojstva i parametry zamesa testa / V.Ya. Chernyh, O.N. Berdyshnikova, E.V. Zhirnova, V.Yu. Mitin // Hleboprodukty. – 2015. – №7. – S. 56-58.
7. Bykova, N. Yu. Reologicheskie aspekty tekhnologii proizvodstva rzhanogo hleba / N. Yu. Bykova, V. Ya. Chernyh // 30 Simpozium po reologii : Sbornik tezisov dokladov, Tver', 26 sentyabrya – 02 oktyabrya 2021 goda. – Moskva, Rossiya: Institut neftekhimicheskogo sinteza im. A.V. Topchieva Rossijskoj akademii nauk, 2021. – S. 41-43.
8. GOST R 70085-2022 «Izdeliya hlebobulochnye iz pshenichnoj hlebopekarnoj muki. Metod opredeleniya stepeni cherstvosti». – M: Rossijskij institut standartizacii, 2022. – 13s.
9. Chernyh, I.V. Sovershenstvovanie kontrolya kachestva muki s ispol'zovaniem sovremennykh informacionno-izmeritel'nyh sistem / I.V. Chernyh, A.V. Lebedev // Hleboprodukty. – 2012. – № 6. – S. 41-43.

УДК 579.6

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА БИОМАССУ И КОНЦЕНТРАЦИЮ ЖИВЫХ КЛЕТОК БАКТЕРИЙ *LACTOCOCCUS LACTIS*

Санников М.В., Смирнов И.С., Володарский М.О., Лаврентьев Ф.В.
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»,
Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

Аннотация. Данная статья исследует влияние различных условий культивирования на биомассу и концентрацию живых клеток бактерий *Lactococcus lactis*. Этот вид бактерий широко используется в пищевой и молочной промышленности, а также в биотехнологических процессах, связанных с производством ферментированных молочных продуктов. Результаты исследования позволят оптимизировать условия культивирования для повышения эффективности производства и качества продукции.

Ключевые слова: микробиология, биомасса, условия культивирования, пищевая промышленность, ферментированные молочные продукты, биотехнология.

RESEARCH OF THE EFFECT OF CULTIVATION CONDITIONS ON THE BIOMASS AND CONCENTRATION OF LIVE CELLS OF *LACTOCOCCUS LACTIS* BACTERIA

Sannikov M.V., Smirnov I.S., Volodarsky M.O., Lavrentev F.V.
ITMO National Research University, Russian Federation, Saint-Petersburg

Abstract. This article investigates the effect of different cultivation conditions on the biomass and concentration of live cells of *Lactococcus lactis* bacteria. This bacterial species is widely used in the food and dairy industries, as well as in biotechnological processes related to the production of fermented dairy products. The results of the study will allow to optimize the cultivation conditions to improve the production efficiency and product quality.

Keywords: Microbiology, biomass, cultivation conditions, food industry, fermented dairy products, biotechnology.

Введение. Культивирование микроорганизмов является достаточно сложным процессом, который подвержен влиянию множества факторов, начиная от состава питательной среды и заканчивая физическими и химическими параметрами. Температура, pH, доступность кислорода, освещение – все эти факторы играют ключевую роль в росте и развитии микроорганизмов.

При выборе оптимальных условий для культивирования необходимо учитывать особенности метаболизма каждого вида микроорганизмов. Например, некоторые виды могут быть аэробными, то есть требовать доступа кислорода для роста, в то время как другие предпочитают анаэробные условия, где кислород отсутствует или находится в очень низких концентрациях. Есть также микроорганизмы, которые лучше развиваются в условиях ограниченного доступа кислорода, известных как микроаэрофильные условия. Культивирование микроорганизмов может проводиться как на твердых, так и в жидких питательных средах. На твердых средах микроорганизмы обычно формируют колонии, что облегчает их идентификацию и изучение. В жидких средах микроорганизмы могут расти свободно, и этот метод часто используется для получения больших объемов культуры для дальнейших исследований или производства [1].

Для оценки эффективности процесса культивирования обычно измеряют различные параметры, такие как концентрация живых клеток или их биомасса. Эти показатели помогают установить оптимальные условия для роста микроорганизмов и оптимизировать производственные процессы в различных областях, от медицины до промышленности.

Бактерии вида *Lactococcus lactis*, а в частности подвиды *Lactococcus lactis subsp. cremoris* и *Lactococcus lactis subsp. lactis*, имеют обширное применение в производстве различных кисломолочных продуктов (на пример, сметана и творог), а их комбинации с различными пробиотическими бактериями позволяют разрабатывать новые функциональные продукты [2], что особенно актуально на фоне потребности импортозамещения заквасочных продуктов, а так же, в связи с потребностью улучшения здоровья населения и профилактики заболеваний желудочно-кишечного тракта, частота выявления которых только за 2022 год составила более 15 млн случаев [3].

Разработка оптимальных условий культивирования будет способствовать улучшению технологических процессов, а также снизит экономические затраты на производство.

Цель исследования. Проведение эксперимента и выявление наиболее оптимальных условий культивирования бактерией *Lactococcus lactis*.

Объект и методы исследования. Объектом исследования являлись штаммы *Lactococcus lactis subsp. cremoris* 123 (выдан из коллекции БРЦ ВКПМ НИЦ «Курчатовский институт», регистрационный номер В-1569), *Lactococcus lactis subsp. lactis* 335 (выдан из коллекции БРЦ ВКПМ НИЦ «Курчатовский институт», регистрационный номер В-1988). Данные штаммы культивировались в питательной среде М17 (HIMEDIA, Индия). В качестве условий культивирования рассматривалось добавление ростовых добавок, таких как сахароза (х.ч., Химмаг, Россия) и лактоза (х.ч., Вектон, Россия), а также использование орбитального шейкера инкубатора (со скоростью вращения 180 оборотов в минуту). Сначала выполнялось приготовление растворов питательных сред: питательной среды без добавок, а также с добавлением ростовых добавок (с итоговой массовой долей сахарозы и лактозы – 5%), после чего растворы подвергались стерилизации в автоклаве (при температуре 121 °С, давлении 1,1 бар), после чего проводился глубинный посев и термостатирование в термостате и шейкере-инкубаторе в течение 48 часов при температуре 28±1°С (*Lactococcus lactis subsp. lactis* 335) и 30±1°С (*Lactococcus lactis subsp. cremoris* 123). Эффективность условий культивирования оценивали при помощи метода Коха, эксперимент проводился в трёх повторностях.

Результаты исследования и их обсуждение. При исследовании условий культивирования бактерий вида *Lactococcus lactis* (Рисунок) внесение сахарозы в питательную среду не повлияло на рост биомассы, однако в сочетании с шейкером наблюдалось резкое уменьшение биомассы и как следствие концентрацию клеток бактерии *Lactococcus lactis subsp. cremoris* (уменьшение биомассы на 20 %) и *Lactococcus lactis subsp. lactis* (уменьшение биомассы на 10–15 %), что может быть связано с осмотическим стрессом, вызванный высоким осмотическим давлением, которое может привести к деформации клеточной стенки и повреждению мембраны, что может привести к снижению роста и выживаемости бактерий. В шейкере-инкубаторе происходит активное перемешивание среды, что может привести к повышенной аэрации. Бактерии *Lactococcus lactis* являются микроаэрофильными организмами, и высокая аэрация может привести к переизбытку кислорода, что может негативно влиять на их рост [4]. Сочетание культивирования в шейкере и добавления высокой концентрации сахарозы также могли способствовать уменьшению доступности других (более предпочтительных) питательных веществ для бактерий. Более предпочтительной ростовой добавкой выступила лактоза, которая способствовала росту биомассы *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, увеличив прирост на 25 %, а в сочетании с шейкером способствовала увеличению биомассы на 35–40 %. Однако варьирование данных параметров культивирования и состава питательной среды не удалось значительно повысить концентрацию живых клеток в одном грамме биомассы (прирост составил 3–5 %), для *Lactococcus lactis subsp. lactis* наблюдалась аналогичная картина в отношении

биомассы: применение лактозы позволило увеличить биомассу на 13-15%, а при использовании в комбинации с шейкером до 70%, однако варьирование данных параметров так же не удалось значительно повысить концентрацию живых клеток в одном грамме биомассы (прирост составил до 10 %).

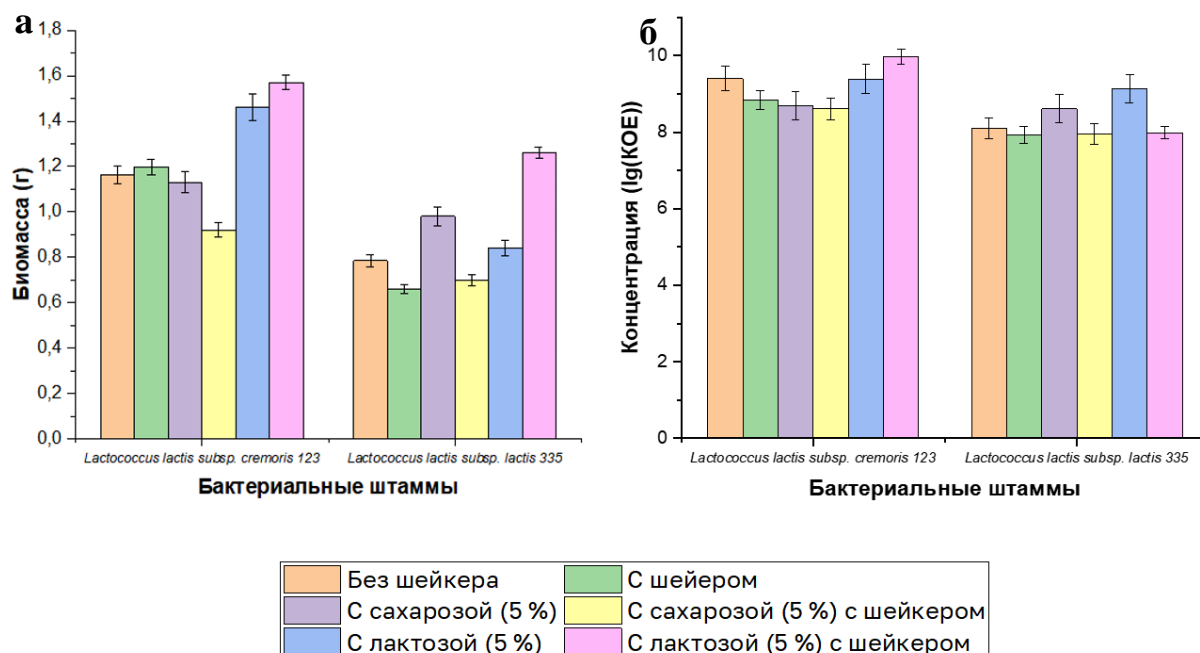


Рисунок: (а) Выход биомассы бактерий и (б) концентрация живых бактерий при различных условиях культивирования.

Выводы. *Lactococcus lactis subsp. cremoris* и *Lactococcus lactis subsp. lactis* являются достаточно популярными в пищевом производстве, а так же разработке новых функциональных продуктов. Изучение их условий культивирования является важным технологическим аспектом производства, поскольку влияет на производственные циклы и экономическую составляющую производства заквасочных продуктов. В ходе изучения *Lactococcus lactis subsp. cremoris* было установлено, что более предпочтительной ростовой добавкой выступила лактоза, обеспечивающая значительный прирост биомассы, *Lactococcus lactis subsp. lactis* показал аналогичную картину, однако для данного штамма влияние шейкера было более значительным в аспекте биомассы.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Акимов Е. К., Галиуллин А. К. Микробиологические подходы к процессам культивирования культур микроорганизмов // Ученые записки КГАВМ им. Н. Э. Баумана. 2013. №4.
2. Akimov E. K., Galiullin A. K. Microbiological approaches to the processes of cultivation of cultures of microorganisms // Scientific notes of the Bauman KGAVM. 2013. №4.
3. Lavrentev, F. V., Ashikhmina, M. S., Ulasevich, S. A., Morozova, O. V., Orlova, O. Y., Skorb, E. V., & Iakovchenko, N. V. (2021). Perspectives of *Bacillus coagulans* MTCC 5856 in the production of fermented dairy products. *LWT*, 148.
4. Здоровоохранение в России. 2023: Стат.сб./Росстат. - М., 2023.
5. Healthcare in Russia. 2023: Stat.sat./Rosstat. - М., 2023.
6. Miyoshi A, Rochat T, Gratadoux JJ, Le Loir Y, Oliveira SC, Langella P, Azevedo V. Oxidative stress in *Lactococcus lactis*. *Genet Mol Res*. 2003 Dec 30;2(4):348-59.

УДК 579.6

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КРИОПРОТЕКТИРУЮЩИХ АГЕНТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА И ВЫЖИВАЕМОСТИ МИКРООРГАНИЗМА *BACILLUS COAGULANS*

Смирнов И.С., Санников М.В., Филозоп В.С., Лаврентьев Ф.В.
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»,
Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

Аннотация. Данная статья содержит информацию о влиянии проникающего криопротектирующего агента (ДМСО) и непроникающего криопротектора (трегалоза) на выживаемость бактерии *Bacillus coagulans* в процессе криоконсервации. Данный вид является спорообразующим микроорганизмом, поэтому он активно используется в разработке продуктов функционального питания. Результаты исследования позволяют оптимизировать существующие методы криопротектирования и повысить их эффективность.

Ключевые слова: *Bacillus coagulans*, криопротекторы, микроорганизмы, выживаемость, микробиология.

STUDY OF THE EFFECT OF CRYOPROTECTIVE AGENTS ON PROCESS EFFICIENCY AND SURVIVAL OF *BACILLUS COAGULANS* MICROORGANISM

Smirnov I.S., Sannikov M.V., Filozop V.S., Lavrentev F.V.
ITMO National Research University, Russian Federation, Saint-Petersburg

Abstract. This article contains information on the effect of a penetrating cryoprotectant (DMSO) and a non-penetrating cryoprotectant (trehalose) on the survival of *Bacillus coagulans* during cryopreservation. This species is a spore-forming microorganism, so it is actively used in the development of functional food products. The results of the study will optimise the existing methods of cryoprotection and increase their efficiency.

Keywords: *Bacillus coagulans*, cryoprotectants, microorganisms, survival, microbiology.

Введение. В настоящее время существует потребность в разработки новых продуктов, соответствующих требованиям здорового питания и оказывающих положительное влияние на организм. Так, наблюдается рост числа исследований в области пищевой химии, создающих новые продукты питания с повышенными полезными свойствами и приятными вкусовыми качествами [1]. Кроме того, в области пищевой микробиологии активно изучаются вопросы безопасности продуктов питания и, как следствие, предотвращение пищевых отравлений [2].

На сегодняшний день существует серьезная проблема, связанная с нарушением работы микробиоты кишечника у людей и вызванная неправильным питанием и образом жизни. Применение антибиотиков, неправильное питание и образ жизни, экологические проблемы и стресс – всё это вызывает дисбаланс в микрофлоре кишечника, что, в свою очередь, пагубно отражается на эффективности иммунной системы кишечника [3]. Возможное решение данной проблемы – восстановление собственной микрофлоры с помощью пробиотиков. На данный момент самыми широко используемым источниками живых пробиотических бактерий являются ферментированные молочные продукты, промышленное производство которых предполагает использование пробиотических культур [4]. Отсюда возникает необходимость в их длительном хранении без потери метаболических свойств.

Для достижения этой цели в наши дни используют метод криоконсервации. Его массовое использование объясняется простотой реализуемости и приемлемой экономической составляющей [5]. Однако стоит отметить, что во время криоконсервации клетки испытывают физиологический стресс, причиной которого является образование внеклеточных и внутриклеточных кристаллов льда, приводящих к

осмотическому дисбалансу. Помимо этого, нуклеация воды может физически повреждать мембранные структуры бактериальных клеток, а при выходе из криобиоза, при размораживании культур, происходит перекристаллизация льда – всё это приводит к гибели клеток. Неблагоприятных последствий процесса криоконсервации удаётся избежать при использовании криопротектирующих агентов. Именно поэтому подбор соединений с высокой криопротектирующей эффективностью является необходимой и актуальной задачей.

Цель исследования. Цель исследования – проведение лабораторного эксперимента с последующим определением оптимального криопротекторного вещества.

Объект и методы исследования. *Bacillus coagulans* MTCC 5856 был выделен из препарата LactoSpore® (Sabinsa Corporation, США). В качестве криопротектирующих агентов в данной работе были выбраны диметилсульфоксид (ч.д.а., neoFroxx, Германия), трегалоза (D (+), дигидрат для биохимии, Химмед, Россия). Культура данного микроорганизма была культивирована на питательной среде MRS (HiMedia, Индия) в термостате в течение 18-19 часов при температуре 37 ± 1 °C. Осаждение бактериальной массы осуществлялось методом центрифугирования при 5000 оборотов в минуту в течение 10 мин. Отделение надосадочной жидкости производилось с помощью декантации. Для полного удаления питательной среды к биомассе был добавлен 5, 10 или 15% стерильный раствор соответствующего криопротектирующего агента, после чего повторно проводилось центрифугирование при 5000 оборотов в минуту в течение 10 минут и декантация надосадочной жидкости. К осажённым микроорганизмам в соотношении 1:2 по массе добавляли 5, 10 или 15% стерильный раствор криопротекторов. Затем проводилась криоконсервация полученных образцов в течение 72 часов при температуре -81 ± 5 °C. Эффективность криопротектирующих агентов оценивали по выживаемости *Bacillus coagulans* после процесса криоконсервации при помощи метода Коха. Процент выживаемости оценивали следующей по формуле:

$$\frac{N}{N_0} \cdot 100\%$$

где N – количество колониобразующих единиц (КОЕ) после криоконсервации, N_0 – количество КОЕ до криоконсервации. Повторное исследование выживаемости было проведено через месяц криоконсервации при температуре -81 ± 5 °C.

Результаты исследования. Проникающие и непроникающие криопротектирующие агенты играют важную роль в сохранении жизнеспособности клеток криогенном хранении или замораживании биологических образцов. Диметилсульфоксид (ДСМО), являющийся проникающим криопротектирующим агентом, обладает способностью попадание во внутриклеточную среду через клеточные мембраны, тем самым изменяя её состав. За счёт этого он защищает клетки от образования ледяных кристаллов внутри клеток. Являющаяся непроникающим криопротектором трегалоза образует водорастворимых стекловидных структуры вокруг клеток, помогая предотвратить их дегидратацию и сохраняя их структуру и функции во время криоконсервации. В ходе исследования было установлено, что самое эффективное действие при заморозке в течение трёх дней (Рисунок 1) производит раствор ДМСО с $\omega = 5\%$. Приемлемые результаты при недлительной заморозке показали растворы ДМСО с $\omega = 10\%$ и $\omega = 15\%$ и трегалозы с $\omega = 5\%$ и $\omega = 15\%$. По результатам тридцатидневной заморозки (Рисунок 2) можно отметить эффективность раствора ДМСО $\omega = 10\%$. Чуть хуже этот показатель у растворов ДМСО с $\omega = 5\%$ и $\omega = 15\%$ и трегалозы с $\omega = 15\%$.

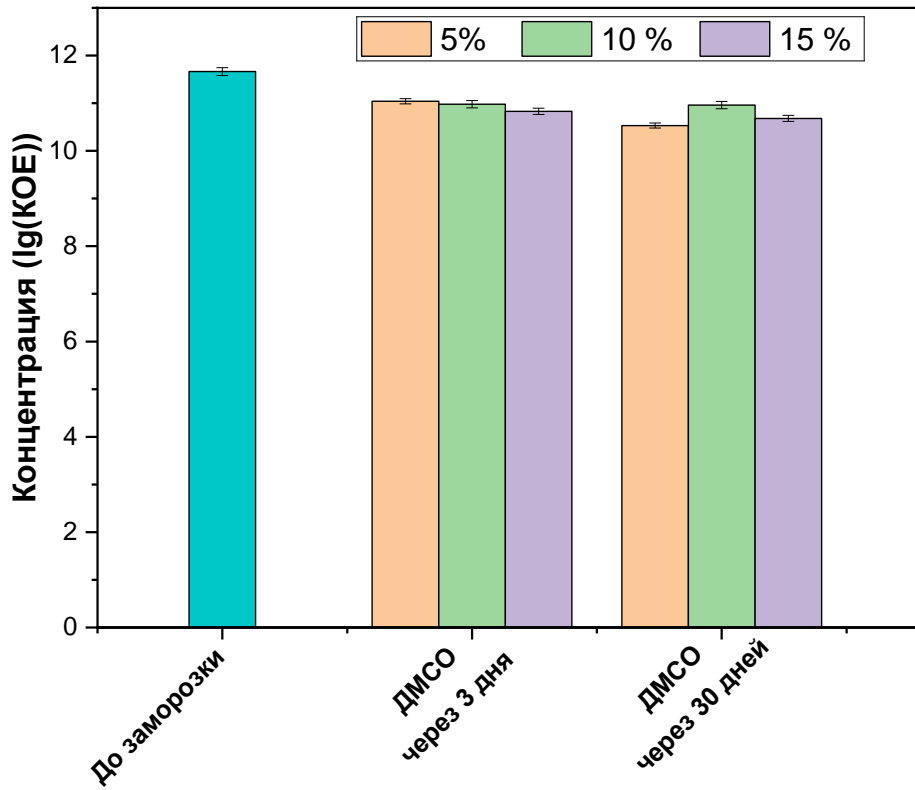


Рисунок 1. Концентрация живых клеток *Bacillus Coagulans* до заморозки и после определённых временных интервалов криоконсервации с ДМСО

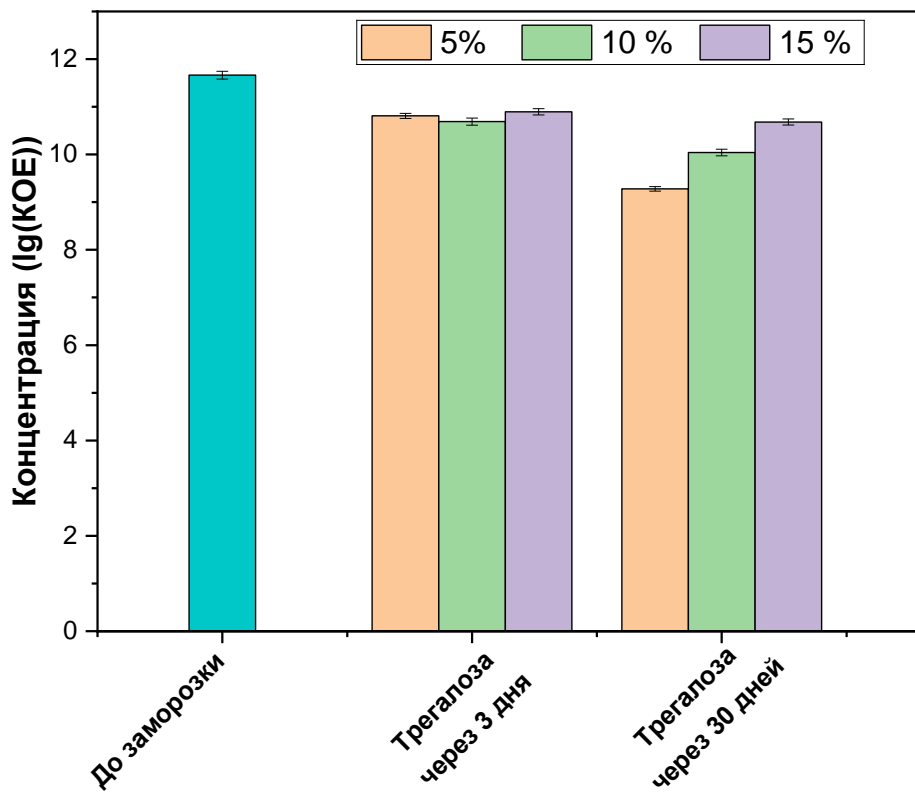


Рисунок 2. Концентрация живых клеток *Bacillus Coagulans* до заморозки и после определённых временных интервалов криоконсервации с трегалозой

Выводы. По результатам проведённого эксперимента можно установить, что наилучшие результаты в криопротектировании микроорганизмов показывают растворы ДМСО. В будущем планируется изучить влияние других криопротектирующих агентов и комбинаций растворов обоих видов криопротекторов на выживаемость замораживаемых образцов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Leonard W, Zhang P, Ying D, Fang Z. Hempseed in food industry: Nutritional value, health benefits, and industrial applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020; 19: 282–308.
2. Wahlqvist, M.L. (Ed.). (2011). *Food and Nutrition: Food and health systems in Australia and New Zealand* (3rd ed.). Routledge.
3. Mei Wang, Ruijia Fu, Dingqiao Xu, Yanyan Chen, Shijun Yue, Sai Zhang, Yuping Tang, Traditional Chinese Medicine: A promising strategy to regulate the imbalance of bacterial flora, impaired intestinal barrier and immune function attributed to ulcerative colitis through intestinal microecology, *Journal of Ethnopharmacology*, Volume 318, Part A, 2024, 116879, ISSN 0378-8741.
4. Lavrentev, F. V., Ashikhmina, M. S., Ulasevich, S. A., Morozova, O. V., Orlova, O. Y., Skorb, E. V., & Iakovchenko, N. V. (2021). Perspectives of *Bacillus coagulans* MTCC 5856 in the production of fermented dairy products. *LWT*, 148.
5. Bosch E, De Vos M and Humaidan P (2020) The Future of Cryopreservation in Assisted Reproductive Technologies. *Front. Endocrinol.* 11:67.

УДК 597.6

РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СОХРАНЕНИЯ МОЛОЧНОКИСЛЫХ КУЛЬТУР

Филозоп В.С., Володарский М.О., Смирнов И.С., Осьмак О.О.

Научный руководитель: Ашихмина М.С.

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

Аннотация. В пищевой промышленности важным этапом в разработке и дальнейшем производстве высокую роль играет качество сырья. Промышленные штаммы молочнокислых бактерий, используемые при производстве ферментированных продуктов, подвергаются криоконсервации и лиофилизации. При этих процессах клетки подвергаются стрессу, который может привести к их гибели. Для минимизации последствий используются криопротекторы. Работа направлена на экспериментальное исследование криозащитных веществ, отслеживание их действия и эффективность защиты во времени. Так, в ходе работы были представлены экспериментальные данные об эффективности криозащитных агентов.

Ключевые слова: Пищевая промышленность, молочнокислые бактерии, криопротекторы, пробиотики, криоконсервация.

DEVELOPMENT AND OPTIMISATION OF LACTIC ACID CULTURE PRESERVATION TECHNOLOGY

Filozop V.S., Volodarskiy M.O., Smirnov I.S., Osmak O.O.

Supervisor: Ashikhmina M.S.

ITMO National Research University, Russian Federation, Saint-Petersburg

Annotation. In the food industry, the quality of raw materials plays an important role in the development and further production. Industrial strains of lactic acid bacteria used in the production of fermented foods are subjected to cryopreservation and lyophilisation. During these processes, the cells are subjected to stress, which can lead to cell death. Cryoprotectants are used to minimise the effects. The work aims to experimentally investigate cryoprotectants, tracking their action and the effectiveness of protection over time. Thus, the work presents experimental data on the efficacy of cryoprotective agents.

Keywords: Food industry, lactic acid bacteria, cryoprotectants, probiotics, cryopreservation.

Введение. Использование биотехнологического потенциала молочнокислых бактерий в индустриальном производстве ферментированных продуктов осложнено транспортировкой и хранением заквасочных культур [1]. Так, основной целью хранения является поддержание жизнедеятельности клеток и чистоты культур микроорганизмов, предупреждение изменения генотипа всей популяции. Для снабжения предприятий чистыми культурами микроорганизмов, необходимо постоянно поддерживать их в условиях коллекции в активном состоянии, отслеживая сохранность биотехнологических свойств. Выбор приема хранения обычно определяется наличием оборудования, местом для хранения и квалификацией сотрудников [2]. Существующие методы хранения не могут в полной мере отвечать всем необходимым требованиям. Так, например, метод субкультивирования (периодического пересеивания) требует асептических условий для реализации, постоянных трат на расходные материалы, он так же трудозатратен и трудоемок, стоит так же учитывать, что при постоянном пересеивании бактериальные клетки меняют свой генотип со временем из-за неоднородности и неуфицирования питательных сред, так как они содержат большое количество натуральных компонентов, точный элементарный состав которых невозможно определить. Перспективным подходом к сохранению заквасочных культур является криоконсервация и дальнейшая лиофилизация [3]. Во время криоконсервации клетки испытывают физиологический стресс, вызванный образованием внеклеточных и внутриклеточных кристаллов льда, приводящих к осмотическому дисбалансу, также

нуклеация воды может физически повредить мембранные структуры бактериальных клеток, а при выходе из криобиоза, при размораживании культур, происходит перекристаллизация льда, все это приводит к гибели клеток. Последствия повреждений при криоконсервации помогают избежать криопротекторные вещества.

Цель работы. Целью исследования является подбор основы композиции криопротектора для сохранения бактериальных культур. Исследуемыми веществами выбраны ди- и моносахариды за счет своей экономической доступности и нетоксического воздействия на бактериальные клетки.

Объекты и методы исследований. *Streptococcus thermophilus* 56-45 был приобретен у БРЦ ВКПМ (Россия, Москва). *S. thermophilus* 56-46 культивировали на питательной среде М-17 (HiMedia, Индия) 18-19 часов до достижения поздней экспоненциальной при температуре $37\pm 1^\circ\text{C}$. Бактериальную массу осаждали при помощи центрифугирования при 4000 об/мин в течение 10 минут. Надосадочную жидкость отделяли, а к бактериальной массе добавляли стерильный 10%-ый раствор криопротекторного агента в соотношении 1:2. При приготовлении криопротекторных веществ использовались: сахароза, манноза, глюкоза и фруктоза (ЛЕНРЕАКТИВ, Россия). Навески веществ растворяли в дистиллированной воде. Приготовленные растворы стерилизовали при помощи автоклава при 121°C , 1,1 атм., в течение 15 минут. Замораживали бактериальную массу с криопротекторным веществом в течение 1, 7 и 30 суток при $-20\pm 1^\circ\text{C}$. Эффективность криопротекторных веществ оценивали по выживаемости бактериальных клеток после процесса криоконсервации при помощи метода Коха. Процент выживаемости оценивали по формуле:

$$\frac{\text{Кол-во КОЕ после криоконсервации}}{\text{Кол-во КОЕ до криоконсервации}} \times 100\%$$

где КОЕ – колониобразующие единицы.

Весь вышеописанный эксперимент схематично представлен на рисунке 1.

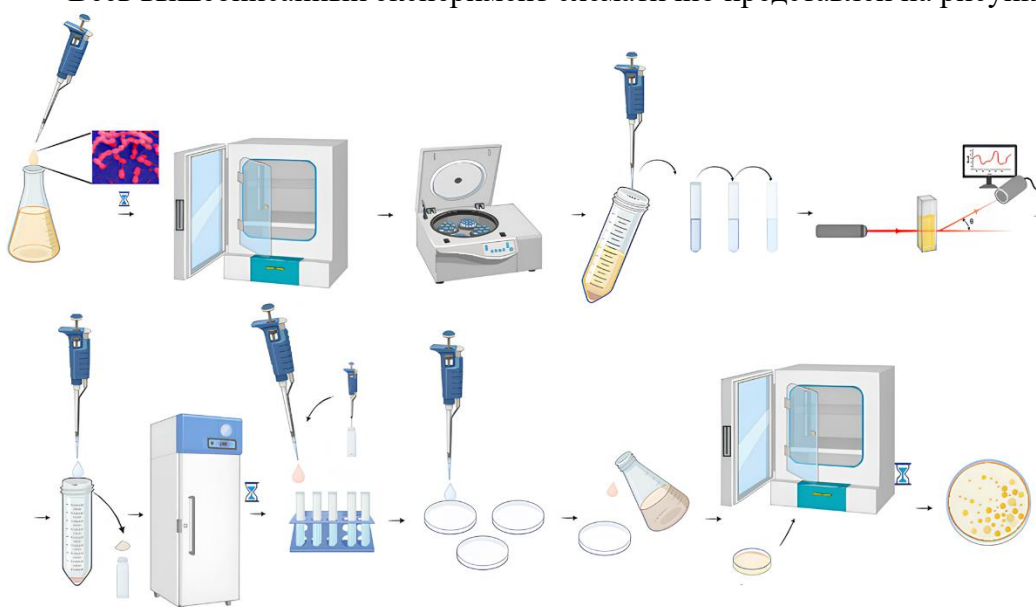


Рисунок 1. Дизайн экспериментального подбора криопротекторов.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе исследования было установлено, что сахара, выступающие в качестве криопротекторов, различной природы оказывают разное влияние на выживаемость бактерий в ходе криоконсервации. Так, наилучшими криозащитными свойствами обладает 10%-ый раствор сахарозы. Менее эффективный криозащитный агент, чем сахароза – манноза. Наихудший результат проявила глюкоза и фруктоза. Данные, полученные в ходе эксперимента приведены в таблице.

Экспериментальные данные, полученные в результате криоконсервации

Криопротектор	1 день 10 ¹⁰ КОЕ/мл	1 день % выживаемости	7 дней 10 ¹⁰ КОЕ/мл	7 дней % выживаемости	30 дней 10 ¹⁰ КОЕ/мл	30 дней % выживаемости
Фруктоза 10%	26	21,3	16	13,1	8	6,6
Глюкоза 10%	86	70,4	21	17	15	12,3
Манноза 10%	117	95,9	48	39	23	18,9
Сахароза 10%	110	90,2	101	82,8	97	79,5
Контроль	103	84,4	57	46,7	31	25,4

Концентрация клеток до криоконсервации: 122·10¹⁰ КОЕ/мл

По полученным экспериментальным данным были построены графические зависимости выживаемости бактериальных клеток с криопротектором от времени. Результаты представлены на графике.

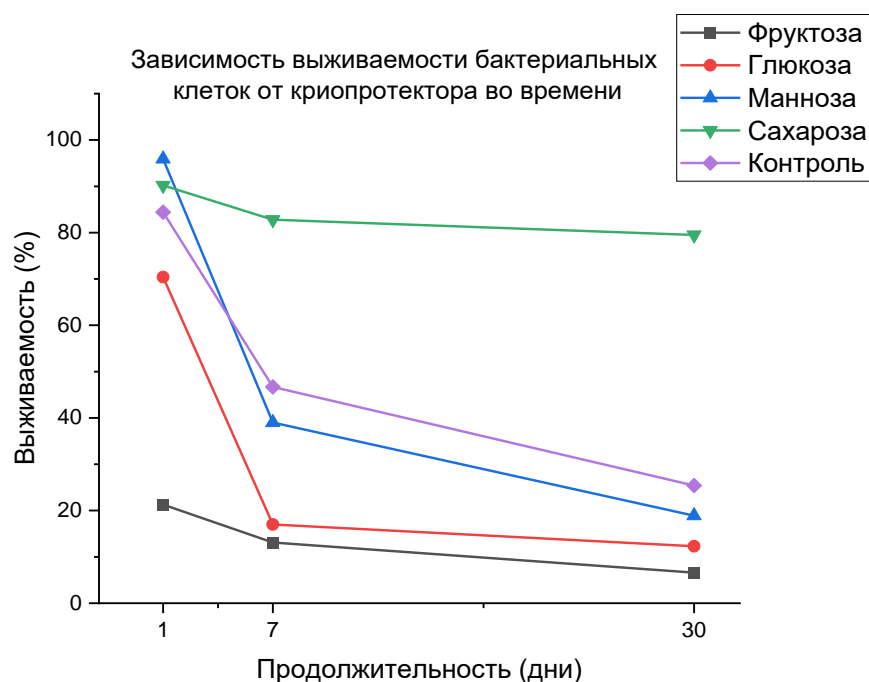


Рисунок 2. Зависимость выживаемости бактериальных клеток от криопротектора во времени

Выводы. Наилучший криозащитный эффект оказал 10%-ый раствор сахарозы, выживаемость бактериальной культуры *S.terrophilus*. 56-45 составила 90,2-82,8% при недолгосрочной криоконсервации, 79,5% при хранении более 30 дней. Манноза является более эффективным криозащитным агентом в течение недлительной криоконсервации, чем сахароза, выживаемость бактерий составила 95,9%. Однако, при большем промежутке времени криоконсервации, манноза как криопротектор теряет свои защитные свойства. Глюкоза и фруктоза в ходе исследования не проявили выдающихся криопротекторных свойств, возможно, как наиболее распространенные в качестве углеродных субстратов, были катаболизируемы бактериями. Выдвинутое предположение требует проведения дополнительных экспериментов. В дальнейшем, так же планируется внедрение расчетных методов (DFT) для более глубокого и фундаментального понимания принципа работы криопротектора. Образование сольватной оболочки так же можно промоделировать при помощи молекулярной динамики для выявления физико-химических взаимодействий, происходящих при криоконсервации. В целом, внедрение методов *in silico* поможет детальнее понять природу криозащиты, открыть горизонты для новых криопротекторов и их композиций, упростит подбор и оптимизацию.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCE

1. Zapaśnik A., Sokołowska B., Bryła M. Role of Lactic Acid Bacteria in Food Preservation and Safety: 9 // Foods. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2022. Vol. 11, № 9. P. 1283.
2. Sanderson K.E., Zeigler D.R. [10] Storing, shipping, and maintaining records on bacterial strains // Methods in Enzymology. Academic Press, 1991. Vol. 204. P. 248–264.
3. Santivarangkna C., Kulozik U., Foerst P. Storing Lactic Acid Bacteria: Current Methodologies and Physiological Implications // Stress Responses of Lactic Acid Bacteria / ed. Tsakalidou E., Papadimitriou K. Boston, MA: Springer US, 2011. P. 479–504.

УДК 637.1

ПРОБЛЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ СУХОГО КОЗЬЕГО МОЛОКА

Хан А.В., Фоменко О.Ю.

*ФГАНУ «Научно-исследовательский институт молочной промышленности»,
Российская Федерация, г. Москва*

Аннотация. Статья посвящена проблеме видовой идентификации сухого козьего молока. Особое внимание уделяется преимуществам использования данного вида продукта и рискам, связанным с его фальсификацией. Целью статьи является систематический анализ распространенных молекулярно-генетических методов определения добавления компонентов молока других видов животных в козьем сухом молоке. Подчеркивается необходимость развития исследований в области подтверждения аутентичности объекта исследования.

Ключевые слова: молоко козье сухое, ПЦР, идентификация, фальсификация

PROBLEMS OF IDENTIFICATION OF POWDERED GOAT MILK

Khan A.V., Fomenko O.Y.

FSASI «All-Russian Dairy Research Institute», Russian Federation, Moscow

Abstract. The article is devoted to the problem of species identification of goat milk powder. Special attention is paid to the advantages of using this type of product and the risks associated with its adulteration. The aim of the article is to systematically analyze the common molecular genetic methods of determining the addition of milk components of other animal species in goat milk powder. The necessity of development of research in the field of authenticity confirmation of the research object is emphasized.

Keywords: goat milk powder, PCR, identification, adulteration

Введение. В настоящий момент развитие производства сухого молока в пищевой промышленности остается актуальным благодаря возможности непрерывности процесса снабжения населения молочной продукцией вне зависимости от сезона и региона страны [1]. Распространенность сухого молока обусловлена рядом преимуществ: длительные сроки хранения, легкость транспортировки, снижение логистических затрат и производственных издержек, а также высокая экономическая эффективность по сравнению с сырым молоком-сырьем [2,3]. Следует отметить, что стремительное развитие индустрии производства сухого козьего молока вызвано его незаменимыми, полезными биологическими эффектами и значительной питательной ценностью [4]. Более того, стремительный рост спроса на данный вид продукции вызван многочисленными факторами: низкая аллергенность, а также гастрономические предпочтения потребителей [5]. Данный продовольственный товар повсеместно применяется как в сухом, так и восстановленном жидком виде, в частности в специализированном питании [3]. Согласно последним данным, в 2023 году объем мирового производства сухого козьего молока оценивался в 3260 млн долларов, при этом среднегодовой темп роста производства составляет 7,8% [6].

Однако высокая стоимость исходного сырья и технологических процессов переработки может послужить причиной фальсификации сухого козьего молока путем добавления легкодоступного и менее дорогого коровьего молока [7,8]. Неправильная маркировка и фальсификация могут не только привести к конфликту этических и культурных соображений, заблуждению потребителей, но и нанести вред их здоровью. По этим причинам регулирование, мониторинг и контроль отслеживания молочных продуктов на законодательном уровне имеют существенное значение для пищевой промышленности [9]. Важно учитывать, что технология производства данного вида полифункционального сырья сопряжена с серьезными этапами переработки (тепловая обработка, выпаривание, сушка и т.п.), что способствует деградиционным процессам

целевых веществ и затрудняет идентификацию молочных компонентов [2-4]. В связи с этим целью работы является рассмотрение молекулярно-биологических методов, использующихся в сфере идентификации сухого козьего молока.

Для анализа продуктов из козьего молока предложен целый перечень методов (электрофорез, спектральный анализ, фингерпринтинг, иммунохроматография и др.) с ограниченными возможностями применения: необходимость в дорогостоящем оборудовании, сложности с эксплуатацией, незначительная эффективность анализа термически обработанного молока и продуктов его переработки [8]. Напротив, методам молекулярной биологии (традиционная ПЦР, ПЦР-РВ, RPA и т.д.) принадлежит преобладающая роль в научных работах видовой идентификации, в силу их высокой точности, быстроты проведения экспериментальных исследований, надежности полученных результатов и термоустойчивости, стабильности анализируемых целевых молекул ДНК (таблица).

Таблица

Молекулярно-генетические методы идентификации сухого козьего молока

Тип метода	Митохондриальный маркер	Вид продукта	Страна	Статья
ПЦР, ПЦР-РВ	<i>ATP8</i>	сухая сыворотка	Китай	Zhang et al.
ПЦР, ПЦР-РВ	12S рРНК <i>cytB</i> <i>ATP6</i>	сухое цельное молоко	Китай	Liao et al.
ПЦР-РВ	<i>ATP8 ATP6</i>	сухое молоко	Китай	Wang et al.
ПЦР-РВ	Митохондриальная последовательность	сухое молоко ультрапастеризованное молоко сыр йогурт	Италия	Di Pinto et al.
RPA-анализ	<i>cytB</i> <i>GH</i>	сухое молоко	Китай	Zhou et al.
RPA-CRISPR/Cas12a	Митохондриальная последовательность	сухое молоко	Китай	Huang et al.
RPA-CRISPR/Cas12a	Митохондриальная последовательность	сухое молоко	Китай	Wen et al.

В недавно опубликованной статье исследователям из Китая удалось выявить добавление сухой коровьей сыворотки в сухой козьей с помощью молекулярного анализа генов *ATP8* методами традиционной ПЦР и ПЦР-РВ [4]. В другой статье Liao et al. разработали систему ПЦР-анализа матриц сухого козьего молока на наличие коровьего молока путем амплификации фрагментов генов 12S рРНК, *cytB* и *ATP6* [10]. Wang et al. предложили метод ПЦР-РВ для быстрого и точного обнаружения компонентов коровьего и овечьего молока в сухом козьем молоке [11]. Обширное исследование ученых из Италии по выявлению подмены и неправильной маркировки молочных продуктов методом видоспецифической ПЦР-РВ показало высокий процент фальсификации в анализируемых промышленных продуктах из козьего молока [9]. Анализ бинарных смесей из молока сухого коровьего и козьего, ослиного и верблюжьего Zhou et al проводили с применением метода RPA (рекомбиназная полимеразная амплификация) и специфических праймеров, комплементарных митохондриальной ДНК [12]. В работе Huang вместе со своими коллегами разработали метод RPA-CRISPR/Cas12a для выявления фальсификации сухого козьего молока компонентами коровьего молока, при этом в качестве генной мишени были выбраны последовательности митохондриального генома [7]. Позднее технология RPA-CRISPR/Cas12a была применена Wen et al. для идентификации примесей растительного и животного происхождения в сухом козьем молоке [8].

В рассмотренных исследованиях внимание акцентируется на применении эффективных способов экстракции нуклеиновых кислот из молочной продукции, поскольку качество выделенной ДНК – решающий фактор в молекулярных анализах, что принципиально при изучении товаров народного потребления, подвергшихся длительной температурной и физической обработке. При оценке подлинности козьего сухого молока в основном представлены методы качественной и количественной ПЦР, а также RPA-анализы и их модификации. В то же время выбранными генными мишенями в вышеописанных аналитических подходах были последовательности митохондриального генома. Таким образом, в ходе систематического литературного анализа показано, что число научных статей, посвященных аутентичности и идентификации сухого козьего молока незначительно, что определяет широкие возможности для исследований в области аутентификации молока-сырья. Развитие многообещающих молекулярно-генетических технологий целесообразно для скрининга продукции из козьего молока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стрижко, М. Н. Сравнительная оценка характеристик сухого молока / М. Н. Стрижко, С. Н. Туровская // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2022. – № 1(385). – С. 60-65. – DOI 10.26297/0579-3009.2022.1.12.
2. Калугина, Д. Н. Методы определения индекса азота сывороточного белка в сухом молоке / Д. Н. Калугина // Пищевые инновации и биотехнологии : Сборник тезисов X Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 17 мая 2022 года / Под общей редакцией А.Ю. Просекова. Том 1. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2022. – С. 245-247.
3. Рябова, А. Е. К вопросу о влиянии температуры хранения на потребительские качества сухого цельного молока / А. Е. Рябова // Пищевые инновации и биотехнологии : Сборник тезисов X Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 17 мая 2022 года / Под общей редакцией А.Ю. Просекова. Том 1. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2022. – С. 310-312.
4. Zhang X. et al. DNA-based qualitative and quantitative identification of bovine whey powder in goat dairy products //Journal of Dairy Science. – 2022. – Т. 105. – №. 6. – С. 4749-4759.
5. Xi M. et al. Prevalence, distribution, and diversity of Escherichia coli in plants manufacturing goat milk powder in Shaanxi, China //Journal of Dairy Science. – 2015. – Т. 98. – №. 4. – С. 2260-2267.
6. «Global Industrial Goat Milk Powder Market By Type (First Class, Second Class), By Application (Dairy Product, Milk Food), By Geographic Scope And Forecast.» – Текст электронный // Verifiedmarketreports.com [сайт]. – 2024 – URL: <https://www.verifiedmarketreports.com/product/industrial-goat-milk-powder-market/> (дата обращения 07.05.2024).
7. Huang S. et al. A rapid RPA-CRISPR/Cas12a detection method for adulteration of goat milk powder //Foods. – 2023. – Т. 12. – №. 8. – С. 1569.
8. Wen Y. et al. A Dual and Rapid RPA-CRISPR/Cas12a Method for Simultaneous Detection of Cattle-Derived and Soybean-Derived Adulteration in Goat Milk Powder. – 2024.
9. Di Pinto A. et al. DNA-based approach for species identification of goat-milk products //Food chemistry. – 2017. – Т. 229. – С. 93-97.
10. Liao J. et al. Qualitative and quantitative identification of adulteration of milk powder using DNA extracted with a novel method //Journal of dairy science. – 2017. – Т. 100. – №. 3. – С. 1657-1663.
11. Wang Y. et al. Fluorescence-based PCR detection of goat milk powder mixed with cow milk //Asian Agricultural Research. – 2021. – Т. 13. – №. 8. – С. 43-48.
12. Zhou C. et al. Rapid authentication of characteristic milk powders by recombinase polymerase amplification assays //Food Chemistry. – 2024. – Т. 443. – С. 138540.

REFERENCES

1. Strizhko, M. N. Sravnitel'naya ocenka harakteristik suhogo moloka [Comparative assessment of milk powder characteristics] / M. N. Strizhko, S. N. Turovskaya // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya. – 2022. – № 1(385). – S. 60-65. – DOI 10.26297/0579-3009.2022.1.12.
2. Kalugina, D. N. Metody opredeleniya indeksa azota syvorotochnogo belka v suhom moloke [Methods for determination of whey protein nitrogen index in milk powder] / D. N. Kalugina // Pishchevye innovacii i biotekhnologii : Cbornik tezisov X Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh, Kemerovo, 17 maya 2022 goda / Pod obshej redakciej A.YU. Prosekova. Tom 1. – Kemerovo: Kemerovskij gosudarstvennyj universitet, 2022. – S. 245-247.
3. Ryabova, A. E. K voprosu o vliyanii temperatury hraneniya na potrebitel'skie kachestva suhogo cel'nogo moloka [The effect of storage temperature on consumer qualities of whole milk powder] / A. E. Ryabova // Pishchevye innovacii i biotekhnologii : Cbornik tezisov X Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh, Kemerovo, 17 maya 2022 goda / Pod obshej redakciej A.YU. Prosekova. Tom 1. – Kemerovo: Kemerovskij gosudarstvennyj universitet, 2022. – S. 310-312.
4. Zhang X. et al. DNA-based qualitative and quantitative identification of bovine whey powder in goat dairy products //Journal of Dairy Science. – 2022. – T. 105. – №. 6. – C. 4749-4759.
5. Xi M. et al. Prevalence, distribution, and diversity of Escherichia coli in plants manufacturing goat milk powder in Shaanxi, China //Journal of Dairy Science. – 2015. – T. 98. – №. 4. – C. 2260-2267.
6. «Global Industrial Goat Milk Powder Market By Type (First Class, Second Class), By Application (Dairy Product, Milk Food), By Geographic Scope And Forecast.» – Tekst: elektronnyj // Verifiedmarketreports.com – 2024 – URL: <https://www.verifiedmarketreports.com/product/industrial-goat-milk-powder-market/> (дата обращения 07.05.2024).
7. Huang S. et al. A rapid RPA-CRISPR/Cas12a detection method for adulteration of goat milk powder //Foods. – 2023. – T. 12. – №. 8. – C. 1569.
8. Wen Y. et al. A Dual and Rapid RPA-CRISPR/Cas12a Method for Simultaneous Detection of Cattle-Derived and Soybean-Derived Adulteration in Goat Milk Powder. – 2024.
9. Di Pinto A. et al. DNA-based approach for species identification of goat-milk products //Food chemistry. – 2017. – T. 229. – C. 93-97.
10. Liao J. et al. Qualitative and quantitative identification of adulteration of milk powder using DNA extracted with a novel method //Journal of dairy science. – 2017. – T. 100. – №. 3. – C. 1657-1663.
11. Wang Y. et al. Fluorescence-based PCR detection of goat milk powder mixed with cow milk //Asian Agricultural Research. – 2021. – T. 13. – №. 8. – C. 43-48.
12. Zhou C. et al. Rapid authentication of characteristic milk powders by recombinase polymerase amplification assays //Food Chemistry. – 2024. – T. 443. – C. 138540.

Секция 6

Современные инженерно-технические решения в сфере пищевой промышленности

УДК 637.182

АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ТЕРМОСТАБИЛЬНЫХ НАЧИНОК.

**Будрик В.Г.¹, кандидат технических наук, Михайленко И.Г.¹, Макагонов А.А.¹,
Щипунов А.И.²**

¹ «Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности» - филиал ФНЦ «ВНИТИП» (ВНИИПП),

Российская Федерация, Московская обл., г.о. Солнечногорск, р.п. Ржавки

² ООО МИП «ИЦ БиоПищеМаши», Российская Федерация, г. Москва

Аннотация. Описан технологический процесс производства термостабильной начинки на примере молочной карамели с использованием универсального оборудования Измельчитель-смеситель ИС-40 и Гидродинамический измельчитель-диспергатор ГИД-320. Представлена рецептура начинки и основные характеристики полученного продукта.

Ключевые слова: термостабильная начинка, фруктово-ягодный наполнитель, джем, сгущенка, эмульсионные продукты, восстановление сухих компонентов, измельчитель-смеситель ИС-40 и гидродинамический измельчитель-диспергатор ГИД-320.

HARDWARE DESIGN FOR THE PRODUCTION OF THERMOSTABLE FILLINGS

Budrik¹ V.G., PhD in Engineering, Mikhaylenko¹ I.G., Makagonov A.V.¹, Shchipunov A.I.²

¹ «All-Russian Research Institute of Poultry Processing Industry» - branch of the Federal Scientific Center «VNITIP» (VNIIPP), Russian Federation, Moscow region, Solnechnogorsk, r.p. Rzhavki

² LLC MIP «IC Biopishmash», Russian Federation, Moscow

Abstract. The technological process of producing a thermostable filling is described using the example of milk caramel using universal equipment Chopper mixer IS-40 and Hydrodynamic chopper disperser GID-320. The filling recipe and the main characteristics of the resulting product are presented.

Keywords: thermostable filling, fruit and berry filler, jam, condensed milk, emulsion products, restoration of dry components, shredder mixer IS-40 and hydrodynamic shredder dispersant GID-320.

На современных пищевых производствах всё большее применение находят термостабильные желеобразные начинки. При этом на предприятиях все чаще ставятся задачи по самостоятельному производству различных начинок, фруктово-ягодных наполнителей (ФЯНов), конфитюров, варенья, джемов, сгущенок и многих других подобных композиций. Самым удобным и популярным способом изготовления начинок и наполнителей является метод восстановления сухих компонентов [1, 2].

Обозначим распространённые требования к производимым начинкам:

- насыщенный цвет, выраженный вкус и аромат, соответствующие сырьевой основе или наполнителю;
- отсутствие текучести и желеобразная консистенция;
- сохранение структуры и отсутствие синерезиса (отделения воды и разделения фаз) при перемешивании и перекачивании начинки, а также в процессе хранения;
- отсутствие жележных комков и сгустков;
- минимальной адгезией к внутренним стенкам тары;

- возможностью использования для широкого спектра пищевой продукции, сроки годности не менее 30 суток [3].

Технологический процесс производства термостабильной начинки предлагаем рассмотреть на популярном продукте «молочная карамель» с полной заменой сахара, в ходе отработки которого специалисты ООО «Современные Пищевые Технологии» поставили себе задачу провести апробацию технологии в стендовых залах ВНИИПП на универсальном оборудовании ГИД и ИС изготовленным Инжиниринговым центром БиоПищеМаш.

Основным сырьем для изготовления продукта (см. таблица) являются: молоко обезжиренное, молоко сухое обезжиренное, сухое карамелизованное молоко, ЗМЖ, а также комплекс стабилизаторов Профимилк СМ-1 и комплекс сахароземенителей на основе аллюлозы и олигофруктозы [4].

Аллюлоза и фруктоолигосахариды - это инновационные натуральные полезные подсластители (70% сладости сахарозы) способные заменить сахар в напитках, выпечке, десертах. Являются отличным выбором при безуглеводной диете, так как рекомендованы для питания людей, страдающих диабетом 2 типа. Они способны помочь сбросить вес и уменьшить процент висцерального жира в теле, снизить уровень глюкозы в крови, а их добавление в ежедневный рацион позволяет снизить гликемический ответ и улучшить чувствительность к инсулину и толерантность к глюкозе.

Таблица

Рецептура начинки термостабильной «молочная карамель» без сахара

Наименование компонентов	МДЖ	МДБ	МДСВ	Расход	МДЖ	МДБ	МДСВ
	%	%	%	кг	%	%	%
Молоко обезжиренное	2	3,40	14,80	690,25	0,035	2,347	10,22
Молоко обезжиренное сухое	0,05	34,00	96,20	70,00	0,105	2,380	6,73
Молоко сухое карамелизованное	25,00	10,00	96,20	10,00	0,250	0,100	0,96
Масло пальмовое, ЗМЖ	99,90		99,60	83,75	8,367	0,000	8,34
Комплекс подсластителей			99,90	128,00	0,000	0,000	12,79
Профимилк СМ-1	0,05	35,00	98,00	10,00	0,001	0,350	0,98
Сорбат калия			96,40	1,00	0,000	0,000	0,10
Ароматизатор «Итальянская карамель»			15,00	7,00	0,000	0,000	0,11
Итого (с учетом потерь):				1000,00	8,51	5,18	40,12

Проведенная Инжиниринговым центре БиоПищеМаш совместно с ВНИИПП модернизация измельчителя-смесителя ИС-130 [5] путем замены куттерных ножей на диспергирующее устройство (рис. 1) позволила осуществить все требования по тонкодисперсному измельчению при производстве молочной карамели гомогенной структуры. Использование гидродинамического измельчителя-диспергатора ГИД-320 [6] (рис.2) так же позволило получить гомогенную консистенцию продукта в ходе смешения сырьевых компонентов начинки. Но в дополнение к полученному гомогенному продукту на ГИД-320 получилось, при использовании только лопастной мешалки, равномерно вмешать кусочки сублимированных ягод с дисперсностью 2...3мм с целью получения оригинального сочетания вкуса в карамельном десерте.



а б
Рисунок 1. а - Измельчитель-смеситель ИС-130.
б - Измельчающее устройство – диспергатор.

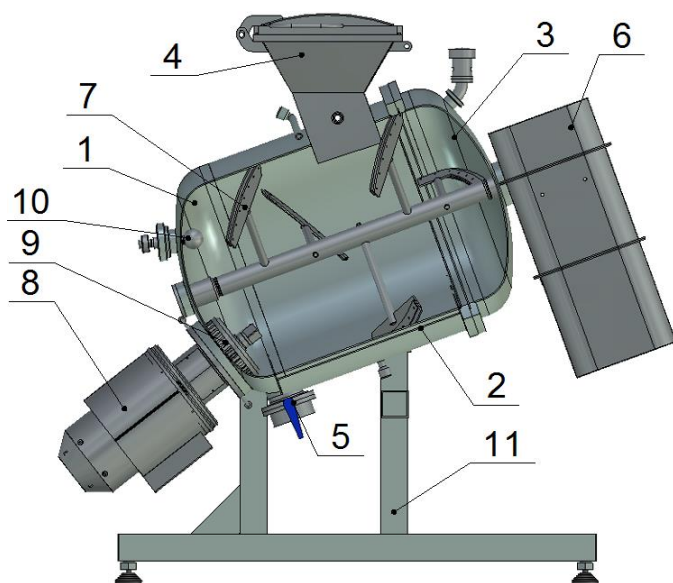


Рисунок 2. Гидродинамического измельчитель-диспергатор ГИД-320.
1 – чаша, 2 – теплообменная рубашка, 3 – крышка, 4 – загрузочный люк,
5 – клапан выгрузки, 6 – привод мешалки, 7 – лопастная мешалка со скребком,
8 – привод измельчающего устройства, 9 – измельчающее устройство: диспергатор
(РПА) или куттерные ножи, 10 – моющая головка; 11 – рама.

Последовательность действий при выработке на аппарате ГИД-320 заключается в следующем:

1. В емкость через люк загружаем (или восстанавливаем) обезжиренное молоко, при медленном перемешивании мешалкой добавляем рецептурное количество оставшихся сухих компонентов (кроме комплекса подсластителей), после временно приостанавливаем и скребком убираем налипшие компоненты со стенок котла и мешалки. Вымешиваем при температуре 35-40 °С, в течение 5-6 минут и частоты вращения диспергатора около 600 об. в минуту. Визуально убеждаемся в полном растворении сухого молока (отсутствие комочков).

2. Загружаем в емкость ГИДа через люк заменитель молочного жира нарезанными кусками не более 15 см, проводим нагрев массы до температуры 50-55 °С, с постоянным вымешиванием на оборотах 2500-3000 (5 - 7 минут).

3. Нагреваем до температуры 60 °С и загружаем через люк комплекс подсластителей и вымешиванием с частотой вращения диспергатора 500-600 об/мин в течение 5 минут.

4. Продолжая нагрев паром или горячей водой через теплообменные стенки емкости постепенно нагреваем массу до температуры 92 °С с выдержкой не более 1 мин, при этом постоянно диспергируем смесь при частоте 1000-1200 оборотов в минуту.

5. После пастеризации проводим охлаждение продукта до 45°С через теплообменную рубашку при минимальной частоте оборотов диспергатора (около 500 об/мин), после чего вносим необходимые ароматические добавки и дополнительные компоненты из асептической тары.

6. После небольшого перемешивания скребковой мешалкой охлажденный продукт подаем на розлив. Розлив проводим в стерильных перчатках, обработанных 70 % раствором спирта.

7. Обязательно перед началом розлива проводим обработку сливного патрубка ГИДа, промежуточного трубопровода и насоса, а также приемной воронки и дозатора фасовочного автомата дезинфицирующими растворами согласно санитарной программе предприятия.

8. Расфасованный готовый продукт укладываем в короба и на паллет, проводим в цеховой зоне охлаждение до комнатной температуры и направляем на созревание и хранение в хладостатную камеру, где храним продукт до отгрузки при температуре 4±2°С не менее 12 часов.

9. Готовую начинку допускается хранить и транспортировать в холодильных камерах 4±2°С.

10. Одной партией является одна загрузка емкости ГИД-320 (примерно 250 кг). Необходимо обязательно отбирать один арбитражный образец и один образец на производственный контроль. Все образцы храним в холодильнике до окончания срока годности готового продукта.

Выработанная начинка желеобразной структуры имеет насыщенный карамельный и сливочный вкус. Обладает высокими вкусовыми качествами, пониженной пищевой и энергетической ценностью, обладает максимально приближенным по сладости к сахару вкусом, а также около нулевым гликемическим индексом, не имея в составе сахара. Данную начинку можно использовать как готовый продукт (десерт) или в качестве начинки в кондитерском производстве. Срок годности такого продукта, прошедшего термообработку, составляет не менее 6 месяцев.

При этом следует отметить, что использование описываемого универсального оборудования, совмещающего в себе возможность механического и термического воздействия на продукт, позволяет вырабатывать различные композиции эмульсионных продуктов, используемых при хлебопекарном и кондитерском производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кладов, К. Термостабильные кондитерские начинки / К. Кладов // Молочная промышленность. – 2018. – № 9. – С. 60-61.
2. Гетманец, В. Н. Производство молочно-растительного десертного продукта / В. Н. Гетманец // Современные научные исследования в АПК: актуальные вопросы, достижения и инновации : Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции. В 3-х томах, пос. Персиановский, 22 декабря 2022 года. Том I. – п. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет", 2022. – С. 179-185.
3. Коротовских, В. К. Измерение адгезии пищевых масс с конструкционными материалами / В. К. Коротовских // Вестник Курганской ГСХА. – 2013. – № 4(8). – С. 54-55.
4. Измельчители-смесители ИС-5, ИС-40, ИС-100, ИС-160, ИС-250 [Электронный ресурс]. URL: <https://ic-bpm.ru/katalog/izmelchiteli-smesiteli-is/>
5. Будрик, В. Г. Модернизация оборудования как способ получения оптимальных технологических решений / В. Г. Будрик, И. Г. Михайленко // Переработка молока. – 2022. – № 12(278). – С. 36-38. – DOI 10.33465/2222-5455-2022-12-36-38.
6. Производственный участок мелкосерийного типа на базе аппарата ГИД -актуальное звено для обеспечения гибкости производства / В. Г. Будрик, Е. Ю. Агаркова, И. Б. Васильева, А. И. Щипунов // Переработка молока. – 2020. – № 5(247). – С. 26-27.

REFERENCES

1. Kladov, K. Thermostable confectionery fillings / K. Kladov // Dairy industry. – 2018. – No. 9. – P. 60-61.
2. Getmanets, V. N. Production of dairy-vegetable dessert product / V. N. Getmanets // Modern scientific research in the agro-industrial complex: current issues, achievements and innovations: Materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference. In 3 volumes, pos. Persianovsky, December 22, 2022. Volume I. - Persianovsky village: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Don State Agrarian University", 2022. - P. 179-185.
3. Korotovskikh, V.K. Measuring the adhesion of food masses with construction materials / V.K. Korotovskikh // Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy. – 2013. – No. 4(8). – pp. 54-55.
4. Chopper-mixers IS-5, IS-40, IS-100, IS-160, IS-250 [Electronic resource]. URL: <https://ic-bpm.ru/katalog/izmelchiteli-smesiteli-is/>
5. Budrik, V. G. Modernization of equipment as a way to obtain optimal technological solutions / V. G. Budrik, I. G. Mikhailenko // Milk processing. – 2022. – No. 12(278). – pp. 36-38. – DOI 10.33465/2222-5455-2022-12-36-38.
6. A small-scale production site based on a GID apparatus is a relevant link for ensuring production flexibility / V. G. Budrik, E. Yu. Agarkova, I. B. Vasilyeva, A. I. Shchipunov // Milk processing. – 2020. – No. 5(247). – pp. 26-27.

УДК 658.788.462+547.458.1

ВЛИЯНИЕ ЭМУЛЬСИИ ПИКЕРИНГА НА ОСНОВЕ КМЦ НА ПАРОПРоницаемую СПОСОБНОСТЬ БИОРАЗЛАГАЕМОЙ КОМПОЗИТНОЙ УПАКОВКИ

Малинин А.В., Потороко И.Ю., доктор технических наук, профессор
 ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет
 (национальный исследовательский университет)», Российская Федерация, г. Челябинск

***Аннотация.** На сегодняшний день проблемы связанные с накоплением и утилизацией полимерных отходов становятся все более актуальным. Одним из возможных способов решения данной проблемы могут стать биоразлагаемые композитные материалы и упаковки на их основе с низкой паропроницаемой способностью. Для достижения таких свойств материала предлагается встраивание эмульсий Пикеринга на основе карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) в крахмаленую матрицу. При встраивании эмульсии Пикеринга КМЦ в количестве 1,5 % упаковка обладает низкой паропроницаемостью и имеет высокие эксплуатационные свойства.*
Ключевые слова: Биоразлагаемый композитный материал, картофельный крахмал, карбоксиметилцеллюлоза, эмульсия пикеринга, упаковка

THE EFFECT OF CMC-BASED PICKERING EMULSION ON THE VAPOR PERMEABILITY OF BIODEGRADABLE COMPOSITE PACKAGING

Malinin A.V., Potoroko I.Yu., Grand PhD in Engineering, Professor
 FSAEI HE «South Ural State University (National Research University)»,
 Russian Federation, Chelyabinsk

***Annotation.** Today, the problems associated with the accumulation and disposal of polymer waste are becoming more and more relevant. Biodegradable composite materials and packages based on them with low vapor permeability can be one of the possible ways to solve this problem. To achieve such material properties, it is proposed to embed Pickering emulsions based on carboxymethylcellulose (CMC) into a starched matrix. When embedding the CMC Pickering emulsion in an amount of 1.5%, the packaging has low vapor permeability and has high performance properties.*
Keywords: Biodegradable composite material, potato starch, carboxymethylcellulose, pickering emulsion, packaging

Введение. На сегодняшний день разработка биоразлагаемой композитной упаковки обладающей высокими барьерными свойствами и в тоже время 100 % биоразлагаемостью в компосте является одним из перспективных способов решения экологических проблем связанных с накоплением и утилизацией полимерных отходов. Полимерные отходы могут разругаться более 100 лет и образовывать микропластик что оказывает негативный эффект на окружающую среду. Ученые во всем мире занимаются разработкой биоразлагаемой упаковки, которая могла бы стать хорошей альтернативой изделий из нефти продуктов.

Биоразлагаемый композитный материал – это многокомпонентный материал, состоящий из органических наполнителей, пластификаторов и растворителей. Данный материал подвергается полному разложению в компостных системах. В качестве наполнителей для формирования матрицы используют крахмалы, пектины, хитозан, и т.д.

Для придания будущей упаковке хороших барьерных свойств, а именно низкой паропроницаемости учеными предлагается вносить в матрицу материала разные дисперсные системы в виде эмульсий. Существуют такие типы эмульсий как прямые и обратные, и зависит от состава и соотношения её жидких фаз, от количества и химической природы эмульгатора, от способа эмульгирования и некоторых других факторов. Для получения биоактивной упаковки предлагается использование эмульсии

Пикеринга для формирования новых свойств, а именно водопоглощение и антимикробные в зависимости от состава эмульсии.

Эмульсия Пикеринга – это тип эмульсии, стабилизированной твёрдыми частицами. Частицы, накапливающиеся на границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, обычно обозначаемых как «масляная» и «водная» фазы, предотвращают коалесценцию эмульсии. Больше всего исследованы и гораздо чаще встречаются эмульсии Пикеринга прямого типа («масло в воде»), но также возможны эмульсии обратного типа («вода в масле») и более сложные (например, эмульсия воды в каплях масла, которые в свою очередь сами стабилизированы в водной фазе). В качестве твердых частиц для стабилизации эмульсии в научных трудах предлагается использование альгината натрия, куркумина, карбоксиметилцеллюлозы и т.д [1].

В качестве твердых частиц для приготовления эмульсии Пикеринга и исследования ее влияния на свойства биоразлагаемой упаковки в качестве твердых частиц использовалась карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ). КМЦ – это производное целлюлозы, в которой карбоксиметильная группа ($-\text{CH}_2-\text{COOH}$) соединяется гидроксильными группами глюкозных мономеров. Добавка КМЦ способна образовывать гидрогели, что позволяет их с легкостью встраивать в композитную биоразлагаемую матрицу [2].

Цель работы является изучение влияния эмульсии Пикеринга на основе КМЦ при разной дозировке внесения в матрицу биоразлагаемой композитной упаковки (пленки) на ее паропроницаемую способность.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись биоразлагаемые композитные материалы, полученные при разной дозировке эмульсии Пикеринга (ЭП) на основе карбоксиметилцеллюлозы в количестве 0,5; 1,0; 1,5 %. В качестве основного сырья для получения биоразлагаемого композитного материала (пленки) были использованы картофельный крахмал (нативный) и целлюлоза льняная. Исследования влияния эмульсии Пикеринга на основе карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) на паропроницаемую способность упаковки, проводились на следующих образцах пленок:

- Образец 1 – пленка без добавления ЭП КМЦ;
- Образец 2 – пленка, концентрация ЭП КМЦ составляет 0,5 %;
- Образец 3 – пленка, концентрация ЭП КМЦ составляет 1,5 %;
- Образец 4 – пленка, концентрация ЭП КМЦ составляет 2,0 %.

Для исследования влияния эмульсии Пикеринга на основе карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) на паропроницаемую способность упаковки и оценки их характеристик в качестве критериев были определены следующие показатели: толщина и паропроницаемость.

Определение толщины. При помощи механического микрометра «Matrix 317255» была оценена толщина пленок. По 3 измерения выполняли для каждой пленки. Далее определяли средний показатель толщины материала.

Определение паропроницаемости. Для оценки проницаемости водяного пара использовались стеклянные флаконы высотой 4,5 см и диаметром 2 см. Безводный CaSO_4 в количестве 3 г помещали на дно каждого флакона. Далее исследуемые образцы пленок в виде дисковой формы немного больше диаметра флакона помещали поверх флаконов. Приготовленные образцы помещались в эксикатор с насыщенным раствором K_2SO_4 . В эксикаторе обеспечивалась постоянная относительная влажность 97 % при температуре 25 °С. Через каждые 24 часа флаконы с образцами пленок взвешивали. Скорость передачи водяного пара (WVP) ($\text{gm}^{-1}\text{h}^{-1}\text{Pa}^{-1}$) рассчитывается по формуле:

$$WVP = \frac{WVTR}{P(R_1 - R_2)} X$$

где: WVTR – разность между массой флакона с образцом (до погружения и после изъятия); $P(R_1 - R_2)$ – 3073,93 Pa (относительная влажность в эксикаторе); X – толщина

исследуемого образца пленки. По 3 измерения выполняли для каждой пленки. Далее определяли средний показатель скорости передачи водяного пара [3].

Результаты исследований и их обсуждение. Для установления влияния эмульсии Пикеринга на основе КМЦ на паропроницаемую способность будущей биоразлагаемой композитной упаковки и его оптимального количества в матрице материала осуществлялось вариативное встраивание ЭП (концентрация 0,5; 1,5 и 2,0 %) с дальнейшим исследованием пленочного материала. Полученные образцы пленок имеют однородную структуру и являются эластичными. Результаты исследования паропроницаемой способности образцов биоразлагаемого композитного материала на основе эмульсии Пикеринга КМЦ представлены в таблице.

Таблица

Результаты исследования паропроницаемой способности образцов биоразлагаемого композитного материала на основе эмульсии Пикеринга КМЦ, $gm^{-1}h^{-1}Pa^{-1}$

Объект исследования	Содержание ЭП КМЦ, %	Толщина, мм	Паропроницаемость, ($\times 10^{-7} g/m.h.Pa$)		
			24 часа	48 часов	72 часа
Образец 1	0	0,19 ± 0,1	3,26 ± 0,2	3,41 ± 0,3	3,24 ± 0,2
Образец 2	0,5	0,20 ± 0,1	4,69 ± 0,1	4,92 ± 0,2	3,30 ± 0,6
Образец 3	1,5	0,20 ± 0,2	2,60 ± 0,2	2,96 ± 0,1	2,59 ± 0,2
Образец 4	2,0	0,21 ± 0,1	3,22 ± 0,3	3,13 ± 0,4	3,20 ± 0,3

Полученные результаты исследования демонстрируют влияние эмульсии Пикеринга КМЦ при разной дозировке внесения на паропроницаемую способность биоразлагаемого композитного материала (пленок). Биоразлагаемый композитный материал способен пропускать или задерживать пар в результате разности парциального давления водяного пара по обеим сторонам при одинаковом атмосферном давлении. Стоит отметить, что на данный показатель существенно влияет температура окружающей среды, толщина и степень ориентации пленочного материала. Толщина исследуемых образцов находилась в диапазоне от 0,19 до 0,21 мм. При инкубации образцов в течение 24 часов паропроницаемая способность увеличилась. В то время как после инкубации в течение 72 часов данный показатель снижается. Высокая паропроницаемость (24 часа) наблюдается у образца 2 при внесении эмульсии Пикеринга КМЦ в количестве 0,5 % и составляет $4,69 \pm 0,1 \times 10^{-7} g/m.h.Pa$. В то время как наименьшая паропроницаемость (24 часа) наблюдается у образца 3 при внесении эмульсии Пикеринга КМЦ в количестве 1,5 % и составляет $2,60 \pm 0,2 \times 10^{-7} g/m.h.Pa$. Показатель паропроницаемость материала является важной характеристикой для упаковочных материалов и оказывает значительное влияние на сохранность упакованного продукта. Чем ниже паропроницаемость материала, тем выше барьерные свойства у будущей упаковки [4, 5].

Выводы. Таким образом, результаты исследования показали, что при изменении содержания эмульсии Пикеринга КМЦ в матрице биоразлагаемого композитного материала можно регулировать показатель паропроницаемость материала. Наименьшая паропроницаемость наблюдается у образца 3 при внесении эмульсии Пикеринга КМЦ в количестве 1,5 %. Высокие барьерные свойства материала не дадут перехода наполнителя в упакованный продукт, и упаковка будут обладать высокими эксплуатационными характеристиками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Nan F., Wu J., Qi F., Liu Y., Ngai T., Ma G. Uniform chitosan-coated alginate particles as emulsifiers for preparation of stable Pickering emulsions with stimulus dependence. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2014, vol. 456, pp. 246–252. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2014.05.017.
2. Мамадгулова Ш.Р., Шкуро А.Е., Захаров П.С., Глухих В.В. Влияние содержания карбоксиметилцеллюлозы и этилцеллюлозы на свойства композиционных материалов//Материалы XIV. – 2023. – с. 492-497.
3. Потороко, И.Ю., Малинин, А.В., Цатуров, А.В., А.М. Кади, Ботвинников, Н.А., Генжак, З.Ю. Биоразлагаемые материалы на основе растительных полисахаридов для упаковки пищевых продуктов. Часть 3: Исследование способности к биоразложению.// Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2022. – Т. 10, № 1. – с. 107-116.
4. Ali Ghadetaj, Hadi Almasi, Laleh Mehryar. Development and characterization of whey protein isolate active films containing nanoemulsions of *Grammosciadium ptoecarpum* Bioss. essential oil. *Food Packaging and Shelf Life* 16, (2018) 31-40.
5. A.A. S Curvelo, A.J. F de Carvalho, J.A. M Agnelli. Thermoplastic starch-cellulosic fibers composites: preliminary results. *Carbohydrate Polymers* 45, (2001) 183-188.

REFERENCES

1. Nan F., Wu J., Qi F., Liu Y., Ngai T., Ma G. Uniform chitosan-coated alginate particles as emulsifiers for preparation of stable Pickering emulsions with stimulus dependence. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2014, vol. 456, pp. 246–252. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2014.05.017.
2. Mamadgulova Sh.R., Shkuro A.E., Zakharov P.S., Glukhikh V.B. Vliyanie soderzhanija karboksimitiltsejjulozy i `etiltsejjulozy na svojstva kompozitsionnyh materialov [Influence of the content of carboxymethylcellulose and ethylcellulose on the properties of composite materials]/ Sh.R. Mamadgulova, A.E. Shkuro, P.S. Zakharov, V.B. Glukhikh// Materials XIV. – 2023 – S. 492-497.
3. Potoroko, I.Yu., Malinin, A.V., Tsaturov, A.V., A.M. Kadi, Botvinnikov, N.A., Genzhak, Z.Yu. Biorazlagaemye materialy na osnove rastitel'nyh polisaharidov dlja upakovki pischevyh produktov. Chast' 3: Issledovanie sposobnosti k biorazlozheniju [Biodegradable materials based on plant polysaccharides for food packaging. Part 3: Investigation of biodegradability]/ I.Yu. Potoroko, A.V. Malinin, A.V. Tsaturov, A.M. Kadi, N.A. Botvinnikov// Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology – 2022. – Vol. 10, no. 1. – S. 107-116.
4. Ali Ghadetaj, Hadi Almasi, Laleh Mehryar. Development and characterization of whey protein isolate active films containing nanoemulsions of *Grammosciadium ptoecarpum* Bioss. essential oil. *Food Packaging and Shelf Life* 16, (2018) 31-40.
5. A.A. S Curvelo, A.J. F de Carvalho, J.A. M Agnelli. Thermoplastic starch-cellulosic fibers composites: preliminary results. *Carbohydrate Polymers* 45, (2001) 183-188.

УДК 663.977

ТЕХНОЛОГИЯ ПОСАДКИ ТАБАКА С ПОМОЩЬЮ КАССЕТ (ОБЗОР)**Папуша С.К.¹, кандидат технических наук, Дон Д.В.²**¹ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,
Российская Федерация, г. Краснодар² ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных
изделий», Российская Федерация, г. Краснодар

Аннотация. В настоящее время существует лишь способ посадки рассады с использованием ручного труда. Операторы выполняют множество технологических операций вручную, включая посадку в открытый грунт. Целью обзора является показать технологию, которая в перспективе позволит сократить ручной труд до минимума, в том числе повысить производительность процесса посадки табака.

Ключевые слова: Рассада, рассадопосадочная машина, высадка рассады, кассета для рассады.

TOBACCO PLANTING TECHNOLOGY USING CASSETTES (REVIEW)**Papusha S.K.¹, PhD in Engineering, Don D.V.²**¹ Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russian Federation, Krasnodar² All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Shag and Tobacco Products,
Russian Federation, Krasnodar

Annotation. Currently, there is only a method of planting seedlings using manual labor. Operators perform many technological operations manually, including planting in open ground. The purpose of the review is to show a technology that in the future will reduce manual labor to a minimum, including increasing the productivity of the tobacco planting process.

Keywords: Seedling, transplanting machine, seedling transplantation, seedling cartridge.

Введение. Один из самых актуальных, на сегодняшний день, и эффективных способов выращивания рассады – это кассетный. Форма ячеек кассет позволяет легко извлекать саженцы при посадке, а так же сохраняется вся корневая система растения. При выращивании рассады на посадку важно сохранить корневую систему растения в целостности. Так, при пересадке из кассеты в грунт, рассада не подвергается стрессу, повышая общую эффективность процесса посадки рассады.

Самыми распространенными видами кассет для саженцев рассады являются пластиковые, картонные и торфяные. При этом, первая из этих трех категорий подразделяется на несколько подвидов. Общими свойствами для рассадных кассет из пластика являются:

- высокая прочность и устойчивость к механическим повреждениям;
- возможность многократного использования на протяжении нескольких лет;
- простая пересадка и отсутствие необходимости в пикировке;
- надежная дренажная система и отсутствие необходимости в частом поливе;
- удобная транспортировка и компактное складирование;
- сравнительно невысокая цена, подходящая для коммерческого применения.

При проведении посадки рассады с использованием кассет, значительно увеличивается скорость работы, поэтому необходимо регулировать параметры, влияющие на производительность, эффективность и качество проведения работ.

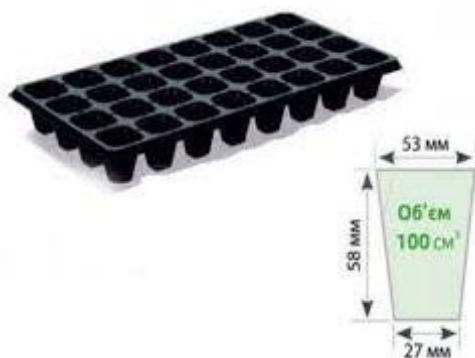


Рисунок 1. Пластиковая кассета для рассады

Использование кассет при выращивании рассады сокращает длительность ухода за рассадой и затраты труда на уход при выращивании [1]. Без использования кассет необходима установка габаритного парника, из которого, перед посадкой рассады в поле, вручную выбираются растения. Кассеты приспособлены для выталкивания из них грунта с цельной корневой системой и выращенной рассадой. Процесс с использованием кассет снижает риск травмирования стеблей и корней рассады оператором, при транспортировке и пикировке, что изначально положительно сказывается на качестве сельскохозяйственных культур при высадке в поле (в открытый грунт).

Однако при покупке пластиковых кассет для рассады следует обращать внимание на материал, из которого они изготовлены. Современные производители используют для этой цели ПВХ (поливинилхлорид), PS (полистирол) и PP (полипропилен). Следует отметить, что из этих трех разновидностей пластика только последний является экологически безопасным для корневой системы. Полистирол может выделять вредный элемент стирол, а поливинилхлорид содержит целый «букет» таких соединений, включая ртуть и кадмий.



Рисунок 2. Бумажная кассета для рассады



Рисунок 3. Торфяные кассеты для рассады

Рассадные кассеты из торфа и картона относятся к разряду биоразлагаемых. Это значит, что их можно помещать в почву вместе с рассадой, что является полной гарантией защиты корней от повреждений. Этот факт, наряду с экологической чистотой изделий, является их неоспоримым преимуществом. Однако на нем все достоинства таких кассет завершаются. Торфяные и картонные изделия имеют мало ячеек (6-8, в то время как пластиковые — до 64 и больше), они не транспортабельны и могут использоваться только в одноразовом порядке.

При проведении посадки рассады с использованием кассет, значительно увеличивается скорость работы и необходима возможность регулировать параметры, влияющие на производительность и эффективность [2].

На данный момент технология посадки рассады включает в себя различные виды рассадопосадочных машин с индивидуальным устройством рабочих органов. Среди отечественных марок машин более приспособлены к работе машины, на которых

необходим один или два оператора на каждый посадочный узел [3]. Среди зарубежных моделей машин существуют полуавтоматические типы устройств подачи рассады.



Рисунок 4. Рассадопосадочная машина Sfoggia Itala

Рассадопосадочная машина Sfoggia Itala разрабатывалась для работы с рассадой овощных культур, находящихся в торфяных кубиках или цилиндрах диаметром до 3,5 и 5 см соответственно. Машина оснащена распределителем рассады револьверного типа с двойной регулировкой глубины высадки и механизмом внесения в почву гранулированных удобрений. Также дополнительно может быть установлено оборудование для прокладки систем капельного полива.

Делая выводы, можно сказать, что использование кассет при выращивании рассады табака и их использование при посадке, значительно повысит производительность и эффективность данного процесса [4]. Дальнейшее изучение возможности применения кассет в сочетании с отечественными машинами в хозяйствах с различными площадями землепользования как при выращивании, так и при высадке в поле будет продолжено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агротехнологические основы повышения эффективности производства табака / под общ. ред. А.Е. Лысенко. - Краснодар, 2003. – 370 с.
2. Бучинский, А.Ф. Табаководство / А.Ф. Бучинский, П.Г. Володарский, Г.П. Асмаев [и др.]. – 3-е, перераб. и доп. изд. - М.: Колос, 1979. – 320 с.
3. Винеvский, Е.И. Средства механизации выращивания рассады табака / Е.И. Винеvский, И.И. Дьячкин, Т.В.Грушевская [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2002. - №7. - С. 7-10.
4. Леонов, И.П. Учебник табаководства / И.П. Леонов, А.Г. Петренко, Г.М. Псарёв [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1986. – 287 с.

REFERENCES

5. Agrotechnological bases for increasing the efficiency of tobacco production // edited by. ed. A.E. Lysenko. - Krasnodar, 2003. – 370 p.
6. Buchinsky, A.F. Tobacco growing / A.F. Buchinsky, P.G. Volodarsky, G.P. Asmaev et al. - M.: Kolos, 1979. - 320 p.
7. Vinevsky, E.I. Means of mechanization of growing tobacco seedlings / E.I. Vinevsky, I.I. Dyachkin, T.V. Grushevskaya, A. D. Pestov, T.I. Bogomolova // Mechanization and electrification of agriculture. - 2002. - No. 7. - P. 7-10.
8. Leonov, I.P. Tobacco grower's textbook / I.P. Leonov, A.G. Petrenko, G.M. Psarev. – M.: Agropromizdat, 1986. – 288 p.

УДК 631.332: 633.71

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ОВОЩЕЙ И ФРУКТОВ В РОССИИ

Полунина Н.Ю.

*НИИЭОАПК ЦЧР – филиал ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева»,
Российская Федерация, г. Воронеж*

Аннотация. По закону Российской Федерации сертификация овощной продукции является обязательной процедурой для сельхозпроизводителей, которые продают свои товары. Статья содержит обзор существующих типов сертификатов на овощи и фрукты и раскрывает их особенности.

Ключевые слова: овощи, фрукты, плодоовощная продукция, контроль качества продукции, безопасность, сертификация.

MODERN METHODS OF QUALITY CONTROL AND SAFETY OF VEGETABLES AND FRUITS IN RUSSIA

Polunina N.Yu.

*Research Institute of Economics and Organization of Agro- Industrial Complex of Central Black Earth
Region - branch of Federal Government Budgetary Scientific Institution «Voronezh Federal
Agricultural Scientific Centre named after V.V. Dokuchaev», Russian Federation, Voronezh*

Abstract. According to the law of the Russian Federation, certification of vegetable products is a mandatory procedure for agricultural producers who sell their goods. The article contains an overview of the existing types of certificates for vegetables and fruits and reveals their features.

Keywords: vegetables, fruits, fruits and vegetables, product quality control, safety, certification.

Введение. Система контроля качества – это совокупность взаимосвязанных объектов и субъектов, применяемых методов, а также средств оценки качественных показателей продуктов питания на разных этапах их производства [1]. Положительные результаты действующего контроля качества могут быть выявлены и во многих случаях определены численно на стадиях разработки, обращения, производства, реализации и потребления.

К основным элементам контроля качества продуктов питания относят: планирование, инспекционный контроль, стимулирование и ответственность субъектов системы менеджмента качества.

Выделяются следующие специальные методы:

- профилактика брака в процессе разработки продукции;
- испытание продукции;
- сертификация продукции [2];
- аттестация технологических процессов, исполнителей и рабочих мест производственных операций;
- государственный надзор за соблюдением стандартов производимой продукции.

Для обеспечения выпуска продукции высокого качества необходимо постоянно повышать уровень технической оснащенности предприятий, автоматизировать технологические процессы, а также совершенствовать механизм управления качеством продукции. Проверка в пределах предприятий осуществляется службами качества, техническими службами и производственными лабораториями.

Цель работы заключается в рассмотрении типов сертификатов на овощи и фрукты и их особенностей.

Объекты и методы исследований. Объект исследования – сертификат на овощи и фрукты. Методы исследований – абстрагирования, сравнения.

Результаты исследований и их обсуждение. Овощи и фрукты входят в ежедневный рацион питания практически каждого россиянина. Но прежде чем попасть на прилавок в розничную сеть продавцы должны пройти процедуру сертификации и подтвердить, что продукт безопасен для употребления в пищу [3].

Овощи и фрукты входят в категорию пищевой продукции – это продукты растительного происхождения в натуральном, обработанном или переработанном виде, в том числе специализированная и продукция нового вида. К специализированной относятся товары для детского, диетического и спортивного питания, а также товары для беременных и кормящих женщин. Продукция нового вида – это продукты, которые ранее в Таможенном союзе в пищу не употреблялись. В том числе это товары, изготовленные из ГМО или с их применением [4].

На территории России овощи и фрукты обязательно нужно сертифицировать. Такая процедура исключит попадание несвежей, некачественной плодоовощной продукции на прилавки [5]. В России основными документами, которые регулируют качество фруктов и овощей, считаются технические регламенты Таможенного союза:

- 021/2011 – документ, в котором прописаны нормы безопасности продуктов питания;
- 022/2011 – необходим для правильной маркировки продукции;
- 023/2011 – документ, который контролирует качество соков, нектаров, других соковых напитков.

Под сертификацию попадают различные виды плодоовощных продуктов: консервированные; свежие; замороженные; полуфабрикаты; сухофрукты; сырье; маринованные плоды и продукты их переработки. Для этих видов овощной, фруктовой продукции потребуется наличие декларации соответствия. Она действует на территории стран-участниц Евразийского экономического союза. Срок действия документа – один год. Существуют и другие документы (рис. 1):

1. Добровольный сертификат по системе ГОСТ Р. Благодаря этому документу можно повысить доверие к производителю в глазах конкурентов, потребителей, групп ритейла, увеличить продажи и рынок сбыта.

2. Сертификат системы ISO 22000 ХАССП. Эта система позволяет контролировать качество продукции на всех этапах производства. В овощах и фруктах могут быть нитраты, гербициды и другие вредные соединения, которые навредят потребителю. Система ISO исключает попадание таких веществ в овощную, фруктовую продукцию. С этим разрешительным документом можно участвовать в тендерах, госзакупках, привлекать инвестиции.

Декларирование не требуется только в отношении плодов, выращенных для собственных нужд. Декларация на овощи и фрукты выдается на один год. Получение этого документа означает, что в овощной и фруктовой продукции отсутствуют вредные вещества, она безопасна для употребления в пищу [6]. Российским производителям, которые экспортируют плодоовощную продукцию, важно получить фитосанитарный сертификат. Для внутреннего рынка оформляют карантинный документ, который действует не более 15 дней.

К особенностям оформления документов на фрукты и овощи относят их небольшой срок хранения, что обязывает производителя заранее подготовиться к процедурам проверки – выбрать организацию, заключить договор, в том числе с лабораторией, которая будет проводить контроль образцов при ввозе товара в Россию [4].



Рисунок 1. Существующие типы сертификатов на овощи и фрукты и их особенности

Выводы. Правильность и своевременность оформления сертификата соответствия гарантирует избавление производителя от проблем с Роспотребнадзором и другими органами проверки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Контроль качества продуктов питания: система и методы // Интер Консалт. 01.11.2021. URL: <https://www.iksystems.ru/info/articles/menedzhment-kachestva/kontrol-kachestva-produktov-pitaniya-sistema-i-metody/> (дата обращения: 02.04.2024).
2. Полунина, Н. Ю. Сертификация органической продукции и проблемы ее оборота в Российской Федерации / Н. Ю. Полунина // Государственное регулирование общественных отношений в регионе: социально-экономические, правовые и историко-культурные аспекты: сборник научных статей, Чебоксары, 24 марта 2022 года. – Чебоксары: Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, 2022. – С. 288-293.
3. Сертификация овощей и фруктов // TRTS.info. 23.10.2019. URL: <https://trts.info/article/sertifikatsiya-ovoshhej-i-fruktov> (дата обращения: 02.04.2024).
4. Сертификация овощей и фруктов // ГОСТ ТЕСТ Сертификация. URL: https://gosertificat.ru/otrasli/ovoshi_frukti (дата обращения: 02.04.2024).
5. Сертификация овощей и фруктов // EAC Portal. 26.02.2024. URL: <https://eacportal.com/blog/sertifikatsiya-ovoshchej-i-fruktov/> (дата обращения: 02.04.2024).
6. Сертификат соответствия на фрукты и овощи // Все ТР ТС. URL: <https://vsetrts.ru/article/sertifikatsiya-ovoshej-i-fruktov> (дата обращения: 02.04.2024).

REFERENCES

1. Food quality control: system and methods//Inter Consult. 01.11.2021. URL: <https://www.iksystems.ru/info/articles/menedzhment-kachestva/kontrol-kachestva-produktov-pitaniya-sistema-i-metody/> (accessed: 02.04.2024).
2. Polunina, N. Yu. Certification of organic products and the problems of their circulation in the Russian Federation / N. Yu. Polunina // State regulation of public relations in the region: socio-economic, legal and historical-cultural aspects: collection of scientific articles, Cheboksary, March 24, 2022. - Cheboksary: Chuvash State Pedagogical University named after I.Ya. Yakovlev, - 2022. - S. 288-293.
3. Certification of fruits and vegetables // TRTS.info. 23.10.2019. URL: <https://trts.info/article/sertifikacziya-ovoshhej-i-fruktov> (accessed: 02.04.2024).
4. Certification of vegetables and fruits // GOST TEST Certification. URL: https://gosertificat.ru/otrasli/ovoshi_frukty (accessed: 02.04.2024).
5. Certification of vegetables and fruits // EAC Portal. 26.02.2024. URL: <https://eacportal.com/blog/sertifikatsiya-ovoshchej-i-fruktov/> (accessed: 02.04.2024).
6. Certificate of conformity for fruits and vegetables // All TR CU. URL: <https://vsetrts.ru/article/sertifikaciya-ovoshej-i-fruktov> (accessed: 02.04.2024).

**Участники VI международной научно-практической молодежной конференции,
посвященной памяти Р.Д. Поландовой
«Пищевые технологии будущего»**

1. ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»
2. Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»
3. ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи»
4. Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»
5. Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
6. Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
7. Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
8. Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
9. Всероссийский научно-исследовательский институт маслоседеления и сыроделия – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
10. ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности»
11. ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий»
12. Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности - филиал ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства»
13. ВНИИ крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья - филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»
14. Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
15. Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса центрально-черноземного района - ФИЛИАЛ ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева»
16. ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»
17. Научно-производственное республиканское дочернее унитарное предприятие «Белтехнохлеб» РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по продовольствию»
18. РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по продовольствию»
19. ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»
20. ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)»
21. ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»
22. ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»
23. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»
24. ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»
25. ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет»
26. ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»
27. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
28. ФГБОУ ВО «Среднерусский институт управления – филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ»
29. ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
30. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации
31. ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»
32. Курчатowski комплекс НБИКС-природоподобных технологий НИЦ «Курчатowski институт»
33. АО «Пуратос»
34. ООО МИП «ИЦ БиоПищеМаш»

Подписано в печать 30.05.2024 г.
Формат 60x90/8. Бумага офсетная.
Усл. п.л 37,75
Тираж 50 экз. Заказ № 57

Отпечатано в типографии ООО «Белый Ветер».
115054, г. Москва, ул. Щипок, 28.
Телефон: (495) 651-84-56

ISBN 978-5-907718-94-4

