

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»**

На правах рукописи

РУБАН НАТАЛЬЯ ВИКТОРОВНА

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОНДИТЕРСКИХ КРЕМОВ НА
ОСНОВЕ БЕЛОК-ПОЛИСАХАРИДНЫХ СМЕСЕЙ И
САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕЙ**

**Специальность 05.18.01 – Технология обработки, хранения и
переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов,
плодоовощной продукции и виноградарства**

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:

Д.т.н., проф. Васькина В.А.

Москва - 2015

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ 3

ГЛАВА 1. ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	8
1.1 Место и роль кондитерских изделий в питании человека	8
1.2 Способы производства кондитерских кремов	12
1.3 Новые виды сырья для производства кондитерских кремов	14
1.3.1 Белоксодержащее сырье	14
1.3.2 Полисахариды	17
1.3.3 Сахарозаменители	22
1.4 Физико-химические процессы в кондитерских кремах эмульсионно-пенной структуры	26
1.4.1 Макроскопическая устойчивость и неустойчивость пищевых дисперсных систем	27
1.4.2 Формы стремления к термодинамическому равновесию пен и эмульсий	31
1.4.3 Стабилизация масс эмульсионной и пенной структуры на основе БПС	33
1.5 Обоснование темы и задачи исследования	38
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	41
2.1 Материалы исследования	41
2.2 Методы исследования	41
2.2.1 Определение массовой доли влаги	41
2.2.2 Определение плотности массы	43
2.2.3 Метод определения перекисного числа жировой фракции	44
2.2.4 Метод определения кислотного числа жировой фракции	45
2.2.5 Метод определения жирнокислотного состава жира	45
2.2.6 Метод определения кратности пены	46
2.2.7 Отбор проб	47
2.2.8 Определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ)	47
2.2.9 Определение бактерий рода Salmonella	49
2.2.10 Определение коагулазоположительных стафилококков (Staphylococcus aureus)	52
2.2.11 Определение дрожжей и плесневых грибов	54
2.2.12 Микроскопирование	54
2.2.13 Метод определения реологических свойств крема	55
2.2.14 Томографическое определение пористости и распределения по размерам воздушных пузырей крема	56
2.2.15 Метод определения активности воды	58
2.2.16 Метод органолептической оценки качества изделий	58
ГЛАВА 3. ПОЛУЧЕНИЕ КОНДИТЕРСКИХ МАСС ПЕННОЙ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ БЕЛОК-ПОЛИСАХАРИДНЫХ СМЕСЕЙ	60
3.1 Пенообразующая способность казеината натрия	61
3.2 Пенообразующая способность казеината натрия и отдельных полисахаридов	63
3.3 Пенообразующая способность казеината и двойных смесей полисахаридов	67
3.4 Пенообразующая способность казеината натрия и тройных смесей полисахаридов	70

ГЛАВА 4. ТЕРМООБРАБОТКА СИРОПА ДЛЯ КРЕМА НА ОСНОВЕ БЕЛОК-ПОЛИСАХАРИДНЫХ СМЕСЕЙ САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕЙ	76
4.1 Термообработка сиропа на основе казеината и отдельного полисахарида	77
4.2 Термообработка сиропа на основе казеината и двойной смеси полисахаридов	79
4.3 Термообработка сиропа на основе казеината и тройной смеси полисахаридов	81
4.4 Термообработка сиропа на основе белок-полисахаридной смеси и сахарозаменителей	83
ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ КРЕМА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ	87
5.1 Технология крема на основе БПС и сахарозаменителей	87
5.2 Исследование структуры разработанных кремов	91
5.3 Исследование реологических свойств разработанных кремов	98
ГЛАВА 6. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БЕЛОК-ПОЛИСАХАРИДНЫХ СМЕСЕЙ И САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕЙ НА СРОКИ ХРАНЕНИЯ КРЕМА	104
6.1 Определение сроков годности кремов с белок-полисахаридными смесями и сахарозаменителями	104
6.2 Исследование влияния показателя активности воды на качество кремов.	106
6.3 Исследование жирнокислотного состава крема в процессе хранения ..	113
Жирная кислота	116
ВЫВОДЫ	118
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	121
ПРИЛОЖЕНИЕ А	142
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	148
ПРИЛОЖЕНИЕ В	153
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	154
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	156

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Мучные кондитерские изделия, в том числе торты и пирожные, представляют собой группу продуктов, пользующихся повышенным спросом потребителей. В качестве отделочных полуфабрикатов для прослойки и украшения тортов и пирожных используются кремы, характеризующиеся высоким содержанием сахара более 50% и жира до 35%, небольшим количеством белка, пищевых волокон и микронутриентов, что придает изделию высокую калорийность.

Большое внимание уделяется вопросам снижения калорийности кондитерских изделий, а также разрабатываются способы обогащения их белками, пищевыми волокнами, витаминами и микронутриентами. Теоретические и научно-практические основы производства обогащенных продуктов заложены в работах Нечаев А.П., Аксёновой Л.М., Скобельской З.Г., Васькиной В.А., Колпаковой В.В., Савенковой Т.В., Магомедова Г.О., Дубцовой Г.Г., Дубцовой Г.Н., Кочетковой А.А., Корячкиной С.Я., Тумановой А.Е., Матвеевой И.В., Цыгановой Т.Б. и других.

Несмотря на активный интерес к данной тематике, проблемы совершенствования технологии масляных кремов остаются нерешенными. Крем масляный представляет собой сложную систему эмульсионно-пенной структуры, в которой дисперсной фазой являются пузырьки воздуха и капельки жира, а дисперсионной средой – сахаро-молочно-яичный сироп. На качество крема основное влияние оказывает состав сиропа и условия его термообработки. Белки молочных и яичных продуктов сиропа формируют границу раздела фаз и образуют оболочки на пузырьках воздуха и капельках жира в структуре крема. Стадия термообработки сиропа является одной из наиболее критических операций, с которой связаны основные показатели крема – плотность, влажность и микробиологическая чистота продукта. Наличие яйца, мягкие режимы термообработки и продолжительное охлаждение сахаро-молочно-яичного сиропа приводит к возможности

загрязнения патогенными микроорганизмами, что представляет потенциальную опасность для здоровья.

Поэтому актуальным является исследование возможности использования белок-полисахаридных смесей (БПС) взамен яичных и молочных продуктов в сиропе для крема. В качестве белка в БПС применяли казеинат натрия, а в качестве полисахаридов – альгинат натрия, ксантановую камедь, Na-КМЦ и пектин. Для исследования были выбраны масляные кремы «Шарлотт» и «Гляссе», обладающие привлекательным внешним видом, особым вкусом, ароматом и структурой.

Цель настоящей работы состояла в совершенствовании технологии масляных кремов, обеспечивающих повышение качества, увеличение сроков годности за счет использования БПС и сахарозаменителей и снижение себестоимости продукта. Достижение этой цели позволит сделать кремы более привлекательными для потребителя и приблизить их к категории продуктов здорового питания.

Для реализации поставленной цели решали следующие задачи:

- исследовать пенные массы на основе казеината и полисахаридов
- изучить процесс термообработки сиропа для крема на основе сахарозаменителей, казеината и полисахаридов;
- разработать новую технологию крема и исследовать его физические свойства
- исследовать влияние процесса хранения на качество крема с БПС;
- разработать проект ТУ для производств крема типа «Шарлотт» с БПК и провести опытно-промышленную апробацию результатов исследования.

Научная новизна. Научно обоснована и экспериментально подтверждена возможность использования БПК на основе казеината натрия и смеси полисахаридов в производстве масляного крема для снижения калорийности продукта.

Существенно расширены современные знания в области применения

БПС для производства масляных кремов для тортов и пирожных.

Установлена зависимость пенообразующей способности и продолжительности сбивания раствора казеината натрия от различных соотношений полисахаридов: альгината натрия, ксантановой камеди и пектина. Выявлен синергетический эффект при введении в раствор казеината натрия смеси этих полисахаридов.

Показано, что использование БПС в рецептуре крема способствует снижению плотности.

Выявлено влияние БПС на процессы термообработки сиропов повышение микробиологической стабильности крема. Установлено, что введение БПС в сироп повышает термостабильность, обеспечивает сроки хранения крема до 7 суток, без использования консервантов.

Практическая значимость. Разработаны рецептура и технология масляного крема с использованием БПС, позволяющие улучшить качество тортов и пирожных, снизить их энергетическую ценность на 20% и увеличить сроки годности продукта.

Преимущество разработанной рецептуры и технологии масляного крема заключается в расширении сырьевой базы для производства мучных кондитерских изделий, снижении себестоимости сырья на 6.6%, в повышении микробиологической безопасности производства.

Разработаны проекты ТУ, ТИ и РЦ для производства масляного крема с БПС. Проведена опытно-промышленная апробация результатов исследования в условиях ЗАО «ПЕКО».

Ожидаемый экономический эффект производства масляного крема с БПС при мощности цеха 280 т/год составит 1081.9 тыс. рублей в год.

Новизна разработанных технологических решений подтверждается патентом РФ на изобретение Пат. RU 2559943 C1; МПК 8 A23G3/52. №2014121654/13; Заявл. 28.05.2014 / Способ производства крема типа «Шарлотт» / Рубан Н.В., Богатырева Т.Г., Мазукабзова Э.В., Сабанцева М.А., Новожилова Е.С. – Оpubл.20.08.2015 // Изобретения. – 2015. – Бюл.№23

Положительное решение на выдачу патента №2014135222/13; Заявл. 29.08.2014 / Способ производства крема типа «Гляссе» / Васькина В.А., Мазукабзова Э.В., Рубан Н.В., Богатырева Т.Г., Черных В.Я.

Апробация работы. Результаты исследований были доложены на 1-ой Международной Научно-практической конференции - выставке (Москва, МГУПП, 2012), VIII Международной научной конференции студентов и аспирантов «Техника и технология пищевых производств», (Могилев: УО «МГУП», 2012), Научно-практической конференции-выставке «Планирование и обеспечение подготовки и переподготовки кадров для отраслей пищевой промышленности и медицины» (Москва, МГУПП, 2013); VI Международном хлебопекарном форуме (Москва, МПА, 2013); IX Международной конференции «Торты, вафли, печенье, пряники» (Москва, МПА, 2014); IX Международной конференции «Торты, вафли, печенье, пряники» (Москва, МПА, 2014); IV Республиканском научно-практическом семинаре «Перспективы развития кондитерской промышленности» (Могилев, УО «МГУП», 2014); X Международной юбилейной конференции «Кондитерские изделия XXI века» (Москва, МПА, 2015); Научно-практической конференции с международным участием «Формирование конкурентного потенциала хлебопекарных предприятий в условиях экономических вызовов». Диплом (Москва, ФГБНУ НИИХП, 2015)

Разработки экспонировались на выставках: 1-я Международная научно-практической конференция – выставка - Презентация кондитерского изделия «Торт для здорового питания», получен Диплом первой степени (Москва, МГУПП, 2012); 19-я Международная специализированная выставка для хлебопекарного и кондитерского рынка «MODERN BAKERY» MOSKOW (Москва, 2013, Экспоцентр)

Публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано 13 работ, в том числе 3 в журналах, рекомендованных ВАК, и получено 5 патентов РФ, которые отражают основное содержание диссертационной работы.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, из пяти глав экспериментальной части, выводов, списка использованных источников (200 наименований, в том числе 104 зарубежных) и приложений.

Основной текст диссертации изложен на 145 страницах машинописного текста, включает 15 таблиц и 31 рисунок.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Место и роль кондитерских изделий в питании человека

Образ жизни огромного числа людей в последние десятилетие часто приводит к стрессам, заметному переутомлению и снижению жизненного тонуса. Одним из следствий этого является неправильное питание, связанное, в частности, с чрезмерным потреблением высококалорийной пищи, сладких продуктов и других приятных излишеств. Это ведет к нарушению главного принципа сбалансированного питания, согласно которому энергетическая ценность дневного рациона человека должна строго соответствовать его энергетическим затратам. В организм человека должно поступать с пищей около 50 незаменимых веществ – ряд аминокислот, микроэлементов, витаминов, пищевых волокон и других, соотношение которых зависит от генетической детерминированности и особенностей обмена веществ, условий труда, климата [166, 186].

Несоблюдение этого принципа отражается, прежде всего, на здоровье людей. Возникают такие заболевания, как ожирение, диабет, атеросклероз и различные проблемы. В последнее время вызывает огромную озабоченность у органов здравоохранения многих стран мира излишний вес людей - ожирение. Так, по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) около 1 млрд. жителей планеты страдает от избыточного веса, а триста миллионов из них от ожирения. Сахарный диабет, также является следствием избыточного потребления легко усваиваемых углеводов, среди которых на первом месте находится сахароза. В настоящее время на земном шаре таких больных уже насчитывается более 200 млн. человек, причем каждые 10-15 лет это число практически удваивается. В РФ от этой болезни страдает около 2% населения, что составляет более 2,5 миллионов человек [33, 34]. Реакцией пищевой промышленности на возникшую проблему должен стать выпуск целого ассортимента продуктов, сбалансированных по энергетической и пищевой ценности [1, 35, 38,].

Актуальная проблема современности – сохранение здоровья человека, которое во многом определяется его пищевым рационом [49, 53]. Существенным для укрепления здоровья является научно обоснованное рациональное питание, особенно для детей [48, 66, 83] и лиц пожилого возраста [44, 64].

В России рынок кондитерских изделий для лиц, страдающих неправильным обменом веществ и соблюдающих диету, практически не развит. Поэтому важной задачей, стоящей перед специалистами кондитерской отрасли является разработка новых видов кондитерских изделий для лечебно-профилактического питания, обладающих высокой пищевой ценностью, низкой калорийностью и предусматривающих экономию дефицитного сырья [85, 88].

К функциональным ингредиентам в кондитерских изделиях для здорового питания принадлежат пищевые волокна [89, 94]. К пищевым волокнам относят полисахариды и другие подобные высокомолекулярные вещества [82, 115, 163, 182]. Выделяют истинные волокна, образующие скелет растений (целлюлоза и ее производные, гемицеллюлоза, протопектин, пектин, лигнин, альгинат натрия), и неструктурные волокна – гумми (камеди), слизи, пентозаны [29, 32, 36, 114].

Пищевые волокна оказывают энтеросорбционную детоксикацию организма и способствуют снижению гиперлипидемии [67, 68, 134]. Они связывают и, тем самым, препятствуют всасыванию в кишечнике ряда соединений, например, желчных кислот, являющихся продуктом деградации холестерина [40], а также токсических веществ, поступающих в кишечник с пищеварительными соками. Добавление в диету здоровых людей целлюлозы, пектина или лигнина приводит к уменьшению времени транзита пищи по кишечнику, к устранению запоров, снижению напряжения кишечной стенки [96, 120, 138]. Установлено, что обогащение диеты микрокристаллической целлюлозой способствовало снижению в сыворотке крови уровня общего холестерина [55].

Метод энтеросорбции [144, 150] используется в диетологии и диетотерапии, который в ряде стран имеет социальную значимость. Понятна важность обеспечения достаточного содержания в рационе человека энтеросорбентов, таких как пищевые волокна. Достичь этого можно двумя путями: включением в диету овощей, фруктов и ягод и изготовлением концентратов гомогенных и гетерогенных пищевых волокон и добавлением их в рецептуры изделий.

Высокое содержание пищевых волокон в рационе человека снижает вероятность рака прямой кишки, уменьшает поглощение жиров в желудке и в тонком кишечнике, увеличивает объем содержимого толстого кишечника и ускоряет прохождение пищи по кишечнику, способствуют борьбе с такими заболеваниями, как атеросклероз, колит и запоры [99, 108, 110].

Кремы характеризуются отличными вкусовыми качествами, высокой калорийностью, пластичностью и используются для украшения тортов и пирожных при помощи различных приспособлений. В основном их готовят взбиванием, в результате которого получается пышная, насыщенная воздухом масса. Недостатком кремов является то, что они скоро портятся. При их изготовлении нужно особенно тщательно соблюдать температурный и санитарный режимы [10]. Для приготовления крема используют только свежие продукты (меланж, диетические яйца). Используют крем в строго определённые сроки после его изготовления. Готовят кремы в необходимом количестве; излишки крема оставлять нельзя. Изделия с кремом после изготовления сразу направляют на реализацию [7].

Калорийность тортов и пирожных с кремом находится на достаточно высоком уровне и соответствует 585 ккал, которые приходятся на 100 грамм кондитерского изделия. Такой уровень калорийности тортов и пирожных обусловлен в первую очередь составом крема, в котором присутствуют сливочное масло, сахар, молоко и яйца [6, 7]. Торты и пирожные являются, безусловно, вкусными изделиями. Однако диетологи советуют избегать употребления продукта [37] в пищу людям, которые страдают ожирением

или сахарным диабетом. Поэтому для людей, страдающих такими заболеваниями, необходимо разрабатывать кондитерские изделия с полным исключением сахара-песка [11, 15]. Однако при этом производитель не должен вступать в противоречие с известным «золотым» правилом, согласно которому «потребитель никогда не будет готов пожертвовать привычным вкусом знакомого продукта, даже ради преимуществ рационального питания». Для решения этой задачи служат сахарозаменители [59, 65]. Кондитерские изделия, приготовленные на сахарозаменителях, имеют еще одно немаловажное преимущество – они содержат калорий меньше, чем сладости с обычным сахаром. Так что сладости без сахара можно порекомендовать не только диабетикам, но и тем, кто борется с лишним весом и при этом не хочет, отказывая себе в удовольствии, полакомиться чем-нибудь сладеньким [12].

Одним из способов совершенствования технологии крема для тортов и пирожных с целью снижения калорийности и придания лечебно-профилактических свойств является введение в их рецептуру достаточного количества пищевых волокон и сахарозаменителей. Пищевые волокна, содержащиеся в креме, способны уменьшать риск возникновения таких серьезных заболеваний, как диабет и рак толстой кишки, сокращают вероятность возникновения кариеса, способствуют снижению уровня холестерина [183]. Кроме того, введение в рецептуру совместно с пищевыми волокнами казеината натрия позволит обогатить сбивные массы полноценным белком, минеральными веществами и повысить пищевую ценность продукта.

Создание технологии и рецептуры новых видов крема типа «Шарлотт» и «Гляссе», обогащенных пищевыми волокнами, сахарозаменителями, полноценным белком, минеральными веществами является актуальной задачей.

1.2 Способы производства кондитерских кремов

Масляные кремы представляют собой пластичные и пышные массы, которые готовят из сливочного масла; сахара-песка, молочных и яичных продуктов. Наиболее широко используют сливочные кремы, приготовленные на молоке и яйцах («Шарлотт»); на яйцах («Гляссе»). Отдельные компоненты, входящие в состав крема характеризуются пенообразующей способностью, то есть способностью насыщаться воздухом при сбивании. Наибольшую пенообразующую способность имеют яичные белки, первоначальный объем которых при взбивании без сахара увеличивается в 7 раз, а с добавлением сахара – в 4-5 раз. Пенообразующая способность сливочного масла обеспечивает увеличение объема более чем в 2 раза [60].

Традиционная технология приготовления крема «Шарлотт» проводится в две стадии. В открытый варочный котел заливают молоко и подогревают до температуры 80-90°C. Затем добавляют сахар-песок и сахаро-молочный сироп кипятят в течение 25-30 минут. Параллельно в сбивальной машине сбивают яйца. К взбитым яйцам добавляют процеженный горячий сахаро-молочный сироп при непрерывном перемешивании. Полученный сахаро-молочно-яичный сироп уваривают до температуры 103-104°C в течение 10 минут. Затем охлаждают сироп до температуры 25°C. Одновременно проводят пластификацию и взбивание сливочного масла до получения белой пышной массы, в которую добавляют охлажденный сахаро-молочно-яичный сироп небольшими порциями (12-15 раз) при непрерывном взбивании. Общая продолжительность взбивания 25-30 минут. В конце взбивания вводят вкусовые и спиртосодержащие вещества. Так же добавляют другие добавки, такие как орехи, какао-порошок и другие [47].

Приготовление крема «Гляссе» по традиционной технологии проводят следующим образом. В сбивальную машину загружают яйца, затем их взбивают в течение 20-25 минут, при этом сначала при малой частоте вращения венчика, а потом при большой. В сбиту пенистую массу вводится

струйкой горячий сахарный сироп, уваренный до температуры 118-120°C. Сахаро-яичную смесь сбивают до тех пор, пока пенная масса охладится до температуры 26-28°C. Одновременно сбивают сливочное масло до получения белой пышной массы. В сбитое масло небольшими порциями добавляют, не останавливая сбивания, охлажденную сахаро-яичную массу. Сбивание массы продолжается 25-30 мин до образования пышного крема. В конце взбивания вводятся ароматические и вкусовые добавки. [47].

Известен способ производства крема [69], техническое решение которого направлено на создание в креме осмотического давления, подавляющего жизнедеятельность микроорганизмов. Для создания осмотического давления в рецептуру крема взамен сахара вводятся подслащивающие вещества: инвертный сироп, или моносахариды, или многоатомные спирты. Смешивание подслащивающих веществ и их комбинаций с другими рецептурными компонентами ведут до достижения в креме осмотического давления, подавляющего жизнедеятельность в креме микроорганизмов. Однако введение подслащивающих веществ в рецептуру нежелательно сказывается на формоустойчивости крема.

Предложен способ [70] приготовления крема «Шарлотт», в рецептуру которого введен экстракт лопуха большого и инулин взамен части сахара-песка, что позволяет снизить энергетическую ценность крема и повысить срок годности. Однако внесение растительного экстракта негативно сказывается на вкусовых качествах крема, а также не снимается проблема наличия большого количества в составе крема яичных и молочных продуктов.

Таким образом, традиционные способы имеют ряд недостатков. Наличие большого количества яичных продуктов в креме обуславливают возможность высокой бактериальной загрязненности продукта. Невысокие температуры термической обработки сиропа с целью сохранения белков яиц от денатурации, создают условия для жизнедеятельности микроорганизмов, что не обеспечивает устойчивости крема при хранении. Кроме того,

предложенные новые способы оставляют проблемы обогащения кремы пищевыми волокнами и сахарозаменителями не решенными.

1.3 Новые виды сырья для производства кондитерских кремов

Масляные крема относятся к дисперсным системам с эмульсионно-пенной структурой. Пищевые эмульсии и пены, являющиеся дисперсией жировой или газообразной фазы в жидкости, исследуются в течение многих лет [60, 62]. Эмульсии и пены могут стабилизироваться ПАВ с различным молекулярным весом или твердыми частицами, физико-химические свойства которых (структура, размер адсорбции, взаимодействия и другие) в дальнейшем определяют свойства самой дисперсной системы. Формирование эмульсии и пены зависит от применяемых стабилизирующих веществ и технологий их получения[10, 103, 104].

1.3.1 Белоксодержащее сырье

Высоким потенциалом пенообразования обладают молочные белки [84,108]. На границе раздела фаз, они легко создают адсорбционный слой, обладая поверхностной активностью. Молочные белки по структуре классифицируют на две группы: глобулярные и гибкие [84, 112, 113]. Гибкие белки не имеют третичной структуры и включают белки α , β и κ - казеина, казеината натрия, казеината кальция, кислотный казеин и т.д. Глобулярные белки, которые могут быть выделены после осаждения казеина, называются белками молочной сыворотки. Эти белки содержат поперечные дисульфидные связи, имеют третичную структуру, и сохраняют свою глобулярную молекулярную форму, даже после адсорбции на поверхности. Благодаря разной молекулярной структуре, два типа белков формируют различные по структуре слои адсорбции [7, 8, 9] с разными поверхностными реологическими свойствами, как главного компонента концентратов молочной сыворотки [10, 11].

Казеин – это гетерогенный фосфорилированный белок, являющийся основным компонентом молока млекопитающих. В молоке казеин агрегирован с фосфатом кальция в виде казеиновых мицелл (средний размер ~ 30 нм). После удаления фосфата кальция, получающийся казеин (казеинат натрия) существует в растворе, главным образом, как смесь казеиновых мономеров (10-20 нм) [118]. Точный объем агрегации казеината натрия зависит от относительных пропорций различных мономерных казеинов, а также от температуры, pH, ионной силы и концентрации ионов кальция [125, 132]. Исключительные поверхностно-активные свойства казеина были признаны еще на заре коллоидной науки, а сам казеин в качестве функционального ингредиента в переработке продуктов питания. Со своими уникальными физико-химическими свойствами это полимерное ПАВ естественного происхождения имеет потенциал еще большего использования в технологии переработки сельскохозяйственного сырья [84]. Коровий β -казеин является прекрасным эмульгатором и коллоидным стабилизатором. В отличие от большинства белков β -казеин не обладает внутренними ковалентными поперечными связями и стремлением к полимеризации [126, 130]. Его весьма неравномерное распределение гидрофильных и гидрофобных остатков обуславливает амфифильную молекулярную структуру. Он самоорганизуется в четкие сферические мицеллы типа ПАВ при превышении определенной «критической» концентрации. Обратная самоорганизация в воде осуществляется, главным образом, посредством гидрофобных взаимодействий, а объем этой агрегации увеличивается с температурой и ионной силой [172, 176, 181]. Распространенность гидрофобных остатков на обоих концах молекулы α -казеина имеет определенные последовательности для ее адсорбции. В отличие от шарообразных мицелл, β -казеин и α -казеин формируют длинные цепеобразные комплексы, посредством серии последовательных объединений казеина [122, 131, 180]. Подобная самоорганизация осуществляется комбинацией особых электростатических и гидрофобных

взаимодействий [141]. На сегодняшний день нет универсального признания модели твердых сфер структуры казеиновых агрегатов или нативной казеиновой мицеллы. Напротив, на основании недавно полученных экспериментальных данных, растет поддержка альтернативной двухслойной модели нативной казеиновой мицеллы [139]. Эта новая модель предполагает более открытую, нерегулярную частицу мицеллы казеина, в которой индивидуальные белковые молекулы рассматриваются в качестве блок-сополимеров, а мицеллярная совокупность рассматривается как результат полимеризации, происходящей в результате гидрофобных взаимодействий. Молекулярные частицы, основными составляющими которых является казеин, обладают способностью действовать в качестве стабилизаторов дисперсных газовых пузырьков, в том числе в аэрированных системах. Казеинат натрия, полученный растворением кислотного казеина в гидроокиси натрия и с последующей сушкой раствора, представляет собой сухой мелкодисперсный порошок белого цвета с легким кремовым оттенком. Казеинат натрия применяется в мясоперерабатывающей промышленности и является перспективным белоксодержащим сырьем и для кондитерского производства [149,153]. Казеинат натрия снижает поверхностное натяжение более эффективно, чем сывороточные белки, желатин или соевый белок, так как он быстрее диффундирует к границе раздела фаз, и достигнув которую адсорбируется более стремительно, чем другие белки. Поверхностные пленки казеината натрия или β -казеина более гибкие, чем пленки сывороточных белков [80]. При естественной pH растворы казеината натрия обладают хорошей пенообразующей способностью. Добавление NaCl в растворы казеината натрия способствует увеличению пенообразования. При снижении pH раствора казеината натрия до 3, пенообразующие свойства растворов проходят через глубокий минимум при pH=4.5 - изоэлектрической точке молочного белка [139]. Казеинаты обычно образуют пены с большей высотой столба, но меньшей стабильностью, чем пены, полученные из белково-сывороточного концентрата и соевого белкового изолята [80].

Наиболее распространенными полисахаридами, используемыми в композициях пищевых эмульсий и пен, являются пектин, альгинат натрия, каррагинан, гуммиарабик, ксантановая, гуаровая и трагакантовая камеди, производные целлюлозы [145]. В последнее время поверхностно-активным полисахаридам стали уделять повышенное внимание.

1.3.2 Полисахариды

- **Пектины (Е440)** – это студнеобразные вещества растений. Они обнаружены в клеточных стенках и межклеточных слоях растений. Их содержание достигает 15% в яблоках и 30% в кожуре цитрусовых, в свекловичной мякоти - 48% [71]. Пектины относятся к полисахаридам, основным структурным элементом которых является галактуроновая кислота [95]. Высокоэтерифицированный пектин применяется в производстве кондитерских жележных и пастельных изделий, для стабилизации кисломолочных напитков. Растворимость высокоэтерифицированного пектина возрастает с увеличением степени этерификации и уменьшением длины цепи. Прочность пектинового геля, независимо от вида пектина, возрастает с увеличением концентрации пектина и степени полимеризации.

- В зависимости от скорости и температуры начала гелеобразования высокоэтерифицированные пектины делятся на две группы: быстро и медленно желирующие. Быстро желирующие пектины имеют более высокую степень этерификации и желируют при более высоких значениях рН. Наиболее благоприятная рН 3,0-3,4 для быстро желирующего пектина, для медленно желирующего - 2,8-3,2 [142]. Полностью этерифицированный пектин может желировать без добавления кислоты, только с сахаром. Быстро желирующие пектины применяются в производстве варенья, особенно при температуре разлива выше 85°C. Они гарантируют равномерное распределение фруктов по всему объему варенья. Медленно желирующие пектины преимущественно используются в производстве фруктовых желе и

мармеладов. Пектины рекомендуется вносить в продукт в смеси с сахаром (на 1 часть пектина 7- 10 частей сахара-песка). Эту смесь вносят в кипящую воду при перемешивании и кипятят примерно 2 мин. Затем вносят оставшееся рецептурное количество сахара-песка и далее ведут процесс в соответствии с действующей технологической инструкцией.

- Изменением количества сахара и величины pH можно добиться ускорения процесса гелеобразования. Наоборот, замедлить гелеобразование позволяет использование буферных солей-модификаторов, которыми являются, как правило, соли одновалентных катионов (например, ионов K^+) и молочной, винной, лимонной или фосфорной кислот. Катионы мешают пектиновым цепочкам сблизиться для образования геля. Результатом является увеличение времени гелеобразования и понижение его температуры. Кроме того, буферные соли повышают pH перед дозировкой кислоты, что помогает предотвратить преждевременное гелеобразование. Степень этих изменений можно регулировать концентрацией буферных солей, хотя слишком высокая дозировка солей может отрицательно сказаться на вкусе и прочности геля. Низкоэтерифицированный, то есть сильно ионогенный, пектин (0,5-1,5%-ный раствор) в Ca_2^{+} - содержащих растворах при охлаждении образует почти прозрачный, плавящийся гель. Скорость гелеобразования и прочность геля зависят от ионов, образующих комплексы с Ca^{2+} (цитраты, фосфаты), от значения pH и концентрации сахара. Низкоэтерифицированные и амидированные пектины применяются обычно в качестве загустителя и стабилизатора консистенции в производстве кисломолочных продуктов, фруктовых консервов, йогуртов, молочных десертов, напитков, кетчупов. Пектин позволяет получать термостабильные фруктовые начинки, не растекающиеся при выпечке, а также глянец для выпечных изделий [175]

- Другой группой поверхностно-активных полисахаридов являются гликолевые эфиры альгиновой кислоты, линейного полисахарида с высоким молекулярным весом, состоящие из 1,4 D- манурановой и L-

гулурановой кислот. Они производятся с различными уровнями вязкости и степенями этерификации. Увеличение степени этерификации понижает общую гидрофильность молекулы и наделяет её поверхностно-активными свойствами [179].

Альгинат натрия (E401) - загуститель и стабилизатор. По своим физическим свойствам добавка альгината натрия - это порошок кремового или светло-коричневого цвета, который хорошо растворяется в воде, удерживает влагу, обладает стабилизирующими и гелеобразующими свойствами. Применение альгината натрия в пищевой отрасли основано на способности гелеобразования [39, 67]. Производят альгинат натрия из красных и бурых водорослей, добываемых на Филиппинах и в Индонезии [40]. США, Франция, Китай и Япония являются основными производителями альгината натрия. Пищевая добавка альгината натрия получила большое применение в промышленности благодаря свойству придавать структуру и вязкость жидким растворам. Спрос на альгинат натрия растет с каждым годом.

Альгиновая кислота и ее соли (альгинаты) используются в качестве загустителей и гелеобразователей в плавленом сыре, твороге, мясных и рыбных продуктах, майонезах, соусах, мороженом, десертах и других. Добавляют альгинат натрия в количестве 2-30 г/кг в зависимости от вида продукта. Допустимая норма суточного потребления альгината натрия составляет не более 20 г/кг веса. Добавка альгината натрия разрешена для использования в большинстве стран мира. Альгинат натрия способствует выведению из организма человека радионуклидов и солей тяжёлых металлов [39, 76].

Карбоксиметилцеллюлоза (E 466) – используется в пищевой промышленности в качестве загустителя, стабилизатора, регулятора консистенции, связывающего агента, входит в состав клея и смесей для капсулирования и таблетирования [45]. Основные функциональные свойства карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ): вязкость 500-12000 единиц; не имеет

запаха и вкуса, физиологически безвредна в форме натриевой соли, является одной из самых популярных пищевых добавок. Она хорошо растворима в холодной и горячей воде, однако является ионогенным эфиром целлюлозы, и ее действие зависит от концентрации соли и свойства среды. КМЦ используют для приготовления следующих продуктов: мороженое, майонезы, соусы, оболочки для мяса, рыбы, кондитерских изделий и других. Обычно дозировка составляет 1-8 г/кг. Стабилизирующее действие КМЦ на фруктовый сок с мякотью основано на нейтрализации образующимися при диссоциации отрицательно заряженными молекулами КМЦ положительного заряда поверхности взвесей частиц. Таким образом, сокращается возможное взаимодействие между заряженными частицами, способных вызывать флокуляцию. Гидроколлоиды используются для повышения стойкости пены в продуктах, таких как взбитые сливки, пиво и другие. Чем больше пена содержит свободной воды, тем меньше ее стойкость. Снизить количество свободной воды можно, добавив КМЦ, которая растворима в холодной воде. Добавка гидроколлоидов составляет, как правило, 0,1-0,6%. КМЦ, благодаря своей способности связывать воду, может регулировать ее активность (a_w) в пищевых продуктах, то есть выполняет функцию влагоудерживающего агента, предохраняя продукты от высыхания, а также ухудшая условия существования микроорганизмов. Это способствует увеличению сроков годности пищевых продуктов [76]. Карбоксиметилцеллюлоза придает готовому изделию устойчивость к низким температурам, теплу и механическому воздействию; позволяет уменьшить потери влаги при термообработке продуктов и в процессе последующего хранения; замедляет процесс кристаллизации при хранении сбивных масс. Нормы применения КМЦ, в г/кг продукта: регуляторы консистенции в десертах – 1-3; мороженое и желе – 2-8; майонезы, соусы, кремы и пасты – 3-8; оболочки для мяса, рыбы, кондитерских изделий, орехов – 5-20 [68].

Ксантановая камедь (E415) (ксантан, камедь кукурузного сахара, ксантановая смола, ксантановый воск) – природный полисахарид;

натуральная пищевая добавка, используется в производстве продуктов питания в качестве стабилизатора, загустителя, гелеобразователя, средства для капсулирования; увлажняющее средство в косметической промышленности [84]. По химической природе ксантановая камедь представляет собой полисахарид, полученный путем ферментации с использованием бактерии *Xanthomonas campestris*. Ксантан представляет порошок белого или серого цвета, не имеющий запаха и вкуса. Вещество хорошо растворяется в воде, не теряет своих свойств в широком диапазоне кислотности и температур. Ксантановая камедь является очень сильным загустителем, чье действие совершенно не зависит от кислот, солей, нагрева и механического воздействия [124, 168]. При взаимодействии с другими загустителями, особенно с камедью рожкового дерева, ксантан образует тиксотропные гели, плавящиеся при 80-90°C. Благодаря химической стабильности и независимости от внешних воздействий, ксантан особенно пригоден для загущения и/или гелеобразования сильнокислых и солесодержащих продуктов. Он оказывает хорошее стабилизирующее действие на эмульсии, суспензии и пены. В майонезах, соусах, молочных продуктах, фруктовых и овощных консервах ксантан используется обычно в количестве 1-4 г/кг, в напитках – 0,2-0,5 г/кг.

Большинство гидроколлоидов обладают синергизмом по отношению друг к другу, т.е. при комплексном использовании способны усиливать индивидуально проявляемые свойства. Ксантановая камедь обладает синергизмом по отношению к большинству загустителей и структурообразователей [184]. Так, добавление ксантана к гуаровой камеди способствует повышению вязкости. Сочетание ксантана и камеди рожкового дерева способствует формированию гелеобразной структуры, тогда как при индивидуальном использовании гелеобразования не происходит. Поэтому в пищевой промышленности всего мира такое широкое применение находят смеси загустителей и гелеобразователей [190]. Чаще всего их называют стабилизаторами, стабилизационными системами или стабилизаторами-

загустителями. Если же в их состав входят эмульгаторы, то смеси носят название стабилизаторов-эмульгаторов. До сих пор эти виды комплексных пищевых добавок были представлены только зарубежными торговыми марками (Grindsted, Palsgaard, Cremodan). Однако сейчас появились стабилизаторы и эмульгаторы отечественного производства (например, Стабилан) [57].

Таким образом, применение полисахаридов актуально в кондитерской промышленности. Они оказывают благоприятное влияние на жизнедеятельность человека, выводя из организма токсичные металлы, радионуклиды, патогенные бактерии; нормализуют обмен веществ. Полисахариды обладают влагоудерживающей и жиросвязывающей способностью, эмульгирующими свойствами и термостабильностью, а также снижают себестоимость готовой продукции. Некоторые растительные биоволокна обладают высокой антиоксидантной активностью, то есть замедляют процессы окисления и, следовательно, могут увеличивать срок хранения продуктов [60]. Следовательно, применение полисахаридов является перспективным направлением.

1.3.3 Сахарозаменители

Для снижения сахароёмкости кондитерских изделий используют сахарозаменители. В настоящее время роль заменителей сахара выполняют высокоинтенсивные подсластители, низкокалорийные объёмные подсластители (сахарозаменители) и наполнители [56]. Сахарозаменители и подсластители добавляются к продуктам питания для придания им сладкого вкуса, а также выполняют другие технологические функции сахара [71]. Существуют различные классификации подслащивающих веществ: по происхождению, по степени калорийности, по степени сладости, по химическому составу, по пищевым критериям [67] и другие. Низкокалорийные объёмные подсластители, коэффициент сладости, которых

близок к сахарозе ($K_{сл} \approx 1$), придают изделию необходимый объём с меньшим вкладом в калорийность готового изделия. Наиболее распространенными объёмными сахарозаменителями являются ксилит, сорбит, маннит, изомальт, эритрит, лактит, мальтит и его производные, тагатоза и другие. Высокоинтенсивные подсластители ($K_{сл} > 1$) обеспечивают высокую степень сладости без придания изделию объема. К интенсивным подсластителям искусственного и синтетического происхождения относят: аспартам, неотам, ацесульфам калия, сахарин, цикламат, сукралозу, глицеризин, стевиозид, тауматин и другие. Использование сахарозаменителей позволяет производить низкокалорийные и диетические кондитерские изделия, которые полностью или частично лишены легкоусвояемыми углеводами [95]. Благодаря отсутствию глюкозного фрагмента заменители сахара не требуют для усвоения инсулина и используются в производстве продуктов для больных сахарным диабетом [67]. Вкусовые ощущения, придаваемые пищевым продуктам подсластителями и сахарозаменителями, не совсем идентичны вкусу сахарозы и отличаются развитием ощущений во времени и характеристиками послевкусия. Важной задачей является использование заменителей сахара в комбинациях, позволяющих получить вкусо-ароматический профиль подобный сахарозе. Ряд сахарозаменителей характеризуется отрицательной энтальпией раствора, благодаря чему возникает так называемый «освежающий эффект». Это свойство используется, например, в производстве мятных леденцов и конфет, но для большей части кондитерских изделий этот эффект нежелателен и ограничивает применение эритрита, сорбита, маннита, ксилита [59]. Другим важным фактором при выборе сахарозаменителей является температура плавления. Для лактита, сорбита и ксилита она колеблется в диапазоне 92-101°C, что приводит к их деструкции при высокотемпературной обработке.

Изомальт (E953) - сахарозаменитель, полученный из сахарозы путем ферментативной обработки в изомальтулозу с последующим каталитическим гидрированием. Изомальт представляет собой смесь глюкозо-маннитола и

глюкозо-сорбитола. Поскольку в изомальте содержится очень мало глюкозы, сорбита и маннита, то питательные вещества для жизнедеятельности микроорганизмов практически отсутствуют, поэтому изделия с изомальтом характеризуются высокой микробиологической стойкостью [59]. Положительным свойством изомальтита является его низкая энергетическая ценность - 2 кал/г. Степень сладости изомальта составляет 0,45- 0,60. Изомальт часто используют в комбинации с интенсивными подсластителями. Он маскирует горьковатый привкус некоторых из них. При вкусовых качествах близких к сахарозе, он плохо всасывается стенками кишечного тракта, что позволяет его использовать при приготовлении диабетических продуктов. Изомальт придает продуктам объем и требуемую структуру. Благодаря низкой гигроскопичности, изделия с использованием изомальта не бывают липкими и имеют длительный срок годности. Этот сахарозаменитель не подвергается воздействию кислотообразующих бактерий ротовой полости и предотвращает развитие кариеса [71]. Кроме того, продукты на основе изомальта имеют низкий гликемический индекс [59]. Этот сахарозаменитель используется в качестве наполнителя в жевательной резинке, грильяже, мятной и твердой карамели, сбивных изделиях и других [11, 15, 28]. Имея температуру плавления 145°C, изомальт используется в продуктах, требующих экструзию и термообработку [19].

Эритрит - относится к тетраолам, а с 1990 г. применяется в качестве подсластителя в производстве некоторых видов пищи и напитков. Этот сахарозаменитель – белый порошок с чистым сладким вкусом, подобным сахарозе, по интенсивности соответствует 70% ее сладости. Как и другие полиолы, он не вызывает кариеса и безопасен для больных сахарным диабетом, не оказывая влияния на подъем глюкозы и инсулина в крови. Однако в отличие от других полиолов, он обладает низкой энергетической ценностью (0,2 кал/г), которая составляет примерно 7-13% их калорийности и около 5% калорийности сахарозы [95].

Сахарозаменитель эритритол употребляется людьми на протяжении тысячелетий. Он входит в состав фруктов, овощей и других продуктов, в мг/л: виноградное вино – 130-300; фруктовые ликеры – 70; дыни – 22-50; виноград – до 42. Эритритол применяется в Японии как пищевая добавка во многих японских блюдах с 1990 года, а в США употребляется с 1997 года. Эритритол является одним из наилучших сахарозаменителей, применяемых в диетотерапии, направленной на снижение массы тела. Клинические исследования показали, что ежедневное потребление эритритола в количестве 1 г/кг массы тела взрослых людей отлично переносится с пищей, по сравнению с сахарозой. Он хорошо сочетается с низкокалорийными сахарозаменителями, такими, как аспартам и ацесульфам К, что позволяет повысить интенсивность сладкого вкуса при снижении количества входящих компонентов. Кроме того, добавление эритритола к другим сахарозаменителям позволяет избавиться от горького привкуса, присущего некоторым сладким веществам. Благодаря уникальному сочетанию физико-химических и физиологических характеристик эритритол находит все более широкое применение при выпечке многих видов мучных кондитерских изделий, где его введение в рецептуру позволяет, помимо снижения калорийности продуктов, значительно улучшить их стабильность и увеличить гарантированные сроки их реализации. Согласно международным документам, эритритолу присвоен наивысший возможный статус безопасности, в связи, с чем возможная дневная норма потребления эритритола «не имеет ограничений».

Таким образом, эритритол, учитывая его природное происхождение, удачный набор физико-химических свойств и характеристик как пищевого ингредиента, имеет очень широкую и все более расширяющуюся область применения. В сочетании с полной безопасностью его можно рассматривать в качестве одного из наиболее перспективных видов сахарозаменителей в настоящее время [71].

Сорбит (E420) - шестиатомный полиол с конфигурацией асимметричных атомов С, как у глюкозы. Относительная сладость 0,6. Сорбит является промежуточным продуктом при синтезе крахмала, целлюлозы, фруктозы, сорбозы и аскорбиновой кислоты. Он не токсичен, сладок на вкус, не вызывает изменений количества сахара в крови и не провоцирует дополнительной выработке инсулина поджелудочной железой. Сорбит и сорбитный сироп часто относят к новым видам пищевых продуктов. Пищевой сорбит находит применение в кондитерской промышленности. Его используют вместо сахара в печенье, в вафлях, в кремах и других продуктах, предназначенных для больных сахарным диабетом. Высокая гигроскопичность, его способность удерживать воду очень ценна в кондитерском производстве для сохранения свежести изделий. Сорбит является прекрасным стабилизатором влажности в продуктах при разных климатических условиях в течение длительного времени [71].

1.4 Физико-химические процессы в кондитерских кремах эмульсионно-пенной структуры

В литературном обзоре, представленном в настоящей главе, обсуждаются теоретические и экспериментальные исследования, проводимые в рамках проблемы дисперсных кондитерских систем, в первую очередь, эмульсий и пен. Рассматриваются вопросы получения, образования структуры, неустойчивости и стабилизации, другие физико-химические свойства этих систем, связанные, в основном, с наличием в них белок-полисахаридных смесей (БПС) Кроме этого, обсуждаются функциональные аспекты использования БПС в кондитерских изделиях. Особое внимание уделяется новейшим западным исследованиям в отмеченных областях в силу того, что результаты и методы таких исследований, к сожалению, недостаточно известны в России. Наличие в списке литературы 104 цитированных работ зарубежных авторов за последние 10 лет (вплоть до

2015 года) позволяет надеяться, что современное состояние проблемы отражено достаточно адекватно. Поэтому можно надежно выявить место исследований, проведенных в настоящей диссертационной работе, в ряду подобных новейших исследований, а также сделать вывод об их актуальности.

1.4.1 Макроскопическая устойчивость и неустойчивость пищевых дисперсных систем

Общеизвестно, что дисперсии относятся к неустойчивым системам, в частности, из-за большой площади межфазной поверхности и, следовательно, из-за повышенной внутренней энергии, значительная часть которой представляет собой поверхностную энергию. Такие дисперсии, как жидкие пены и эмульсии, подобно многим пищевым системам по своим физическим свойствам относятся к «мягким» конденсированным веществам [150]. Трудности, возникающие при исследовании пищевых масс, заключаются в том, что различные компоненты этих масс обычно оказываются в условиях, далеких от термодинамического равновесия. Дополнительная сложность состоит в том, что эти массы обладают множеством временных масштабов при стремлении к равновесному состоянию.

Устойчивость равновесия модельных механических и физических систем, определяется поведением полной потенциальной энергии U вблизи состояния равновесия, исследуемого на устойчивость [14]. В этой работе статический и энергетический критерий неустойчивости формулируется следующим образом: положение равновесия системы неустойчиво в малом, если существуют такие бесконечно малые кинематически допустимые отклонения от положения равновесия, при которых U уменьшается, $\Delta U < 0$. Напротив, если при любых бесконечно малых кинематически допустимых отклонениях от положения равновесия U не уменьшается, $\Delta U > 0$, то это положение равновесия устойчиво в малом объеме. В механике дискретных сред (т.е. систем с конечным числом степеней свободы) приведенные

статические определения обоснованы динамически в смысле теории устойчивости, созданной А.М. Ляпуновым в 1892 году [52].

К сожалению, весьма мощный аппарат исследования явлений устойчивости и неустойчивости, основанный на отмеченных статических критериях, к дисперсным пищевым системам непосредственно не применим, т.к. исходное состояние таких систем, как правило, является неустойчивым. Тем не менее, особенности изменения потенциальной энергии U и, быть может, величины других функций (например, диссипации энергии, энтальпии и энтропии) и параметров (например, вязкости) при малых возмущениях дисперсной пищевой системы определяют поведение этих систем. Под поведением системы здесь мы имеем в виду формы и скорость стремления системы к положению термодинамического равновесия, в котором энергия U имеет минимум (т.е. $\Delta U > 0$ при любых допустимых малых возмущениях, вызванных, например, изменением рН среды, температуры, граничных условий или взаимного положения частиц среды).

Наименьшим значениям U отвечают те положения равновесия системы, в которых она разделяется на макроскопические фазы. Расслоение многофазной пищевой системы (коллоидного раствора, пены или эмульсии) приводит к образованию монофазных слоев. Соответствующие расслоению значения U мы условно назовем макроскопическими минимумами. В пищевой технологии равновесия, отвечающие макроскопическим минимумам, является нежелательным, т.к. в этих положениях система теряет дисперсность и перестает отвечать своему назначению. Макрофазы, если они остаются жидкими, в изотермическом равновесном состоянии образуют N_l горизонтальных слоев, расположенных по вертикали так, что плотность вещества ρ на каждой межслойной границе с увеличением глубины скачком увеличивается или, по крайней мере, не уменьшается, т.е. $[\rho] \geq 0$. Для простых (без добавления БПС) двойных дисперсий число макрофаз $N_{mph}=2$, например, для жидкой эмульсии это масло и вода, для жидкой пены – газ и жидкость.

Для простых жидких кондитерских систем эмульсионно-пенной структуры в состоянии равновесия возникло бы $N_{mph}=3$ макрофазы: газ, жидкость, масло.

Если фазы простой жидкой дисперсии образованы несжимаемым веществом, то можно показать, что в состоянии, отвечающем макроскопическому минимуму, каждая макрофаза образует единственный слой и, следовательно, число слоев равно числу фаз, т.е. $N_{mph}=N_l$. В этом случае макроскопический минимум совпадает с глобальным минимумом полной потенциальной энергии U . Слои несжимаемой жидкости расположены по глубине согласно увеличению их плотности, и такое их расположение отвечает устойчивому состоянию равновесия. Нарушение этого условия, т.е. выполнение неравенства $[\rho]<0$ хотя бы на одной из межслойных границ (инверсия плотности), приведет к возникновению неустойчивости Рэлея-Тейлора [178]. При этом потеря устойчивости начинается с искривления горизонтальной межслойной границы, далее жидкости инвертированных слоев проникают друг в друга довольно сложным образом и, наконец, слои меняются местами. Если капиллярные силы, вызывающие поверхностное натяжение, существенны, то короткопериодные возмущения межслойной границы «запираются».

В случае, когда макрофазы образованы сжимаемыми жидкостями, плотность которых увеличивается с давлением p ($dp/d\rho>0$), ситуация существенно осложняется, несмотря на то, что необходимым и достаточным условием устойчивости равновесия остается выполнение неравенства $[\rho]\geq 0$ на всех межслойных границах [32, 73]. Дело в том, что макроскопический минимум полной потенциальной энергии U многофазной системы уже не является единственным, как в случае несжимаемых жидкостей. Так, для двухфазной системы ($N_{mph}=2$) U достигает минимума при разделении фаз на два слоя ($N_l=2$) без инверсии плотности. Но возможны равновесные конфигурации, в которых, например, первая фаза образует два слоя, разделенные слоем второй фазы. Если при этом на межслойных границах

выполняются неравенства $[\rho] \geq 0$, то в такой конфигурации энергия U также достигает минимума. Таким образом, $N_l \geq N_{mph}$. Последнее неравенство справедливо при любом количестве фаз: устойчивое равновесие для сжимаемых фаз может реализовываться и тогда, когда количество слоев в расслоенной системе превышает число фаз. Важно отметить, что толщины слоев в равновесном состоянии не являются жестко фиксированными, они могут варьироваться в определенных пределах. Поэтому для сжимаемых фаз расслоенное равновесное состояние, на котором U достигает минимума, может быть реализовано на бесконечно большом числе конфигураций (даже при конечном числе слоев).

Отметим, что в случае упруго-сжимаемых макрофаз, помещенных в сосуд с жесткими гладкими стенками, потенциальная энергия U складывается из гравитационной B и упругой W энергий. При этом инверсия плотности $[\rho] < 0$ хотя бы на одной межслойной границе является необходимым и достаточным условием неустойчивости, как и в случае несжимаемых жидкостей. Этот результат для невязких жидких фаз строго обоснован в работе [73]. В этой же работе показано, что наличие вязкости не влияет на результат: при учете вязкости устойчивая система остается устойчивой, неустойчивая – неустойчивой. Если хотя бы один из слоев является твердым упругим телом, то для реализации неустойчивости инверсия плотности должна превышать некоторое пороговое значение с тем, чтобы преодолеть увеличение упругой энергии W , вызванное возникновением касательных напряжений. При наличии твердого слоя процесс неустойчивости, вообще говоря, не доходит до конца (смена слоев местами), он может обрываться на начальной стадии.

Из сказанного выше становится ясно, почему многофазные дисперсные системы имеют такое большое разнообразие форм развития неустойчивости и почему так трудно эффективно задерживать развитие неустойчивости. Действительно, из достигнутого в результате технологического процесса

(processing) неравновесного состояния для системы существует огромное число путей, по которым она может снижать свою потенциальную энергию и стремиться к реализации того или иного минимума U .

1.4.2 Формы стремления к термодинамическому равновесию пен и эмульсий

В дисперсных системах поведение U и других термодинамических функций во многом зависит от баланса различных сил взаимодействия между частицами дисперсной фазы [61, 62]. Основные из них – это силы притяжения Ван-дер-Ваальса и силы отталкивания [50, 51]. Первые из них имеют разную природу, но действуют между молекулами независимо от их полярности. Силы отталкивания, в основном, имеют электрическую природу. Физическая модель, известная под аббревиатурой DLVO по фамилиям создателей модели [50], позволяет объяснить процессы неустойчивости для частиц дисперсной фазы. Модель основана на анализе потенциала взаимодействия, который складывается из потенциалов притяжения и отталкивания. Эти потенциалы ведут себя по-разному с изменением расстояния между частицами, и поэтому результирующий потенциал имеет нетривиальный характер изменения с этим расстоянием: на одних расстояниях преобладает притяжение, на других – отталкивание.

В современной научной литературе, в первую очередь, в зарубежной развитию неустойчивости в пищевых дисперсных системах посвящены работы обзорного характера, например [60, 61, 135, 157]. Так как цель настоящей диссертационной работы состоит в совершенствовании технологии масляного крема, то основной интерес для нас представляет типы неустойчивости в эмульсионно-пенных системах. К сожалению, работы, посвященные теоретическому и экспериментальному исследованию таких типов неустойчивости, в литературе отсутствуют. Лишь в редких работах представлено эмпирическое изучение неустойчивости в эмульсионно-пенных

системах [29]. Поэтому ниже теоретические вопросы устойчивости и неустойчивости рассматриваются отдельно для пен и эмульсий.

Формами стремления к равновесию для эмульсий являются расслоение, флокуляция, коалесценция, обращение фаз и реже нарушение пропорциональности [61, 191, 192]. Расслоение эмульсии происходит из-за различия в плотности между дисперсной фазой и непрерывной средой, что ведет к объемной сепарации под действием тяжести. Осаждение частиц дисперсной фазы происходит, если плотность ее выше плотности непрерывной среды. Однако чаще имеет место расслоение с подъемом дисперсной фазы вверх, так как в большинстве случаев в эмульсиях типа «масло/вода» плотность масла ниже плотности жидкой дисперсионной среды. Флокуляция может происходить в эмульсии, когда энергия Ван-дер-Ваальса превосходит энергию сил отталкивания [164]. При флокуляции несколько капелек масла объединяются и формируют кластер, причем каждая капелька остается целой, т.е. содержимое капелек не смешивается. Процесс коалесценции протекает аналогично с той только разницей, что содержимое капелек объединяется, а давление Лапласа заставляет результирующую каплю быстро принять сферическую форму. На основе отмеченных механизмов эмульсия расслаивается, и, в конечном счете, приобретает термодинамическую устойчивость.

В пенах формы развития неустойчивости во многом совпадают с аналогичными формами для эмульсий [195, 196]. В поле силы тяжести наблюдаются коалесценция, потеря пропорциональности, расслоение и др. Однако в пенах наблюдаются и специфические типы развития неустойчивости, обусловленные дренажными явлениями и образованием межфазного градиента поверхностного натяжения. В числе прочих могут реализоваться эффект Гиббса-Марангони, разрыв истончившихся пленок, а также конвекция [117, 123, 159, 195, 194].

1.4.3 Стабилизация масс эмульсионной и пенной структуры на основе БПС

Как отмечается во многих работах, важной задачей является разработка способов и технологий повышения степени устойчивости дисперсной пищевой системы. Следует отметить, что отмеченная формулировка является некорректной и не способствует пониманию проблемы. Такая формулировка может быть использована по отношению к системе, находящейся в равновесии, а продукт (или полуфабрикат) в виде жидкой пены или эмульсии изначально находится в неустойчивом (т.е. неравновесном) состоянии. Повышать устойчивость такой системы невозможно, можно лишь снижать скорость ее перехода в устойчивое расслоенное состояние и, следовательно, увеличивать срок хранения продукта или полуфабриката. Не исключено, что, помимо макроскопических, существуют и микроскопические (наш термин) минимумы функции U , соответствующие локальным равновесиям пены и эмульсии, которые все еще остаются в диспергированном состоянии. Однако, нам неизвестны теоретические или экспериментальные результаты, подтверждающие такую возможность. Дополнительным требованием может оказаться подавление каких-либо определенных (из отмеченных выше) форм стремления к равновесию [112, 126, 158, 193]. Именно в описанной интерпретации и понимается проблема стабилизации пен и эмульсий, которой посвящены многочисленные работы [67, 105, 137, 164, 168]. Основным подходом является добавление поверхностно-активных веществ (ПАВ), белков и полисахаридов. Стабилизации дисперсных систем пытаются достигать за счет создания защитных граничных слоев вокруг частиц (капелек в эмульсии или пузырьков в пене) [102, 104,]. Свойства этих граничных слоев зависят от состава и структуры адсорбированного материала, что, в свою очередь, определяет свойства дисперсии [162, 173, 187, 199]. Следует отметить, что неустойчивости в эмульсиях и пенах возникают еще при их формировании. Поэтому, как правило, способы

повышения эмульгирующих или пенообразующих свойств дисперсий являются одновременно и способами их стабилизации. Роль БПС в стабилизации пен и эмульсий подробно рассматривается ниже.

Белки на поверхностях раздела фаз

Белки обладают определенной поверхностной активностью, которая позволяет им играть важную роль в формировании и стабилизации эмульсий и пен на основе комбинаций электростатических и стерических механизмов. Стерический механизм – это эффект влияния на взаимодействия между молекулами их формы и/или пространственного расположения [113, 143]. Практические наблюдения показывают, что не все белки являются одинаково поверхностно активными, даже при том, что все они являются амфифильными и большинство их содержит сходные содержания полярных и неполярных аминокислотных остатков [174]. Значительные расхождения в поверхностных свойствах различных белков связаны с такими физико-химическими свойствами, как размер, форма, состав аминокислот и их последовательность, заряд. Кроме вышеупомянутых свойств белков, связанных с их молекулярным фактором, с поверхностной активностью в дисперсных системах, возникают и внешние факторы, такие как pH, ионная сила и температура [153, 167]. Слабое пенообразование и невысокие эмульгирующие свойства растительных белков в нейтральных или кислых водных растворах, по сравнению с молочными белками, вероятно, обусловлено различиями в скорости адсорбции белков [137]. Разработаны новые способы улучшения этих показателей для растительных белков. Так, пенообразующие свойства соевых глобулинов, особенно при высокой ионной силе, улучшаются при добавлении сахарозы, которая оказывает комплексное воздействие на динамические свойства поверхности [173]. Улучшение свойств овощных белков наблюдалось после ограниченного ферментативного гидролиза [172].

Полисахариды на жидких поверхностях раздела фаз

Полисахариды являются стабильными, безопасными, нетоксичными, гидрофильными и разлагаемыми натуральными биополимерами [197]. Они широко распространены в природе, весьма разнообразны и, как правило, относительно дешевы. Полисахариды включают в свой состав разнообразные и многочисленные реактивные группы, демонстрируют широкий спектр молекулярных масс и химических составов, что способствует их структурной изменчивости [162]. Большинство полисахаридов, имеющих высокий молекулярный вес, являются гидрофильными и, вообще говоря, не имеют ярко выраженной тенденции адсорбироваться на жидких поверхностях раздела. Наиболее распространенными полисахаридами, которые используют в производстве пищевых эмульсий и пен являются пектин, ксантановая камедь, каррагинан, аравийская камедь (гуммиарабик), гуаровая камедь [168]. В отдельных случаях поверхностная и межфазная активность полисахаридов, видимо, обусловлена наличием белковых примесей (2-4%) [109]. Гуммиарабик, широко используемый для стабилизации жировых шариков эмульсии, адсорбируется на каплях масла так, что углеводные фрагменты ориентируются на поверхности в водный раствор [163]. Пектины могут обладать поверхностно-активной природой, благодаря наличию ацетильных групп (4-5%), повышающих гидрофобный характер [185]. Полисахариды, являющиеся производными целлюлозы, также имеют сильную тенденцию к накоплению на межфазных границах воздух-вода и масло-вода [168]. Тем не менее, только четыре из них используются в пищевом производстве благодаря их возможности снижать поверхностное натяжение: метилцеллюлоза (МЦ), карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), гидроксипропилцеллюлоза (ГПЦ) и гидроксипропилметилцеллюлоза (ГПМЦ) [170].

БПС на жидких поверхностях раздела

Срок перехода в стабильное расслоенное равновесие можно увеличить при использовании комбинаций белков и полисахаридов, что позволяет управлять реологией и структурой непрерывной фазы [177, 160, 181]. Белки и полисахариды влияют на структурные и реологические свойства пищевых систем вследствие агрегирующего и желирующего воздействия. Синергетические эффекты, возникающие при смешивании белков и полисахаридов (БПС), имеют большое прикладное значение и позволяют совершенствовать технологические процессы, снижать себестоимость продуктов и создавать новые функциональные изделия со специфической микро и макроструктурой [97]. По сравнению с моно- или дисахаридами, полисахариды, при их взаимодействии с белками, приводят к значительному улучшению физических и химических характеристик белков, таких как термостойкость, эмульгирующая способность и антиоксидантные свойства [185].

Отметим, что в зарубежной литературе, в основном, исследуется влияние БПС, представляющих собой смесь протеина с одним полисахаридом, например, с гуммиарабиком [134], пектином [136, 138, 146], ксантановой камедью [124]. Только недавно начали появляться работы, где исследуются комбинации двух полисахаридов [175, 200]. Наличие большего числа полисахаридов (а именно, трех) в БПС является одной из отличительных черт настоящей диссертационной работы по сравнению с современными зарубежными работами.

Молекулы белка и полисахаридов могут быть соединены ковалентной связью, при которой атомы связываются с помощью общих электронных пар и обеспечивается сильное и длительное взаимодействие [98]. Такая связь может быть достигнута в результате реакции Майяра [101]. В этой реакции, известной еще как гликирование (glycation) ковалентная связь возникает между аминокгруппой белка и карбонильной группой полисахарида, вызванной сухим нагревом БПС. При этом может улучшиться растворимость белка, его способность удерживать воду, а также, при определенных

условиях (а именно, при значениях pH , близких к изоэлектрической точке pI), повышается его эффективность в качестве поверхностного стабилизатора на границах частиц дисперсной фазы [131, 168]. Некоторые исследователи отмечают [131, 162], что помимо перечисленных эффектов реакции Майяра, которая не требует дополнительных химических веществ и происходит естественным образом в условиях с контролируемым временем, температурой, pH и влажностью. Все перечисленные выше свойства позволяют заключить, что гликирование является перспективным методом модификации белков в пищевой промышленности [131]. Поэтому в последние годы наблюдается растущий интерес к физико-химическим свойствам и структуре продуктов гликирования [119, 188, 198].

Помимо ковалентной связи, молекулы белка и полисахарида могут связываться между собой на основе физических взаимодействий. Эти нековалентные взаимодействия (электростатические и гидрофобные взаимодействия, водородное соединение и т.д.) между биополимерами влияют на характеристики защитных граничных слоев и, следовательно, играют важную роль в процессах формирования и стабилизации дисперсий [100, 101, 106]. Для ионных полисахаридов вклад электростатических взаимодействий является преобладающим. Сильные электростатические комплексы образуются, как правило, в смесях с положительно заряженными белками ($pH < pI$) и отрицательно заряженными полисахаридами. Более слабые обратимые комплексы имеют тенденцию формироваться между анионными полисахаридами и белками, несущими почти нулевой суммарный заряд ($pH = pI$) или отрицательный заряд ($pH > pI$). Таким образом, при изменении pH фактора и/или ионной силы водной фазы прочность белок-полисахаридного взаимодействия может существенно отличаться [98, 108, 146].

1.5 Обоснование темы и задачи исследования

Белки и полисахариды – природные биополимеры, которые используются в качестве функциональных ингредиентов в технологических процессах пищевой, фармацевтической, косметической и других отраслей. Смеси биополимеров применяются для стабилизации пены и эмульсий, которые относятся по своей сути к неустойчивым системам, в частности, из-за большой поверхности раздела дисперсных фаз [8, 61]. Механизм повышения устойчивости таких дисперсных систем заключается в создании биополимерами защитных пограничных слоев вокруг капелек эмульсии или пузырьков пены [62]. Традиционно в качестве стабилизатора использовались белки, которые, как известно, обладают высокой поверхностной активностью. Относительно недавно было установлено, что долгосрочная стабильность эмульсий и пен повышается, если дополнительно к белку вводить полисахариды, которые, как известно, способны создавать сетевую структуру дисперсионной среды, что упрочняет дисперсную фазу и замедляет ее разрушение [8, 61, 62].

В целях повышения устойчивости пен в качестве стабилизатора поверхности раздела фаз воздух-вода обычно используются бинарные смеси биополимеров, состоящие из белка и одного полисахарида (β -лактоглобулин + аравийская камедь, β -лактоглобулин + пуллулан, изолят сывороточного белка + аравийская камедь, альбумин яичного белка + пектин и т.д.) [121]. Бинарные белок-полисахаридные смеси (БПС) формируют более прочные межфазные пленки, чем просто белковый стабилизатор, что было использовано при разработке новых продуктов, таких как клубничное мороженое, лимонный шербет, охлажденный молочный мусс и другие. В этих продуктах пузырьки воздуха обладают повышенной стабильностью, препятствующей их коалесценции и, следовательно, укрупнению, что создает субъективное восприятие бархатистости и повышает органолептическую оценку качества. Еще более широкое применение имеют БПС для

стабилизации эмульсий. Это объясняется тем, что на практике образование эмульсии может контролироваться лучше, чем создание пен. В основном, для стабилизации эмульсий также используются бинарные БПС, в которых в качестве белка применяют гороховый глобулин, α -глиадин, β -лактоглобулин или изолят сывороточного белка, а в качестве единственного полисахарида – аравийскую камедь, альгинат, каррагинан, карбоксиметилцеллюлу, пектин или хитозан [116]. БПС вводят на стадии эмульгирования или добавляют в эмульсию в две стадии по так называемой технологии «слой за слоем». В этом случае, вначале эмульсию стабилизируют только белком, а затем добавляют полисахарид, что обеспечивает межфазное комплексообразование на границе раздела фаз. Двухстадийная технология стабилизации эмульсии биополимерами широко используется в промышленном производстве [161]. Полученные пленки на фазовой границе масло-вода характеризуются высокой эластичностью и большим временем релаксации напряжений. При этом все авторы подчеркивают важность контроля как соотношения белка и полисахарида в смеси, так и концентрации масляной фракции в эмульсии [60]. Кроме того, выявлено, что использование БПС позволяет получать термостабильные эмульсии, которые не формируются в присутствии лишь белкового эмульгатора [165].

В современных зарубежных публикациях основные усилия направлены на выявление наиболее важных физико-химических параметров интерфейсов: pH, ионной силы, общей концентрации и плотности заряда биополимеров и т.д. [108, 115, 189]. При этом подавляющее большинство исследований, опубликованных в открытой печати, проводится на основе бинарных БПС, состоящих из одного белка и одного полисахарида. Гораздо реже встречаются работы, в которых рассматриваются смеси двух полисахаридов. Кроме того, стабилизация пищевых масс биополимерами изучается лишь для базовых типов дисперсных систем, а именно: для пен и эмульсий. Замечая, что одни и те же биополимеры повышают стабильность как пен, так и эмульсий, логично предположить возможность их

положительного воздействия и на стабилизацию более сложных систем, в частности, систем эмульсионно-пенной структуры. В работах [13] в упрощенной постановке изучалось влияние биополимеров на устойчивость и качество модельного крема эмульсионно-пенной структуры. Было установлено, что эти характеристики улучшаются при добавлении некоторых оптимальных БПС. При этом положительное воздействие может быть усилено, если к белку добавлять не один, а несколько полисахаридов. В качестве реальных кремов были выбраны масляные кремы «Шарлотт» и «Глясе», обладающие прекрасными вкусовыми признаками и привлекательным внешним видом. Торты, украшенные этими кремами пользуются большим спросом у потребителя. Крем масляный представляет собой дисперсную систему эмульсионно-пенной структуры, в которой дисперсной фазой являются пузырьки воздуха и капельки жира, а дисперсионной средой – сахаро-молочно-яичный сироп.

Традиционные способы приготовления кремов имеет ряд недостатков, связанных с рецептурой. Основными компонентами кремов «Шарлотт» и «Гляссе» являются яйцо, молоко, сахар, сливочное масло. Наличие большого количества яичных и молочных продуктов в креме обуславливают повышенную влажность крема; неустойчивость при хранении; подверженность микробиологической порче. Таким образом, существует потребность в разработке рецептуры масляных кремов, обладающих повышенным сроком хранения, устойчивым при хранении и сниженной сахароемкостью.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При выполнении диссертационной работы исследования проводили в лаборатории кафедры «Высокотехнологичные производства пищевых продуктов» ФГБОУ ВПО «МГУПП», в лаборатории «Современные методы оценки качества» ГНУ НИИКП Россельхозакадемии, в лаборатории фундаментальных и прикладных исследований качества продуктов ФГБОУ ВПО «МГУПП», в эталонной нанолaborатории ФГБОУ ВПО «МГУПП», в лаборатории МФТИ.

2.1 Материалы исследования

Материалами исследования являются образцы крема «Шарлотт» и крема «Гляссе», изготовленные по традиционной технологии, а также образцы кремов типа «Шарлотт» и типа «Гляссе», изготовленные с использованием полисахаридов и сахарозаменителей. Качество полуфабрикатов оценивалось по физико-химическим показателям.

При проведении исследований использовалось основное и дополнительное сырьё, представленное в таблице 2.1. Импортное сырьё разрешено к применению в производстве пищевых продуктов органами Роспотребнадзора РФ в установленном порядке.

2.2 Методы исследования

При выполнении работы применяли общепринятые и специальные методы исследований свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Математическую обработку результатов исследований проводили с помощью программных пакетов MathCad, Microsoft Office и Surfer 8.

2.2.1 Определение массовой доли влаги

Для определения массовой доли влаги полуфабрикатов и готовых изделий используют устройство «ПИВИ-1» с автоматическим

регулированием температуры нагревателей и программируемым таймером времени. При положении ручки «Нагреватель»-«Откл.» поднимают до упора

Таблица 2.1-Нормативная документация на сырье, использованное в работе

Наименование сырья	Нормативно-техническая документация
Сахар-песок	ГОСТ 21-94
Масло сливочное	ГОСТ 32261-2013
Молоко цельное	ГОСТ Р 52090-2003
Яйцо куриное пищевое	ГОСТ Р 52121-2003
Казеинат натрия	ТУ 9229-047-00419785-97
Альгинат натрия	СанПин 2.3.2.1293-03
КМЦ	СанПиН 2.3.2.1293-03
Ксантановая камедь	СанПиН 2.3.2.1293-03
Пектин	ГОСТ 29186-91
Эритрит	СанПин 2.3.2.1293-03
Сорбат	СанПин 2.3.2.1293-03
Изомальт	СанПин 2.3.2.1293-03
Вода питьевая	СанПиН 2.1.4.1074-01
Кислота лимонная	ГОСТ 3652-69

верхнюю плиту нагревателя. Используя металлические щипцы, равномерно размещают на поверхности основания нижнего нагревателя образцы. Расположение образцов от краёв основания должно быть не менее 1,5 см. При работе на приборе «ПИВИ-1» для наилучшего использования площади берут квадратные листы бумаги с длиной стороны 16см и сгибают их пополам в виде треугольника. Края подгибают примерно на 1,5см. Приготовленные пакеты высушивают в течение 3 мин. Затем опускают

верхний нагреватель и фиксируют его защёлкой в горизонтальном положении. Устанавливают продолжительность высушивания. Ручку переводят в положение «Вкл.». После истечения заданного времени переводят ручку «Нагреватель» в положение «Откл.» и освобождают верхний нагреватель, подняв его до упора.

Определение влажности производят следующим образом. Объект исследования смешивают с предварительно просеянным, промытым и высушенным речным песком в соотношении 1:1, после чего перетирают в ступке. Масса навески объекта исследования 3г. Конверт с навеской высушивают на «ПИВИ-1» в течение 6 минут при температуре 170^oC. После окончания высушивания конверт с навеской вынимают из «ПИВИ-1» и помещают в эксикатор. После охлаждения конверт с навеской взвешивают. Высушиваемый материал равномерно распределяли внутри пакета. Взвешивание пакета и навески проводили с точностью до 0,01г. Массовую долю влаги рассчитывают по формуле:

$$W = \frac{(m_1 - m_2)200}{m_1 - m_0}, \quad (2.1)$$

где m_0 -масса конверта, г;

m_2 -масса конверта с навеской до высушивания, г;

m_1 -масса конверта с навеской после высушивания, г [72].

2.2.2 Определение плотности массы

Плотность определяют следующим образом. Измеряют объем бюксы, заполняя её дистиллированной водой и взвешивая. После этого бюксу заполняют кремом и взвешивают. Плотность определяется по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.2)$$

где m – масса бюксы с навеской, г;

V – объем бюксы, мл [91].

2.2.3 Метод определения перекисного числа жировой фракции

Определение перекисного числа проведено согласно методике МИ 2586-2000 «перекисное, кислотное число жира в кондитерских изделиях» [27] далее по ГОСТ Р 51487-99 «Масла растительные и жиры животные. Метод измерения перекисного числа».

Навеску масла массой 1.2-5.0г взвешивали с точностью 0.01г в конической колбе. В колбу с навеской приливали 10см³хлороформа, быстро растворяли пробу, приливали 15см³ уксусной кислоты и 1см³ 50% раствора йодистого калия, после чего колбу сразу же закрывали, перемешивали содержимое в течение 1 мин и оставляли на 5 мин в темном месте при температуре 15-25⁰С. Приливали в колбу 75см³ воды, тщательно перемешивали и добавляли раствор крахмала до появления слабой однородной фиолетово-синей окраски. Выделившийся йод титровали раствором тиосульфата натрия до молочно-белой окраски, устойчивой в течение 5 с.

Перекисное число ПЧ, ммоль, активного кислорода/кг, вычисляли по формуле:

$$\text{ПЧ} = \frac{(V-V_0)c}{m}, \quad (2.3)$$

где V – объем раствора тиосульфата натрия, использованный при определении, см³;

V_0 – объем раствора тиосульфата натрия, использованный при контрольном определении, см³;

c – действительная концентрация раствора тиосульфата натрия, моль/дм³

m – масса навески жира, г.

2.2.4 Метод определения кислотного числа жировой фракции

Определение кислотного числа проведено согласно методике МИ 2586-2000 «перекисное, кислотное число жира в кондитерских изделиях» [27] далее определяли по ГОСТ Р 52110-2003 «Жиры и масла животные и растительные. Определение кислотного числа и кислотности». В конической колбе вместимостью 250 см³ взвешивали навеску массой 3-5 г с точностью до 0.01 г. Затем к навеске приливали 50 см³ спиртоэфирной нейтрализованной смеси. Содержимое колбы перемешивали взбалтыванием. К раствору добавляли несколько капель фенолфталеина. Полученный раствор масла при постоянном взбалтывании быстро титровали раствором гидроокиси натрия молярной концентрации 0.1 моль/дм³ до получения слабо-розовой окраски, устойчивой в течение 30 с

Кислотное число, мг KOH/г, вычисляли по формуле:

$$КЧ = \frac{5,611 \times V \times K}{P} \quad (2.4)$$

где V -количество миллилитров 0,1 н. раствора едкой щелочи израсходованное при титровании;

K -поправка к титру раствора щелочи;

P -навеска жира, г.

2.2.5 Метод определения жирнокислотного состава жира

Жирнокислотный состав жиров определяли методом газовой капиллярной хроматографии на газовом хроматографе Carlo Erba Strumentazione, HRGC 5300 Mega Series итальянского производства с хроматографической колонкой - Chrompack Capillary column test Reporp CP 7420 по ГОСТ Р 51483-99. Метод основан на разделении метиловых эфиров жирных кислот с помощью газовой капиллярной хроматографии.

Метиловые эфиры получали методом переэтерификации жиров метанолом по ГОСТ Р 51486-99 в присутствии хлористого водорода. Для этого 20-25 мг

(1-2 капли) липидов помещали в пробирку емкостью 2мл, добавляли 0.2мл диэтилового эфира, 1.0мл метанола и 3 капли хлористого ацетила. Пробирку присоединяли к обратному холодильнику, нагревали в течение 1 часа и упаривали растворители в вакууме при комнатной температуре до удаления хлористого водорода. Образовавшиеся метиловые эфиры жирных кислот растворяли в 0.2мл гексана и анализировали на газовом хроматографе. Детектор-пламенно-ионизационный. Газ-носитель-азот.

Идентификацию жирных кислот проводили: а) путем сравнения времени удерживания стандартных веществ со временем удерживания отдельных компонентов анализируемой смеси; б) по величине эквивалентной длины цепи (ЭДЦ); в) по графику зависимости логарифма времени удерживания от числа углеродных атомов в цепи.

Количественный анализ содержания отдельных жирных кислот определяли на интеграторе C-R6A Chromatopac фирмы Shimadzu. Расчет проводили по ГОСТ Р 51483-99 методом внутренней нормализации (все компоненты смеси, представленные на хроматограмме, составляют 100%).

2.2.6 Метод определения кратности пены

Для определения кратности пены в стеклянном стакане с точностью до 0.1г отвешивали 100г исследуемой смеси. Затем смесь сбивали миксером с перерывами через каждые 60 секунд для замера объема пены [79].

Кратность пены Y , %, вычисляют как отношение прироста объема пены к первоначальному объему смеси по формуле:

$$Y = \frac{V - V_0}{V_0} \times 100, \quad (2.5)$$

где V_1 -конечный объем пены, $см^3$;

V_0 -начальный объем смеси, $см^3$;

2.2.7 Отбор проб

Отбор проб проводился в соответствии с ГОСТ 2668-85 «Продукты пищевые и вкусовые. Методы отбора проб для микробиологических анализов» и ГОСТ 5904-82 «Изделия кондитерские. Правила приемки, методы отбора и подготовки проб» [23]. Пробы крема отбирались в стерильных условиях с помощью стерильных инструментов в стерильную посуду [18]. Из разовой пробы составляли среднюю пробу. Среднюю пробу пломбировали и снабжали этикеткой, на которой указывали название продукта, дату отбора пробы. Продолжительность хранения отобранных проб крема при температуре от 0 до +4°C не превышала 2ч с момента их отбора [74].

Для проведения микробиологического анализа среднюю пробу крема массой $1,0 \pm 0,1$ г стерильно переносили в колбу с 90 см^3 стерильного физиологического раствора, тщательно перемешивали круговыми движениями и помещали в термостат при 45°C на 15-20 мин для получения однородной взвеси. 1 см^3 приготовленной таким образом взвеси содержал 0,1 г исследуемого образца (первое разведение). Из первого разведения пробы крема стерильной пипеткой отбирали 1 см^3 и переносили в пробирку с 9 см^3 стерильного физиологического раствора, другой пипеткой перемешивали путем продувания 5-10 раз и получали второе разведение (1:100). Аналогичным образом готовили разведение 10^{-3} - 10^{-4} . Продолжительность от момента приготовления разведений до посева на твердые и жидкие диагностические среды не превышала 30 мин [20].

2.2.8 Определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ)

Метод основан на количественном подсчете колоний микроорганизмов, вырастающих в глубине или на поверхности плотного питательного агара при температуре $30 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 72ч. В качестве питательного агара была использована комплексная среда ГРМ.

Для определения КМАФАнМ отбирали разведения проб крема при посевах которых на чашках вырастает не менее 15 и не более 300 колоний.

По 1 см³ каждого разведения вносили в 2 чашки Петри. Не позднее чем через 20 мин в чашки Петри с испытуемым образцом наливали расплавленную и охлажденную до 45⁰С питательную среду, осторожно и равномерно перемешивали содержимое чашек Петри. Высота слоя питательной среды составляла 4-5 мм.

После остывания среды чашки переворачивали крышками вниз и помещали в термостат при 30±1⁰С на 72 ч (предварительно подсчитывали колонии через 24 ч и 48 ч). Выросшие колонии подсчитывали на специальном приборе для подсчета колоний. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов выражали в КОЕ/г (колониеобразующих единицах). Методы исследования приведены в ГОСТ Р 50474-93 [24].

В качестве жидкой селективной среды была использована среда Кесслера с лактозой с поплавками при соотношении разведения и среды 1:10.

Пробирки с посевами помещали в термостат при температуре 36±1⁰С на 24-48 ч, после инкубации пробирки просматривали и при отсутствии признаков роста-газообразования или помутнения среды делали заключение об отсутствии колиформ в исследуемом образце. Если в пробирках наблюдалось интенсивное газообразование, помутнение и изменение цвета среды из пробирок производили посев на среду ЭНДО. Посев производили петлей по поверхности подсушенной среды штрихами для получения изолированных колоний с металлическим блеском. Чашки с посевами помещали крышками вниз в термостат с температурой 36±1⁰С на 18-24 ч. При отсутствии на поверхности среды ЭНДО типичных красных, темно-красных, розовых с металлическим блеском делали заключение об отсутствии в данном образце бактерий группы кишечных палочек. При наличии на среде ЭНДО типичных колоний готовили мазки и окрашивали их по Граму [19].

2.2.9 Определение бактерий рода *Salmonella*

Сальмонеллы – обширный род семейства энтеробактерий, включающий более 2000 сероваров, большинство которых обладает патогенными свойствами. Сальмонеллы – факультативно-анаэробные грамположительные, в основном, подвижные палочки или неподвижные (*S.pullorum*, *S.gallinarum* и др), хорошо растущие на обычных питательных средах и разнообразных пищевых субстратах.

При исследовании образцов крема на наличие сальмонелл руководствуются ГОСТ Р 50480-93 с учетом [25]. Методы микробиологического контроля готовых изделий с кремом рекомендаций МУК 4.2.762-99[58].

Метод основан на высеве определенной массы (количества) продукта, в котором нормируется отсутствие патогенных микроорганизмов, в жидкую неселективную среду, инкубирование посевов, последующее накопление бактерий в жидких селективных средах, выявлении бактерий, образующих типичные колонии на агаризованных дифференциально-диагностических средах, имеющих типичные для бактерий рода *Salmonella* биохимические и серологические характеристики [58].

Навеску крема (25г) засевают в колбу с пептонным буферным раствором в соотношении 1:9 для предварительного неселективного обогащения. Посевы инкубируют при $36\pm 1^{\circ}\text{C}$ в течение 18-24ч. По истечению этого срока производят пересев культуры из пептонного буферного раствора в две среды для селективного обогащения. Для этого 10см^3 культуральной жидкости переносят в 100см^3 магниевой среды и в 100см^3 тетратионатной среды или по 10см^3 культуры переносят в 100см^3 селенитовой среды и в 100см^3 тетратионатной среды.

Посевы инкубируют 24ч на магниевой и селенитовой средах при температуре $36\pm 1^{\circ}\text{C}$, а на тетратионатной среде при температуре $43\pm 1^{\circ}\text{C}$ Через 24ч инкубирования производят пересев на три агаризованные среды:

висмут-сульфит агар, среду Плоскирева и среду ЭНДО (или среду Левина). Посевы инкубируют при температуре $36\pm 1^{\circ}\text{C}$ в течение 24-48 ч. Через 24 ч производят предварительный учет результатов, а через 48 ч – окончательный учет выросших колоний и отмечают характерные для бактерий рода *Salmonella* свойства [6].

- на висмут-сульфит агаре – колонии черные с характерным металлическим блеском, а также зеленоватые с темно-зеленым ободком и с пигментированием среды под колонией;

- на среде Плоскирева – колонии бесцветные или слегка розовые, но более плотные, чем на среде ЭНДО;

- на среде ЭНДО – колонии круглые бесцветные или слегка розовые, прозрачные;

- на среде Левина – колонии прозрачные слабо-розовые или розовато-фиолетовые.

При отсутствии в посевах на дифференциально-диагностических средах характерных для бактерий рода *Salmonella* колоний делали заключение об отсутствии бактерий данного рода в исследуемом образце крема.

При наличии хотя бы на одной из сред характерных для данного рода колоний производили дальнейшее изучение по биохимическим и серологическим свойствам, согласно ГОСТ Р 50480-93 и с учетом рекомендаций МУК 4.2.762-99. Выделяют наиболее характерные колонии, подращивают их на мясопептонном агаре, окрашивают по Граму и далее выявляют 12 ключевых ферментативных свойств энтеробактерий: образование сероводорода, индола, наличие лизиндекарбоксилазы, орнитиндекарбоксилазы, уреазы, фенилаланиндезаминазы, утилизацию цитрата натрия (модификация цветной реакции Симмонса), малоната натрия, маннита, сахарозы, лактозы, сорбита. Для уточнения видовой принадлежности энтеробактерий проводят определение еще 12 дополнительных биохимических свойств: наличие аргининдегидролазы,

бета-галактозидазы, нитратредуктазы, утилизацию инозита, дульцита, арабинозы, рамнозы, мальтозы, адонита, раффинозы, салицина, глюкозы. Для этих целей можно использовать одноразовые системы MMT E1 и MMT E2.

Учет результатов проводят с помощью таблицы «Биохимическая характеристика энтеробактерий» или компьютерной программы «IDENT», разработанной НПО «Аллерген».

Типичными для бактерий рода *Salmonella* являются подвижные культуры, ферментирующие глюкозу с образованием или без образования газа, не ферментирующие лактозу и сахарозу, не образующие индол и ацетон, образующие сероводород. При отсутствии указанных признаков делают заключение об отсутствии сальмонелл в исследуемом образце.

Серологические исследования проводят из пробирок с суточными культурами, предварительно пересеянными на поверхность скошенного мясопептонного агара или среды, приготовленной из сухого питательного агара. Для проведения реакции петлей берут небольшое количество культуральной жидкости, помещают на предметное стекло и добавляют каплю поливалентной адсорбированной сальмонеллезной диагностической О-сыворотки, осторожно покачивают предметное стекло для получения однородной суспензии. Агглютинация наблюдается в течение 30-60сек и проявляется в виде склеивания бактериальной массы и полного или частичного просветления жидкости. При отрицательной реакции культуральная жидкость и сыворотка сохраняются в виде гомогенной смеси.

Параллельно проводят контрольную реакцию (культура+физиологический раствор) для выявления способности к самоагглютинации. При наличии данной реакции дальнейшие серологические исследования не проводят.

При необходимости согласно схеме Кауфмана Уайта проводят реакцию агглютинации не только с О-, но и с Н-сыворотками.

Выделенную культуру относят к бактериям рода *Salmonella*, если выявлены следующие биохимические и серологические реакции:

- не обнаружено самоагглютинации и О-антигенов, но выявлены типичные биохимические реакции;
- обнаружена самоагглютинация и типичные биохимические реакции;
- обнаружены не все типичные биохимические реакции, но установлена положительная серологическая реакция с одной из сывороток групп А,В,С, D,Е.

2.2.10 Определение коагулазоположительных стафилококков

(*Staphylococcus aureus*)

Коагулазоположительные стафилококки являются факультативно-анаэробными грамположительными, сферическими микроорганизмами, обладающими следующими ферментами: коагулазой, термостабильной ДНК-азой, кислой фосфотазой, сбраживающими манит в анаэробных условиях, определенная часть которых способна продуцировать энтеротоксины. Исследования на наличие в образцах крема стафилококков проводят в соответствии с ГОСТ 10444.2-94 с учетом рекомендаций МУК 4.2.762-99 [19].

Метод основан на способности микроорганизмов рода *Staphylococcus* расти на питательных средах с повышенным содержанием хлорида натрия. Наибольшее санитарно-гигиеническое значение имеет *Staphylococcus aureus* (стафилококк золотистый), принадлежность к которому определяется по способности коагулировать цитратную плазму крови человека или кролика и вырабатывать фермент лецитиназу (фосфолипазу).

Для посева используют количество средней пробы продукта, в которой предусматривается отсутствие *Staphylococcus aureus*. Посевы производят в солевой бульон с 6,5 % хлористого натрия. Соотношение засеваемого материала и питательной среды должно составлять 1:10. Посевы термостатируют при температуре $36 \pm 1^{\circ}\text{C}$ в течение 24 ч. Затем со среды типа Байрд-Паркер или ЖСА (желточно-солевой агар) для получения

изолированных колоний. Посевы помещают в термостат при температуре $36 \pm 1^\circ\text{C}$ на 18-24 ч.

На поверхности среды типа Байрд-Паркера *Staphylococcus aureus* растут в виде черных, блестящих, слегка выпуклых колоний диаметром 1-1,5-2 мм, окруженных зоной просветления среды шириной 1-3 мм (лецитиназная реакция). На среде ЖСА колонии *Staphylococcus aureus* имеют форму выпуклых дисков диаметром 2-4 мм белого, желтого, кремового, лимонного, золотистого цвета с ровными краями, вокруг колоний образуется радужное кольцо и зона помутнения среды.

При отсутствии типичных колоний на любой из указанных выше сред делается заключение об отсутствии золотистого стафилококка в испытуемом образце продукта.

При обнаружении на данных средах подозрительных колоний готовят мазки, окрашивают по Граму и микроскопируют. При наличии в мазках гроздевидных грамположительных мелких кокков из отобранных колоний делают пересев на МПА. Посевы инкубируют при $36 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 16-24 ч. Выросшие культуры используют для проведения реакции плазмокоагуляции. Для проведения данной реакции в пробирку с 0,5 см³ разведенной кроличьей плазмы вносят петлю изучаемой суточной агаровой культуры. Параллельно ставят двойной контроль: одну пробирку с плазмой оставляют незасеянной, а в другую засевают коагулазоположительный стафилококк. Все пробирки помещают в термостат при температуре $36 \pm 1^\circ\text{C}$. Результаты учитывают через 1-2-4 ч и оставляют до утра при комнатной температуре для окончательного учета. При учете реакции плазмокоагуляции могут наблюдаться три степени активности фермента коагулазы:

++++-сгусток плотный;

+++-сгусток, имеющий небольшой отсек;

++-сгусток в виде взвешенного мешочка.

Все три варианта реакции свидетельствуют о наличии в данной массе образца коагулазоположительных стафилококков.

2.2.11 Определение дрожжей и плесневых грибов

Метод основан на высеве разведений определенного количества продукта в селективную среду, культивировании посевов при $24 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 120ч, подсчете видимых колоний дрожжей и грибов и пересчете их количества на 1 г продукта.

При проведении анализа руководствуются ГОСТ 10444.12-88 с учетом рекомендации МУК 4.2.762-99 [16]

Для определения количества дрожжей и плесневых грибов выбирают разведения, при посеве которых на чашках вырастает не менее 15 и не более 150 колоний для дрожжей и не менее 5 и не более 50 для плесеней.

По 1 см^3 каждого разведения образца вносят в 2 чашки Петри, не позднее чем, через 20 мин наливают расплавленную и охлажденную до 45°C питательную среду, осторожно перемешивают и после застывания среды чашки переворачивают крышками вниз и помещают в термостат при $24 \pm 1^\circ\text{C}$ на 5 суток. Через 3 суток допускается предварительный подсчет типичных колоний.

Рост дрожжей сопровождается образованием крупных, выпуклых, блестящих или без блеска серовато-белых, розоватых, кремовых колоний с гладкой поверхностью и ровным краем. Развитие плесневых грибов связано с появлением воздушного мицелия различной окраски.

2.2.12 Микроскопирование

Для изучения распределения частиц в эмульсионных системах и изучения структуры пузырьков, применяется метод люминесцентной микроскопии. Сначала готовят препарат: 0,01г сбитого крема, наносят его на объектное стекло и закрепляют покровным стеклом. Далее, приготовленный препарат

помещают на предметный столик и закрепляют зажимом. С помощью сухого объектива с увеличением $\times 10$ просматривают несколько полей зрения. Передвигают предметный столик боковыми винтами. Нужный для исследования участок препарата устанавливают в центре поля зрения. Поднимают тубус и вращением револьвера переводят объектив с увеличением $\times 40$, $\times 100$ наблюдая сбоку, микрометрическим винтом снова опускают тубус с объективом почти до соприкосновения с препаратом. Смотрят в окуляр, очень медленно поднимают тубус до появления контуров изображения.

Микроскопирование проводили на люминесцентном микроскопе «XSZ 2103» (рисунок 2.1). Точную фокусировку производят с помощью микрометрического винта, вращая его в ту или другую сторону, но не более чем на один полный оборот. Если при вращении микрометрического винта чувствуется сопротивление, значит, ход его пройден до конца. В этом случае поворачивают винт на один-два полных оборота в обратную сторону, снова находят изображение при помощи микрометрического винта и переходят к работе с микрометрическим винтом. Наблюдение с использованием флуоресцентных насадок. Изображение выводится на экран монитора.

2.2.13 Метод определения реологических свойств крема

Определение пластических деформаций крема проводили на приборе «Структурометр СТ-2» (рисунок 2.1). Перемещение индентора Блюма со скоростью движения $V_d = 0,5$, мм/с вниз до контакта с пробой продукта с усилием $F_k = 7\text{г}$, $t = 100\text{с}$ [92].



Рисунок 2.1
Структурметр СТ-2

Внедрение индентора Блюма в пробу продукта на глубину $H_b = 4,0 \text{ мм}$ со скоростью движения $V_d = 1 \text{ мм/с}$, $t = 1000 \text{ с}$. Извлечение индентора Блюма из пробы продукта со скоростью движения $V_d = 1 \text{ мм/с}$, $H_{\text{max}} = 10,0 \text{ мм}$; $t = 100 \text{ с}$. Подготовленную пробу крема помещают на съемный столик Структурометра СТ-2 под индентором цилиндр $\varnothing 36$ при $t = 22^\circ$ ($\varnothing 12.7$ при $t = 10^\circ \text{C}$) так, чтобы он находился

точно над центральной частью анализируемой пробы; измерительную головку прибора опускают вниз так, чтобы индентор находился от поверхности крема в пределах 4 мм , и после этого нажимают кнопку «СТАРТ», предварительно установив режим работы прибора. В работе определялось нормальное напряжение по формуле:

$$\sigma = \frac{F}{S}; \quad (2.6)$$

Где F -усилие, H

S -площадь; м^2

2.2.14 Томографическое определение пористости и распределения по размерам воздушных пузырей крема

Данные опыты были проведены в лаборатории МФТИ. Структуру готового крема проверяли на промышленном томографе GM Nanomex 180, Эффективным методом определения особенностей внутреннего строения деталей машин и механизмов, а также тел из различных материалов является рентгеновская томография. Данный метод исследования был предложен в 1972 году [97] и проводится в два этапа. На первом получают набор рентгеновских изображений исследуемого тела при его повороте вокруг какой-либо оси на различные углы [54]. На втором производится обработка полученного набора изображений для определения эффективного коэффициента поглощения/рассеяния рентгеновского излучения в различных

точках тела. Рассматриваемый метод является эффективным для обнаружения воздушных полостей и пузырьков внутри тел, так как рассеивающая способность воздуха на три и более порядка меньше рассеивающей способности жидкостей и твердых тел.

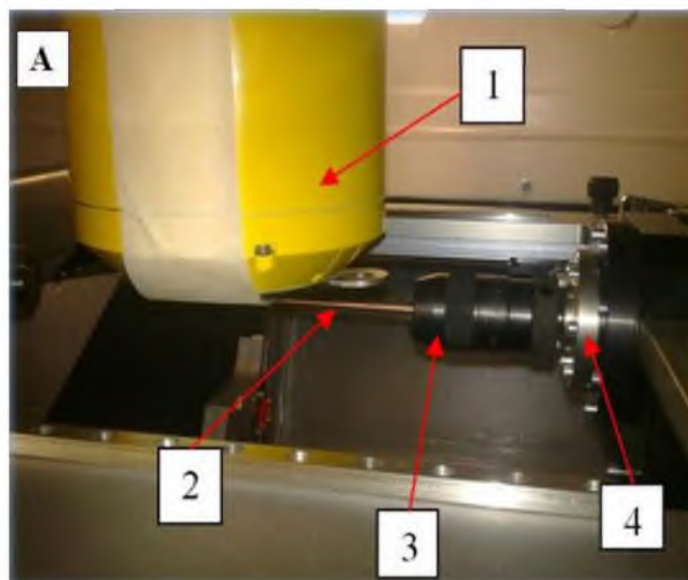


Рисунок 2.2. Общий вид основных элементов рентгеновского томографа. 1 – рентгеновская трубка; 2 – держатель для исследуемого образца; 3 – патрон; 4 – шаговый двигатель.

На рисунке 2.2 показаны основные элементы использованного для исследования рентгеновского томографа GM Nanomex 180, кроме матрицы для преобразования рентгеновского излучения в цифровое изображение. Как можно понять из рисунка, образец наносится на держатель 2, который подводится к рентгеновской трубке 1. В свою очередь держатель зажимается в патроне 3, соединенным с шаговым двигателем 4. Последний вращает образец вокруг своей оси для получения его рентгеновских изображений при различных углах поворота.

	
Рисунок 2.3- Томограф GM Nanomex 180	Рисунок 2.4- Исследование опытного образца на томографе

2.2.15 Метод определения активности воды

Активность воды определена на приборе AquaLab series 3TE (Decagon Devices, USA) в соответствии с инструкцией работы на приборе и автоматическим учетом температуры измерений.

2.2.16 Метод органолептической оценки качества изделий

Органолептическую оценку качества готовых изделий проводили методом сенсорного анализа с использованием балльной оценки [77]. Качество изделия оценивалось по четырем показателям, приведенным в таблице, и выражалось в баллах по 30 балльной шкале. Характеристики органолептических показателей качества приведены в табл.2.1

Таблица 2.1- Органолептические показатели качества и критерии их оценки

Показатели качества изделия	Коэффициент значимости показателя	Число степеней качества	Оценка в баллах
1	2	3	4
Форма	1	1-3	
Цвет и внешний вид	2	1-3	
Структура и консистенция	3	1-3	
Вкус и аромат	4	1-3	
Суммарная оценка			

Таблица 2.2 – Характеристика органолептических показателей крема

Наименование показателя	Характеристика
Форма	соответствует данному наименованию изделия, без повреждений и трещин
Консистенция	Однородная, пышная
Цвет	свойственный данному продукту
Вкус и запах	соответствует данному наименованию изделия, без постороннего запаха и вкуса

ГЛАВА 3. ПОЛУЧЕНИЕ КОНДИТЕРСКИХ МАСС ПЕННОЙ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ БЕЛОК- ПОЛИСАХАРИДНЫХ СМЕСЕЙ

Традиционно в качестве стабилизатора эмульсий и пен использовались белки, которые, как известно, обладают высокой поверхностной активностью. Обычно пенообразующую способность белка оценивают в выбранных режимах приготовления пены, т.е. готовят постоянный объем раствора белка, затем его встряхивают или взбивают при неизменной частоте, температуре и продолжительности или же продувают в этот раствор воздух при постоянной скорости, давлении, температуре и других условиях.

Относительно недавно было установлено, что долгосрочная стабильность эмульсий и пен повышается, если дополнительно к белку вводить полисахариды, которые, как известно, способны создавать сетевую структуру дисперсионной среды, что упрочняет дисперсионную фазу и замедляет ее разрушение. Полисахариды различаются не только строением, химическим составом, но и функциональными свойствами, растворимостью в воде и термодинамической совместимостью с различными белками, в том числе и с казеинатом натрия. При получении жидких дисперсионных сред для пен на основе белок-полисахаридных смесей использовали следующие полисахариды, представленные в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Наименование основных полисахаридов, использованных для получения жидких дисперсионных сред для пен и их обозначение

Номер	Обозначение	Наименование полисахарида
1	A	Альгинат натрия
2	B	Ксантановая камедь
3	C	Карбоксиметилцеллюлоза
4	D	Пектин

3.1 Пенообразующая способность казеината натрия

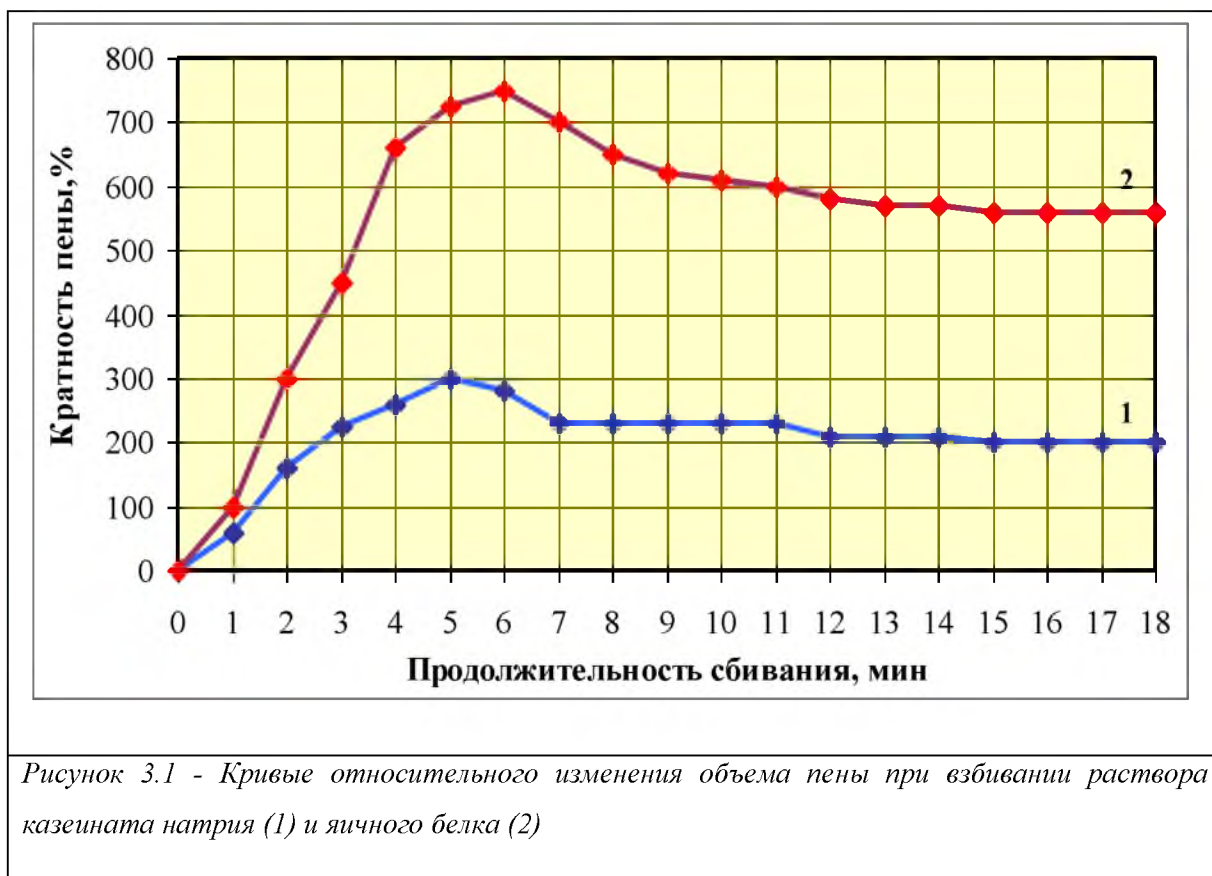
В Главе 1 (раздел 1.3.1) рассмотрены основные свойства казеината. В настоящем разделе рассматриваются некоторые дополнительные данные и приводятся результаты по выявлению его пенообразующей способности.

Казеин в своей натуральной форме представляет собой шарообразные мицеллы, которые придают молоку белый цвет. Казеин и казеинаты отличаются от других протеинов (яйца, сыворотки, злаковых и т.п.), прежде всего тем, что при нагреве они не меняют свою молекулярную структуру [144]. Однако существует один недостаток казеина - его нерастворимость, ограничивающая его практическое применение [84]. Эта проблема может быть решена путем использования щелочей в виде гидроксидов, фосфатов, карбоната натрия или боракса. Другая возможность заключается в нейтрализации казеина натриевым, калиевым, кальциевым гидроксидом или гидроксидом аммония. Этот процесс продолжается до достижения $pH = 6,7$, в результате получается казеинат, в название которого обычно входит приставка, характеризующая вид используемой щелочи.

Казеинат натрия в водном растворе образует крупноячеистую пену, коалесцирующую в течение нескольких минут. Для повышения стабильности пены использовали добавки анионных полисахаридов, способных к образованию комплексов с казеинатом натрия. Пенообразующие свойства, обусловленные природой казеината натрия и полисахаридов, зависят от состава их смеси, а также от параметров окружающей среды и условий взбивания.

Проведено изучение пенообразующей способности казеината натрия в зависимости от его содержания в исходном растворе. При установлении оптимальных массовых долей выбранных полисахаридов в водных растворах казеината исследовали поведение кратности пены Y . Функцию $Y(t)$ изучали для водного раствора казеината натрия и сравнивали с нативным

яичным белком. Результаты эксперимента по определению функций $Y(t)$ представлены на рис. 3.1. Яичный белок взбивали при комнатной температуре, раствор казеината натрия – при 70°C. Результаты эксперимента могут зависеть от используемого оборудования (объема емкости, скорости вращения при взбивании и других).



Как видно из рисунка 1, пенообразующая способность яичного белка $Y_{max} \approx 740\%$, ($t^* = 6$ мин), а казеината натрия $Y_{max} = 300\%$ ($t^* = 5$ мин). Пена, полученная при взбивании раствора казеината натрия, характеризуется низкой стойкостью и быстро разрушается.

3.2 Пенообразующая способность казеината натрия и отдельных полисахаридов

Первые работы о термодинамической совместимости белков и полисахаридов были выполнены в начале XX века. Они носили частный, описательный характер и были недостаточны для понимания общих закономерностей, возникающих при создании новых пищевых продуктов, обогащенных белками. По этой причине были начаты систематические исследования термодинамической совместимости (или, проще, взаимной полной растворимости) белков с полисахаридами, а также с другими белками [84].

В настоящем разделе проведено определение оптимальных соотношений казеината с каждым отдельным полисахаридом на основе изучения пенообразующей способности γ и времени сбивания белок - полисахаридных смесей. Пенообразующую способность смесей казеината натрия с отдельными полисахаридами (альгинат натрия, ксантановая камедь, КМЦ, пектин) исследовали кинетику процесса пенообразования. Для этого, помимо замеров величины γ , производились измерения времени t пенообразования.

Результаты эксперимента по определению оптимального соотношения казеината с каждым отдельным полисахаридом на основе изучения пенообразующей способности γ , представлены на рисунок 3.2.

Из данных рисунок 3.2 видно, что альгинат натрия в смеси с казеинатом натрия проявляет максимальную пенообразующую способность (500%) при их соотношении 0,8:7,0 в % к массе смеси. Оптимальное время сбивания составляет 10 мин рисунок А.1. Увеличение доли альгината натрия относительно оптимального количества приводит к снижению пенообразующей способности смеси.

Наибольшей пенообразующей способностью (700%) обладает смесь, содержащая ксантановую камедь и казеинат натрия в соотношении 0,2:5,0 в % к массе смеси (рисунок 3.3) Оптимальное время сбивания составляет 12 мин рисунок А.2. Как увеличение доли ксантановой камеди, так и ее уменьшение относительно оптимального количества, приводит к снижению пенообразующей способности смеси.



Рисунок 3.2 – Влияние доли альгината натрия в растворе казеината на кратность пены

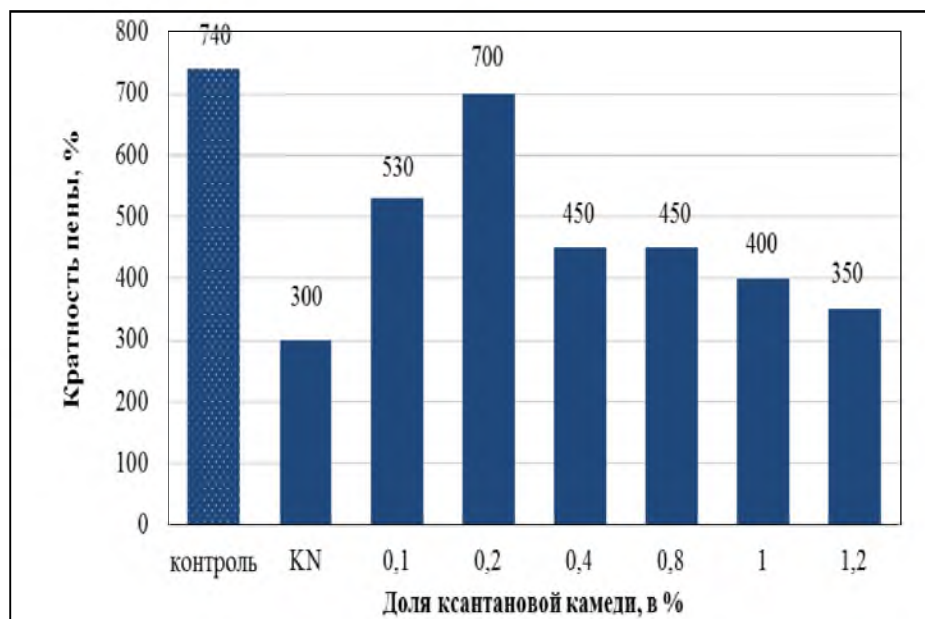


Рисунок 3.3 – Влияние доли ксантановой камеди в растворе казеината на кратность пены

Оптимальное соотношение КМЦ и казеината натрия составляет 0,5:6,0 в % к массе смеси, что обеспечивает максимальное пенообразование раствора, равное 600%. Время сбивания составляет 9 мин рисунок А. 3.

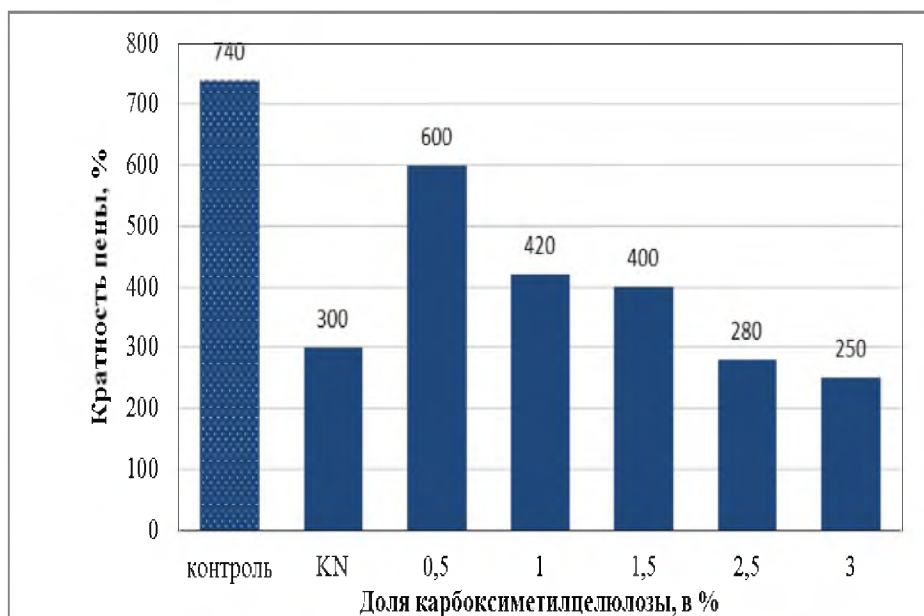


Рисунок 3.4 – Влияние доли карбоксиметилцеллюлозы в растворе казеината на кратность пены

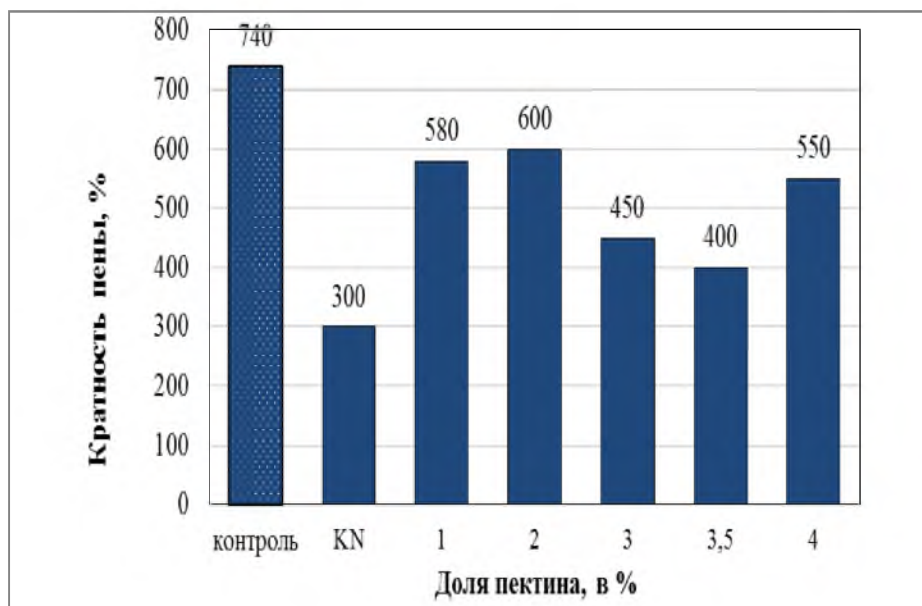


Рисунок 3.5 – Влияние доли пектина в растворе казеината на кратность пены

Оптимальное соотношение пектина и казеината натрия составляет 2,0:3,0 в % к массе смеси, что обеспечивает максимальное пенообразование раствора, равное 600%. Время сбивания составляет 8 мин рисунок А.4.

Влияние отдельного вида полисахарида на пенообразующей способность белок-полисахаридных смесей, представлено на рисунке 3.6.

Как видно из рисунка 3.6 пенообразующая способность казеината натрия составляет 300%. Смешивание казеината натрия с такими полисахаридами, как альгинат натрия, ксантановая камедь, КМЦ и пектин приводит к увеличению пенообразующей способности раствора до 600-700%, что значительно больше, чем у казеината. При этом ксантановая камедь и пектин оказывают наиболее сильное влияние на увеличение пенообразующей способности белок - полисахаридной смеси. Следовательно, полисахариды по их степени влияния на увеличение пенообразующей способности смеси белок-полисахарид можно поставить в ряд: альгинат натрия < КМЦ = пектин < ксантановая камедь.

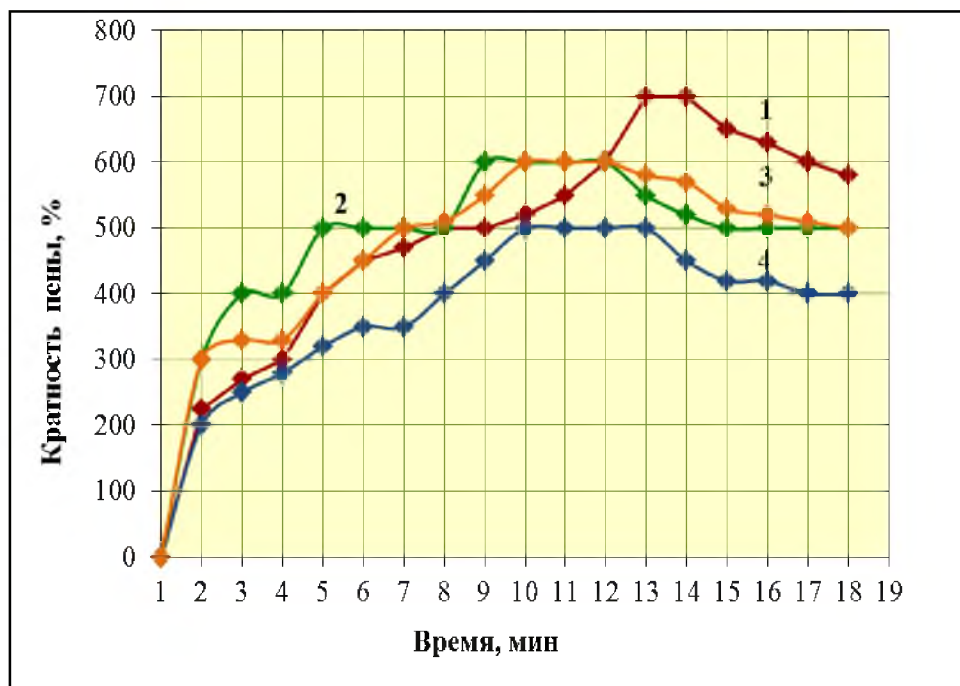


Рисунок 3.6 - Кривые относительного изменения объема пены при взбивании раствора казеината натрия с: ксантановой камедью (1); пектином (2); Na-КМЦ (3); альгинатом натрия (4)

3.3 Пенообразующая способность казеината и двойных смесей полисахаридов

Представляет значительный практический интерес изучение пенообразующей способности казеината натрия и двойных смесей полисахаридов с целью выявления возможных эффектов синергизма. Модельные пищевые системы состояли из казеината натрия и двух полисахаридов. Модельные белок - полисахаридные растворы готовили массой 100 г. Затем растворы ставили на набухание в течение 60 минут и сбивали миксером для получения пены. Полученную пену характеризовали по пенообразующей способности и времени сбивания.

Рассмотрим подробно двойные смеси полисахаридов, содержащие альгинат натрия. Экспериментальные данные для всех двойных сочетаний полисахаридов показаны на рисунке 3.7.

Результаты эксперимента показали, что при сбивании раствора, содержащего казеинат натрия, альгинат натрия и ксантановая камедь, образуется пенная масса, которая характеризуется пенообразующей способностью, равной 650%. Оптимальное время сбивания составляет 13 мин рисунок А.5. Незначительное увеличение продолжительности сбивания раствора приводит к снижению пены.

В случае, введения КМЦ в раствор, содержащего казеинат натрия и альгинат натрия, наблюдается пенообразующая способность, равная 550%, а оптимальное время сбивания составляет 9 мин рисунок А.5. Увеличение продолжительности сбивания раствора приводит к разрушению пены.

Белок - полисахаридные смеси на основе казеината натрия и ксантановой камеди имеют пенообразующую способность 700%, которая примерно на 130% выше пенообразующей способности белка. Смешивание ксантановой камеди с другими полисахаридами (КМЦ, пектином) приводит к пенообразующей способности, равной соответственно 580% и 670%. В случае, введения КМЦ в раствор, содержащего казеинат натрия и пектин, наблюдается пенообразующая способность, равная 630%, а оптимальное время сбивания составляет 13 мин рисунок А.5.

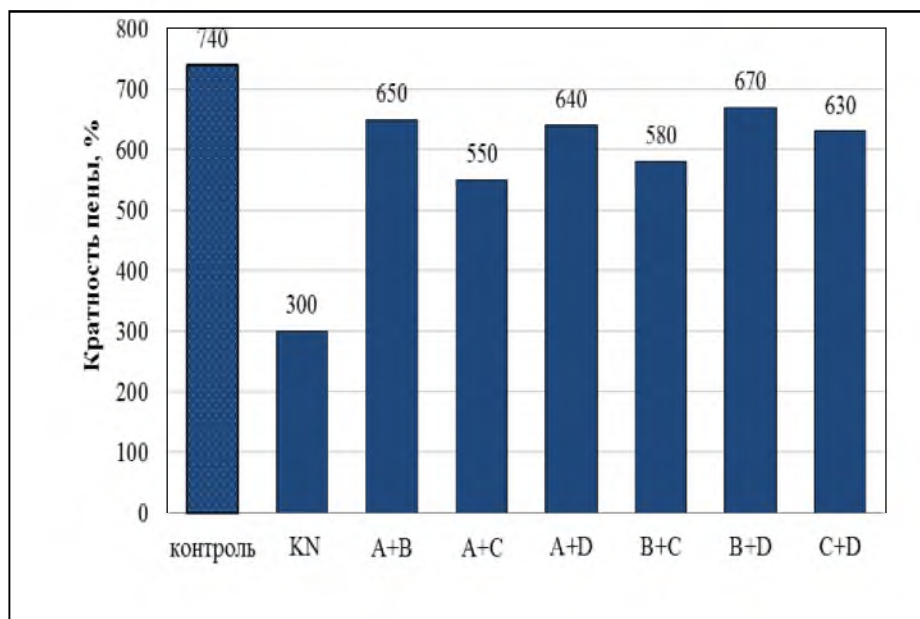


Рисунок 3.7– Влияние двойной смеси полисахаридов на кратность пены растворов казеината натрия: контроль – яичный белок; KN – раствор казеината натрия; A+B – альгинат натрия+ксантановая камедь; A+C – альгинат натрия+КМЦ; A+D – альгинат натрия+пектин; B+C – ксантановая камедь+КМЦ; B+D – ксантановая камедь+пектин; C+D – КМЦ+пектин

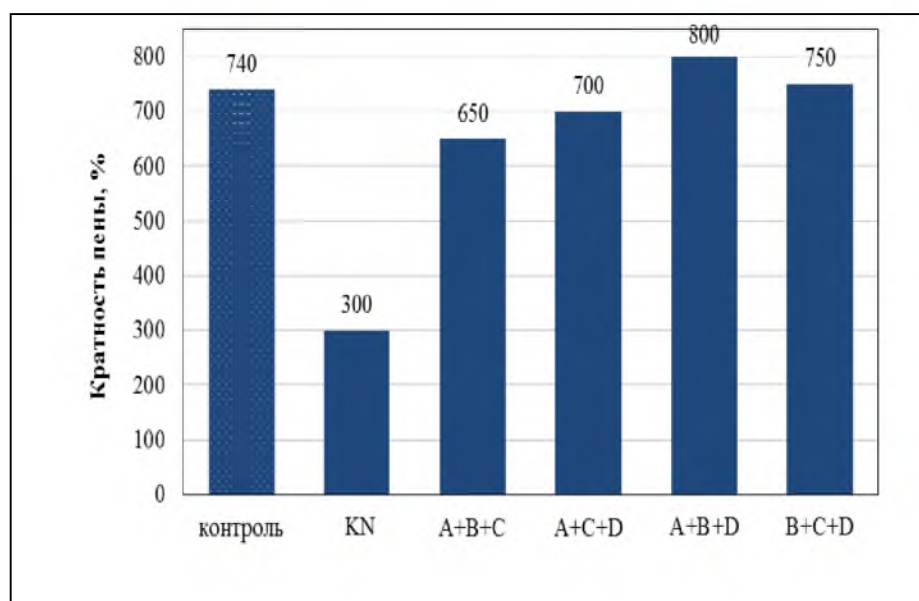


Рисунок 3.8 – Влияние тройной смеси полисахаридов на кратность пены казеината натрия: контроль – яичный белок; KN – раствор казеината натрия; A+B+C – альгинат натрия+ксантановая камедь +КМЦ; A+C+D – альгинат натрия+КМЦ+пектин; A+B+D – альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин; B+C+D – ксантановая камедь+КМЦ+пектин

Увеличение продолжительности сбивания раствора приводит к разрушению пены. По степени влияния двойных смесей полисахаридов на повышение пенообразующей способности казеината натрия, эти полисахариды можно поставить в ряд: Ксантановая камедь+Пектин > Альгинат натрия +ксантановая камедь > Альгинат натрия +пектин > Na-КМЦ+пектин > Ксантановая камедь+Na-КМЦ > Альгинат натрия+Na-КМЦ >

3.4 Пенообразующая способность казеината натрия и тройных смесей полисахаридов

Представляет значительный интерес изучение пенообразующей способности растворов на основе казеината натрия и тройной смеси полисахаридов с целью выявления возможных эффектов синергизма. Модельные системы белок - полисахаридные растворы готовили массой 100 г. Растворы ставили на набухание в течение 2-4 часов, затем их сбивали миксером и получали пену. Полученную пену характеризовали по пенообразующей способности Y и времени сбивания t . Экспериментальные данные представлены на рисунке 3.9.

Как видно из данных рисунка 3.9, пенообразующая способность растворов на основе казеината натрия и тройной смеси полисахаридов несколько выше, чем при использовании двойной смеси полисахаридов. Следует отметить, что отличаются высокой пенообразующей способностью растворы, которые в тройной смеси полисахаридов содержат ксантановую камедь. В тройных смесях полисахаридов синергетический эффект наблюдается только для пары ксантановая камедь+пектин, если к ней добавлен альгинат натрия или Na-КМЦ.

Если сравнивать пенообразующую способность Y тройной смеси "альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин" составляет 800%, а «ксантановая камедь+КМЦ+пектин» – 750% рисунок А.6. Таким образом, наиболее эффективными пенообразователями, как в двойных, так и в

тройных смесях полисахаридов с казеинатом натрия являются ксантановая камедь и пектин. При этом из двух полисахаридов с точки зрения пенообразующей способности предпочтение следует отдать ксантановой камеди по совокупности разных причин, в частности:

ее смесь с казеинатом имеет самую низкую концентрацию белка и полисахарида;

она более толерантна к другим полисахаридам в том смысле, что проявляет эффект синергизма пенообразующей способности в тройных смесях.

Приведенные в предыдущих разделах способы представления полученных результатов не обладают исчерпывающей наглядностью. Практический интерес имеет возможность прогнозирования пенообразующей способности казеината натрия со смесью полисахаридов в любых их соотношениях. В настоящем разделе для представления и анализа результатов используется графоаналитический метод [10], позволяющий исследовать многокомпонентные системы и прогнозировать их свойства. Опыты проводили путем реализации симплекс - решетчатых планов третьего порядка [64] с трехкратной повторностью для разного состава смеси.

Пенообразующая способность растворов казеината натрия с полисахаридами зависит не только от вида полисахарида в смеси, но и от соотношения их массовых долей. В соответствии с симплекс-решетчатым планом третьего порядка проводились опыты по определению значения Y_{max} пенообразующей способности и продолжительности сбивания t^* для семи соотношений полисахаридов.

Математическое описание результатов исследований функции $Y_{max}=Y_{max}(s_1, s_2, s_3)$, выражали в виде уравнения неполной кубической модели [64]:

$$Z = K_0 + K_1 \cdot x_1 + K_2 \cdot x_2 + K_3 \cdot x_1^2 + K_4 \cdot x_1 \cdot x_2 + K_5 \cdot x_2^2 + K_6 \cdot (x_1^2 \cdot x_2 + x_2^2 \cdot x_1) \quad (3.1)$$

где $K_i, i=0, 1, \dots, 6$ – искомые коэффициенты уравнения; x_1, x_2 – массовые доли, %, (в результирующем растворе) исходного раствора казеината натрия с пектином и исходного раствора казеината натрия с ксантановой камедью.

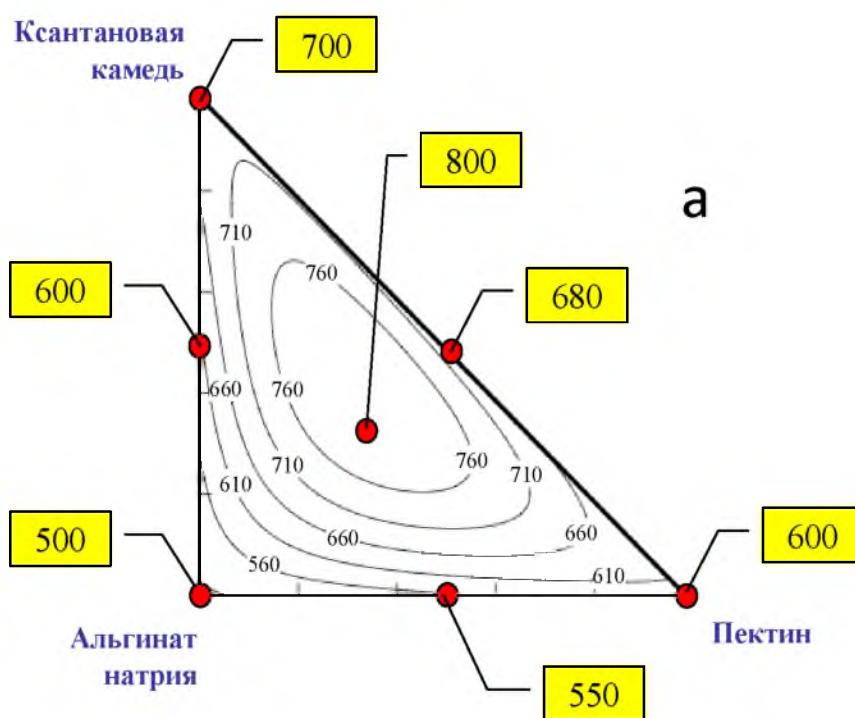
В уравнении (1) при определении пенообразующей способности результирующего раствора под Z понимается величина Y_{max} , %, а при определении времени сбивания – величина t^* , мин. Значения Z получены для семи различных соотношений полисахаридов в растворе казеината натрия. Построение и анализ функции $Z(x_1, x_2)$ проводились на основе графо-аналитического метода [64]. Результаты определения пенообразующей способности Y_{max} и времени пенообразования t^* при сбивании растворов казеината натрия с полисахаридами изображены на рисунке 3 а, б. Полученные значения коэффициентов $K_i, i=1, 6$ в уравнении (1) представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Значения коэффициентов в уравнении (1) для аппроксимации поверхностей отклика пенообразующей способности Y_{max} и времени пенообразования t^*

	K_0	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6
Y_{max} , рис. 3 а	$1.0 \cdot 10^2$	$2.0 \cdot 10^2$	$0.0 \cdot 10$	$5.2 \cdot 10^3$	$0.0 \cdot 10$	$-5.1 \cdot 10^3$	$5.0 \cdot 10^2$
t^* , рис. 3 б	$1.3 \cdot 10$	$0.1 \cdot 10$	$-1.4 \cdot 10$	$4.6 \cdot 10$	$0.2 \cdot 10$	$-4.6 \cdot 10$	$0.9 \cdot 10$

Статистический анализ адекватности кубической модели (1), а также значимости коэффициентов $K_i, i = 1, \dots, 6$, показывает, что выбор уравнения для Z в виде модели (1) является хорошей аппроксимацией. Диаграмма на рисунке 3.9а представляет изолинии поверхности отклика пенообразующей способности Y_{max} результирующего раствора в зависимости от соотношения полисахаридов. Из диаграммы следует, что результирующий раствор казеината натрия с тройной смесью полисахаридов «альгинат

натрия+ксантановая камедь+пектин» проявляет свойство синергизма, т.к. значение Y_{max} для этого раствора выше, чем исходных. При смешивании исходных растворов в равной пропорции для обоих результирующих растворов Y_{max} достигаются усредненные величины. Из рисунка 3.9а следует, что поверхность отклика функции $Y_{max}(x_1, x_2)$ характеризуется наличием точки минимума. Область повышенных значений Y_{max} ($>760\%$)



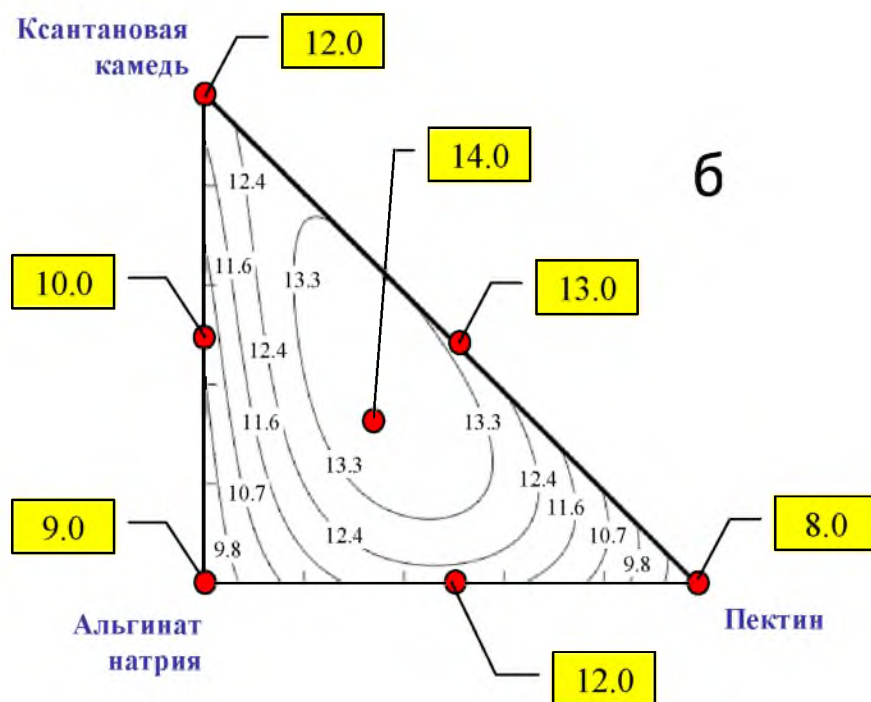


Рисунок 3.9 - Контурные кривые поверхностного отклика: *а* – пенообразующей способности Y_{max} (%), *б* – времени сбивания t^* (мин) системы «казеинат натрия+альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин».

для растворов казеината натрия со смесями полисахаридов наблюдается в центральной части треугольника. Поверхность отклика времени сбивания t^* , представленная изолиниями на рисунке 3.9б, характеризуется максимумом, тяготеющим также к центру треугольника, который соответствует тройной смеси из альгината натрия, ксантановой камеди и пектина.

В данной главе проведены исследования пенообразующей способности растворов казеината натрия с отдельными полисахаридами, а также их бинарными и тройными смесями. По степени влияния отдельных полисахаридов на повышение пенообразующей способности Y_{max} казеината натрия их можно ранжировать следующим образом: альгинат натрия < пектин = Na-КМЦ < ксантановая камедь. По степени влияния двойных смесей полисахаридов на повышение пенообразующей способности казеината натрия, эти полисахариды можно поставить в ряд: ксантановая камедь+пектин > альгинат натрия+ксантановая камедь > альгинат

натрия+пектин > Na-КМЦ+пектин > ксантановая камедь+Na-КМЦ > альгинат натрия+na-КМЦ. Выявлено, что при использовании тройных смесей полисахаридов «альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин» и «Na-КМЦ+ксантановая камедь+пектин» проявляются эффекты синергизма, выражающиеся в том, что пенообразующая способность казеината натрия со смесями полисахаридов больше, чем с каждым из полисахаридов по отдельности. Построены диаграммы, которые позволяют подбирать соотношение белок-полисахаридных смесей (БПС) для получения растворов с максимальной пенообразующей способностью, которая является объективной характеристикой пенной массы, гарантирующей высокое качество конечного продукта.

ГЛАВА 4. ТЕРМООБРАБОТКА СИРОПА ДЛЯ КРЕМА НА ОСНОВЕ БЕЛОК-ПОЛИСАХАРИДНЫХ СМЕСЕЙ САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕЙ

На качество крема, определяемое его физико-химическими и органолептическими показателями, основное влияние оказывают состав сиропа и условия его термообработки. Стадия охлаждения сиропа в процессе производства крема является одной из наиболее критических операций. Действительно, с процессом охлаждения сиропа связаны основные показатели качества крема – плотность, влажность и микробиологическая чистота продукта. Продолжительное охлаждение сиропа и возможность его загрязнения патогенными микроорганизмами представляют потенциальную опасность для здоровья. Поэтому актуальным является исследование возможности использовать БПС в качестве рецептурных компонентов сиропа взамен молочных и яичных продуктов. В качестве белка в БПС применяли казеинат натрия, а в качестве полисахаридов – альгинат натрия, ксантановую камедь, карбоксиметилцеллюлозу и пектин.

Рассмотрим основной этап приготовления крема – термообработку сиропа. Зависимость температуры сиропа от времени (температурный профиль) при уваривании и последующем охлаждении является важным технологическим показателем [7]. С помощью температурного профиля, снимаемого для различных сиропов при одинаковых условиях, можно оценить продолжительность процессов нагревания и охлаждения до заданных температур, а также (при охлаждении) выявить изменение агрегатного состояния сахарозы в сиропе. Уваривание сиропа проводили до температуры 105°C, а затем сироп охлаждали до температуры 40°C. Температурный профиль сиропа «Шарлотт», приготовленного по традиционной рецептуре с использованием молока и яйца и принятого за контроль, представлен на рисунке 4. 1.

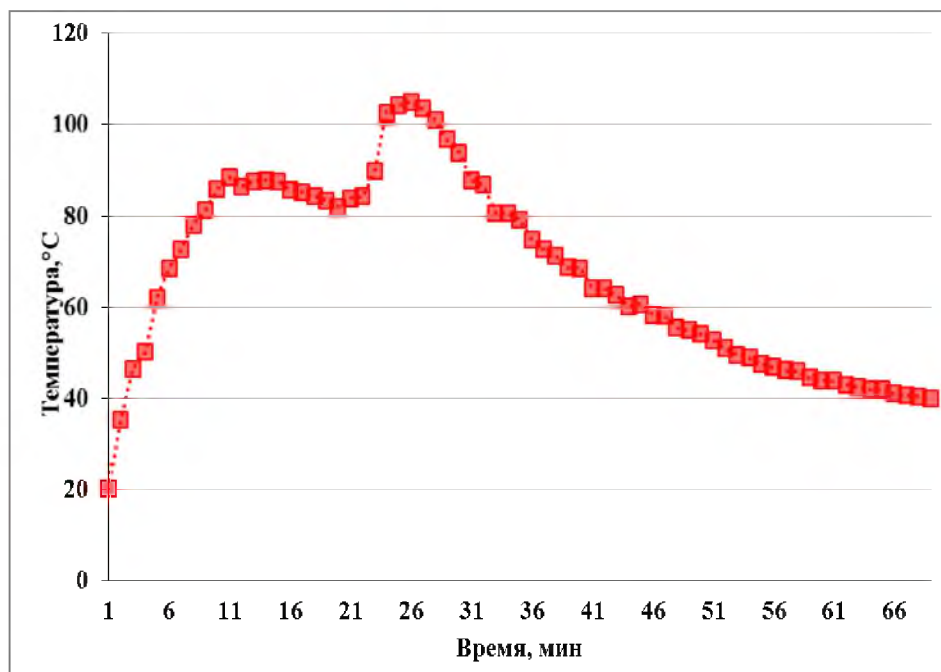
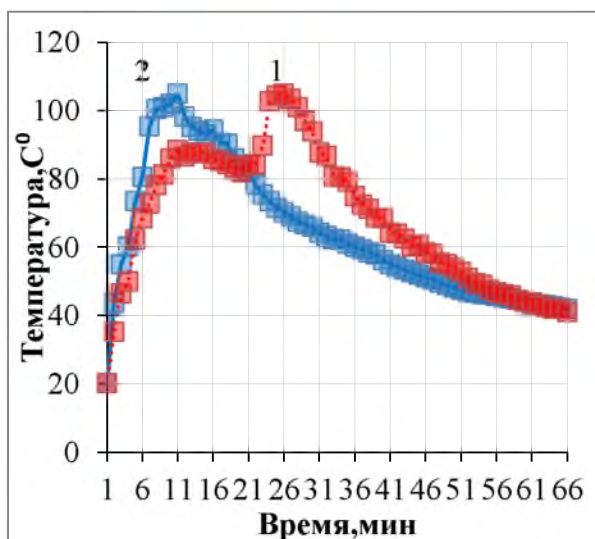


Рисунок 4.1 – Температурный профиль приготовления сиропа «Шарлотт» по традиционной рецептуре (контроль) на основе молока и яиц.

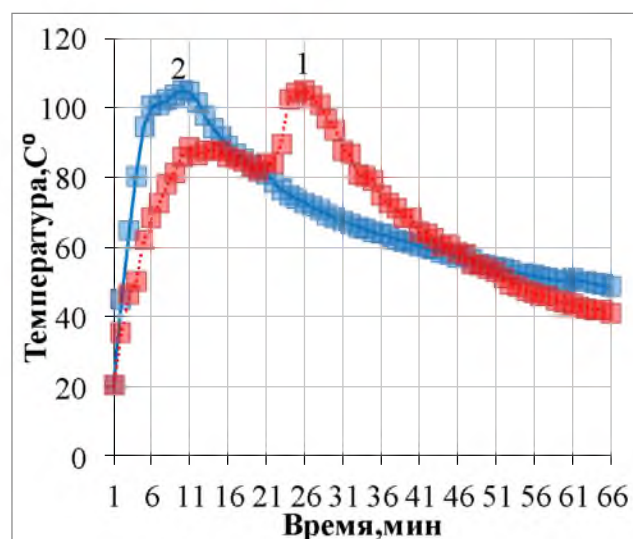
Из рисунка 4.1 видно, что продолжительность уваривания сиропа, приготовленного с использованием молока и яйца, составляет 24,5 минуты, а продолжительность охлаждения – 44 минуты. Общая продолжительность процессов уваривания и охлаждения контрольного сиропа составила 68,5 минут. Следует отметить, что в процессе охлаждения не происходит изменения агрегатного состояния сахарозы.

4.1 Термообработка сиропа на основе казеината и отдельного полисахарида

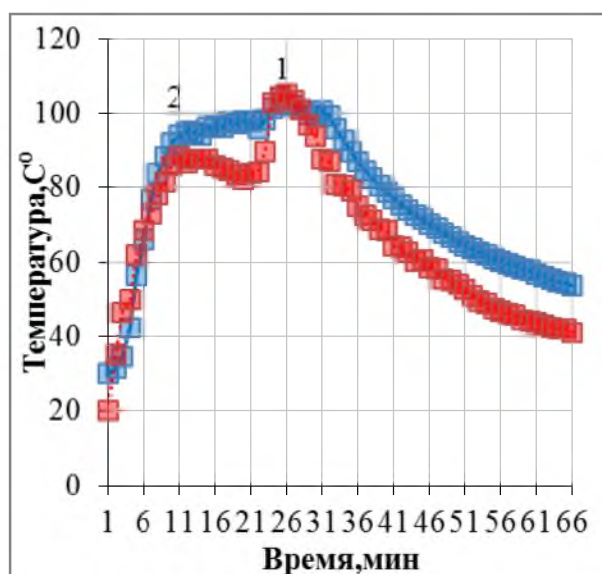
В настоящем разделе проведено исследование процесса термообработки сиропа с использованием казеината с каждым отдельным полисахаридом на основе изучения температурного профиля. С помощью температурного профиля оценивалась продолжительность процессов



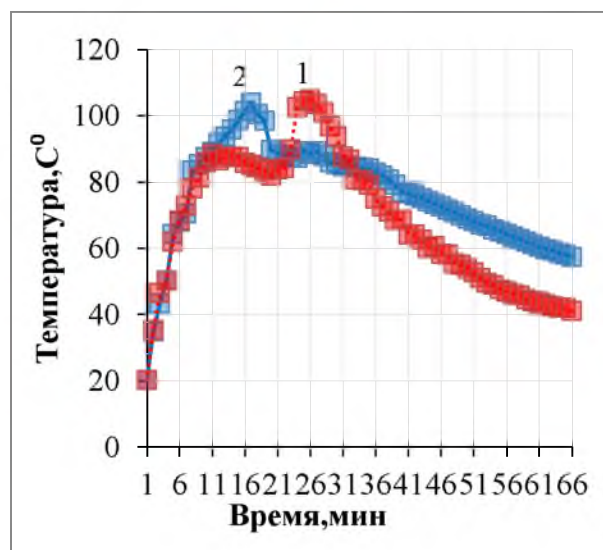
а



б



в



г

Рисунок 4.2 - Температурные профили приготовления сиропов с БПС на основе смеси полисахаридов: 1 – контрольный сироп на основе молока и яиц; *а*-ксантановая камедь; *б* – пектин; *в* – альгинат натрия; *г* - КМЦ

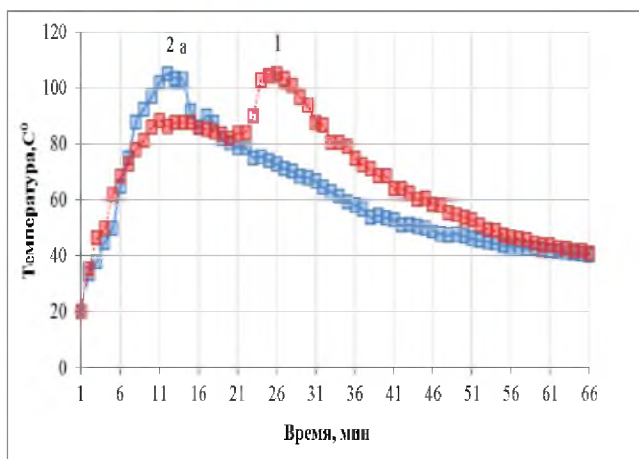
нагрева (105°C) и охлаждения (40°C) сиропов на основе сахара-песка, казеината натрия и полисахаридов альгинат натрия, ксантановая камедь, Na-КМЦ, пектин) взамен молока и яйца. Температурный профиль сиропов, приготовленных с использованием сахара-песка, казеината натрия с каждым

отдельным полисахаридом (альгинат натрия, ксантановая камедь, Na-КМЦ, пектин), представлен на рисунке 4.2. Температурные профили сиропов с БПС сравнивали с контрольным вариантом.

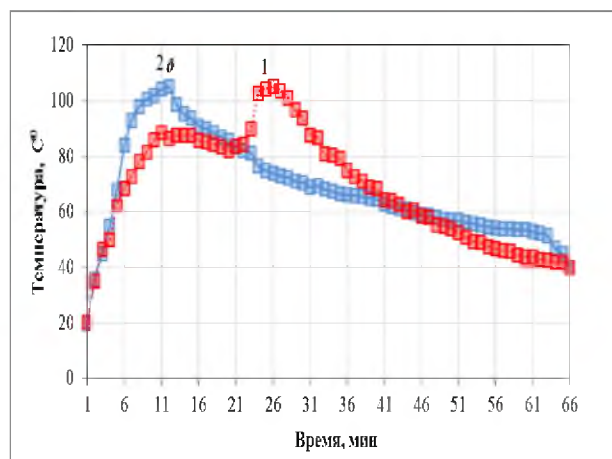
Как видно из рисунка 4.2, продолжительность уваривания до температуры 105°C опытных сиропов с БПС на основе альгинат натрия составляет 25 минут, с ксантановой камедью – 8 минут, с Na-КМЦ – 17 минут и пектином – 9 минут. При этом продолжительность охлаждения до температуры 40°C опытных сиропов с БПС на основе альгинат натрия или ксантановой камеди составляет 56 минут, с Na-КМЦ – 64 минут и пектином – 67 минут. Общая продолжительность процессов уваривания и охлаждения сиропов с БПС на основе казеината с каждым отдельным полисахаридом составила 64-81 минут. Следует отметить, что продолжительность процесса охлаждения сиропов с БПС на основе казеината и полисахарида увеличивается до 56-67 минут, что на 17-34% превышает контроль. Полисахариды по их степени влияния на увеличение продолжительности процесса охлаждения сиропа можно поставить в ряд: альгинат натрия = ксантановая камедь < КМЦ < пектин.

4.2 Термообработка сиропа на основе казеината и двойной смеси полисахаридов

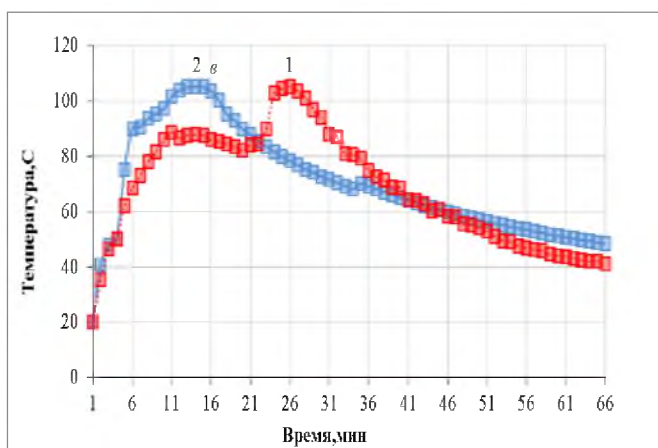
Проведено исследование процесса термообработки сиропа с использованием казеината с двойными смесями полисахаридов на основе изучения температурного профиля. Температурные профили сиропов, приготовленных с использованием сахара-песка, казеината натрия с двойными смесями полисахаридов (альгинат натрия+ксантановая камедь, альгинат натрия+Na-КМЦ, альгинат натрия+пектин, ксантановая камедь+Na-КМЦ, ксантановая камедь+пектин, Na-КМЦ+пектин), представлены на рисунке



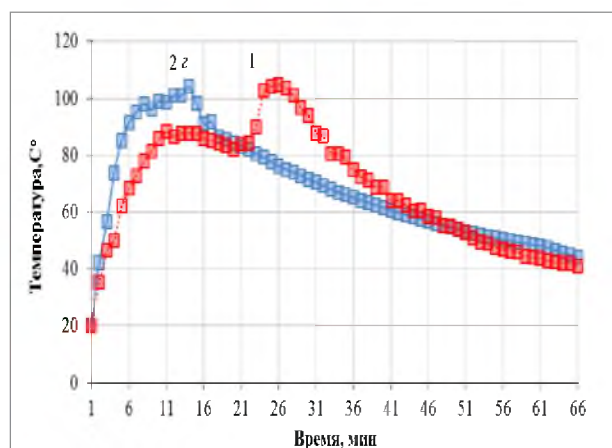
а



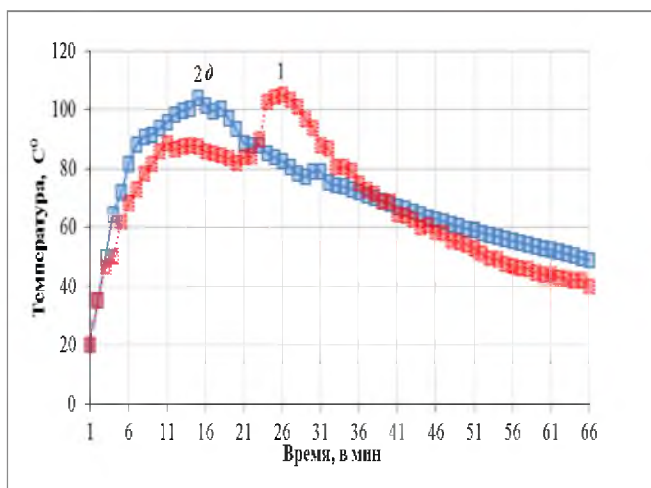
б



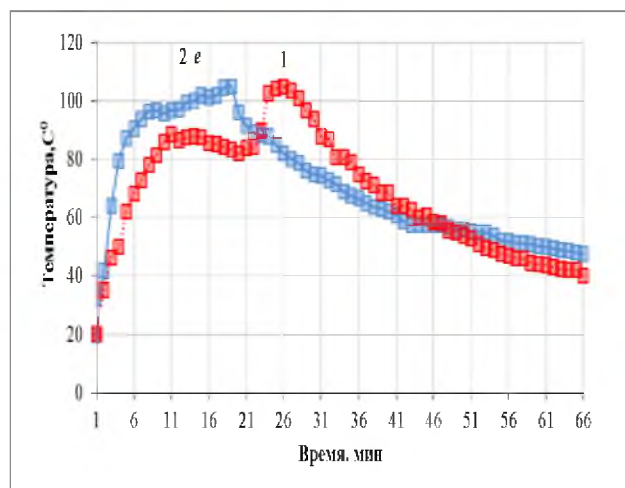
в



г



д



е

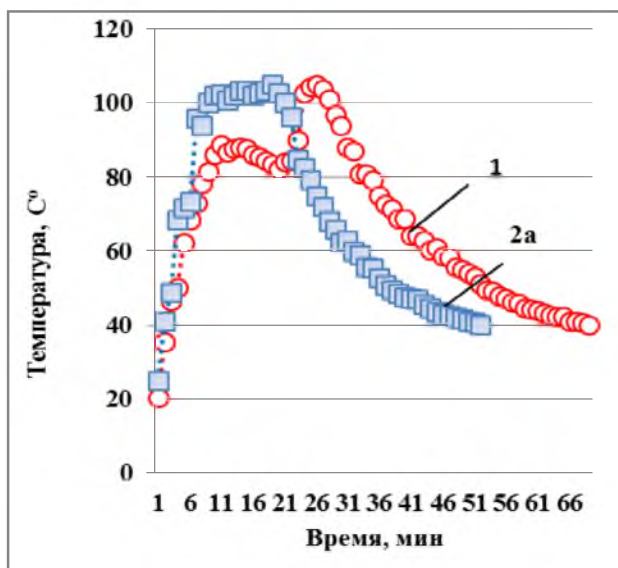
Рисунок 4.3 – Температурные профили приготовления сиропов с БПС на основе смеси полисахаридов: 1 - контрольный сироп на основе молока и яиц; 2а – альгинат натрия+КМЦ; 2б – ксантановая камедь+пектин; 2в – альгинат натрия+пектин; 2г - КМЦ+пектин; 2д – альгинат натрия+ксантановая камедь; 2е – КМЦ+ксантановая камедь.

Как видно из рисунка 4.3, продолжительность уваривания до температуры 105°C опытных сиропов с БПС на основе альгината натрия+ксантановая камедь составила 15 минут, альгината натрия+Na-КМЦ – 12 минут, альгината натрия+пектин – 13 минут, ксантановой камеди+Na-КМЦ – 18 минут, ксантановой камеди+пектин – 11 минут, Na-КМЦ+пектин – 14 минут. При этом продолжительность охлаждения до температуры 40°C опытных сиропов с БПС на основе казеината с двойными смесями полисахаридов составила 52-65 минут, что на 12-30% превышает контроль. Общая продолжительность процессов уваривания и охлаждения сиропов с БПС на основе казеината с двойными смесями полисахаридов составила 66-78 минут. Следует отметить, что продолжительность процесса уваривания сиропов на основе казеината с двойными смесями полисахаридов снижается до 11-18 минут, что на 9,5-20% меньше контроля. Двойные смеси полисахаридов по их степени влияния на увеличение продолжительности процесса охлаждения сиропа можно поставить в ряд: Na-КМЦ+пектин < ксантановая камедь+пектин = альгинат натрия + Na-КМЦ < ксантановая камедь + Na-КМЦ < альгинат натрия + ксантановая камедь < альгинат натрия+пектин.

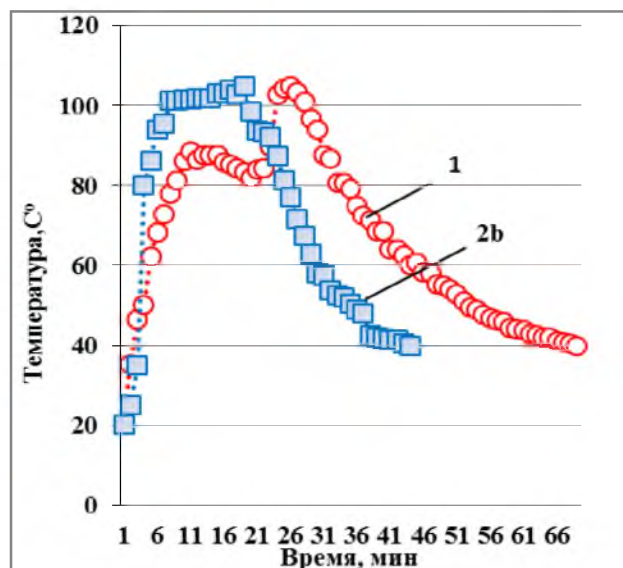
4.3 Термообработка сиропа на основе казеината и тройной смеси полисахаридов

Температурные профили сиропов с использованием БПС на основе тройной смеси полисахаридов взамен молока и яйца, представлены на рис 4.4. Температурные профили сиропов с БПС сравнивали с контрольным вариантом.

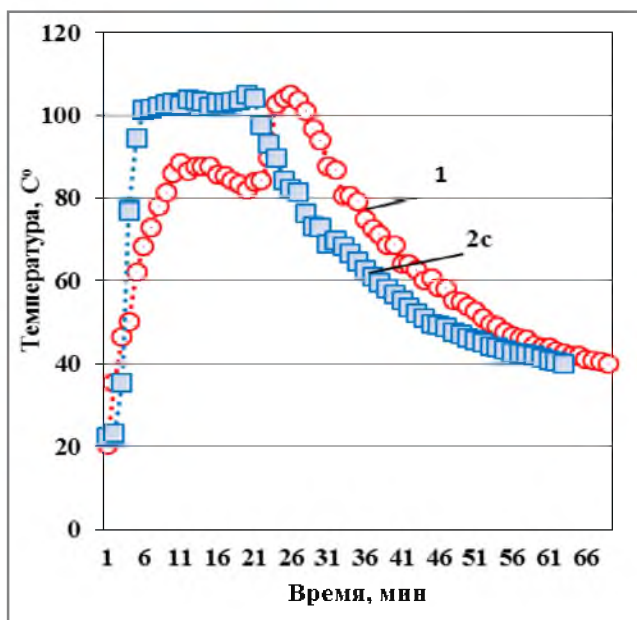
Как видно из рисунка 4.4, продолжительность уваривания до температуры 105°C опытного сиропа с БПС на основе тройной смеси полисахаридов (альгинат натрия+ксантановая камедь+КМЦ) составляет 18



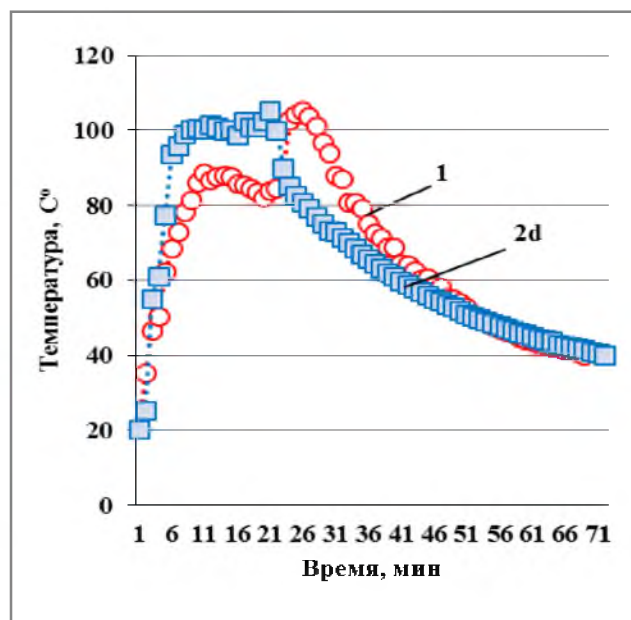
a



b



c



d

Рисунок 4.4 – Температурные профили приготовления сиропов с БПС на основе смеси полисахаридов: 1 - контрольный сироп на основе молока и яиц; 2а – альгинат натрия+ксантановая камедь+Na-КМЦ; 2b – альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин; 2с – ксантановая камедь+Na-КМЦ+пектин; 2d – альгинат натрия+Na-КМЦ+пектин.

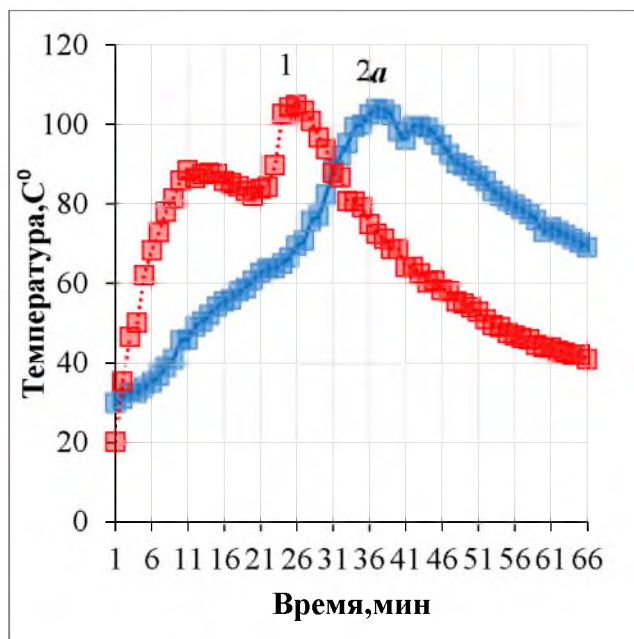
минут, а охлаждения – 37 минут. Общая продолжительность термообработки сиропа составила 55 минут, что на 20% меньше чем у контроля. Введение в

сироп БПС на основе смеси (альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин) приводит к сокращению процесса термообработки до 48,5 минут (рис. 2b), что на 29% меньше по сравнению с контролем, при этом время уваривания составляет 19,5 минут, а охлаждения – 29 минут. Введение в сироп БПС на основе тройной смеси (ксантановая камедь+КМЦ+пектин) приводит к уменьшению процесса термообработки до 51 минут (рис. 2 d), при этом время уваривания составляет 18 минут, а охлаждения – 38 минут, что на 18% меньше чем у контроля. Использование БПС на основе смеси (альгинат натрия+КМЦ+пектин) приводит к сокращению продолжительности уваривания сиропа до 21 минуты, а охлаждения – до 51 минут (рис.2с). Общая продолжительность термообработки сиропа составила 72 минут, что на 5% больше чем у контроля таблица Б.1. Следует отметить, что введение в сироп любого по составу БПС на основе тройной смеси полисахаридов приводит к сокращению процесса уваривания на 14-26% по сравнению с контрольным вариантом. Влияние состава БПС на основе тройной смеси полисахаридов на процесс охлаждения сиропа проявляется по-разному, наблюдается как значительное сокращение процесса – на 13-34%, так и увеличение – на 16% таблица Б.2.

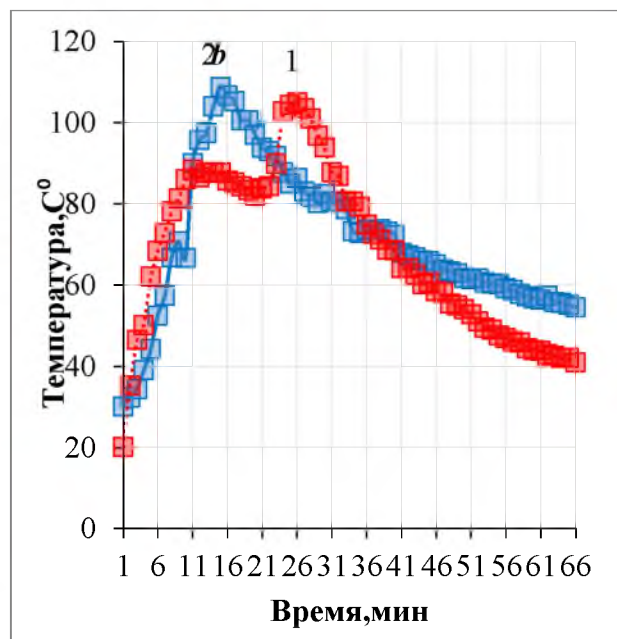
Полученные температурные профили сиропов с добавками БПС на основе казеината с тройной смесью полисахаридов позволяют расположить их в ряд по степени снижения продолжительности процесса термообработки: альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин, альгинат натрия+ксантановая камедь+Na-КМЦ $\approx$ альгинат натрия+Na-КМЦ+пектина, ксантановая камедь+Na-КМЦ+пектин.

4.4 Термообработка сиропа на основе белок-полисахаридной смеси и сахарозаменителей

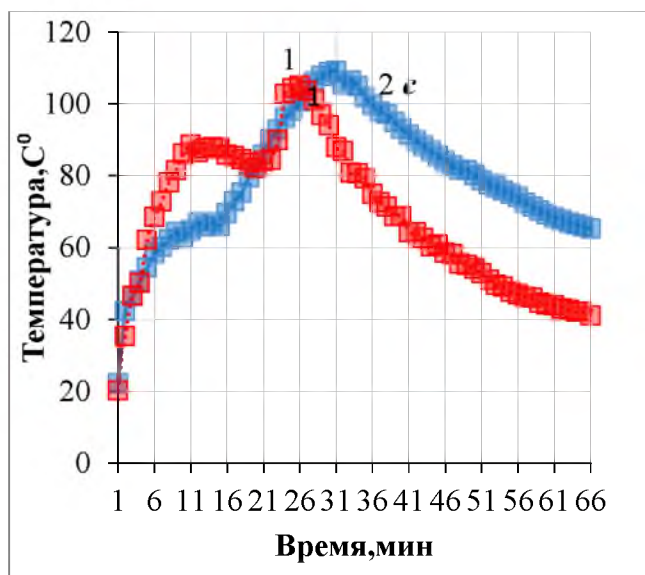
Проведены исследования влияния сахарозаменителей на процесс термообработки сиропов на основе казеината с тройной смесью



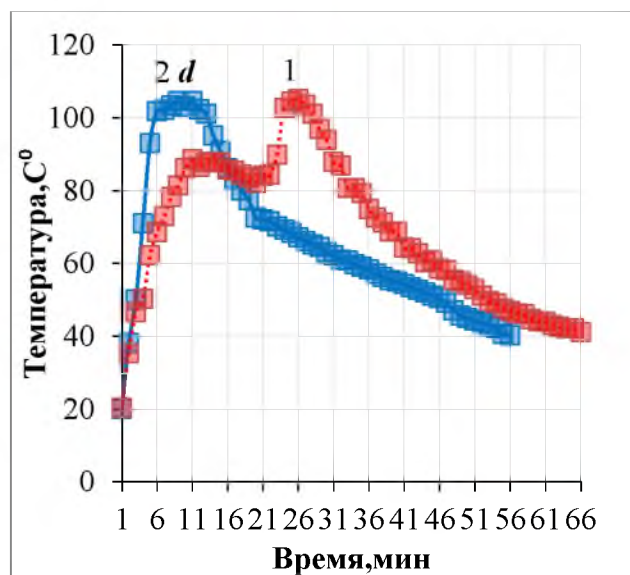
a



b



c



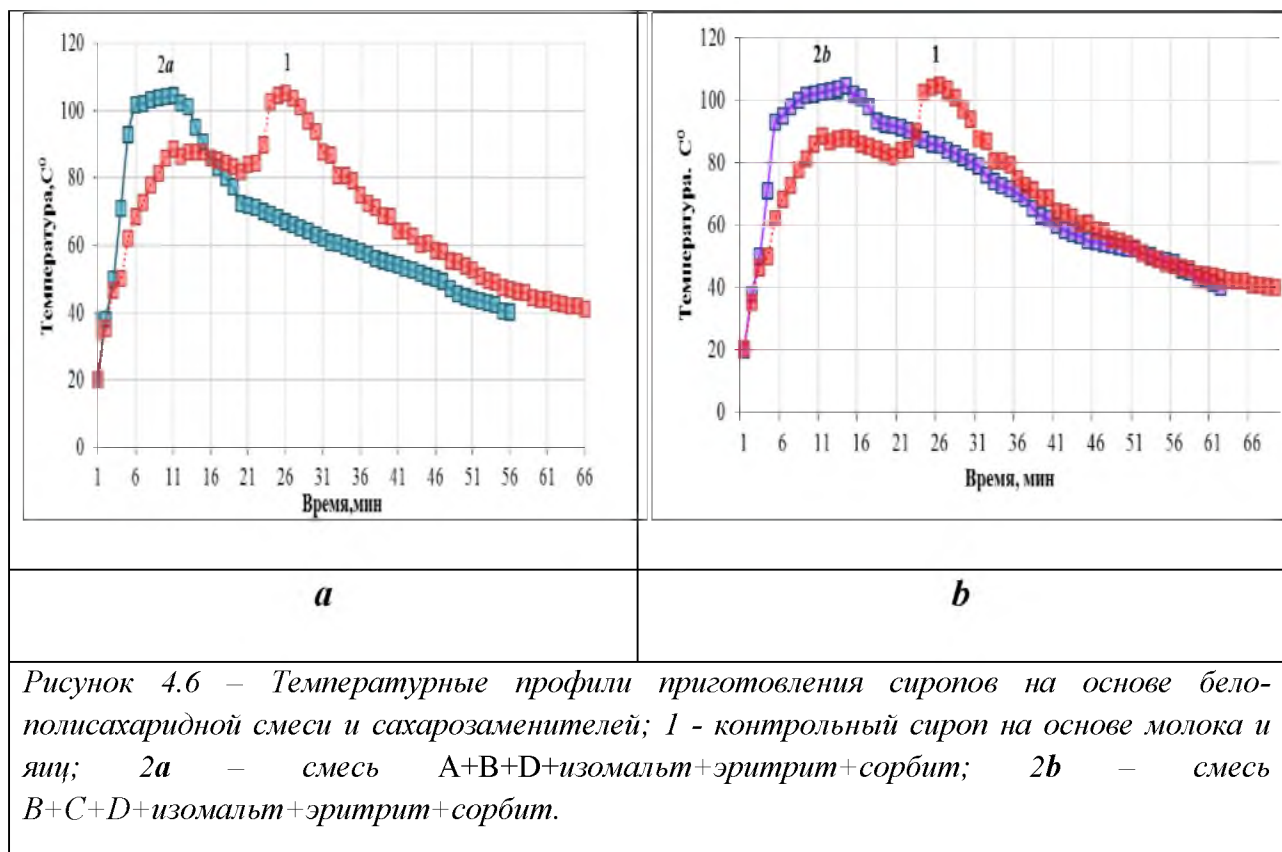
d

Рисунок 4.5 – Температурные профили приготовления сиропов на основе смеси А+В+D и сахарозаменителей: 1 - контрольный сироп на основе молока и яиц; 2а – с изомальтом; 2b – эритритом; 2c – сорбитом; 2d – смесь изомальт+эритрит+сорбит

полисахаридов с целью изучения температурного профиля. Температурные профили сиропов, приготовленных с использованием казеината натрия с тройной смесью полисахаридов (альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин) и сахарозаменителей (изомальт, эритрит, сорбит), представлены на рисунке 4.5. таблица Б.5.Б.6.

Как видно из рисунка 4.5, продолжительность уваривания до температуры 105°C опытных сиропов с БПС на основе казеината с тройной смесью полисахаридов (альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин) и изомальта составляет 37 минут, а охлаждения – 90 минут. Общая продолжительность термообработки сиропа составила 127 минут, что на 85% больше чем у контроля. Введение в сироп с БПС эритрит приводит к сокращению процесса термообработки до 57 минут (рис. 2b), что на 17% меньше по сравнению с контролем, при этом время уваривания составляет 16 минут, а охлаждения – 41 минута. Использование сорбита для приготовления сиропа с БПС приводит к продолжительности уваривания сиропа до 29 минут, а охлаждения – до 86 минут (рис.2с). Общая продолжительность термообработки сиропа с сорбитом составила 115 минут, что на 68% больше чем у контроля. Следует отметить, что введение сахарозаменителей в сироп с БПС на основе казеината с тройной смесью полисахаридов (альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин) приводит как к уменьшению процесса охлаждения сиропа на 40% (эритрит), так и увеличению – на 25-32% (изомальт и сорбит)

Проведены исследования влияния тройной смеси сахарозаменителей в равных количествах (изомальт, эритрит, сорбит) на процесс термообработки сиропа с БПС с целью изучения температурного профиля. В качестве БПС использовали смеси: 1 – (казеинат натрия+альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин); 2 – (казеинат натрия+ КМЦ +ксантановая камедь+пектин). Температурные профили сиропов, приготовленных с использованием смесей сахарозаменителей и БПС, представлены на рисунке 4.6.



Как видно из рисунка 4.6, продолжительность уваривания до температуры 105°C опытного сиропа с тройной смесью сахарозаменителей и БПС на основе

(казеинат натрия+альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин) составляет 9 минут, а охлаждение – 45 минут. Общая продолжительность термообработки сиропа составила 54 минуты, что на 21% меньше чем у контроля. Введение во второй сироп совместно с тройной смесью сахарозаменителей и БПС на основе (казеинат натрия+ КМЦ +ксантановая камедь+пектин) приводит к увеличению процесса термообработки до 62 минут (рис. 2b), что на 9,5% меньше по сравнению с контролем, при этом время уваривания составляет 14 минут, а охлаждения – 48 минута. Таким образом, введение смеси сахарозаменителей в сироп с БПС позволяет продолжительность охлаждения сиропа привести к контролю.

ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ КРЕМА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

5.1 Технология крема на основе БПС и сахарозаменителей

На завершающем этапе исследования были приготовлены кремы масляные для тортов и пирожных с использованием раствора казеината натрия с полисахаридами. В емкость загружали воду, казеинат натрия и полисахариды, затем раствор оставляли для набухания в течение 2-4 часов. Набухший раствор белок-полисахаридной смеси смешивали со смесью сахарозаменителей и уваривали до температуры 105-107°C, с последующим охлаждением сиропа до комнатной температуры. Параллельно сбивали сливочное масло, в который небольшими порциями добавляли сахаро-белково-полисахаридный сироп, а за 30 секунд до завершения процесса сбивания крема добавляли вкусовые и ароматические вещества. В качестве контроля служил крем, который готовили по традиционной технологии с использованием молочных и яичных продуктов. Опыты проводили в двукратной повторности. Качество готового крема оценивали по плотности ρ (кг/м³) и влажности w (%). Для построения поверхностей отклика использовали аппроксимацию (1), в которой $Z = \rho$ (кг/м³) при исследовании плотности, $Z = w$ (%) – при определении влажности крема. Полученные результаты представлены на рис. 5.1. Из рис. 5.1 *а* видно, что область минимальных значений плотности крема (800-820 кг/м³) находится в центральной части треугольника. Поверхность отклика по показателю влажности крема представлена изолиниями на рис. 5.1*б*. Область максимальных значений w находится в центре треугольника, соответствующей тройной смеси полисахаридов. При этом влажность крема составляет $24 \pm 2\%$, что соответствует стандарту. Крем «Шарлотт» приготовленный по традиционной технологии с использованием молока и яиц имеет плотность, равную 1080 ± 10 кг/м³. При этом влажность контрольного крема составляет $25 \pm 2\%$. Таким образом, использование

сиропа с БПС на основе тройной смеси полисахаридов (альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин) не только обладает

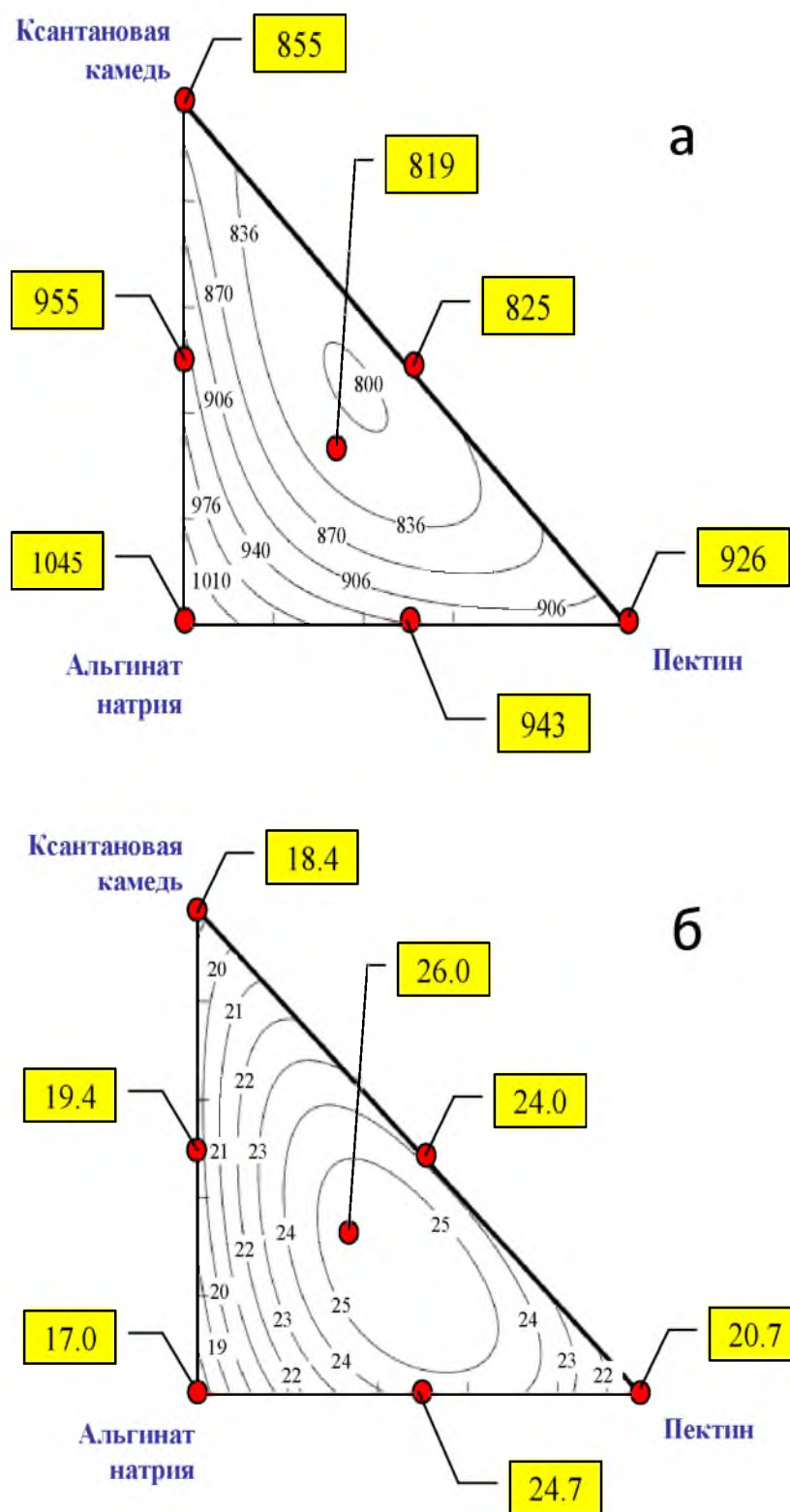


Рисунок 5.1 - Контурные кривые поверхностного отклика: **а** – плотности массы ρ ($\text{кг}/\text{м}^3$), **б** – влажности w (%) крема масляного, приготовленного на казеинате натрия с полисахаридами.

минимальной по длине температурным профилем, но и обеспечивает получение крема с минимальной плотностью.

С этих позиций отмеченная смесь БПС является оптимальной. Следует отметить, что крем на основе оптимальной БПС обладает глянцевою поверхностью, а также вкусом и консистенцией, не отличающимися от соответствующих показателей традиционного крема «Шарлотт». Сравнительная характеристика кремов, полученных по традиционной и новой технологии, представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Сравнительная характеристика кремов, приготовленных по традиционной и новой технологиям

Способ приготовления крема	Состав крема на 100 г продукта, в г				
	Белки	Жиры	Углеводы	Пищевые волокна	Энергетическая ценность, кКал
Традиционный	3,58	37,88	38,26	-	518
Новый «Шарлотт»	4,85	34,05	37,91	0,52	491
Традиционный	3,05	42,31	43,87	0,00	585,86
Новый «Гляссе»	0,21	42,31	40,96	0,78	562,90

Из данных таблицы 5.1 видно, что крем, разработанный по новой технологии, обогащен пищевыми волокнами, белками и имеет калорийность 491 ккал, что на 5,2% ниже по сравнению с контролем. Новый крем «Гляссе» имеет калорийность 562,9 ккал – это на 4,07% ниже контроля. Технология крема с использованием БПС позволяет полностью заменять яичные и молочные продукты без потери качества. Кроме того, комбинация полисахаридов обогащает крем масляный пищевыми волокнами, полноценными белками и минеральными веществами молока и превращает

его в уникальный лечебно-профилактический продукт. В результате замены яичных и молочных продуктов в рецептуре масляных кремов происходит снижение себестоимости продукта. Существенно расширены современные знания в области применения БПС при производстве крема для тортов и пирожных. Технологическая схема приготовления крема по новой технологии представлена на рисунке 5.2.

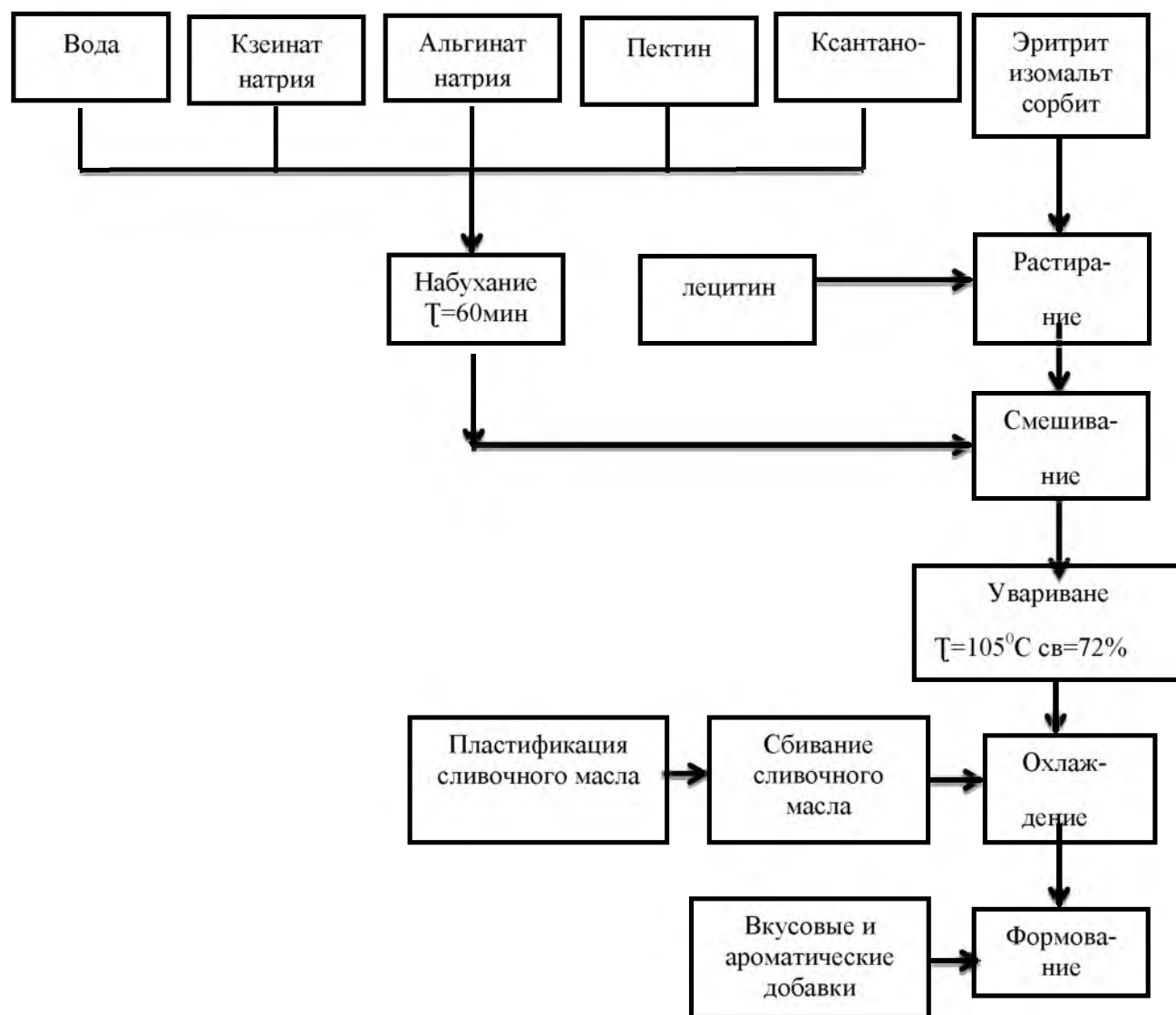


Рисунок 5.2 – Технологическая схема производства нового крема типа «Шарлотт» с белок-полисахаридной смесью и сахарозаменителями

5.2 Исследование структуры разработанных кремов

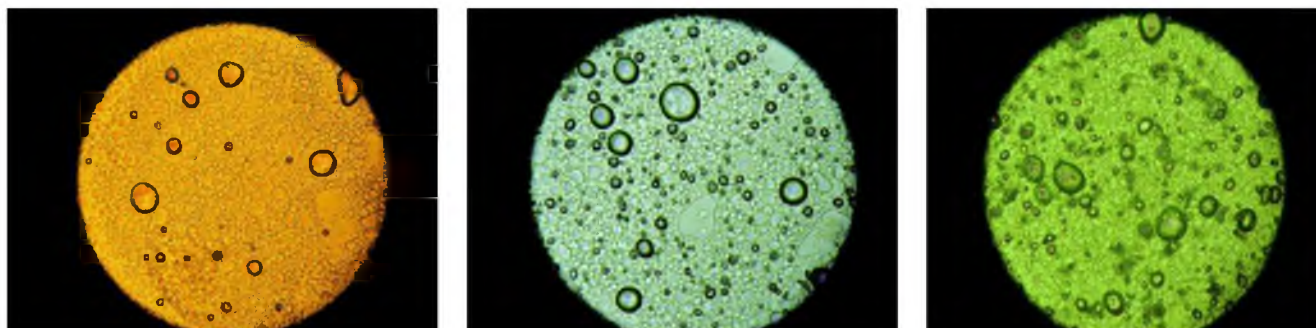
Для исследования были приготовлены образцы кремов по традиционной и новой технологии. Контрольный масляный крем «Шарлотт» готовили из молока, яиц, сахара-песка и сливочного масла. Вначале готовили сахаро-молочно-яичный сироп, который уваривали до температуры 102-104°C. Затем сироп охлаждали и смешивали со сбитым сливочным маслом. Контрольный крем «Гляссе» готовили из взбитых яиц с сахаром-песком, затем сахаро-яичную пену смешивали со сбитым сливочным маслом.

Опытный образец крема типа «Шарлотт» готовили следующим образом. Смешивали казеинат натрия, ксантановую камедь, пектин, альгинат натрия и воду, затем смесь выдерживали в течение 60 минут для набухания. В набухшую смесь добавляли смесь сахарозаменителей, затем полученную массу направляли на уваривание, до температуры 105-107°C. Уваренный сироп охлаждали до комнатной температуры и смешивали со сбитым сливочным маслом для получения крема. В конце сбивания в крем вводили вкусовые и ароматические вещества. Опытный образец крема типа «Гляссе» готовили аналогично крему типа «Шарлотт». Отличие в приготовлении сиропа типа «Гляссе» состоит в том, что использовали БПС, в состав которого входил казеинат натрия, ксантановая камедь, пектин, Na-КМЦ. Томографическое исследование воздушных пустот в креме «Шарлотт» и «Гляссе» проводили на приборе томограф GM Nanomex 180. Для исследования на держатель томографа наносился образец крема в виде капли, которая в поперечном разрезе имеет размер 2мм. С помощью пульта управления он устанавливался под рентгеновской пушкой. На пушке были подобраны такие ускоряющие электроны напряжение и сила тока, при которых изображение образца становилось наиболее контрастным. При полученных параметрах проводилась калибровка томографа. Для последующей обработки было сделано по 1000 рентгеновских изображений каждого образца при его повороте на 360°. Исследования были проведены

при разрешении томографии 3,6 мкм на пиксель. На рисунке 5.3 показаны три рентгеновских изображения образца крема при его повороте на различные углы.



Рисунок 5.3 - Рентгеновские изображения образца при различных углах поворота вокруг оси вращения шагового двигателя.



a

b

c

*5.4 – Микроструктура крема: **a** – контроль; **b** – опытный с смесью A+B+D; **c** – опытный с смесью B+C+D.*

Обработку массива полученных фотографий с целью получения трехмерной цифровой картины структуры образца крема проводили по программе Phoenix Datasx 2 Reconstruction производства Volume Graphics, Германия. Для анализа полученных трехмерных изображений предназначено программное обеспечение VGStudio MAX 2.2 производства Volume Graphics, Германия. Чтобы оценить пустотное пространство крема (пузырьков

воздуха), были определены следующие характеристики: пористость (отношение объема, занимаемого всеми обнаруженными пузырьками, к объему, занимаемому всем образцом), и распределение по радиусам пузырьков. Определение параметров образцов производилось с помощью встроенного в ПО модуля Porosity/Inclusion Analysis Module. Общие результаты обработки трехмерных изображений представлены в таблице 5.2.

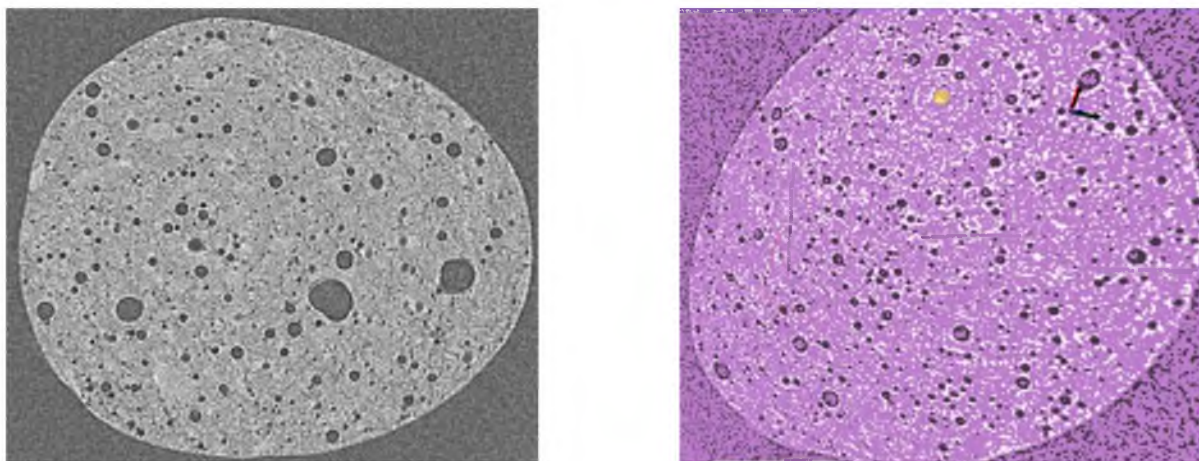


Рисунок 5.5 – Томографическое изображение крема.

Таблица 5.2 - Общие результаты анализа трехмерных изображений образцов.

Название образцов крема	Пористость, %	Общее количество обнаруженных пузырьков	Средний радиус пузырьков, мкм
«Гляссе»			
Контрольный	32.5	12496	5,12
Опытный	23.3	15273	4,91
«Шарлотт»			
Контрольный	21.9	11066	3,86
Опытный	15.9	10904	3,76

Следует отметить, что в опытных образцах крема средний радиус пузырьков меньше, чем в контрольных.

На рисунках 5.6 и 5.7 приведены гистограммы распределения пузырьков по размерам для различных образцов. На образцах некоторые пузырьки имели форму, заметно отличающуюся от сферической, и для них в качестве радиуса был взят такой эффективный радиус, при котором объем сферы равен объему рассматриваемой поры.

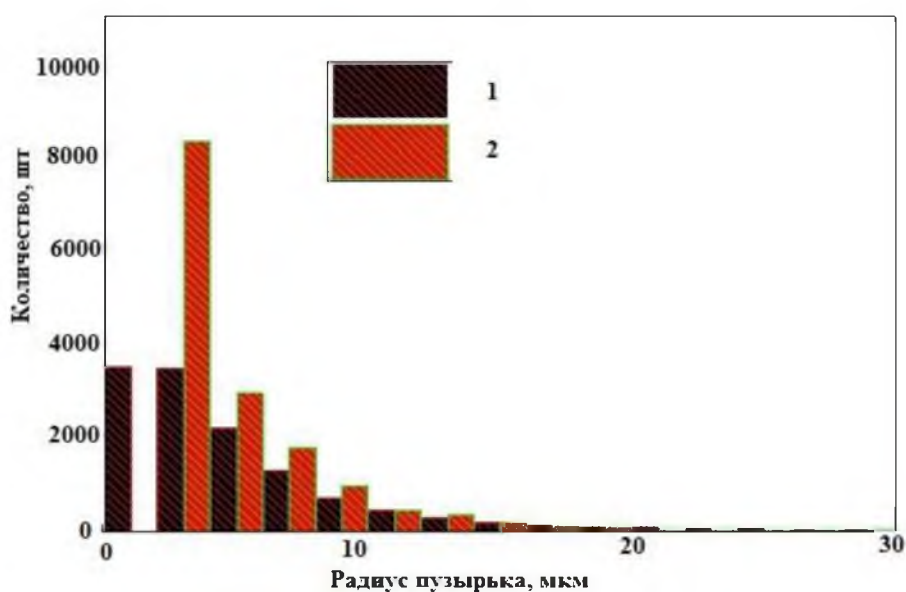


Рисунок 5.6 - Определение количества воздушных пузырьков в образцах: 1 – контроль «Гляссе»; 2 - образец с опытной смесью В+С+D.

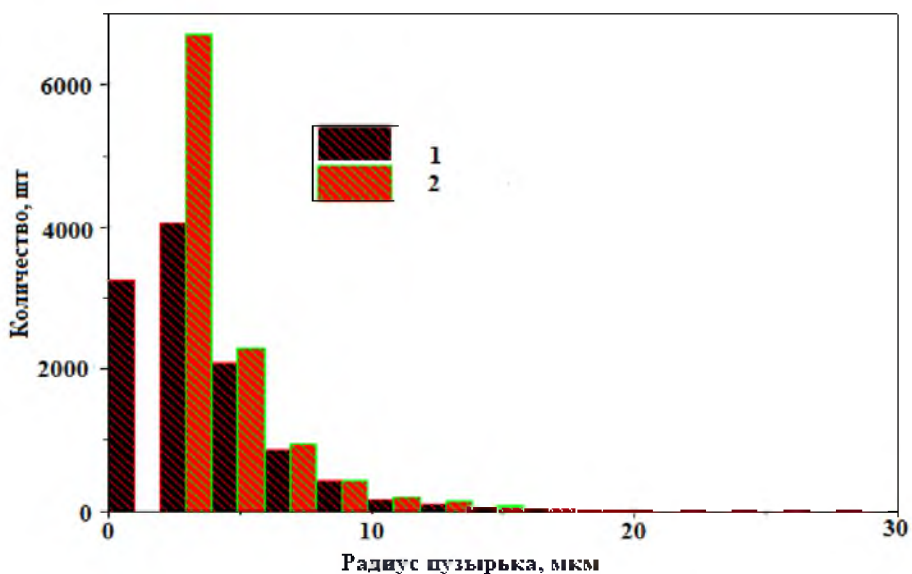


Рисунок 5.7. - Определение количества воздушных пузырьков в образцах: 1 - контроль

«Шарлотт»; 2 - образец с опытной смесью В+С+D.

Из гистограммы распределения по размерам, показанным на рисунках 5.6 и 5.7 можно заметить, что количество пузырьков практически монотонно возрастает с уменьшением радиуса r . Это признак того, что не все поры были найдены, некоторое их количество оказалось с заметно меньшим размером, чем разрешение томографии, т.е. имеет диаметр меньше 3,6 мкм. Из-за этого можно утверждать, что пористость, определенная с помощью томографии, занижена.

На рисунках 5.8 и 5.9 приведены плотности вероятности распределения по размерам пузырьков. Здесь ордината каждой точки для каждого образца получена как отношение количества пузырьков в соответствующем интервале размеров из гистограммы распределения к их общему количеству в образце.

Тем не менее, анализируя кривые (частотные характеристики) на рисунке 5.8 и 5.9 можно сделать важные выводы о различии микроструктуры опытных и контрольных образцов крема «Шарлотт» и «Гляссе». Очевидно, что при гипотетическом идеальном разрешении прибора, когда наблюдению доступны пузырьки сколь угодно малых размеров, кривые при $r \rightarrow 0$ возрастали бы неограниченно. В опытных образцах это нарастание более интенсивно по сравнению с контрольными – частотная характеристика в них начиная с $r \approx 5$ мкм, сдвинута в область мелких пузырьков (причем у крема «Шарлотт» этот сдвиг больше, чем у «Гляссе»).

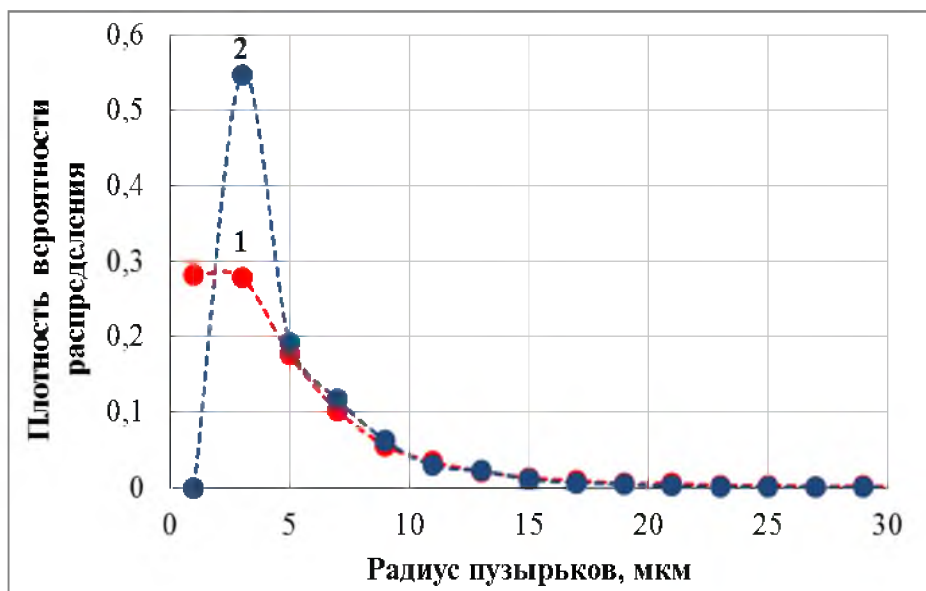


Рисунок 5.8. - Плотность вероятности распределения пузырьков по размерам для кремов: 1 - контроль «Гляссе»; 2 - опытный образец с «казеинатом натрия+ксантановая камедь+Na КМЦ+пектин».

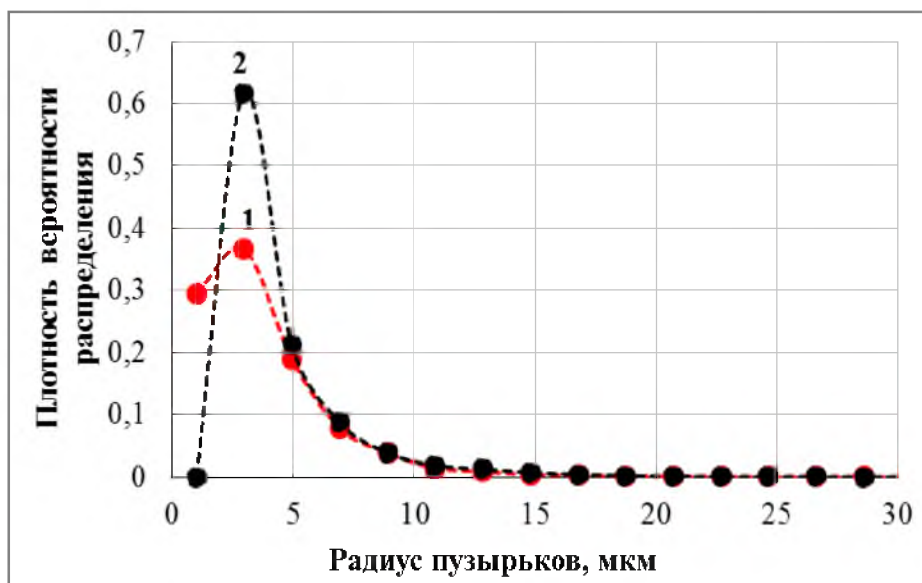


Рисунок 5.9. - Плотность вероятности распределения пузырьков по размерам для кремов: 1 - контроль «Шарлотт»; 2 - опытный образец с казеинатом натрия+альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин».

Одним из основных потребительских требований, предъявляемых к крему, является как можно более медленная его усадка. Усадка происходит

из-за постепенного всплытия пузырьков воздуха в результате действия силы Архимеда F_A , выражаемой следующей формулой:

$$F_A = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho g \quad (5.1)$$

где r – радиус пузырька, g – ускорение свободного падения, ρ – плотность жидкости.

Замедляет всплытие сила вязкого сопротивления Стокса, действующая на пузырек и определяемая по следующей формуле [64]:

$$\vec{F}_S = -6\pi\mu r \vec{V} \quad (5.2)$$

где μ - коэффициент динамической вязкости жидкости, V – скорость движения

пузырька. Направлена сила Стокса против вектора скорости движения. Так как

при всплытии в жидкости пузырек движется без ускорения, то по второму закону Ньютона сумма действующих на него сил равна нулю, т.е.

$$F_A = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho g = F_S = 6\pi\mu r V \quad (5.3)$$

Из полученного выражения можно определить зависимость скорости всплытия V от параметров жидкости и радиуса пузырька:

$$V = \frac{2}{9} \frac{r^2 \rho g}{\mu} \quad (5.4)$$

Таким образом, скорость всплытия и усадки крема зависит пропорционально квадрату радиуса пузырька и обратно пропорциональна вязкости жидкости, его окружающей. Из рисунков 5.8 и 5.9 видно, что доля маленьких пузырьков в опытных образцах больше, чем в контрольных, а это значит, что время усадки (уплотнения) опытных образцов должно быть больше.

Для количественной характеристики изменения времени усадки τ можно воспользоваться выражением (5.5). Данное время при прочих равных условиях (глубина сосуда, в котором лежит крем), будет обратно пропорционально скорости всплытия пузырьков:

$$\tau \approx \frac{1}{V} \approx \frac{\mu}{\rho r^2} \quad (5.5)$$

Тогда для двух образцов отношения времен усадки будет находиться из следующего выражения:

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{\mu_1}{\mu_2} \frac{\rho_2 r_2^2}{\rho_1 r_1^2} \quad (5.6)$$

Индексами 1 и 2 обозначены параметры первой и второй жидкостей, а также радиусы находящихся в них пузырьков. Если считать, что вязкости и плотности сиропов в опытных и контрольных образцах одинаковы, из данных в таблице 5.2 можно оценить, что время усадки опытного образца крема Гляссе будет в 1.087 раза больше, чем у контрольного. Для крема Шарлотт аналогичное соотношение будет составлять 1.054.

По настоящему разделу можно сделать следующие выводы. При использовании новой рецептуры приготовления крема воздушные пузырьки получаются меньшего размера, чем при приготовлении по классическому рецепту. При этом у крема «Шарлотт» количество мелких пузырьков выше, чем у крема «Гляссе». Время усадки (уплотнения) крема, приготовленного по новой рецептуре, увеличивается на 5-9%.

5.3 Исследование реологических свойств разработанных кремов

Для определения оптимального состава белок-полисахаридной смеси, обеспечивающего получение изделий с высокими показателями качества, необходимо определить влияние БПС на реологические свойства кремов. С этой целью на установке, представленной в главе 2.2.1, снимали кривую

изменения напряжения сжатия σ от деформации ε при воздействии индентора, погружающегося в образец крема с постоянной скоростью 1×10^{-3} м/сек таблица В.1.

Для исследования использовали образцы кремов, изготовленные по традиционной и новой технологии. В качестве контроля брали масляный крем «Шарлотт», состоящий из сиропа «Шарлотт» и сбитого сливочного масла. Сироп «Шарлотт» готовили из молока, яиц, и сахара – песка, затем уваривали до $T=102-104^{\circ}\text{C}$. Охлажденный сироп смешивали со сбитым сливочным маслом. Крем «Гляссе» изготавливали из взбитых яиц с сахаром-песком, яичную пену смешивали с сбитым сливочным маслом в соответствии с рецептурой. Опытные образцы кремов готовили следующим образом: смешивали казеинат натрия, ксантановую камедь, пектин, альгинат натрия и воду и выдерживали в течении 60 минут для набухания, после чего в полученную смесь добавляют сахарозаменители и уваривают при температуре $102-105^{\circ}\text{C}$. Охлажденный сироп смешивают с сбитым миксером в течении 20 минут (225 оборотов/мин) сливочным маслом, ванилином, коньяком и пробивают еще раз. Опытный образец крема типа «Гляссе» готовят также как и крем типа «Шарлотт», только сироп готовят из смеси казеината натрия, ксантановой камеди, пектина, натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы и воды.

Нормальное напряжение в основании индентора, воздействующего на образцы крема, определяли по формуле

$$\sigma = \frac{F}{S}, \quad (5.7)$$

где F – приложенная сила, S – площадь основания индентора. Образцы имели температуры - 10°C и 22°C . Результаты измерений для $T=10^{\circ}\text{C}$ представлены на рисунке 5.10. Из рисунка 5.10 видны коренные отличия опытных кремов от контрольных. Кривые σ - ε для контрольных образцов в исследуемом

диапазоне деформаций $\varepsilon=0\div 7\cdot 10^{-2}$ представляют собой монотонно возрастающие функции, отражающие вязко-упругий отклик материала. Напротив, функции $\sigma(\varepsilon)$ для опытных образцов с ростом деформации сначала растут до максимальных значений, достигаемых при $\varepsilon\approx\varepsilon^*=0.026$, затем, вплоть до $\varepsilon\approx\varepsilon^{**}=0.042$, их значения уменьшаются («падающий» участок кривых), и далее функции остаются примерно постоянными. Величину ε^* можно назвать пределом упругости в силу причин, объясняемых ниже.

Такое поведение кривых нагружения характерно для конструкционных упруго-пластических материалов. Эти материалы имеют ярко выраженный упругий участок, вслед за которым наблюдается так называемый зуб текучести (соответствующий падающему участку кривой σ - ε), и, наконец, следует участок пластического течения с напряжениями, принадлежащими поверхности текучести. Важно отметить, что на упругом участке деформирования $0<\varepsilon<\varepsilon^*$ модули упругости опытных образцов существенно превосходят соответствующие модули контрольных материалов. Другими словами, здесь опытные кремы жестче контрольных, причем крем типа «Глясе» жестче крема типа «Шарлот». Существование у опытных образцов упругого участка при $0<\varepsilon<\varepsilon^*$, причем с относительно большими модулями, легко объяснить, если принять во внимание, что белки совместно с полисахаридами упрочняют границы пузырьков воздуха и масла. Поэтому на участке $0<\varepsilon<\varepsilon^*$ деформации происходят за счет уменьшения в объеме существующих пустот (сжатие воздуха в пузырьках) без разрушения самих пузырьков. Топология микроструктуры на этом участке не изменяется, а происходящая деформация обратима (т.е., упруга). Последнее означает, что снятие нагрузки приведет к быстрому восстановлению формы образца. Вклад в относительно большую жесткость вносит и тот факт, что масло при $T=10^\circ\text{C}$ находится в твердом кристаллическом состоянии, т.е. формоизменение капель масла не играет роли в накапливаемой деформации образцов. Фактически, результаты опыта, представленные на рисунке 5.10 можно

интерпретировать как новое, нигде в литературе до сих пор не отмеченное, доказательство того, что внесение БПС упрочнят фазовую границу воздух-раствор.

Дальнейшая деформация в контрольных образцах ведет уже к разрушению части (крупных) пузырьков, и, следовательно, к перестройке микроструктуры, сопровождающейся возникновением падающего участка и общим разупрочнением материала. Как известно, разупрочнение материала ведет к его внутренней (реологической) неустойчивости, т.е. к неустойчивости, которую нельзя предотвратить никакими граничными условиями. Если деформации образца стеснены, то такая неустойчивость проявляется в виде возникновения регулярных узких слоев локализации пластической деформации и разгрузки материала вне этих слоев. При нестесненной деформации неустойчивость имеет диффузный тип – пластические деформации непрерывным образом охватывают весь объем материала.

При $T=22^{\circ}\text{C}$ характер деформирования опытных образцов, представленный на рисунке 5.11 уже принципиально иной, хотя некоторые особенности сохраняются (например, на начальных этапах нагружения опытные образцы остаются более жесткими по сравнению с контрольными, хотя и гораздо более податливыми, чем при $T=10^{\circ}\text{C}$). На всех участках нагружения деформирование

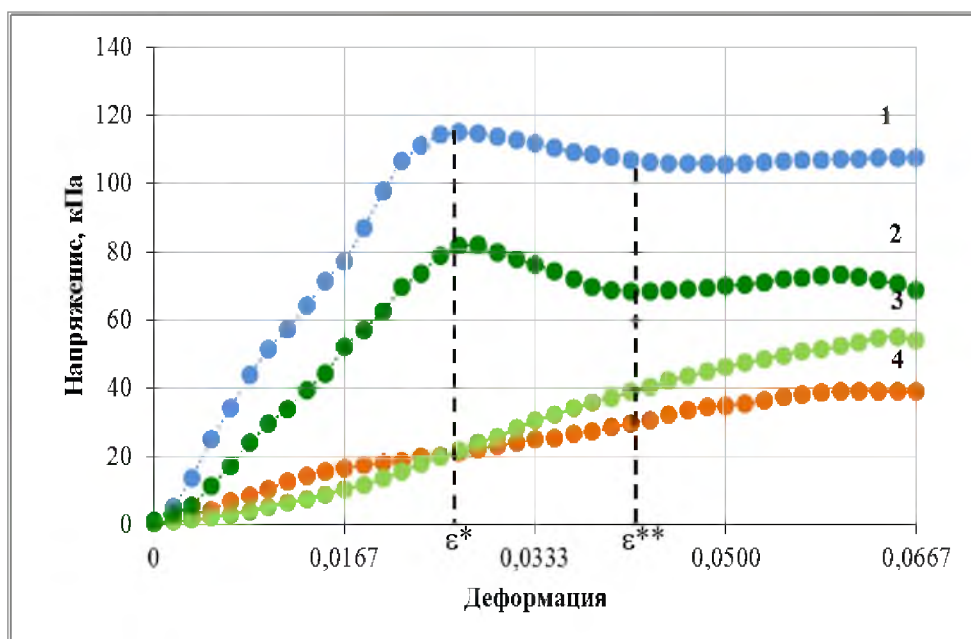


Рисунок 5.10 - Влияние белок-полисахаридной смеси на реологические свойства крема при температуре 10 °С: 1 - опытный «Гляссе» с ксантановой камедью+NaКМЦ+пектином; 2 - опытный «Шарлотт» с альгинатом натрия+ксантановой камедью+пектином; 3 - контроль крем «Шарлотт»; 4 - контроль крема «Гляссе».

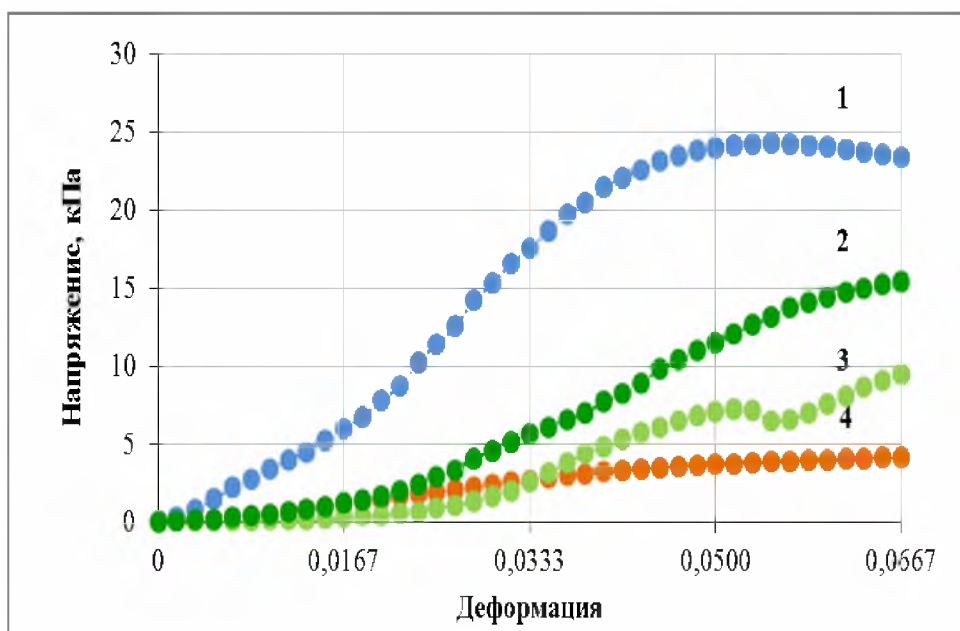


Рисунок 5.11 - Влияние белок-полисахаридной смеси на реологические свойства крема при температуре 22 °С: 1 - опытный «Гляссе» с «казеинатом натрия+ксантановой камедью+NaКМЦ»+пектином; 2 - опытный «Шарлотт» с «казеинатом натрия+альгинатом натрия+ксантановой камедью+пектином»; 3 - контроль крема «Шарлотт»; 4 - контроль крема «Гляссе».

обладает вязким характером, причем сопровождается перестройкой микроструктуры с разрушением имеющихся и образованием новых пузырьков воздуха. «Зуб текучести» исчезает и на кривой $\sigma(\epsilon)$ вырождается в точку перегиба, разделяющую области положительной и отрицательной кривизны кривой. Подробности эволюции микроструктуры в одноосно сжимаемом образце (в том числе и природа положительной кривизны на начальном этапе нагружения) подробно исследована в работе [63]. Была проведена дегустация кремов. Которые оценивали по показателям качества :форма – ровная, без трещин, консистенция однородная, пышная; цвет- свойственный данному продукту; вкус и аромат – соответствует данному наименованию изделия, без посторонних привкусов и запахов.

ГЛАВА 6. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БЕЛОК-ПОЛИСАХАРИДНЫХ СМЕСЕЙ И САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕЙ НА СРОКИ ХРАНЕНИЯ КРЕМА

6.1 Определение сроков годности кремов с белок-полисахаридными смесями и сахарозаменителями

Для определения влияния белок-полисахаридных смесей на продолжительность хранения кремов «Шарлотт» и «Гляссе» был составлен план проведения анализов по контрольным точкам в соответствии с рекомендациями МУ 4.2.727-99 таблица 6.1

Таблица 6.1 - План проведения исследований по определению сроков годности кремов «Шарлотт» и «Гляссе»

Предполагаемый срок годности	Периодичность контроля – контрольные точки проведения исследований, сутки хранения				
3 суток	фон	3	5	-	-
5 суток	фон	3	5	8	-
7 суток	фон	5	-	7	11

В начальной и конечной точках испытаний определяли органолептические показатели: цвет и внешний вид, структура и консистенция, вкус и аромат и показатель активности воды « a_w ». Микробиологические показатели определяли в средней пробе непосредственно после приготовления кремов на 5-ые, 7-ые и 11-тые сутки хранения при температуре $0 + 4^{\circ}\text{C}$.

Предварительно с целью снижения микробиологической обсемененности и продления срока хранения отделочных полуфабрикатов проведены исследования по замене некоторых рецептурных компонентов кремов «Шарлотт» и «Гляссе». На первом этапе осуществлен подбор загустителей и пенообразователей и проведен их микробиологический анализ в соответствии с существующими методами анализа [24,25,26].

В таблице 6.2 представлены результаты микробиологического анализа различных влагоудерживающих компонентов (сахарозаменителей), использованных для приготовления кремов типа «Шарлотт» и типа «Гляссе».

Таблица 6.2 – Микробиологический анализ сахарозаменителей

Название сахарозаменителя	Микробиологические показатели					
	Определяемые формы микроорганизмов					
	КМАФАнМ КОЕ/г, не более		БГКП(колиформы) ,не допускается в		Дрожжи,КОЕ/г Плесени, КОЕ/г	
	факт.	норма	факт.	норма	факт.	норма
1	2	3	4	5	6	7
Изомальт	Не обнар	5×10^4	Не обнар. в 1г продукта	В 1 г продукте	Не обнар.	дрожжи 50 плесени 100
Сорбитол	Не обнар	5×10^4	Не обнар. в 1г продукта	В 1 г продукте	Не обнар.	дрожжи 50 плесени 100
Мальтитол	3×10^3	5×10^4	Не обнар. в 1г продукта	В 1 г продукте	дрожжи 200	дрожжи 50 плесени 100
Ксилит	1×10^3	5×10^4	Не обнар. в 1г продукта	В 1 г продукте	Не обнар.	дрожжи 50 плесени 100
Эритритол	Не обнар	5×10^4	Не обнар. в 1г продукта	В 1 г продукте	Не обнар.	дрожжи 50 плесени 100

Полученные результаты показали, что для получения кремов с микробиологическими показателями, соответствующих действующим нормативам, в качестве сахарозаменителей следует использовать сорбитол, изомальт, эритритол. Эти компоненты были использованы для приготовления сиропа, который является первоначальной стадией приготовления кремов типа «Шарлотт» и типа «Гляссе». В таблице 6.3 представлены сравнительные данные микробиологического анализа сиропов, приготовленных по традиционной и модифицированной рецептуре. Использование в рецептуре сиропа для кремов «Шарлотт» и «Гляссе» сорбитола, изомальта, эритритола позволило снизить содержание

мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, что положительно отразилось на микробиологической обсемененности готового крема и позволило продлить срок их годности.

Таблица 6.3 – Результаты микробиологического анализа различных вариантов сиропов

Название вариантов сиропов для крема	Микробиологические показатели					
	Определяемые формы микроорганизмов					
	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более		БГКП(колиформы), не допускается в		Дрожжи, КОЕ/г Плесени, КОЕ/г	
	Факт.	норма	Факт.	норма	Факт.	Норма
1	2	3	4	5	6	7
Крем «Шарлотт»						
Сироп №1 (контроль)	1×10^4	5×10^4	Не обнаружено в 0,1 г продукта	В 0,1 г продукте	Не обнаружено	дрожжи 100 плесени 50
Сироп № 2 сироп с сахарозаменителями	Не обнаружено	5×10^4	Не обнаружено в 0,01 г продукта	В 0,01 г продукте	Не обнаружено	дрожжи 50 плесени 100
Крем «Гляссе»						
Сироп №3 (контроль)	2×10^4	5×10^4	Не обнаружено в 0,1 г продукта	В 0,1 г продукте	Не обнаружено	дрожжи 100 плесени 50
Сироп № 4 с сахарозаменителями	Не обнаружено	5×10^4	Не обнаружено в 0,01 г продукта	В 0,01 г продукте	Не обнаружено	дрожжи 50 плесени 100

Проведенная замена молока и яиц в рецептуре кремов на смесь из казеината натрия+альгината натрия+ксантановой камеди+пектина и казеинат натрия+ксантановой камеди+Na-КМЦ+пектин позволила получить полуфабрикат с пониженной влажностью при сохранении его пенообразующих свойств.

6.2 Исследование влияния показателя активности воды на качество кремов.

Параллельно проводились сравнительные исследования по определению показателя «активности воды a_w » в масляных кремах, приготовленных по традиционной рецептуре и с использованием

гидроколлоидов. Определение «активности воды a_w » проводилось на портативном приборе на приборе AquaLab series 3TE (Decagon Devices, USA). Полученные данные представлены в таблице 6.4. Полученные результаты показали, что применение белок-полисахаридных смесей в рецептурах кремов позволяет снизить показатель «активности воды a_w » в креме типа «Шарлотт» на 0,051, а в креме типа «Гляссе» - на 0,061.

Таблица 6.4 – Показатель «активности воды a_w » в масляных кремах

Наименование масляных кремов	Значения показателей	
	массовая доля влаги, %	Показатель «активности воды a_w »
контрольный	25	0,894
Крем «Шарлотт»		
опытный	26	0,843
Крем «Гляссе»		
контроль	22	0,904
опытный	23	0,843

Снижение показателя активности воды « a_w » положительно отразилось на микробиологической обсемененности кремов: отмечено снижение содержания МАФАНМ, дрожжи и плесени не обнаружены.

Однако в процессе хранения кремов «Шарлотт» и «Гляссе» в течение 7 сут наблюдалось увеличение общей обсемененности, появлялись плесени и дрожжи, особенно на 5-ые сутки хранения. В креме типа «Шарлотт» по сравнению с фоновым значением КМАФАНМ - 3×10^3 КОЕ/г на 5-ые сутки хранения было обнаружено КМАФАНМ - 5×10^4 , содержание дрожжей увеличилось с 10 КОЕ/г до 30 КОЕ/г, плесеней – с 25 КОЕ/г до 30 КОЕ/г. В креме типа «Гляссе» через 5 ч хранения было обнаружено 2×10^3 КОЕ/г МАФАНМ, а на 5-ые сутки хранения их содержание возросло до 4×10^4 КОЕ/г. Если в начальной точке определение дрожжи и плесени не были обнаружены, то на 5 –ые, 7-ые и 11 сутки хранения было выявлено 13 -15 -10 КОЕ/г дрожжей.

С целью торможения развития спорообразующей, дрожжевой и грибной микрофлоры в готовые крема добавляли 0,1% лимонной кислоты. Такой прием позволил не только подавить рост посторонних

микроорганизмов, но и улучшить пенообразующие и органолептические показатели. Результаты микробиологического анализа представлены в таблицах 6.5, 6.6, 6.7, 6.8. Сравнительный анализ полученных результатов показал, что при использовании в рецептурах кремов типа «Шарлотт» и типа «Гляссе» с гидроколлоидами 0,1% лимонной кислоты положительной динамики развития МАФАНМ, дрожжей и плесеней на 5-ые, 7-ые и 11-ые сутки хранения не выявлено. Кроме того, лимонная кислота способствовала стабилизации пенообразной структуры отделочных полуфабрикатов.

Таблица 6.5– Исследование микробиологической обсемененности крема типа «Шарлотт» с БПС в процессе хранения

Сроки хранения	Микробиологические показатели											
	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более		Масса продукта (г), в которой не допускаются						Дрожжи, КОЕ/г, не более		Плесени, КОЕ/г, не более	
			БГКП(колиформы),не допускается в		S.aureus		Патогенные, в том числе сальмонеллы					
	Факт.	норма	Факт.	норма	факт	норма	факт	норма	Факт.	норма	Факт.	норма
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5ч	3х 10 ³	5х10 ⁴	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	25	10	100	25	50
5суток	5 х 10 ⁴	5х10 ⁴	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	25	30	100	30	50
7суток	4 х 10 ⁴	5х10 ⁴	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	25	12	100	10	50
11суток	3х10 ⁴	5х10 ⁴	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	25	15	100	13	50

Таблица 6.6 – Исследование микробиологической обсемененности крема типа «Шарлотт» с БПС и лимонной кислотой (0,1%) в процессе хранения

Срок хранения	Микробиологические показатели											
	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более		Масса продукта (г), в которой не допускаются						Дрожжи, КОЕ/г, не более		Плесени, КОЕ/г, не более	
			БГКП(колиформы),не допускается в		S.aureus		Патогенные, в том числе сальмонеллы					
	Факт.	норма	Факт.	норма	факт	норма	факт	норма	Факт.	норма	Факт.	норма
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5ч	2x 10 ³	5x10 ⁴	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	25	10	100	20	50
5суток	Не обнаружены	5x10 ⁴	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	25	Не обнаружены	100	Не обнаружены	50
7суток	Не обнаружены	5x10 ⁴	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	25	Не обнаружены	100	Не обнаружены	50
11суток	Не обнаружены	5x10 ⁴	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	25	Не обнаружены	100	Не обнаружены	50

Таблица 6.7 – Исследование микробиологической обсемененности крема типа «Гляссе» с БПС в процессе хранения

Срок хранения	Микробиологические показатели											
	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более		Масса продукта (г), в которой не допускаются						Дрожжи, КОЕ/г, не более		Плесени, КОЕ/г, не более	
			БГКП(колиформы),не допускается в		S.aureus		Патогенные, в том числе сальмонеллы					
	Факт.	норма	Факт.	норма	факт	норма	факт	норма	Факт.	норма	Факт.	норма
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5ч	2x10 ³	5x10 ⁴	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	25	Не обнаружены	100	Не обнаружены	50
5суток	4x10 ⁴	5x10 ⁴	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	25	13	100	Не обнаружены	50
7суток	2x10 ⁴	5x10 ⁴	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	25	15	100	Не обнаружены	50
11суток	3x10 ⁴	5x10 ⁴	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	25	10	100	Не обнаружены	50

Таблица 6.8 – Исследование микробиологической обсемененности крема типа «Гляссе» с БПС и лимонной кислотой(0,1%) в процессе хранения

Срок хранения	Микробиологические показатели											
	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более		Масса продукта (г), в которой не допускаются						Дрожжи, КОЕ/г, не более		Плесени, КОЕ/г, не более	
			БГКП(колиформы),не допускается в		S.aureus		Патогенные, в том числе сальмонеллы					
	Факт.	норма	Факт.	норма	факт	норма	факт	норма	Факт.	норма	Факт.	норма
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5ч	2x10 ³	5x10 ⁴	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	25	Не обнаружены	100	Не обнаружены	50
5суток	Не обнаружены	5x10 ⁴	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	25	Не обнаружены	100	Не обнаружены	50
7суток	Не обнаружены	5x10 ⁴	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	25	Не обнаружены	100	Не обнаружены	50
11суток	Не обнаружены	5x10 ⁴	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	0,01	Не обнаружены	25	Не обнаружены	100	Не обнаружены	50

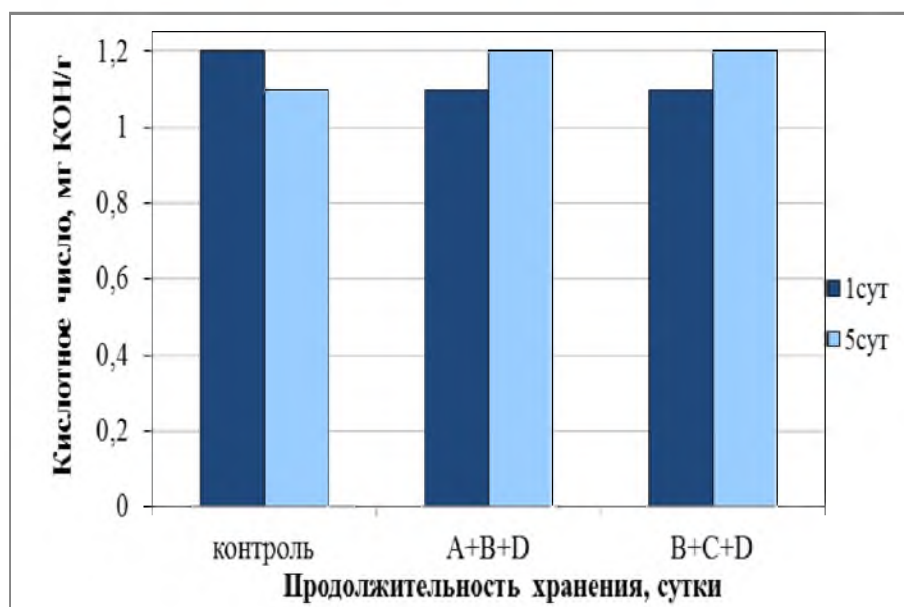
На основе полученных результатов был сделан вывод, что использование в рецептурах кремов типа «Шарлотт» и типа «Гляссе» белок-полисахаридных смесей в сочетании с лимонной кислоты позволяет значительно продлить срок годности с 36ч до 7суток в процессе хранения при температуре 0 - 4°С и, в определенной степени, улучшить органолептические и физико-химические показатели готового крема.

6.3 Исследование жирнокислотного состава крема в процессе хранения

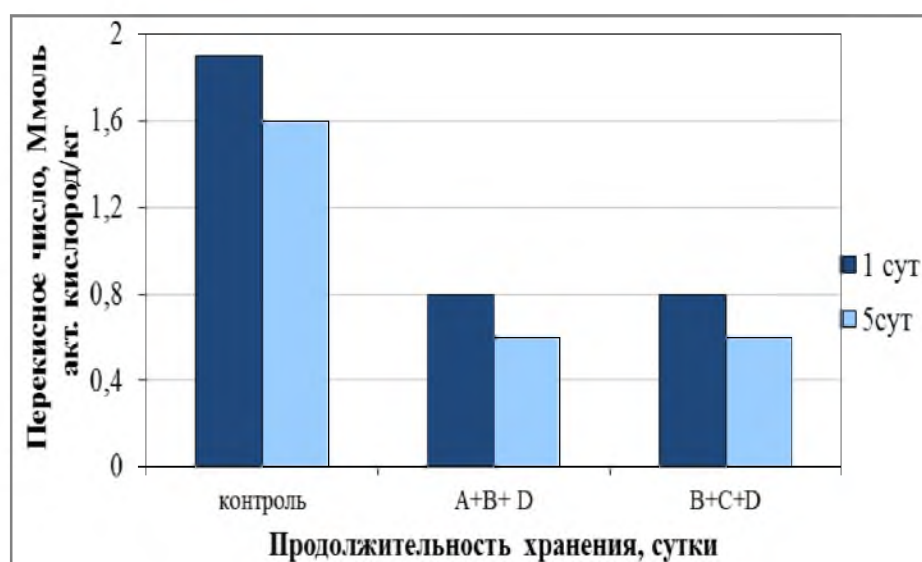
С целью определения изменения свойств в процессе хранения образцы, изготовленные по традиционной и разработанной технологиям, хранились в в закрытых пластиковых емкостях при температуре 0-6°С в течение 5 суток и относительной влажности воздуха не более 75%. Изменение свойств изделий в процессе хранения определяли по органолептическим показателям, а также на основании динамики кислотного и перекисного чисел извлеченного из образцов масла. Результаты эксперимента представлены на рисунке 6.1.

Крем для контрольных образцов «Шарлотт» и «Гляссе» для готовили с использованием яиц, молока, сахара-песка и сливочного масла. Опытные кремовые заготовки изготавливали из белок-полисахаридной смеси, сахарозаменителей и сливочного масла. Оценку производили по показателям: кислотного и перекисного числа. Значения показателей определяли с трехкратной повторностью. При построении гистограмм (рисунок 6.1) в качестве экспериментальных данных выбирались средние по повторам значения. Крем для контрольных образцов «Шарлотт» и «Гляссе» для готовили с использованием яиц, молока, сахара-песка и сливочного масла. Опытные кремовые заготовки изготавливали из белок-полисахаридной смеси, сахарозаменителей и сливочного масла. Оценку производили по показателям: кислотного и перекисного числа. Значения показателей определяли с трехкратной повторностью. При построении гистограмм

(рисунок 6.1) в качестве экспериментальных данных выбирались средние по повторам значения.



а



б

Рисунок 6.1 – Влияние продолжительности хранения на кислотное (а) и перекисное (б) число жир, извлеченного из масляного крема.

Из рисунка 6а видно, что величина кислотного числа, определяемое в первый день хранения и на пятый в контрольном образце и опытных образцах не меняется. Исследуемые кремовые образцы не окисляются - это подтверждается стабильностью результатов. У контрольного образца в первый день хранения составляет $1,2 \text{ мг KOH/г}$, а у опытного с белок-полисахаридной смесью (альгинатом натрия +ксантановой камедью+пектин) $1,1 \text{ мг KOH/г}$. За пять суток хранения показатель кислотного числа в образцах контроля и опытного с белок-полисахаридной смесью практически не изменился: контроль - $1,1 \text{ мг KOH/г}$, а образец с белок-полисахаридной смесью - $1,2 \text{ мг KOH/г}$.

Перекисное число Р представлено на рисунке 6б. Как видно из рисунка, контрольный образец имеет значение $1,9 \text{ Ммоль акт.кисл./г}$, а опытный сБПС (А+В+D и В+С+D) значение $0,8 \text{ Ммоль акт.кисл./г}$ в первый день хранения. Как видно из диаграммы, количественных различий между значениями не существует. В процессе хранения 5 суток перекисное число Р в контрольном образце составляет $1,6 \text{ Ммоль акт.кисл./г}$, а в опытных образцах с БПС(А+В+D и В+С+D) – $0,6 \text{ Ммоль акт.кисл./г}$. Это доказывает, что кремовое изделие не окисляется.

Результаты исследования жирнокислотного состава сливочного масла представлены в таблице 6.9. В зависимости от сроков хранения (5суток) выделенный из образцов жирнокислотный состав сливочного масла не изменяется в контроле и опытных образцах, остается практически идентичный исходному. Опытные образцы кремов с белок-полисахаридным комплексом сохранили высокие органолептические показатели качества в течение всего срока хранения. Таким образом, разработанные технологические решения позволяют увеличить срок годности продукции с 36 часов до 5 суток.

Таблица 6.9 – Жирнокислотный состав жиров, выделенных из образцов крема

Жирная кислота	Обозначение	Жирнокислотный состав жиров SDS, %				
		Масло сливочное	Крем контр. исх.	Крем контр. 10 сут.	Крем опытно. исх.	Крем опытно. 10 сут.
Масляная	4:0	1,8	1,9	1,6	1,9	1,7
Капроновая	6:0	0,9	1,4	1,3	1,3	1,4
Каприловая	8:0	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9
Каприновая	10:0	1,9	2,3	2,0	2,5	2,0
Лауриновая	12:0	3,0	3,5	5,2	4,5	3,3
Миристиновая	14:0	7,7	8,8	8,2	8,4	8,0
Пентадекановая	15:0	0,8	0,9	0,8	1,1	0,8
Пальмитиновая	16:0	34,6	34,9	35,2	34,7	34,0
Маргариновая	17:0	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4
Стеариновая	18:0	8,5	6,9	6,8	9,0	7,2
Элаидиновая	18:1-trans	2,0	2,0	2,5	1,6	2,1
Олеиновая	18:1	27,4	26,2	25,0	24,4	27,0
Линолевая	18:2	8,3	7,9	7,7	7,5	8,4
Арахидиновая	20:0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1

Итак, при пониженных температурах крем с добавлением БПС имеет ярко выраженную реологию упруго-пластического тела с относительно высокими значениями модулей на первоначальном участке нагружения. На этом участке деформации являются обратимыми (упругими) и происходят без разрушения имеющихся и образования новых микродефектов (в данном случае – пузырьков воздуха), чему способствует упрочнение границы воздух-раствор белками и полисахаридами. При больших уровнях нагружения наступает разупрочнение крема, сопровождающееся, в частности, неустойчивым разрушением части пузырьков. Обнаружение участка упругости, на котором крем является относительно жестким, имеет

несомненное прикладное значение. Например, при перевозке и хранении готового изделия можно допустить наличие деформаций (вплоть до предела упругости), которые никоим образом не влияют на характеристики качества. В этом случае БПС выступает альтернативой заморозке крема.

ВЫВОДЫ

Разработаны рецептура и технология отделочного полуфабриката с применением БПС. Исследование процессов на отдельных стадиях приготовления масляного крема позволили сделать следующие выводы:

1. Проведены исследования пенообразующей способности растворов казеината натрия с отдельными полисахаридами, их бинарными и тройными смесями. По степени влияния отдельных полисахаридов на повышение пенообразующей способности $Y_{\max}$ казеината натрия их можно ранжировать следующим образом: ксантановая камедь = пектин > альгинат натрия = КМЦ. Выявлено, что при использовании тройных смесей полисахаридов «альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин» и «КМЦ+ксантановая камедь+пектин» проявляются эффекты синергизма, выражающиеся в том, что пенообразующая способность казеината натрия со смесями полисахаридов больше, чем с каждым из полисахаридов по отдельности. Построены диаграммы, которые позволяют подбирать соотношение белок-полисахаридных смесей (БПС) для получения растворов с максимальной пенообразующей способностью, которая является объективной характеристикой пенной массы, гарантирующей высокое качество конечного продукта.

2. Критическая операция в технологии приготовления крема – продолжительность охлаждения сиропа. Использование, как отдельных, так и двойных смесей полисахаридов в сиропе приводит к повышению на 17-34% продолжительности охлаждения, по сравнению с контролем. Использование тройных смесей полисахаридов в сиропе позволяет, как сократить на 13-34%, так и увеличить на 16% продолжительность охлаждения сиропа. Тройные смеси полисахаридов по их степени влияния на уменьшение продолжительности охлаждения сиропа можно поставить в ряд: альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин < альгинат натрия+ксантановая камедь +КМЦ < альгинат натрия+КМЦ+пектина, < ксантановая камедь + КМЦ + пектин.

3. Разработана технология и рецептура кремов с использованием БПС. Использование БПС в технологии крема позволяет полностью заменять яичные и молочные продукты без потери качества. Кроме того, комбинация полисахаридов обогащает крем масляный пищевыми волокнами, полноценными белками и минеральными веществами молока и превращает его в уникальный лечебно-профилактический продукт. В результате замены яичных и молочных продуктов в рецептуре масляных кремов происходит снижение себестоимости продукта. Существенно расширены современные знания в области применения БПС при производстве крема для тортов и пирожных.

4. Изучены физические свойства кремов с БПС. При использовании БПС в технологии приготовления крема воздушные пузырьки получаются меньшего размера, чем при приготовлении по классическому способу. При этом в креме типа «Шарлотт» количество мелких пузырьков выше, чем в креме «Гляссе», что обусловлено различием тройной смеси полисахаридов. Время уплотнения крема, приготовленного по новой рецептуре, увеличивается на 5-9%.

5. Крем с добавлением БПС при пониженных температурах имеет ярко выраженную реологию упруго-пластического тела с относительно высокими значениями модулей на первоначальном участке нагружения. Деформации на этом участке происходят без разрушения имеющихся и образования новых пузырьков воздуха, чему способствует упрочнение границы воздух-раствор БПС. При больших уровнях нагружения наступает разупрочнение крема, сопровождающееся, в частности, неустойчивым разрушением части пузырьков. Обнаружение участка упругости, на котором крем является относительно жестким, имеет несомненное прикладное значение. Например, при перевозке и хранении готового изделия можно допустить наличие деформаций (вплоть до предела упругости), которые никоим образом не влияют на характеристики качества. В этом случае БПС выступает альтернативой заморозке крема.

6.Использование БПС и сахарозаменителей в сиропе не только снижает продолжительность термообработки по сравнению с традиционной технологией. При этом снижается плотность крема и увеличивается его срок хранения до 7 суток.

7. Проведена опытно-промышленная апробация результатов исследования в условиях ЗАО «ПЕКО». Разработаны проекты ТУ, ТИ и РЦ для производства кремового полуфабриката с БПС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенова Л.М., Кондратьев Н.Б. Научное обоснование повышения сохранности кондитерских изделий // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014 -. № 2. - С. 66-67.
2. Аксёнова Л.М., Талейсник М.А., Герасимов Т.В., Кочетов В.К., Устименко А.М. Оценка эффективности кавитационной обработки жидкообразных дисперсных сред, используемых в производстве мки // Хлебопродукты. - 2015. - № 6. - С. 48-49.
3. Алексеенко Е.В., Быстрова Е.А., Чернобровина А.Г., Невская Е.Б. Брусничные полуфабрикаты: получение, применение, перспективы // Пищевая промышленность. - 2014. - № 5. - С. 68-69.
4. Богатырева Т.Г. Современные моющие и дезинфицирующие средства для кондитерской промышленности // Хлебопекарное производство. - 2011. - № 2. - С. 45.
5. Богатырева Т.Г., Брызун В.А., Нгуен Дак Чыонг. Влияние продолжительности термовлажностной обработки на качество хлебобулочных изделий // Хлебопечение России. - 2011. - № 3. - С. 29-30.
6. Богатырева, Т.Г. Технологии пищевых продуктов с длительными сроками хранения./Т.Г.Богатырева, Н.В.Лабутина.- СПб.: ИД «Профессия».- 2013- 176с.
7. Бутейкис Н.Г., Жукова А.А. Технология приготовления мучных кондитерских изделий. 2-е издание – М.: Академия, 2003. – 287 с.
8. Ванин С.В., Колпакова В.В. Влияние гидроколлоидов полисахаридной природы на пенообразующие свойства белковых продуктов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2008. - № 1. - С. 57-59.
9. Ванин С.В., Колпакова В.В. Регулирование пенообразующих свойств белковых продуктов при разработке пенных систем // Кондитерское производство. - 2010. № - 2. С. 17-19.

10. Васькина В.А., Гуров А.В., Грушникова У.В. К вопросу оптимизации технологии производства крема эмульсионно-пенной структуры // Кондитерское производство. - 2006. №5. - С. 22-24.
11. Васькина В.А., Львович Н.А. Сахарозаменители в технологии производства зефира // Кондитерское производство. 2011. -№ 1.- С. 16-119.
12. Васькина В.А., Фролова Т.Ю. Сахарозаменители в технологии производства вафельных листов // Кондитерское производство. - 2010. - №2. - С.46-48.
13. Васькина В.А., Головачёва А.В. Молочная сыворотка в производстве кондитерских начинок пенной структуры // Хранение и переработка сельхозсырья.- 2011. - № 9. - С. 50-54.
14. Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике. М.: Наука. 1966 - 300 с.
15. Горячева Г.Н., Васькина В.А., Федотов А.Н. Влияние сахарозаменителей на качество жележных и сбивных кондитерских изделий для больных диабетом. Совершенствование технологий производства продуктов в свете Государственной программы развития сельского хозяйства на 2008- 2012 гг: Материалы международной научно-практической конференции. Часть 2. технология. - Вестник РАСХН - Волгоград, 2008. - С. 256-260.
16. ГОСТ 10444.12-88. Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов. – Заменен на ГОСТ 10444.12-2013; введ.1990.01.01. - М.: Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, 2010. – 4с.
17. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. - Взамен ГОСТ 10444.15-75; введ. 1996-01-01. – Минск: Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, 2010. – 7с.

18. ГОСТ 10444.1-94. Консервы. Приготовление растворов реактивов, красок, индикаторов и питательных сред, применяемых в микробиологическом анализе. - Взамен гост 10444.1-75; введ. 1985.07.01. - М: Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, 2010. – 19с.
19. ГОСТ 10444.2-94. Продукты пищевые. Метод определения количества *Staphylococcus aureus*. Взамен ГОСТ 10444.2-75; введ.1996.01.01. – Минск: Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, 2003. – 10с.
20. ГОСТ 26668-85.Продукты пищевые и вкусовые. Методы отбора проб для микробиологических анализов, введ.1986.07.01. – М.: Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, 2010. – 4с.
21. ГОСТ 26670-91. Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов.
22. ГОСТ 27543-87. Изделия кондитерские. Аппаратура, материалы, реактивы и питательные среды для микробиологических анализов. Взамен ГОСТ 26670-85: введ.1993.01.01. – М.: Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, 2008. – 8с.
23. ГОСТ 5904-82. Изделия кондитерские. Правила приемки, методы отбора и подготовки проб. Взамен ГОСТ 5904-74: введ.1984.01.01. – М.: Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, 2010. – 9с.
24. ГОСТ Р 50474-93. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). введ.1994.01.01.- М.: Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, 2010. – 10с.
25. ГОСТ Р 50480-93. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. введ.1994.01.01.- М.: Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, 1993. – 15с.

26. ГОСТ Р 51446-99 - Микробиология. Продукты пищевые. Общие правила микробиологических исследований, введ.2001.01.01. . М.: Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, 200. – 26с.
27. Государственная система обеспечения единства измерений. Перекисное, кислотное, йодное число жира в кондитерских изделиях. Методики выполнения измерений МИ 2586-2000. – М.: ВНИИМС, НИИКП, 2000. – 11с
28. Гужевский Е.И., Яшкин Е.В., Васькина В. А. Использование сахарозаменителей в производстве бисквитного полуфабриката // Материалы восьмой Международной конференции «Кондитерские изделия XXI века» / Международная промышленная академия, 28-30 марта 2011 г. - М.: Пищепромиздат. - 2011. - С. 186-188.
29. Гуров А.В., Васькина В.А., Грушникова У.В. Казеинат натрия и пищевые волокна в кондитерских массах пенной структуры // Кондитерское производство.2006. - №3. - С. 29-30.
30. Гуров А.В., Скобельская З.Г. Полуфабрикат для отделки тортов и пирожных // Кондитерское производство -. 2010. - № 2. - С. 13.
31. Дерягин Б.В. Теория устойчивости коллоидов и тонких пленок. - М.: Наука, 1986. - 206 с.
32. Дубцов Г.Г., Цалоева М.Р., Кусова И.У., Богданов А.Р. Функциональные хлебобулочные изделия для людей с высокой физической активностью // Хлебопродукты. - 2015. - № 4. - С. 48-49.
33. Дубцова Г.Н. Кондитерские изделия ххi века // Хлебопекарное и кондитерское производство. - 2005. - № 4. - С. 1.
34. Дубцова Г.Н., Кирюшина М.И. Перспективы применения растительных белков при производстве кулинарных изделий // Товаровед продовольственных товаров. – 2014 -. № 3. - С. 20-26.
35. Еделев Д.А., Лабутина Н.В. Аспекты здорового питания школьников // Пищевая промышленность. - 2014. - № 11. - С. 64-66.

36. Еделев Д.А., Юдина Т.П., Новак С.А., Фролова Г.М., Черевач Е.И. Растительные тритерпеновые гликозиды (сапонины) - натуральные пищевые эмульгаторы // Пищевая промышленность. - 2012. - № 7. - С. 50-53.
37. Зайцева Л.В. Жиры и масла: современные подходы к модернизации традиционных технологий: учеб. Пособие / Зайцева Л.В., Нечаев А.П. – М.: Изд-во ДеЛи принт, 2013. – 152 с.
38. Зайцева Л.В., Нечаев А.П. Баланс полиненасыщенных жирных кислот в питании // Пищевая промышленность. - 2014.- № 11. - С. 56-59.
39. Ильина О. П. Альгинат кальция: производство и применение.- М.: Урожай, 2003. – 88 с.
40. Каленик Т.К., Масленникова Е.В., Вершинина А.Г., Юдина Т.П., Черевач Е.И. Влияние полисахаридов бурых водорослей тихоокеанского шельфа на структурно-механические свойства многокомпонентных пищевых эмульсионных систем // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2011. - № 12. - С. 43-45.
41. Кацерикова Н.В. Технология продуктов функционального питания: учеб. пособие. / Н.В. Кацерикова. - Кемерово: Изд-во КемТИПП, 2004. - 146 с.
42. Кондратьев Н.Б., Аксенова Л.М. Влияние окислительной стабильности жиров сырья на сохранность кондитерских изделий при длительном хранении // В сборнике: Торты, вафли, печенье, пряники - 2012 Инновации и традиции. - 2012. С. 96-98.
43. Кондратьев Н.Б., Савенкова Т.В., Кондратьева Н.Н., Мачнева А.С., Панкратов Г.Н. Исследование муки в целях увеличения сроков годности кондитерских изделий // Хлебопродукты. – 2012 -. № 7. - С. 30-31.
44. Кочеткова А.А., Нечаев А.П., Красильников В.Н. Фосфолипиды в технологии продуктов питания // Масложировая промышленность. - 1999. № 2 - С. 10.

45. Крайперов Б.В. Основы адекватного и целебного питания. – М.: ИПО Профиздат, 1994. – 191с.
46. Кривощёков С.Н. Опыт применения рентгеновской компьютерной томографии для изучения свойств горных пород / С.Н. Кривощёков, А.А. Кочнев // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. - 2013. - № 6. - С.32-42.
47. Кузнецова Л.С. Технология приготовления мучных кондитерских изделий: учебн. для студ. учреждений сред. проф. Образования / Кузнецова Л.С., Сиданова М.Ю. – М.: Мастерство, 2002. – С.192 - 193.
48. Лабутина Н.В., Сидоренко Ю.И. Научно-практические основы разработки новых продуктов для школьного питания // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2014. - № 4 (62). - С. 115-117.
49. Лабутина Н.В., Суворов О.А., Пономарева Е.И. Замороженные сбивные мучные полуфабрикаты в производстве хлебобулочных изделий // Хлебопекарное и кондитерское производство. - 2008. - № 10. - С. 3-6.
50. Ландау Л.Д., Ахиезер А.И., Лившиц Е.М. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика. М.: Наука, 1965. - 399с.
51. Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика. – М.:Физматгиз, 1959. – 700с.
52. Ляпунов А.М. (1950). Общая задача об устойчивости движения. М.: ГИТТЛ. 472 с.
53. Магомедов Г.О., Плотникова И.В., Олейникова А.Я., Попова А.В. Способ получения мини-зефира на желатине (маршмеллоу) функционального назначения с использованием гуммиарабика // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2013. - № 1.(2). - С. 34-39.
54. Маргулис М.Л. Звукохимические реакции и сонолюминесценция М.: Химия.- 1986.- 288с.

55. Матвеева И., Нестеренко В. Перспективные виды сырья для производства безглютеновых изделий // Хлебопродукты. 2011.- № 8.- С. 42-44.
56. Матвеева И.В. Повышение безопасности мучных кондитерских изделий // Хлебопечение России. - 2009. - № 1. - С. 16-17.
57. Матвеева И.В., Нестеренко В. Использование амарантовой муки в производстве безглютеновых изделий // Хлебопродукты. - 2011. - № 12. - С. 48-49.
58. Методы микробиологического контроля готовых изделий с кремом. Методические указания.- М.: ФЦ Госсанэпиднадзора Минздрава России.-1999.-39с. Разработаны Институтом Питания РАМН (Тутельян В.А., Куваева И.Б., Щевелева С.А., Карликанова Н.Р.), Государственным научно-исследовательским институтом хлебопекарной промышленности (Богатырева Т.Г., Сидорова О.А., Полякова С.П.)
59. Митчелл Х. Подсластители и сахарозаменители/ Х.Митчелл (ред.-сост.) – Пер. с англ. – СПб: Прогрессия, 2000. – 512с.
60. Мухамедиев Ш.А., Васькина В.А. Эмульсии и пены: строение, получение, устойчивость // Масла и жиры.2008. № 9. С. 2
61. Мухамедиев Ш.А., Васькина В.А. Эмульсии и пены: строение, получение, устойчивость // Кондитерское и хлебопекарное производство. -2008(б). - № 5.- С. 21-24.
62. Мухамедиев Ш.А., Васькина В.А. Эмульсии и пены: строение, получение, устойчивость // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2008(а). - № 4. - С. 17-20.
63. Мухамедиев Ш.А., Быков А.А., Шишко А.Н. Экспериментальное исследование поведение микронеоднородности при нагружении прозрачного модельного материала // Проблемы прочности и пластичности. - 2014. - № 76 (3). - С. 243-250.

64. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. Ч 1. – М.: Наука. Гл. ред. физ-мат лит, 1987 – 464 с.
65. Нечаев А.П. Подсластители и сахарозаменители // Пищевая промышленность. - 2003. № 2. - С. 50.
66. Нечаев А.П., Пищевые добавки / А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова, А.Н. Зайцев - М.: Колос, 2001.- 256 с.
67. Нечаев А.П. Пищевая химия. Под ред. А.П. Нечаева. Издание 2-е, перераб. и испр./А.П. Нечаев, ., С.Е. Траубенберг ,А.А. Кочеткова [и др.]. - СПб.: ГИОРД, 2003. - 640 с.
68. Пат. RU 2165150 C1;МПК 8 A23G3/00, №2165150;Заявл.19.09.1999 / Способ приготовления крема / Иванов А.В., Лурье И.С., Туманова А.Е. – Оpubл.20.04.2001 // Изобретения.- 2001. – Бюл.№....
69. Пат. RU2438341C1, A23G3/00, №2010125876/10; Заявл. 24.06.10/ Крем масляный / Матвеева Т.В., Лейба А.А., Савватеев Е.В., Савватеева Л.Ю., Корячкина С.Я.; Оpubл. 10.01.12 / Изобретения. - Бюл. №1
70. Пат.RU 2334402 C1;МПК 8 A23G3/52, №2007124840/13; Заявл. 02.07.2007 / Композиция крема «Шарлотт» и способы приготовления / Струпан Е.А. – Оpubл.27.09.2008 // Изобретения. – 2008. – Бюл.№27.
71. Полянский К.К., Натуральные и искусственные подсластители /К.К. Полянский, О.Б. Рудаков, Г.К. Подпоринова - Кондитерское производство. – М.:ДеЛи принт, 2009. – 248с.
72. Просеков А.Ю., Научные основы производства продуктов питания. Лабораторный практикум. – Кемерово, 2004. – С. 12).
73. Рыжак Е.И., Мухамедиев Ш.А., Синюхина С.В. К вопросу о неустойчивости Рэлея в случае неоднородных сжимаемых жидкостей // Национальная ассоциация ученых (НАУ). Ежемесячный научный журнал.- 2015.- №3(8). - С. 47-66.
74. СанПиН 2.3.2.1078-01 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-

- эпидемиологические правила и нормативы М.:ФГУП «ИнтерСЭН».- 2002.-168с.
75. СанПиН 2.3.2.1293-03 Гигиенические требования по применению пищевых добавок
76. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок. Технические рекомендации // ГИОРД. - 2005. - №6.-С. 10
77. Скобельская З.Г., Васькина В.А., Вайншенкер Т.С. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Технология кондитерских изделий». - М.: Издательский комплекс МГУПП, 2003 - 52 с.
78. Скобельская З.Г., Филина И.И., Мартиросян А.В. Комплексные методы оценки качества продукта // Кондитерское производство. – 2010 -. № 4. - С. 20-21.
79. Справочник кондитера. Часть 1. - М.: Пищевая промышленность, 1966 -712 с.
80. Справочник по гидроколлоидам / Под ред. Филиппса Г.О., Вильямса В.А.
81. Студенникова О.Ю., Бурыгина Е.Н., Колпакова В.В. Пенообразующие свойства растительных белков // Кондитерское производство. - 2010. № 6. - С. 27-29.
82. Тарасова В., Матвеева И. В., Нечаев А. П. Хлебобулочные изделия функционального назначения // Хлебопродукты. - 2009. - № 7. - С. 36-37.
83. Тарасова В., Матвеева И., Нечаев А. Хлебобулочные изделия функционального назначения // Хлебопродукты. 2009.- № 6.- С. 54-55.
84. Толстогузов В.Б. Новые формы белковой пищи: Технологические проблемы и перспективы производства. – М.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.

85. Трушанова Е.М., Дубодел Н.П. Витаминизированные экструдированные продукты // Хлебопекарное и кондитерское производство. - 2005. - № 3. -С. 4.
86. Хасанова С.Д., Скобельская З.Г. Изучения механизмов связывания влаги в сахарных помадных массах при хранении // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences.- 2014. - № 7-8. - С. 80-83.
87. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. Скурихина И.М., Тутельяна В.А. - М.: ДеЛи принт, 2002. - 236 с.
88. Цалоева М.Р., Дубцов Г.Г. Взаимосвязь витаминно-минерального статуса и физической работоспособности лиц v группы интенсивности труда // Пищевая промышленность. - 2013. - № 2. - С. 34-36.
89. Цыганова Т.Б., Ангелюк В.П., Буховец В.А. Новая технология производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности // Хлебопечение России. - 2011. - № 5. - С. 28-31.
90. Цыганова Т.Б., Гакова О.А. Улучшение качества хлебобулочных изделий на основе регулирования свойств воды // Хлебопечение России - 2012. - № 1. С. 20-21.
91. Чепурной И.П. Товароведение и экспертиза кондитерских товаров / И.П. Чепурной – М. 2002 – 230 с.)
92. Черных В.Я. Информационно-измерительная система на базе прибора «Структурометр СТ-2» для контроля реологических характеристик пищевых сред // В сборнике: Управление реологическими свойствами пищевых продуктов Четвертая научно-практическая конференция с международным участием. 2015. С. 24-29.
93. Черных В.Я., Жирнова Е.В. Методология управления реологическими свойствами полуфабрикатов и готовых изделий хлебопекарного производства // Хлебопечение России. - 2015. - № 1. - С. 14-17.
94. Черных В.Я., Пучкова А.И., Богатырева Т.Г., Белявская И.Г. Хлебобулочные изделия для питания спортсменов. // Хлебопекарное и кондитерское производство.- 2012. - № 3. - С. 8.

95. Шубина О.Г., Кочеткова А. А. Пищевые ингредиенты как замена сахара // Пищевые ингредиенты. - 2006. - № 2. - С. 23-25.
96. Balerin C., Aymard P., Ducept F., Vaslin S., Cuvelier G.. Effect of formulation and processing factors on the properties of liquid food foams // Journal of Food Engineering. – 2007. Vol. 78. - P. 802–809.
97. Barra G. The rheology of caramel//Journal of Food Science. – 2004. – Vol. 23. – P. 5-27.
98. Benichou A., Aserin A., Lutz R., Garti N. Formation and characterization of amphiphilic conjugates of whey protein isolate (WPI)/xanthan to improve surface activity // Food Hydrocolloids. – 2007. - Vol. 21. - P. 379-391.
99. Caessens P, De Jongh H.H., Norde W, Gruppen H. The adsorption-induced secondary structure of α A-casein and of distinct parts of its sequence in relation to foam and emulsion properties // Biochim Biophys Acta Protein Struct Mol Enzymol. – 2009. - Vol.1430(1). - P.73-83.
100. Chandrasekhar S. Hydrodynamic and Hydromagnetic Stability. Oxford: - 1961. - Clarendon Press. 654 p.
101. Coimbra J, Oliveira F., Oliveira E., Zuniga A., Rojas G. Food protein-polysaccharide conjugates obtained via the //Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2014. - Vol. 10. - P. 2 – 59.
102. Corredig M., Sharafbafi N., Kristo E. Polysaccharide-protein interactions in dairy matrices, control and design of structures // Food Hydrocolloids. – 2011. - Vol. 25. - P. 1833-1841.
103. Cox S.J., Alonso M.D., Weaire D., Hutzler S. Drainage induced convection rolls in foams // The European Physical Journal E. -2006. - Vol. 19. - P. 17–22.
104. Damodaran S Protein stabilization of emulsions and foams // Journal Food Science. – 2005. - Vol. 70. - P. 54–66.
105. Damodaran S. / In situ measurement of conformational changes in proteins at liquid interfaces by circular dichroism spectroscopy // Anal Bioanal Chem . – 2003. Vol. 376(2). - P.182-188.

106. Decker E. A., McClement D. J. Comparison of protein-polysaccharide nanoparticle fabrication methods: impact of biopolymer complexation before or after particle formation // *Journal of Colloid and Interface Science*. – 2010a. - Vol. 344. - P. 21–29.
107. Deora N.S., Deswal A., Mishra H.N. 2010. Functionality of alternative protein in gluten-free product development // *Food Science and Technology International*. DOI: 10.1177/1082013214538984. <http://fst.sagepub.com/content/early/2014/06/10/1082013214538984>
108. Dickinson E. Interfacial structure and stability of food emulsions as affected by protein-polysaccharide interactions // *Soft Matter*. – 2008. - Vol. 4. - P. 932-942.
109. Dickinson, E. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems // *Food Hydrocolloids*. – 2003. - Vol. 17. - P. 25-39.
110. Drenckhan W., Hutzler S., Weaire D. Foam physics: the simplest example of soft condensed matter. In: *Modern Trends in Physics Research: First International Conference on Modern Trends in Physics Research; MTPR-04*. AIP Conference Proceedings. – 2005. - Vol. 748. - P. 22-28.
111. Erni P., Windhab E.J., Gunde R., Graber M., Pfister B., Parker A., Fischer P. Interfacial rheology of surface-active biopolymers: Acacia Senegal gum versus hydrophobically modified starch // *Biomacromolecules*. -2005. - Vol. 8(11). - P. 3458-3466.
112. Evans M., Ratcliffe I., Williams P.A. Emulsion stabilisation using polysaccharide-protein complexes // *Current Opinion in Colloid & Interface Science*. – 2013. - Vol. 18. - P. 272-282.
113. Fox P.F., Brodtkor A. The casein micelle: Historical aspects, current concepts and significance // *International Dairy Journal*. - 2013 Vol. 18. - P. 677– 684.
114. Ganzevles R.A., Cohen Stuart M.A., van Vliet T., de Jongh H.H.J. Use of polysaccharides to control protein adsorption to the air–water interface // *Food Hydrocolloids*. – 2006. - Vol.20. P. - 872-878.

115. Giroux H.J., Honde J., Britten M. Preparation of nanoparticles from denatured whey proteins by pH cycling treatment // *Food Hydrocolloids*. – 2010. - Vol. 24. - P. 341–346.
116. Hejazi R, Amiji M. Chitosan-based gastrointestinal delivery systems // *Journal of Control Release*. – 2003. - Vol. 89. - P. 151–165.
117. Hilgenfeldt S., Koehler S.A., Stone H.A. Dynamics of coarsening foams: accelerated and self-limiting drainage // *Physical Review Letters*. – 2010. - Vol. 86. - P. 4704-4707.
118. Huppertz T, Smiddy M. A. and de Kruif C G. Biocompatible protein microgel particles from cross-linked casein micelles. // *Journal of Biomacromolecules*. - 2010. - Vol. 8. - P. 1300–1305.
119. Jameson G. B, Adems J. J., Creamer L. K. Flexibility, functionality and hydrophobicity of bovine beta-lactoglobulin // *Journal International Dairy*. – 2002. - Vol. 12. - P. 319–329.
120. Jiménez-Castaño L., Villamiel M., López-Fandiño R. Glycosylation of individual whey proteins by Maillard reaction using dextran of different molecular mass // *Food Hydrocolloids*. – 2007. - Vol. 21. - P. 433-443.
121. Jones O G, Lesmes U, Dubin P., McClement D. J. Effect of polysaccharide charge on formation and properties of polymer nanoparticles created by heat treatment // *Food Hydrocolloids*. - 2010 b. - Vol. 24. - P. 374–383.
122. Jones O. G., Decker E. A., McClement D. J. Formation of biopolymer particles by thermal treatment of b-lactoglobulin-pectin complex // *Food Hydrocolloids*. - -2009. - Vol. 23. P. - 1312–1321.
123. Koehler S.A., Stone H.A., Brenner M.P., Eggers J. Dynamics of foam drainage // *Physical Review E*. – 1998. - Vol. 58. - P. 2097-2106.
124. Krstonošić V., Dokić L., Nikolić I., Milanović M. Influence of xanthan gum on oil-in-water emulsion characteristics stabilized by OSA starch // *Food Hydrocolloids*. – 2015. - Vol. 45. - P. 9-17.
125. Kruif C. G. Casein micelle interactions // *International Dairy Journal*. - 2015. - Vol. 9. - P. 183–188.

126. Lam R.S.H., Nickerson M.T. Food proteins: A review on their emulsifying properties using a structure-function approach // Food Chemistry. – 2013. - Vol. 141. - P. 975-984.
127. Li J.-M., Anema S.G. The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods // Food Hydrocolloids. – 2006. - Vol.12. – P.120 – 130.
128. Li Y., Zhao Q., Huang Q. Understanding complex coacervation in serum albumin and pectin mixtures using a combination of the Boltzmann equation and Monte-Carlo simulation // Carbohydrate Polymers. – 2014. - Vol. 101. – P. 544–553.
129. Liang Y., Gillies G., Patel H. Physical stability, microstructure and rheology of sodium-caseinate stabilized emulsions as influenced by protein concentration and non-adsorbing polysaccharides // Food Hydrocolloids. – 2014. - Vol. 36. - P. 245-255.
130. Liu G., Zhong Q. Thermal aggregation properties of whey protein glycosylated with various saccharides // Food Hydrocolloids. - 2013. - Vol. 32. - P. 87-96.
131. Liu J., Ru Q., Ding Y. Glycation a promising method for food protein modification: physicochemical properties and structure, a review // Food Research International. - 2014. -Vol. 49. - P. 170–183.
132. Livney Y. D Milk proteins as vehicles for bioactive // Current Opinion in Colloid & Interface Science. – 2010. - Vol. 15. - P. 73–83.
133. Lopez-Huertas E. Health effects of oleic acid and long chain omega-3 fatty acids (EPA and DHA) enriched milks: a review of intervention studies // Pharmacological Research. – 2010. - Vol.61. - P. 200–207.
134. Loveday S.M., Ye A., Anema S.G., Singh H. Heat-induced colloidal interactions of whey proteins, sodium caseinate and gum arabic in binary and ternary mixtures // Food Research International. – 2014. - Vol. 54. - P. 111–117.

135. Lucassen-Reynders E.H., Benjamins B., Fainerman V.B. Dilational rheology of protein films adsorbed at fluid interfaces // *Current Opinion in Colloid and Interface Science*. – 2009. - Vol. 125. - P. 264-227.
136. Mackie A. Structure of adsorbed layers of mixtures of proteins and surfactants // *Current Opinion in Colloid and Interface Science*. – 2009. - Vol. 9. - P. 357-361.
137. Maldonado-Valderrama J., Patino J.M.R. Interfacial rheology of protein-surfactant mixtures // *Advances in Colloid and Interface Science*. – 2010. - Vol. 15. - P. 271-282.
138. Mao L., Boiteux L., Roos Y.H. Evaluation of volatile characteristics in whey protein isolate-pectin mixed layer emulsions under different environmental conditions // *Food Hydrocolloids*. – 2011. - Vol. 41. - P. 79-85.
139. Marinova K.G., Basheva E.S., Nenova B., Temelska M., Mirarefi A.Y., Campbell B., Ivanov I.B. Physico-chemical factors controlling the foamability and foam stability of milk proteins: Sodium caseinate and whey protein concentrates // *Food Hydrocolloids*. – 2009. - V. 23. - P. 1864-1876
140. Martinez M.J., Carrera C., Rodríguez Patino J.M., Pilosof A.M.R. Bulk and interfacial behaviour of caseinoglycomacropetide (GMP) // *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. – 2009a. - Vol. 71. - P. 230-237.
141. Martinez M.J., Carrera C., Rodríguez Patino J.M., Pilosof A.M.R. Interactions in the aqueous phase and adsorption at the air-water interface of caseinoglycomacropetide (GMP) and b-lactoglobulin mixed systems // *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. – 2009b. - Vol. 68. - P. 39-47.
142. Maxwell E.G., Belshaw N.J., Waldron K.W., Morris V.J. Pectin – An emerging new bioactive food polysaccharide // *Trends in Food Science & Technology*. – 2012. - Vol. 24. - P. 64-73.
143. McClements D.J. Food emulsions. Principles, Practices, and Techniques (2nd ed.). Boca Raton, Florida: -2005. - CRC Press. 610 p.

144. McClements D.J. Theoretical analysis of factors affecting the formation and stability of multilayered colloidal dispersions // *Langmuir*. - 2005. -Vol. 21 - P. 77–85.
145. McClements D.J. Non-covalent interactions between proteins and polysaccharides // *Biotechnology Advances*. -2006. - Vol. 24. - P. 621-625.
146. McClements D.J. Understanding and controlling the microstructure of complex foods. Abington // *Woodhead Publishing*. -2007. - Vol. 21. - P. 105 – 107.
147. McMahon D J and Ommen B S. Supramolecular structure of the casein micelle // *Journal of Dairy Science*. – 2008. -Vol. 91. - P. 1709–1721.
148. Martin, A. H., Grolle, K., Bos, M. A., Stuart, M. A. C. Network forming properties of various proteins adsorbed at the air/water interface in relation to foam stability // *Journal of Colloid and Interface Science*. – 2002. - Vol. 254. – P. 175 - 183.
149. Meinders M.B., De Jongh H.H. Limited conformational change of A-lactoglobulin when adsorbed at the air-water interface // *Biopolymers*. – 2002. - Vol.67. - P.31-35.
150. Mezzenga R., Schurtenberger P., Burbidge A., Michel M. Understanding foods as soft materials // *Nature materials*. – 2005. - Vol. 4. - P. 729-740.
151. Moraru C I, Panchapakesan C P, Huang Q, Takhistov P, Liu S., Kokini J. L.Nanotechnology: a new frontier in food science // *Journal of Food Technology*. – 2003. -Vol. 57. - P. 24–29.
152. Moreau, L., Kim, H. J., Decker, E. A. Production and characterization of oil-in-water emulsions containing droplets stabilized by b-lactoglobulinepectin membranes // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. -2003. - Vol. 51. - P. 612 - 617.
153. Moschakis T., Murray B. S., Biliaderis C.G. Modifications in stability and structure of whey protein-coated o/w emulsions by interacting chitosan and gum arabic mixed dispersions // *Food Hydrocolloids*. – 2010. -Vol. 24. - P. 8-17.

154. Mounsey J. S., O'Kennedy B. T., Kelly P M. Foaming of commercial grade food products in a continuous stirred column. // Dairy Science and Technology (Lait). – 2006. -Vol. 85. - P. 405–418.
155. Mozafari M R, Flanagan J, Matia-Merino L, Awati A, Omri A, Sountres Z. E., Singh H. Recent trends in the lipid-based nanoencapsulation of antioxidants and their role in foods // Journal of Science Food & Agriculture. – 2006. Vol.86. - P. 2038–2045.
156. Murray, B. S., Ettelaie R. Foam stability: proteins and nanoparticle // Current Opinion in Colloid and Interface Science. – 2004. - Vol 9. - P. 314 - 320.
157. Murray B.S. Stabilization of bubbles and foams // Current Opinion in Colloid & Interface Science. – 2007. - Vol. 12. - P. 232–241.
158. Murray B.S., Durga K., Yusoff A., Stoyanov S.D. Stabilization of foams and emulsions by mixtures of surface active food-grade particles and proteins // Food Hydrocolloids. – 2011. - Vol. 25. - P. 627-638.
159. Narchi I., Vial Ch., Djelveh G. Effect of protein-polysaccharide mixtures on the continuous manufacturing of foamed food products // Food Hydrocolloids. – 2009. - Vol. 23. - P. 188–201.
160. Nicorescu, I., Loisel, C., Vial C. Combined effect of dynamic heat treatment and ionic strength on the properties of whey protein foams – Part II // Food Research International. – 2008b. - Vol. 4 -. P. 980–988.
161. Nicorescu, I., Vial C. Effect of dynamic heat treatment on the physical properties of whey protein foams // Food Hydrocolloids – 2009. - Vol. 23. - P. 1209–1219.
162. Oliveira F.C., Coimbra J.S.R., Oliveira E.B., et al. (2014): Food protein-polysaccharide conjugates obtained via the Maillard reaction // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2012. – Vol.10. – P.10 – 25.
163. Padala S.R., Williams P.A., Phillips G.O. Adsorption of gum Arabic, egg white protein, and their mixtures at the oil-water interface in limonene oil-

- in-water emulsions // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2009. - Vol. 57. - P. 964-973.
164. Palanuwech J., Coupland J.N. Effect of surfactant type on the stability of oil-in-water emulsions to dispersed phase crystallization // *Colloids and Surfaces*. – 2003. - Vol. 223. - P. 251-262.
 165. Pan X., Yao P., Jiang M. Simultaneous nanoparticle formation and encapsulation driven by hydrophobic interaction of casein-graft-dextran and β -carotene // *Journal of Colloid and Interface Science*. – 2007a. - Vol. 315. - P. 456–463.
 166. Pan X., Yu S., Yao P. Self-assembly of β -casein and lysozyme // *Journal of Colloids and Interface Science*. – 2007b. - Vol. 316 - P. 405–412.
 167. Patino J.M.R., Carrera C., Niño M.R. Implications of interfacial characteristics of food foaming agents in foam formulations // *Advances in Colloid and Interface Science*. – 2008. -Vol. 140. - P. 95-113.
 168. Patino J.M.R., Pilosof A.M.R. Proteine-polysaccharide interactions at fluid interfaces // *Food Hydrocolloids*. – 2001. - Vol. 25. - P. 1925-1937.
 169. Pérez A.A., Carrara C., Carrera C., Santiago L.G., Patino J.M.R. Interactions between milk whey protein and polysaccharide in solution // *Food Chemistry*. – 2009a. - Vol. 116. - P. 104-113.
 170. Pérez A.A., Carrara C., Carrera C., Santiago L.G., Patino J.M.R. Interfacial dynamic properties of whey protein concentrate/polysaccharide mixtures at neutral pH // *Food Hydrocolloids*. – 2009b. - Vol. 23. - P. 1253-1262.
 171. Perriman A.W., Henderson M.J., Holt S.A., White J.W. Effect of the air-water interface on the stability of A-lactoglobulin // *J Phys Chem B*. – 2007. - Vol. 111(48). P.135-140.
 172. Pizones V., Carrera C., Pedroche J.J., Millán F., Rodríguez Patino J.M.R. Improving the functional properties of soy glycerin by enzymatic treatment. Adsorption and foaming characteristics // *Food Hydrocolloids*. – 2009. - Vol. 23. - P. 377-386.

173. Pizones V., Carrera C., Yust M.M., Pedroche J.J., Millán F., Patino J.M.R. Interfacial and foaming characteristics of soy globulins as a function of pH and ionic strength // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. – 2007. - Vol. 309. - P. 202-215.
174. Portnaya I, Ben-Shohan E, Cogan U. Self-assembly of bovine b-casein below the isoelectric pH // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. - 2008. - Vol. 58. - P. 2192–2198.
175. Ptaszek P., Kabziński M., Kruk J., Kaczmarczyk K., Żmudziński D. The effect of pectins and xanthan gum on physicochemical properties of egg white protein foams // *Journal of Food Engineering*. – 2014. - Vol. 144. - P. 129-137.
176. Qiu C., Zhao M., McClements D.J. Improving the stability of wheat protein-stabilized emulsions: Effect of pectin and xanthan gum addition // *Food Hydrocolloids*. -2014. Vol.11. P. 11-24.
177. Qui Y., Park K. Environment-sensitive hydrogels for drug delivery // *Advanced Drug Delivery Reviews*. – 2011. - Vol. 53. - P. 321–329.
178. Rayleigh Lord J.W.S. Investigation of the character of the equilibrium of an incompressible heavy fluid of variable density // *Proc. London Math. Soc*. 1883. Vol. 14. P. 170–177.
179. Sadahira M.S., Lopes F.C.R., Rodrigues M.I., Netto F.M. (2014). Influence of protein-pectin electrostatic interaction on the foam stability mechanism // *Carbohydrate Polymers*. Vol. 103. P. 55– 61.
180. Sanchez C.C., Patino J.M.R. Interfacial, foaming and emulsifying characteristics of sodium caseinate as influenced by protein concentration in solution // *Food Hydrocolloids*. – 2005. - Vol. 19. - P. 407–416.
181. Schmitt C., Turgeon S.L. Protein/polysaccharide complexes and coacervates in food systems // *Advances in Colloid and Interface Science*. – 2011. - Vol. 167. - P. 63-70.
182. Siew C.K., Williams P.A., Cui S.W., Wang Q. Characterization of the surface-active components of sugar beet pectin and the hydrodynamic

- thickness of the adsorbed pectin layer // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2008. - Vol. 56. - P. 311-320.
183. Simpson R., Morris G. The anti-diabetic potential of polysaccharides extracted from members of the cucurbit family: A review // *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. – 2014. - Vol. 3. - P. 106–114.
 184. Song Y., Zheng Q. Ecomaterials based on food proteins and polysaccharides // *Polymer Reviews*. – 2014. - Vol. 54. - P. 514–571.
 185. Spotti M.J., Martinez M.J., Pilosof A.M.R. Influence of Maillard conjugation on structural characteristics and rheological properties of whey protein/dextran systems // *Food Hydrocolloids*. – 2014. - Vol. 39. - P. 223-230.
 186. Šuput D. Edible films and coatings – sources, properties and application // *Food and Feed Research*. – 2012. -Vol. 42 (1). - P. 11-22.
 187. Tadros T. Application of rheology for assessment and prediction of the long-term physical stability of emulsions // *Advances in Colloid and Interface Science*. – 2004. - Vol. 108-109. - P. 227-258.
 188. Tadros T. General principles of colloid stability and the role of surface forces. In: *Colloid Stability: The Role of Surface Forces, Part I*. (Edited by T.F. Tadros). WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. – 2007. - P. 1-22.
 189. Taylor G.I. The instability of liquid surfaces when accelerated in a direction perpendicular to their planes. I. // *Proc. R. Soc. Lond. A*. – 1950. - Vol. 201. - P. 192-196.
 190. Turgeon S.L., Schmitt C., Sanchez C. Protein–polysaccharide complexes and coacervates // *Current Opinion in Colloid & Interface Science*. – 2007. - Vol. 12. -P. 166–178.
 191. Vanapalli S.A., Palanuwech J., Coupland J.N. Stability of emulsions to dispersed phase crystallization: effect of oil type, dispersed phase volume fraction, and cooling rate // *Colloids and Surfaces. A: Physicochemical and Engineering Aspects*. -2002. - Vol. 204. - P. 227–237.

192. Vera M.U., Saint-Jalmes A., Durian D.J. Instabilities in a liquid fluidized bed of gas bubbles // *Physical Review Letters*. – 2000. - Vol. 84. - P. 3001-3004.
193. Walsh D.J., Russell K., Fitzgerald R.J. Stabilisation of sodium caseinate hydrolysate foams // *Food Research International*. – 2005. - Vol. 41 - P. 43–52.
194. Wang Z., Narsimhan G. Model for Plateau border drainage of power-law fluid with mobile interface and its application to foam drainage // *Journal of Colloid and Interface Science*. -2006. - Vol. 30. - P. 327–337.
195. Weaire D., Hutzler S., Cox S., Kern N., Alonso M.D., Drenckhan W. The fluid dynamics of foams // *Journal of Physics: Condensed Matter*. – 2003. - Vol. 15. - P.65–73.
196. Weaire D., Vaza M.F., Teixeira P.I.C., Fortes M.A. Instabilities in liquid foams // *Soft Matter*. – 2003. - Vol. 3. – P.56 – 60.
197. Wüstenberg T. General overview of food hydrocolloids. In: *Cellulose and Cellulose Derivatives in the Food Industry: Fundamentals and Applications*, First Edition. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. -2015. - P. 1-68.
198. Yang Y., Cui S., Gong J. Stability of citral in oil-in-water emulsions protected by a soy protein–polysaccharide Maillard reaction product // *Food Research International*. – 2015. -Vol. 69. - P. 357–363.
199. Ye A. Complexation between milk proteins and polysaccharides via electrostatic interaction: principles and applications – a review // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2008. - Vol. 43. - P. 406–415.
200. Żmudziński D., Ptaszek P., Kruk J., Kaczmarczyk K., Rożnowski W., Berski W., Ptaszek A., Grzesik M. The role of hydrocolloids in mechanical properties of fresh foams based on egg white proteins // *Journal of Food Engineering*. – 2014. - Vol. 121. - P. 128-134.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Иллюстрации к главе 3



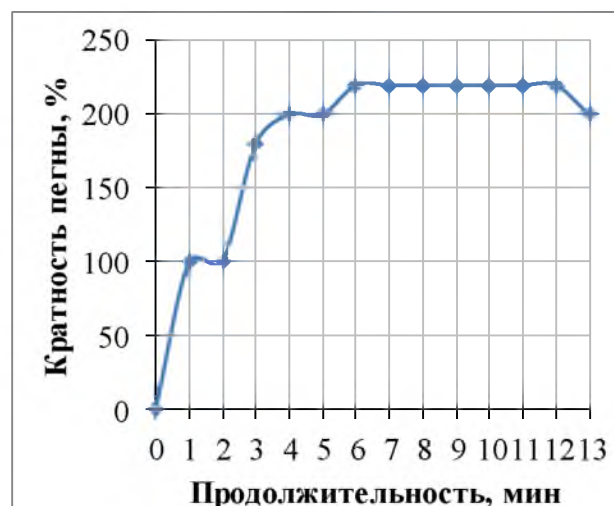
а



б



в



г



д

3

е

Рисунок А.1 – Влияние альгината натрия на кратность пены растворов казеината натрия при соотношении полисахарида и белка, в %: а – 0,8:7,5; б – 0,9:7,0; в – 1,0:6,0; г – 1,5:5,0; д –

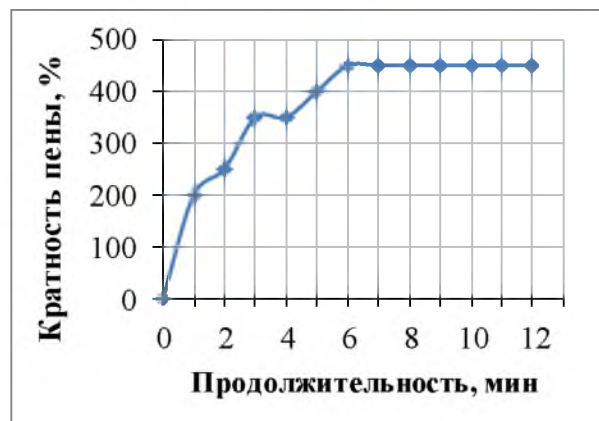
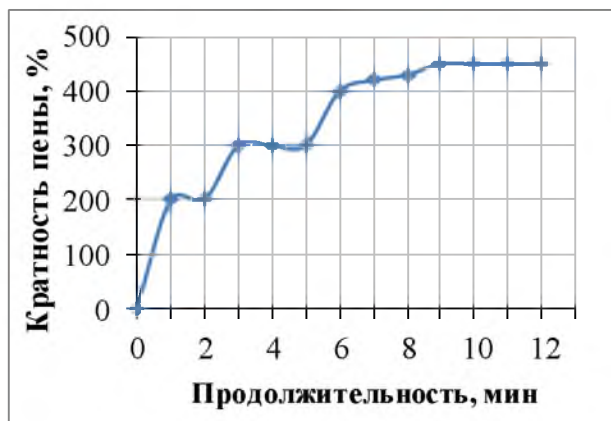
2,0:4,0; *e* – 2,5:3,0.



	опыт 1 КК-0,1, Казеинат 7,5, Вода 92,4
0	0
1	200
2	250
3	300

а

б



в

г



д

е

Рисунок А.2 – Влияние ксантановой камеди на кратность пены растворов казеината натрия при соотношении полисахарида и белка, в %: *а* – 0,1:7,5; *б* – 0,2:5,0; *в* – 0,4:3,0; *г* – 0,8:2,0; *д* – 1,0:1,0; *е* – 1,2:0,5.



a



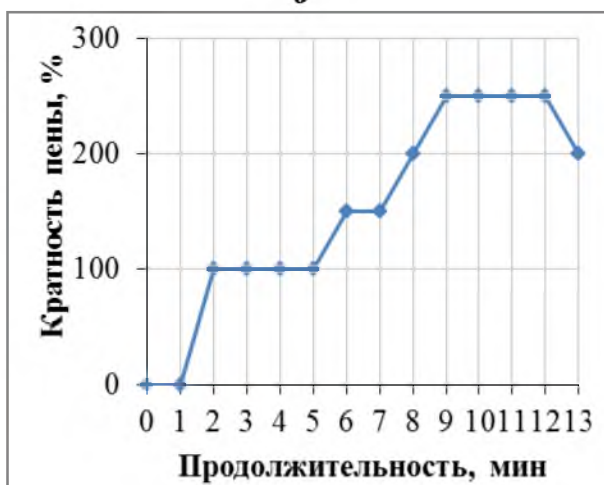
б



в



г



д

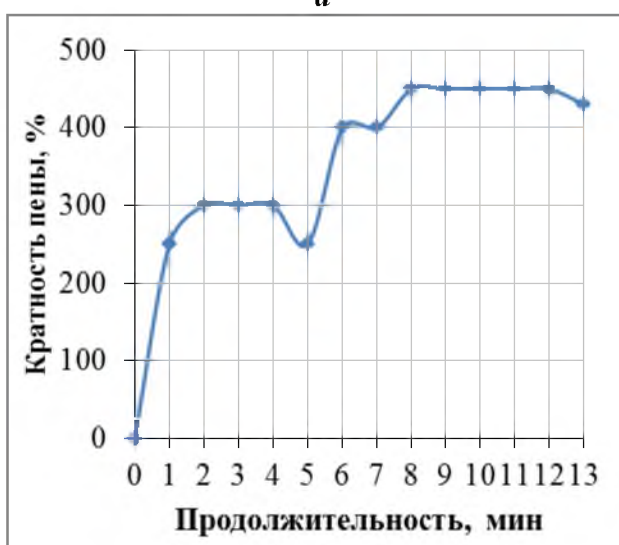
Рисунок А.3 – Влияние КМЦ на кратность пены растворов казеината натрия при соотношении полисахарида и белка, в %: ***a*** – 0,5:6,0; ***б*** – 1,0:0,5; ***в*** – 1,5:4,0; ***г*** – 2,5:3,5; ***д*** – 3,0:3,0;



a



б



в

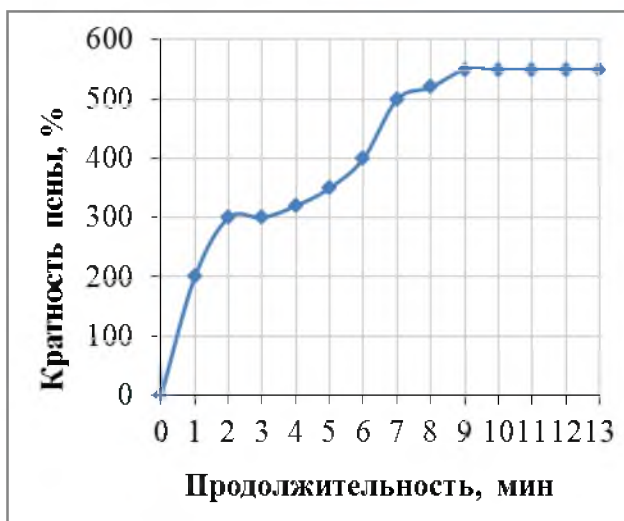


г



д

Рисунок А.4 – Влияние пектина на кратность пены растворов казеината натрия при соотношении полисахарида и белка, в %: *a* – 1,0:3,2; *б* – 2,0 – 3,0; *в* – 3,0:3,0; *г* – 3,5 – 2,7; *д* – 4,0:2,5.



а – альгинат натрия + КМЦ



б – альгинат натрия + ксантановая камедь



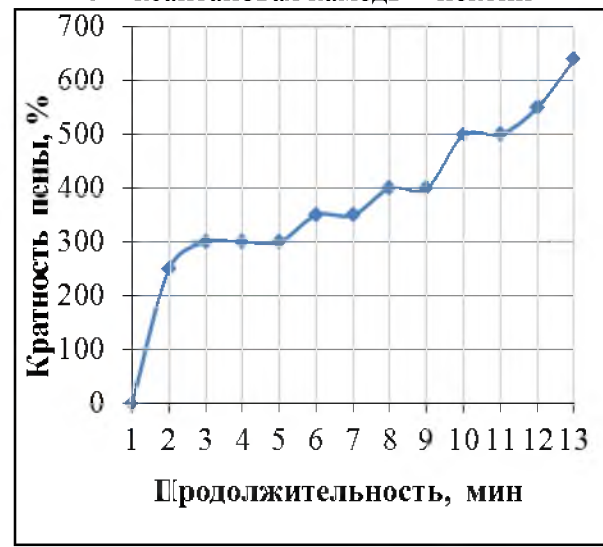
в – КМЦ + ксантановая камедь



г – ксантановая камедь + пектин

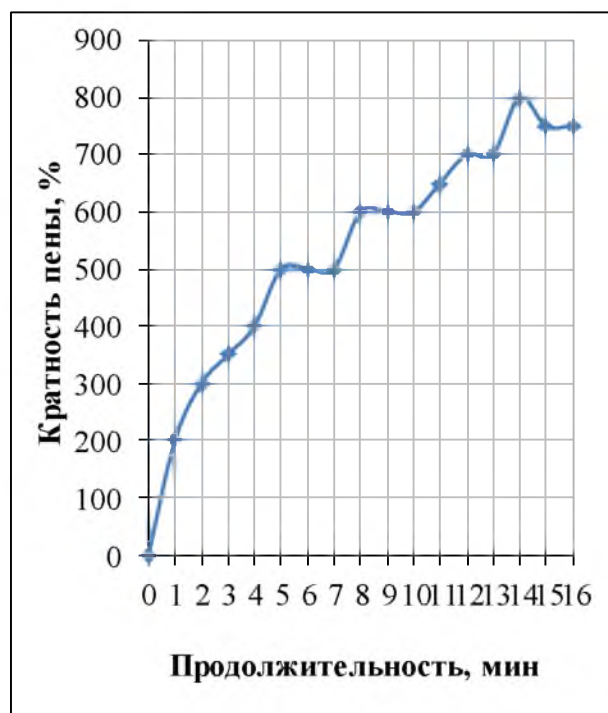
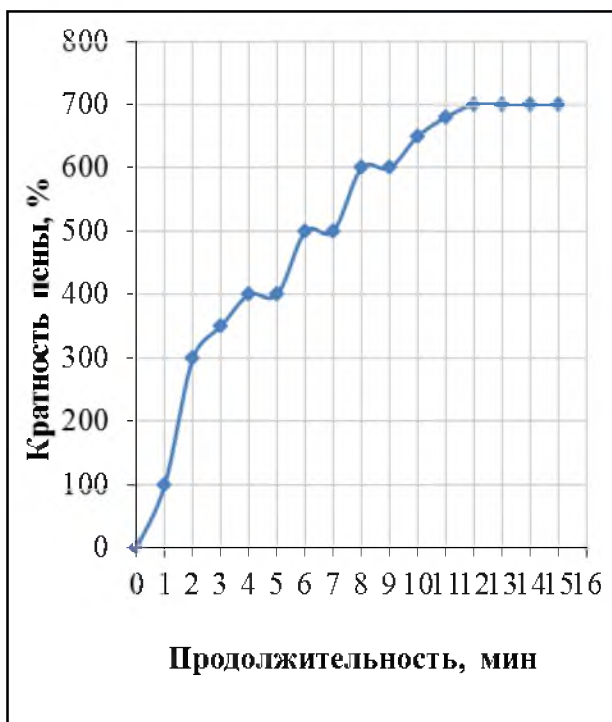


д – КМЦ + пектин



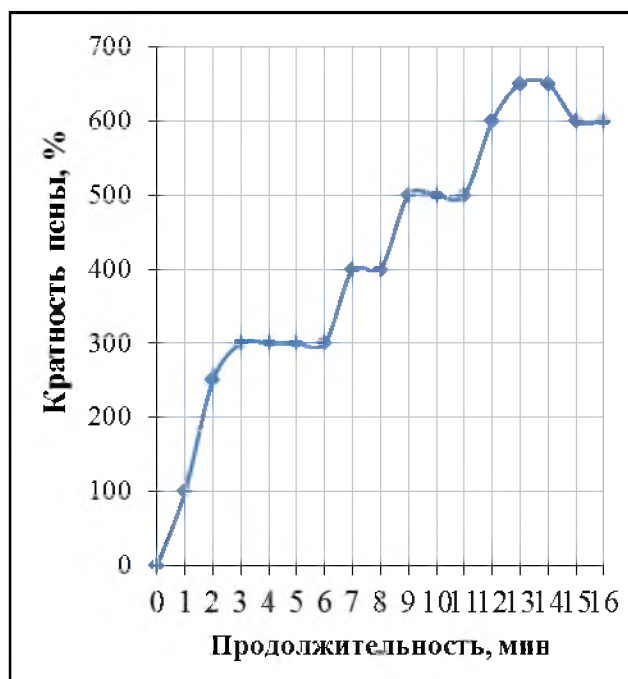
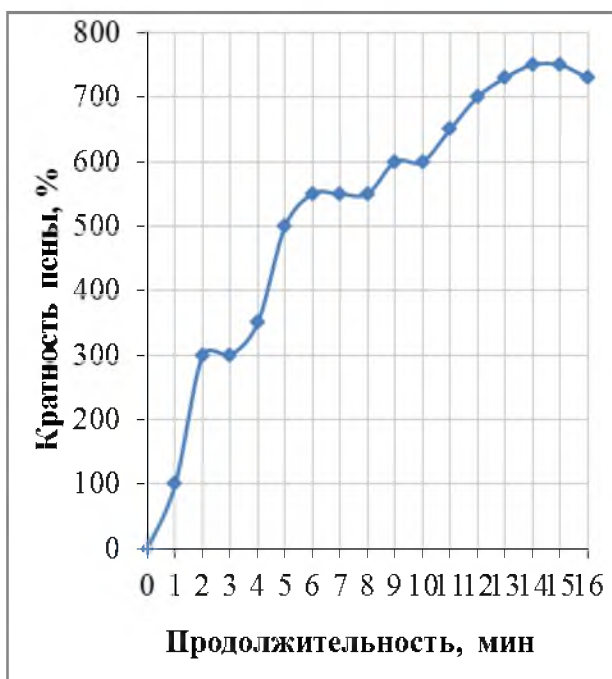
е – альгинат натрия + пектин

Рисунок А.5 – Влияние двойных смесей полисахаридов в растворе казеината натрия на кратность пены полисахаридов и белка: **а** – альгинат натрия+КМЦ; **б** – альгинат натрия+ксантановая камедь; **в** – Na-КМЦ+ксантановая камедь; **г** – ксантановая камедь+пектин; **д** – Na-КМЦ+пектин; **е** – альгинат натрия+пектин;



а

б



в

г

Рисунок А.6 – Влияние тройных смесей полисахаридов в растворе казеината натрия на кратность пены полисахаридов и белка: **а** – альгинат натрия+КМЦ+пектин; **б** – альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин; **в** – Na-КМЦ+ксантановая камедь+пектин; **г** – альгинат натрия+КМЦ+ксантановая камедь;

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблицы к главе 4

Таблица Б.1 – Температурный профиль приготовления контрольного сиропа «Шарлотт».

Время, С	Температура, °С	Время, С	Температура, °С	Время, С	Температура, °С	Время, с	Температура, °С
0	20,2	1050	83,9	2100	71,2	3160	47,6
30	21,3	1080	83,4	2130	71,1	3190	47,4
60	35,3	1110	82,5	2160	71,1	3210	47,1
90	34,2	1140	82,0	2190	68,7	3240	46,9
120	46,5	1170	81,0	2220	68,9	3270	46,5
150	46,7	1200	83,9	2250	68,6	3300	46,2
180	50,1	1230	84,3	2280	67,9	3330	46,0
210	61,5	1260	85,6	2310	64,2	3360	45,9
240	62,1	1290	89,8	2340	64,1	3390	45,6
270	69,1	1320	97,1	2370	63,3	3420	45,1
300	68,4	1350	102,7	2400	62,6	3450	44,5
330	72,1	1380	102,8	2430	61,9	3480	44,1
360	72,8	1410	104,3	2460	60,2	3510	44,0
390	76,5	1440	104,4	2490	59,9	3540	43,8
420	78,1	1470	105	2520	60,7	3570	43,7
450	79,4	1500	103,5	2550	58,8	3600	43,4
480	81,4	1530	101,0	2580	58,4	3630	43,0
510	82,3	1560	99,6	2610	58,2	3660	42,9
540	86,0	1590	96,8	2640	58,1	3690	42,5
570	86,1	1620	90,4	2670	57,2	3720	42,1
600	88,5	1650	93,9	2700	55,4	3750	42,0
630	86,3	1680	89,5	2730	54,7	3780	42,0
660	86,5	1710	87,8	2760	55	3810	42,0
690	87,8	1740	88,3	2790	54,6	3840	41,5
720	87,6	1770	86,8	2820	54	3870	41,3
750	87,6	1800	85,8	2850	53,1	3900	41,0
780	87,8	1830	80,7	2880	52,8	3930	40,8
810	87,1	1860	80,8	2910	52,2	3960	40,7
840	87,6	1890	80,6	2940	51	3990	40,6
870	86,2	1920	79,2	2970	49,9	4020	40,5
900	85,8	1950	76,9	3000	49,5	4050	40,2
930	85,7	1980	74,9	3030	49,2	4080	40
960	85,3	2010	75,4	3060	49	4110	
990	84,5	2040	72,6	3090	48,3	4140	
1020	84,4	2070	73,3	3120	48,1		

Таблица Б.2 – Температурный профиль приготовления сиропа на основе казеината натрия и полисахаридов (ксантановая камедь+Na-КМЦ+пектин).

Время, с	Температура, °С	Время, с	Температура, °С	Время, с	Температура, °С	Время, с	Температура, °С
0	24,9	1050	103,5	2100	65,5	3150	49
30	27,8	1080	105	2130	64,9	3180	48,4
60	34,6	1110	101,4	2160	64,2	3210	47,7
90	41,2	1140	102,4	2190	63,7	3240	46,5
120	48	1170	99,4	2220	63	3270	45,4
150	52,2	1200	97,8	2250	62,4	3300	44,4
180	54,8	1230	94,8	2280	61,8	3330	43,5
210	57,3	1260	91,6	2310	61,2	3360	42,5
240	60,9	1290	89,7	2340	60,8	3390	42,1
270	68,4	1320	88,2	2370	60,2	3420	41,7
300	77,2	1350	86,8	2400	59,7	3450	41,4
330	85,5	1380	85,2	2430	59,1	3480	40,8
360	93,6	1410	84,3	2460	58,7	3510	40,5
390	94,7	1440	82,6	2490	58,2	3540	40
420	95,8	1470	81,3	2520	57,7	3600	
450	96,8	1500	80,8	2550	56,3	3630	
480	99	1530	79,9	2580	56,3	3690	
510	99,6	1560	79	2610	56,2	3720	
540	100	1590	77,9	2640	55,9	3750	
570	100,2	1620	76,9	2670	55,4	3780	
600	100,4	1650	76	2700	55	3810	
630	100,5	1680	75,1	2730	54,7	3840	
660	100,1	1710	74,2	2760	54,2	3870	
690	100,5	1740	73,1	2790	53,9	3900	
720	101,3	1770	73	2820	53,4	3930	
750	102,3	1800	72,8	2850	53	3960	
780	100,6	1830	71,9	2880	52,6	3990	
810	100,3	1860	71,3	2910	51,1	4020	
840	99,9	1890	70,8	2940	51,8	4050	
870	100,1	1920	69,9	2970	51,3	4080	
900	98,4	1950	69,1	3000	51	4110	
930	101,6	1980	68,3	3030	50,8	4140	
960	102,2	2010	67,5	3060	50,3	4020	
990	101,4	2040	66,8	3090	50		
1020	102,8	2070	66,1	3120	49,7		

Таблица Б.3 –Температурный профиль приготовления сиропа на основе казеината натрия и полисахаридов (альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин).

Время, с	Температура, °С	Время, с	Температура, °С	Время, с	Температура, °С
0	20,4	1050	103,6	2100	57,3
30	37,4	1080	102,9	2130	55,6
60	53,8	1110	103,8	2160	53,8
90	72,1	1140	104,6	2190	53,1
120	80,0	1170	105,0	2220	52,5
150	81,1	1200	105,0	2250	52,3
180	82,0	1230	101,6	2280	52,0
210	82,9	1260	98,5	2310	51,6
240	84,0	1290	95,0	2340	50,5
270	85,6	1320	93,7	2370	49,8
300	86,3	1350	93,6	2400	49,0
330	90,8	1380	93,5	2430	48,1
360	94,1	1410	92,8	2460	47,9
390	95,1	1440	92,1	2490	46,5
420	95,4	1470	90,1	2520	45,9
450	100,7	1500	87,2	2550	43,8
480	101,2	1530	84,6	2580	42,5
510	101,2	1560	81,2	2610	42,3
540	101,3	1590	79,8	2640	42,0
570	101,4	1620	77,1	2670	41,9
600	101,5	1650	76,0	2700	41,7
630	101,8	1680	75,1	2730	41,7
660	102,0	1710	74,1	2760	41,5
690	101,9	1740	73,5	2790	41,4
720	101,8	1770	72,1	2820	41,3
750	101,8	1800	72,1	2850	41,2
780	101,9	1830	72,0	2880	40,5
810	100,8	1860	71,5	2910	40,0
840	100,0	1890	70,6	2940	
870	102,2	1920	67,5	2970	
900	103,0	1950	66,7	3000	
930	103,0	1980	63	3030	
960	103,1	2010	60,3	3060	
990	103,6	2040	58,1	3090	
1020	104,0	2070	57,9	3120	

Таблица Б.4 – Температурный профиль приготовления сиропа на основе казеината натрия и полисахаридов (альгинат натрия+ксантановая камедь+пектин+тройная смесь сахарозаменителей).

Время, С	Температура, °С	Время, с	Температура, °С	Время, с	Температура, °С	Время, С	Температура, °С
0	20,0	1110	74,8	2160	56,1	3270	40,7
30	27,4	1140	72,6	2190	55,8	3300	40,5
60	38,0	1170	72,3	2220	55,3	3330	40,3
90	45,3	1200	72,0	2250	55,1	3360	40,0
120	50,0	1230	71,7	2280	54,9	3420	
150	58,2	1260	71,4	2310	54,6	3450	
180	71,0	1290	70,6	2340	54,2	3480	
210	78,1	1320	70,1	2370	53,8	3510	
240	93,0	1350	69,7	2400	53,4	3540	
270	101,4	1380	69,1	2430	53,1	3570	
300	101,8	1410	68,6	2460	52,6	3600	
330	101,9	1440	68,3	2490	52,3	3630	
360	102,0	1470	67,7	2520	51,9	3690	
390	102,8	1500	67,0	2550	51,3	3720	
420	103,3	1530	66,5	2580	51,0	3750	
450	103,5	1560	66,1	2610	50,6	3780	
480	103,7	1590	65,7	2640	50,3	3810	
510	104,6	1620	65,2	2670	49,8	3840	
540	105,0	1650	64,7	2700	49,2	3870	
570	104,7	1680	64,4	2730	48,6	3900	
600	104,5	1710	63,8	2760	47,1	3930	
630	102,8	1740	63,0	2790	46,4	3960	
660	102,3	1770	62,7	2820	45,6	3990	
690	103,1	1800	62,2	2850	44,6	4020	
720	101,0	1830	61,6	2880	44,9	4050	
750	98,7	1860	61,0	2910	44,6	4080	
780	95,0	1890	60,9	2940	44,2	4110	
810	93,6	1920	60,7	2970	44,1	4140	
840	90,8	1950	60,4	3000	43,7	4170	
870	88,4	1980	59,7	3030	43,4	4200	
900	86,0	2010	59,5	3060	43,0	4230	
930	84,9	2040	59,0	3090	42,7	4270	
960	83,0	2070	58,7	3120	42,3	4300	
990	81,8	2040	58,3	3150	42,1	4330	
1020	80,0	2070	57,5	3180	42,0	4360	
1050	78,6	2100	57,1	3210	41,6	4390	
1080	77,2	2130	56,8	3240	41,3	4320	

Таблица Б.5 – Температурный профиль приготовления сиропа на основе казеината натрия и полисахаридов (ксантановая камедь+Na-КМЦ+пектин+тройная смесь сахарозаменителей).

Время, С	Температура, °С	Время, с	Температура, °С	Время, с	Температура, °С	Время, С	Температура, °С
0	20,0	1110	92,8	2160	68,5	3270	48,4
30	27,4	1140	92,4	2190	66,9	3300	48,0
60	38,0	1170	92,2	2220	65,3	3330	46,8
90	45,3	1200	92,0	2250	64,5	3360	45,7
120	50,0	1230	91,6	2280	63,1	3420	45,3
150	58,2	1260	91,3	2310	62,4	3450	45,0
180	71,0	1290	90,7	2340	62,0	3480	44,6
210	78,1	1320	90,2	2370	61,2	3510	43,2
240	93,0	1350	89,1	2400	60,0	3540	42,9
270	94,2	1380	88,0	2430	59,6	3570	42,6
300	95,0	1410	87,6	2460	58,4	3600	41,8
330	96,4	1440	87,3	2490	57,9	3630	41,3
360	98,0	1470	86,7	2520	57,3	3690	40,7
390	99,2	1500	86,0	2550	56,9	3720	40,1
420	100,0	1530	85,8	2580	56,6	3750	
450	100,8	1560	85,6	2610	55,8	3780	
480	101,5	1590	84,7	2640	55,0	3810	
510	101,7	1620	84,0	2670	54,8	3840	
540	102,0	1650	83,6	2700	54,6	3870	
570	102,4	1680	83,1	2730	54,3	3900	
600	102,6	1710	82,5	2760	54,0	3930	
630	102,8	1740	81,6	2790	53,9	3960	
660	103,1	1770	80,9	2820	53,8	3990	
690	103,4	1800	80,3	2850	53,6	4020	
720	103,7	1830	79,6	2880	53,1	4050	
750	104,1	1860	79,0	2910	52,9	4080	
780	104,5	1890	77,6	2940	52,7	4110	
810	104,8	1920	76,0	2970	52,6	4140	
840	105,0	1950	75,1	3000	52,4	4170	
870	103,8	1980	74,0	3030	51,6	4200	
900	102,0	2010	73,4	3060	51,0	4230	
930	101,6	2040	72,5	3090	50,6	4270	
960	101,0	2070	72,3	3120	50,2	4300	
990	99,7	2040	71,8	3150	49,7	4330	
1020	98,0	2070	70,6	3180	49,1	4360	
1050	95,4	2100	70,1	3210	48,8	4390	
1080	93,2	2130	69,6	3240	48,5	4320	

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица к главе 5

Таблица В.1 – Напряжение

Глубина проминания мм	Глиссе контроль $\bar{G}$, Ра	Глиссе опытный $\bar{G}$, Ра	Шарлотт контроль $\bar{G}$, Ра	Шарлотт опытный $\bar{G}$, Ра
0	642,4318581	897,8565728	642,4318581	967,5178586
0,11	1416,446145	5255,557008	1068,139716	3312,781148
0,219	3010,915576	13769,71416	1571,249002	5565,162723
0,313	4466,062435	25256,08618	2213,68086	11323,82902
0,407	6997,089153	34343,01391	3134,757862	17306,95945
0,5	8661,21987	43909,83049	4102,27572	24095,06475
0,61	10480,15344	51588,05222	5394,87958	29784,06976
0,703	12848,63716	57308,0178	6517,200296	34002,44762
0,813	14249,60302	64127,08367	7492,458297	39590,83077
0,922	15735,71045	71472,47925	8955,345299	44505,8215
1	16803,85017	77416,90897	10596,25559	52137,60236
1,11	17608,82503	87061,12699	11888,85945	57230,61637
1,219	18197,07588	97920,54743	13684,57259	62517,13395
1,313	18793,06689	106527,5863	15627,34845	69730,94711
1,407	19814,76574	111156,1917	18057,75331	73732,60097
1,516	20372,05603	114321,9102	19814,76574	78817,87483
1,625	21200,25132	114964,342	22012,96632	81766,86927
1,703	22353,53261	114662,4765	24226,64718	82037,77427
1,813	23135,28703	113927,1629	25952,69904	79940,19555
1,922	24265,34789	112874,5035	28274,7419	77943,23869
2	25070,32275	111821,844	30565,82419	76271,36783
2,11	25511,5109	110560,2007	32191,25419	74220,22997
2,219	26672,53233	109344,9983	34250,13219	72114,91111
2,313	27431,06633	108454,8819	35945,22348	69684,50625
2,407	28638,52861	107796,9697	37245,56748	68902,75182
2,516	29714,40847	106821,7117	39064,50106	68515,74467
2,625	30844,46933	106326,3426	40372,5852	68562,18553
2,703	32415,71833	106001,2566	42307,62092	68980,15325
2,813	33793,46377	105854,1939	43615,70507	69251,05825
2,922	34598,43862	105869,6742	45148,25335	69545,18368
3	35070,58734	105769,0523	46332,49521	70148,91482
3,11	35674,31848	105885,1544	47547,69764	70566,88254
3,203	36719,23777	106179,2799	48724,19936	71131,91296
3,313	37500,9922	106574,0272	49745,89822	71967,84839
3,422	38151,1642	106806,2314	50883,69922	72393,55625
3,5	38778,11577	107022,9554	51410,02893	73043,72825
3,625	39087,72149	107154,5379	52493,64894	73299,15297
3,703	39319,92577	107324,821	53561,78865	72873,44511
3,813	39242,52434	107611,2063	54916,31365	71650,50254
3,907	39172,86306	107626,6866	55123,77594	70636,54382
4	39095,46163	107580,2457	54061,57694	68964,67296

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица Г.1 - Рецепт крема типа «Шарлотт» на основе белок-полисахаридной смеси с сахарозаменителями.

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 1 т фазы, в кг	
		в натуре	в сухих веществах
Изомальт	99,00	121,61	120,40
Эритрит	99,00	121,61	120,40
Сорбит	99,00	121,61	120,40
Масло сливочное	84,00	408,09	342,79
Альгинат натрия	90,00	1,47	1,32
Ксантановая камедь	90,00	0,39	0,35
Пектин	92,00	3,68	3,38
Казеинат натрия	95,00	28,40	26,98
Вода на БПС	0,00	248,87	0,00
Лецитин	100,00	7,77	7,77
Вода на желток	0,00	12,56	0,00
Коньяк	0,00	1,58	0,00
Кислота лимонная	98,00	5,38	5,27
Пудра ванильная	99,85	3,96	3,96
Итого:		1086,98	753,27
ВЫХОД:	74,00	1000,00	740,00

Таблица Г.2 – Расчет экономической эффективности крема типа «Шарлотт» на основе белок-полисахаридной с сахарозаменителями.

Наименование сырья	Стоимость сырья для производства 1т кремового полуфабриката, руб.	
	Контрольная рецептура на молоке	Опытная рецептура с белок- полисахаридной смесью
Сахар-песок	10753	
Сливочное масло	110160	110160
Молоко цельное	8753,06	-
Яйцо	7545	-
Изомальт	-	10544
Эритрит	-	9039,39
Сорбит	-	10592
Альгинат натрия	-	690,0
Ксантановая камедь	-	78,0
Пектин	-	1104
Казеинат натрия	-	1022
Вода на БПС	-	0
Лецитин	-	450,66
Вода на желток	-	-
Коньяк	426,60	426,6
Кислота лимонная	-	527,38
Пудра ванильная	168,0	168,0
Итого:	148558,66	144802,03

1. Снижение себестоимости продукции затратам на сырье составляет 2,5%.
2. Ожидаемый экономический эффект при объеме производства крема с белок-полисахаридной смесью и сахарозаменителями 1т/сутки в ценах на октябрь 2015 года составит 1081,9 тыс. рублей в год.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(справочное)

ТР ТС 005/2011	Технический регламент Таможенного союза «О безопасности упаковки» (Решение Комиссии Таможенного союза от 16.08.2011 № 769)
ТР ТС 021/2011	Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880)
ТР ТС 022/2011	Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» (Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 881)
ТР ТС 024/2011	«Технический регламент на масложировую продукцию» (Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 883)
ТР ТС 029/2012	Технический регламент Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» (Решение Совета Евразийской экономической комиссии от
МУ 4.2.727-99	Методические указания Гигиеническая оценка сроков годности пищевых продуктов.
СанПиН 2.3.2.1078-01	Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы
СанПиН 2.1.4.1074-03	Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения (взамен СанПиН 2.1.4.559-96)/
СанПиН 2.3.2.1293-03	Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы . "Гигиенические требования по применению пищевых добавок

ОКП 913000

Группа Н42

(ОКС 67.060)

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВПО «Московский Государственный
Университет пищевых производств»

Тихомиров А.А.
_____ 2015г



ТОРТЫ, ПИРОЖНЫЕ И РУЛЕТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ крема типа «Шарлотт» с белок –полисахаридной смесью

Технические условия

(Проект)

Дата введения в действие _____

РАЗРАБОТАНО

Д.т.н., проф. кафедры «Высокотехнологичные
производства пищевых продуктов»

 **В.А. Васькина**

Соискатель, ст. преп.

 **Н.В. Рубан**

Москва 2015г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВПО «Московский
Государственный
Университет пищевых
производств»

Тихомиров

А.А.

2015г



РЕЦЕПТУРА

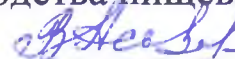
**Крема типа «Шарлотт»
с белок-полисахаридной смесью**

(Проект)

Дата введения в действие _____

РАЗРАБОТАНО

Д.т.н., проф. кафедры «Высокотехнологичные
производства пищевых продуктов»

 **В.А. Васькина**

Соискатель, ст. преп.

 **Н.В. Рубан**

Москва 2015г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВПО «Московский
Государственный
Университет пищевых
производств»

Тихомиров

А.А.

2015г



Технологическая инструкция

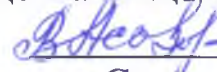
по производству крема
типа «Шарлотт» с белок-полисахаридной смесью

(Проект)

Дата введения в действие _____

РАЗРАБОТАНО

Д.т.н., проф. кафедры «Высокотехнологичные
производства пищевых продуктов»

 В.А. Васькина

Соискатель, ст. преп.

 Н.В. Рубан

Москва 2015г

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ЗАО «Хлебокомбинат «ПЕКО»
Ю.В. Егоров

« 05 » 05 2015г.

АКТ

ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОВЕРКИ

Мы, нижеподписавшиеся, Оськина Е.А. – начальник ПТЛ, Чегринцев Н.В. – ведущий инженер-технолог, Катлеметова И.В. – начальник смены кондитерского цеха от ЗАО «Хлебокомбинат «ПЕКО», с одной стороны, и Васькина В.А. – профессор, Рубан Н.В. – аспирант, Тюрина Т.С. – заведующая лабораторией кафедры «Высокотехнологичные производства пищевых продуктов» от ФГБОУ МГУПП, с другой стороны, составили настоящий акт в том, что в мае в 2015 г. в кондитерском цехе ЗАО «Хлебокомбинат «ПЕКО» проведена опытно-промышленная проверка производства Торт «Наполеон» с использованием масляного крема типа «Шарлотт» с белок-полисахаридной смесью (БПС).

Рецептура масляного крема типа «Шарлотт» с БПС разработана графоаналитическим методом с использованием ЭВМ. Рецепт масляного крема типа «Шарлотт» с БПС рассчитан с оптимизацией по максимальному содержанию пищевых волокон и минимальному – сахара. Торт «Наполеон» приготовлен в соответствии с «Технологическими инструкциями по производству мучных кондитерских изделий» (разработанные ВНИИКП, 1992 г.). Качество Торты «Наполеон» с масляным кремом типа «Шарлотт» с использованием белок - полисахаридной смеси соответствует требованиям стандарта.

Использование масляного крема типа «Шарлотт» с использованием белок - полисахаридной смеси позволяет расширить ассортимент тортов и пирожных для здорового питания, обогатить Торт «Наполеон» пищевыми волокнами, уменьшить содержание сахара и холестерина, снизить себестоимость. Всего в ходе опытно-промышленной проверки было выработано 115 кг масляного крема типа «Шарлотт» на основе белок-полисахаридной смеси.



Подписи представителей

ЗАО «Хлебокомбинат ПЕКО»

Оськина Е.А.
Чегринцев Н.В.
Катлеметова И.В.

Подписи представителей

ФГБОУ «МГУПП»

Васькина В.А.
Рубан Н.В.
Тюрина Т.С.

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012112891/13, 03.04.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.04.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 03.04.2012

(45) Опубликовано: 20.11.2013 Бюл. № 32

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2276497 C2, 20.05.2006. SU 1414379 A1,
07.08.1988. SU 1780680 A1, 15.12.1992. US
20100285198 A1, 11.11.2010.

Адрес для переписки:

115487, Москва, пр-кт Андропова, 37, корп.4,
кв.22, В.А. Васькиной

(72) Автор(ы):

Васькина Валентина Андреевна (RU),
Боброва Ирина Викторовна (RU),
Войно Людмила Ильинична (RU),
Гужевский Евгений Игоревич (RU),
Дубцова Галина Николаевна (RU),
Рубан Наталия Викторовна (RU),
Сидоренко Михаил Юрьевич (RU),
Щеголева Ирина Дмитриевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Васькина Валентина Андреевна (RU),
Боброва Ирина Викторовна (RU)

(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА КЕКСА

(57) Реферат:

Изобретение относится к пищевой промышленности. Способ предусматривает сбивание предварительно измельченного в стружку сливочного масла со смесью сахарозаменителей в течение 10-20 минут до полного растворения кристаллов сахарозаменителей. Смесь сахарозаменителей состоит из сорбита, изомальтита и эритрита. После чего постепенно добавляют желток в 3-4 приема. Далее сбивают массу до увеличения ее объема в 2,5-3,0 раза. Параллельно готовят смесь из полисахаридов и молочной сыворотки. В смесь добавляют горячую воду с температурой 70-90°C, перемешивают и

оставляют для набухания в течение 15-45 минут. Затем набухшую смесь сбивают в течение 10-30 минут. Смешивают полученную пенную массу с массой, приготовленной из сливочного масла, смеси сахарозаменителей и желтка, в течение 25-60 минут. Вносят в сбитую массу крахмал, эссенцию и муку и смешивают до получения теста однородной консистенции с влажностью 25-27%. Затем формуют заготовки кекса, их выпекают и охлаждают. Изобретение позволяет снизить количество брака при производстве, получить продукт пониженной калорийности и увеличить срок годности изделия. 1 ил., 2 табл., 3 пр.

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012138937/13, 12.09.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.09.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.09.2012

(45) Опубликовано: 27.01.2014 Бюл. № 3

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 1423085 A1, 15.09.1988. RU 2176884 C1,
20.12.2001. RU 2294111 C1, 27.02.2007. JP
4786609 B2, 05.10.2011. KZ 20288 A4,
17.11.2008.

Адрес для переписки:

115487, Москва, пр-кт Андропова, 37, корп.4,
кв.22, В.А.Васькиной

(72) Автор(ы):

Васькина Валентина Андреевна (RU),
Коротков Александр Олегович (RU),
Лысюк Фаина Александровна (RU),
Туманов Владимир Михайлович (RU),
Рубан Наталия Викторовна (RU),
Сидоренко Михаил Юрьевич (RU),
Потапова Нина Юрьевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Васькина Валентина Андреевна (RU)

(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ЗАВАРНОГО ПОЛУФАБРИКАТА

(57) Реферат:

Изобретение относится к кондитерской отрасли пищевой промышленности. Способ предусматривает получение заварки из масла, соли и воды и ее нагревание до кипения. Далее к полученной массе постепенно добавляют пшеничную муку, перемешивают в течение 1-2 минут до образования однородной эластичной массы и охлаждают до температуры 60-70°C. Параллельно готовят смесь из казеината натрия, каррагинана, ксантановой камеди и натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы и воды, нагревают до 60-70°C и выдерживают при такой температуре в течение 120 минут. Затем смесь сбивают при постепенном добавлении сорбита. После чего в сбитую смесь вводят желток. Заварку и полученную

сбитую массу объединяют и перемешивают в течение 15-20 минут. Затем формуют тестовые заготовки путем отсадки и выпекают их в течение 30-35 минут при температуре 175-185°C. Компоненты для приготовления заварного полуфабриката берут в определенном соотношении. Изобретение позволяет получить в изделии тонкую корочку, которая при выпечке быстро поднимается с образованием полости внутри, снизить требования к качеству муки по количеству и качеству клейковины, стабилизировать процесс выпечки полуфабриката за счет повышения вязкости и термостойкости теста, лучшему удержанию влаги, а также увеличить срок хранения продукта. 1 ил., 1 табл.



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014121654/13, 28.05.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.05.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.05.2014

(45) Опубликовано: 20.08.2015 Бюл. № 23

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2165150 C1, 20.04.2001. RU 2334402
C1, 27.09.2008. RU 2354128 C2, 10.05.2009

Адрес для переписки:

115487, Москва, пр-т Андропова, 37, кор. 4, кв.
22, Васькиной В.А.

(72) Автор(ы):

Васькина Валентина Андреевна (RU),
Рубан Наталья Викторовна (RU),
Богатырева Татьяна Глебовна (RU),
Мазукабзова Элла Витальевна (RU),
Сабанцева Маргарита Александровна (RU),
Новожилова Елена Сергеевна (BY)

(73) Патентообладатель(и):

Васькина Валентина Андреевна (RU),
Богатырева Татьяна Глебовна (RU)

(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА КРЕМА ТИПА "ШАРЛОТТ"

(57) Реферат:

Изобретение относится к кондитерской промышленности. Способ предусматривает смешивание белок-полисахаридной смеси и воды с последующим нагреванием смеси до температуры 60-70°C и набуханием в течение 40-50 минут. Белок-полисахаридная смесь состоит из казеината натрия, альгината натрия, ксантановой камеди и пектина. Далее в набухшую белок-полисахаридную смесь вводят сорбит, эритрит и изомальт и смешивают. Полученный сироп уваривают до температуры 102-104°C. Параллельно готовят эмульсию из текстурированной муки, лецитина и воды. После чего в полученную эмульсию вводят уваренный

сироп и уваривают в течение 5 минут при температуре 107-108°C, процеживают и охлаждают. Взбивают сливочное масло до получения однородной массы, постепенно вливают в него охлажденную смесь эмульсии и сиропа и снова взбивают. Далее добавляют вкусовые и ароматические компоненты. Причем белок-полисахаридную смесь вносят в количестве 2-5 вес.% к массе готового крема, текстурированную муку в количестве 0,4-0,5 вес.% и лецитин в количестве 0,5-0,65 вес.% к массе готового крема. Изобретение позволяет улучшить качество крема, снизить его плотность и увеличить срок хранения. 1 ил., 1 табл., 3 пр.

RU 2 559 943 C1

RU 2 559 943 C1

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2452184

**СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА БИСКВИТНОГО
ПОЛУФАБРИКАТА**

Патентообладатель(ли): *Васькина Валентина Андреевна (RU),
Гужевский Евгений Игоревич (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2010154539

Приоритет изобретения **31 декабря 2010 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации **10 июня 2012 г.**

Срок действия патента истекает **31 декабря 2030 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Б.П. Симонов

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Б.П. Симонов', is written over the printed name.



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010154539/13, 31.12.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.12.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.12.2010

(45) Опубликовано: 10.06.2012 Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2248706 C2, 27.03.2005. SU 1616572 A1,
30.12.1990. RU 2335905 C1, 20.10.2008.

Адрес для переписки:

115487, Москва, пр-кт Андропова, 37, корп.4,
кв.22, В.А.Васькиной

(72) Автор(ы):

Васькина Валентина Андреевна (RU),
Гужевский Евгений Игоревич (RU),
Иванова Мария Павловна (RU),
Вайншенкер Татьяна Станиславовна (RU),
Лобжанидзе Давид Тенгизович (RU),
Сутягина Юлия Владимировна (RU),
Рубан Наталия Викторовна (RU),
Яшкин Евгений Валерьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Васькина Валентина Андреевна (RU),
Гужевский Евгений Игоревич (RU)

(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА БИСКВИТНОГО ПОЛУФАБРИКАТА

(57) Реферат:

Изобретение относится к пищевой промышленности, в частности к кондитерской ее отрасли, и может быть использовано в технологии приготовления мучных кондитерских изделий. Вначале готовят смесь из молочной сыворотки, гуммиарабика, каррагинана, альгината натрия и воды с последующим нагреванием смеси при температуре 55-60°C в течение 40-50 минут. Смесь сбивают в течение 8-10 минут до увеличения ее объема в 3-3,5 раза. Вносят в полученную массу желток куриного яйца с последующим взбиванием в течение 5-7 минут до получения раствора однородной консистенции. Готовят смесь сахарозаменителей из сорбита, ксилита и изомальта, смешивают ее с раствором и

взбивают в течение 7-10 минут с получением пенной массы. Приготавливают мучную основу в виде смеси муки пшеничной высшего сорта и крахмала. Постепенно вносят мучную основу в пенную массу, состоящую из смеси молочной сыворотки, гуммиарабика, каррагинана, альгината натрия, воды, желтка куриного яйца, смеси сахарозаменителей. Замешивают тесто, формуют массу в виде изделия и выпекают. Компоненты массы выбраны в соответствующем соотношении. При этом из рецептуры бисквита исключают яичный белок и сахар-песок, которые заменяют смесью сахарозаменителей, молочной сыворотки и полисахаридов, что придает изделию диетическую направленность, снижает сахароемкость и калорийность продукта. I табл.

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011117212/13, 04.05.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.05.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.05.2011

(45) Опубликовано: 10.06.2012 Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: АПЕТ Т.К., ПАШУК З.Н. Справочник
технолога кондитерского производства. В 2-
х томах. Т.1. Технологии и рецептуры. -
СПб.: ГИОРД, 2004, с.351, 372-374. RU
2360428 C1, 10.07.2009. RU 2019976 C1,
30.09.1994.

Адрес для переписки:

115487, Москва, пр-кт Андропова, 37, корп.4,
кв.22, В.А. Васькиной

(72) Автор(ы):

Васькина Валентина Андреевна (RU),
Головачева Алена Вячеславовна (RU),
Львович Нелли Александровна (RU),
Наседкина Алла Викторовна (RU),
Родюкова Екатерина Викторовна (RU),
Оникова Мария Александровна (RU),
Поленова Юлия Сергеевна (RU),
Рубан Наталия Викторовна (RU),
Сидоренко Михаил Юрьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Васькина Валентина Андреевна (RU),
Головачева Алена Вячеславовна (RU)

(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ОТДЕЛОЧНОГО ПОЛУФАБРИКАТА

(57) Реферат:

Изобретение относится к пищевой промышленности, в частности к производству отделочных полуфабрикатов типа крема для отделки мучных кондитерских изделий. Способ предусматривает смешивание агара с водой, настаивание полученного раствора и его последующее нагревание. Затем в горячий раствор вносят изомальтит и ксилит и уваривают смесь до получения сиропа. Параллельно готовят смесь из белкового сывороточного концентрата, каррагинана, гуммиарабика, натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы и воды. Смесь нагревают и вносят в нее сорбит. Массу

сбивают до получения пены в течение 10 минут и вводят в нее горячий сироп. Ведут дальнейшее сбивание массы еще в течение 20 минут и формуют. Компоненты массы берут в определенном соотношении. Изобретение позволяет получить полуфабрикат, пригодный для производства изделий диабетической направленности, с низкой калорийностью, плотностью и высокой стойкостью при хранении. Замена традиционного сырья в продукте белковым сывороточным концентратом и пищевыми волокнами позволяет снизить себестоимость продукта и увеличить срок хранения полуфабриката. 1 табл.

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(РОСПАТЕНТ)**

Бережковская наб., 30, корп. 1, Москва, Г-59, ГСП-3, 125993. Телефон (8-499) 240- 60- 15. Факс (8-495) 531- 63- 18

На № - от -

Наш № 2014135222/13(057108)

*При переписке просим ссылаться на номер заявки и
сообщить дату получения настоящей корреспонденции
от 07.08.2015*

Васькиной В.А.

пр-т Андропова, 37, корп. 4, кв. 22

Москва

115487

**РЕШЕНИЕ
о выдаче патента на изобретение**

(21) Заявка № 2014135222/13(057108)

(22) Дата подачи заявки 29.08.2014

В результате экспертизы заявки на изобретение по существу установлено, что

☒ заявленное изобретение

☐ заявленная группа изобретений

относится к объектам патентных прав, соответствует условиям патентоспособности, сущность заявленного изобретения (изобретений) в документах заявки раскрыта с полнотой, достаточной для осуществления изобретения (изобретений)*, в связи с чем принято решение о выдаче патента на изобретение.

Заключение по результатам экспертизы прилагается.

Приложение: на 4 л. в 1 экз.

Врио руководителя



Л.Л. Кирий



*Проверка достаточности раскрытия сущности заявленного изобретения проводится по заявкам на изобретения, поданным после 01.10.2014.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПЕРТИЗЫ

(21) Заявка № 2014135222/13(057108)

(22) Дата подачи заявки 29.08.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента 29.08.2014

ПРИОРИТЕТ УСТАНОВЛЕН ПО ДАТЕ

(22) подачи заявки 29.08.2014

(72) Автор(ы) Васькина В.А., Мазукабзова Э.В., Рубан Н.В., Богатырева Т.Г., Черных В.Я., RU

(73) Патентообладатель(и) Васькина Валентина Андреевна, RU, Мазукабзова Элла Витальевна, RU

(54) Название изобретения Способ производства крема типа "Гляссе"

(см. на обороте)

01	1	131503
----	---	--------

ВНИМАНИЕ! С целью исключения ошибок просьба проверить сведения, приведенные в заключении, т.к. они без изменения будут внесены в Государственный реестр изобретений Российской Федерации, и незамедлительно сообщить об обнаруженных ошибках.

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых
производств»

**I – Я МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ – ВЫСТАВКА**

13-14 ноября 2012 года

ДИПЛОМ
награждается

***Кафедра «Технология хлебопекарного,
макаронного и кондитерского
производств» МГУПП***

за участие в КОНФЕРЕНЦИИ – ВЫСТАВКЕ

**«Планирование и обеспечение подготовки и
переподготовки кадров для отраслей пищевой
промышленности и медицины» и продукцию**

«ТОРТ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ»

Авторы: проф. Васькина В.А., асп. Рубан Н.В., асп.
Гужевский Е.И., студ. Тихонова А.А.

**Председатель оргкомитета
Ректор МГУПП
Председатель конкурсной
комиссии**



Д.А. Еделев

М.М. Благовещенская



**ФГБНУ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**

**«ФОРМИРОВАНИЕ КОНКУРЕНТНОГО ПОТЕНЦИАЛА
ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ВЫЗОВОВ»**

ДИПЛОМ

ЗА УЧАСТИЕ В КОНФЕРЕНЦИИ

Награждается

Рубан Наталья Викторовна

**ФГБОУ ВПО «Московский
государственный университет
пищевых производств»**

**Председатель Оргкомитета
директор ФГБНУ НИИХП
А.П. Косован**

**Москва, ФГБНУ НИИХП
23 апреля 2015**

