

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный экономический университет»

На правах рукописи



Мысаков Денис Сергеевич

**РАЗРАБОТКА И ТОВАРОВЕДНАЯ ОЦЕНКА БЕЗГЛЮТЕНОВОГО
БИСКВИТНОГО ПОЛУФАБРИКАТА**

Специальность 05.18.15 –
Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и
специализированного назначения и общественного питания

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук, профессор
О.В. Чугунова

Екатеринбург – 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----|
| Введение..... | 4 |
| Глава 1. Аналитический обзор научно-технической литературы..... | 10 |
| 1.1 Современный ассортимент выпускаемых мучных кондитерских изделий | 10 |
| 1.2 Основные факторы, формирующие потребительские предпочтения при выборе мучных кондитерских изделий | 14 |
| 1.3 Общая характеристика безглютеновых видов муки..... | 19 |
| 1.4 Пищевые стабилизаторы и гелеобразователи, используемые в производстве мучных кондитерских изделий | 33 |
| 1.5 Современные тенденции расширения ассортимента бисквитных полуфабрикатов..... | 51 |
| Заключение по обзору литературы..... | 53 |
| Глава 2. Методика проведения эксперимента..... | 56 |
| 2.1 Организация проведения эксперимента | 56 |
| 2.2 Объекты исследования | 59 |
| 2.3 Методы исследований | 60 |
| Глава 3. Результаты исследований и их обсуждение | 64 |
| 3.1 Товароведно-технологические свойства используемых безглютеновых видов муки | 64 |
| 3.2 Разработка рецептур бисквитных полуфабрикатов из безглютеновых видов муки | 84 |
| 3.3 Оценка потребительских свойств разработанных бисквитных полуфабрикатов..... | 91 |
| 3.4 Обоснование выбора стабилизатора | 94 |
| 3.5 Разработка рецептур и товароведная оценка бисквитных полуфабрикатов с полисахаридом микробного происхождения ксантановая камедь | 98 |
| 3.6 Использование математического моделирования для определения оптимального ингредиентного состава безглютенового бисквитного полуфабриката | 103 |

| | |
|--|-----|
| 3.7 Установление условий и сроков хранения | 109 |
| Глава 4. Практическое использование результатов исследований | 113 |
| 4.1 Разработка технологии приготовления бисквитного полуфабриката из смеси безглютеновых видов муки с применением полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь | 113 |
| 4.2 Установление регламентированных показателей качества | 117 |
| 4.3 Расчет экономической себестоимости по прямым затратам производства бисквитного полуфабриката «Свит» из безглютеновых видов муки с применением полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь | 118 |
| Заключение | 122 |
| Список использованных источников | 124 |
| Приложение А. Автоматизированная поточная линия, предназначенная для производства безглютенового бисквитного полуфабриката с добавлением полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь | 139 |
| Приложение Б. Расчет пищевой и энергетической ценности..... | 142 |
| Приложение В. Балловая шкала дегустационной оценки качества безглютеновых бисквитных полуфабрикатов | 147 |
| Приложение Г. Технические условия | 149 |
| Приложение Д. Технологическая инструкция | 150 |
| Приложение Е. Акт о внедрении в пекарне «Хлебный двор» пос. Белоярский... | 151 |
| Приложение Ж. Акт о внедрении в ресторане «Мама Чоли» г. Екатеринбург | 152 |
| Приложение И. Акт внедрения в учебный процесс..... | 155 |

ВВЕДЕНИЕ

Кондитерские изделия занимают значительную долю в рационе питания человека. Данная продукция относится к высококалорийной, чрезмерное потребление которой приводит к появлению различных заболеваний. Несмотря на то, что ассортимент кондитерских изделий весьма разнообразен, одной из важных задач, стоящих перед кондитерской промышленностью, является разработка новых видов изделий с целью совершенствования структуры ассортимента, создание изделий специализированного назначения. Решению этой проблемы способствует использование нетрадиционных, безглютеновых видов сырья и пищевых добавок-стабилизаторов в рецептуре с целью улучшения структурно-механических свойств теста и увеличения срока хранения готовых изделий.

В плане реализации Концепции государственной политики в области здорового питания до 2020 г. одним из основных путей производства пищевых продуктов является создание технологий изготовления продукции с направленно изменённым химическим составом. К таким видам продуктов можно отнести мучные кондитерские изделия, предназначенные для людей больных целиакией и вырабатываемые из безглютеновых видов муки. В России безглютеновые продукты представлены в основном импортной продукцией с завышенной ценой. Это определяет возможность расширения ассортимента и увеличения объема производства отечественной продукции «без глютена». Использование безглютеновых видов муки для направленной коррекции химического состава мучных кондитерских изделий требует новых технологических решений, обеспечивающих получение высококачественной, конкурентоспособной продукции.

Степень разработанности темы исследования. Имеются разработки по производству безглютеновых мучных кондитерских изделий таких авторов как С.Я. Корячкина, Т.В. Матвеева, Н.А. Леонтьева, Л.А. Казубаева, М.Н. Вишняк, Н.В. Лейберова, Л.А. Кузнецова, И.Б. Красина, Т.Н. Тертычная, Л.М. Аксенова, Г.В. Алексеев, А.В. Рыжакова, М.А. Талейсник, F.Á. Mohos, P. Stanley, H.-M. Lai,

W. Zhou, Y. Lal Dar, J.G. Brennan, G. Spicher, N.L. Chin, P.J. Martin. Однако следует отметить, что использование безглютеновых видов муки (овсяная, гречневая, рисовая, кукурузная, соевая, гороховая, нутовая, чечевичная и т.д.) значительно ухудшает структурно-механические свойства теста, и, в итоге, качество готового продукта. Это связано с тем, что белки риса, кукурузы, гречихи и др. видов зерна не могут сформировать необходимое количество и качество клейковины. Так же необходимо отметить, что изделия из безглютеновых видов муки быстро черствлеют.

В то же время недостаточно изучены вопросы применения добавок-стабилизаторов для формирования структурно-механических свойств изделий. В связи с этим разработана рецептура бисквитных полуфабрикатов с полной заменой муки пшеничной высшего сорта на безглютеновые виды муки с применением в качестве стабилизатора полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь являются актуальными и своевременными.

Цель и задачи исследования. Целью работы является изучение влияния полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь на качество бисквитных полуфабрикатов из смеси безглютеновых видов муки. Для реализации поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Изучить возможность использования безглютеновых видов муки в производстве бисквитных полуфабрикатов, разработать рецептуру и технологию бисквитного полуфабриката из безглютеновых видов муки;
2. Обосновать выбор гелеобразователя, стабилизатора в производстве мучных кондитерских изделий из безглютеновых видов муки для формирования структуры бисквитного полуфабриката и уменьшения потери влаги при термообработке и последующем хранении готовых изделий;
3. Определить влияние полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь на структурно-механические свойства бисквитного теста и готовых бисквитных полуфабрикатов;
4. Дать товароведную оценку разработанным образцам бисквитного полуфабриката, изучить химический состав и пищевую ценность,

органолептические, физико-химические и микробиологические показатели качества и безопасности в процессе производства и хранения. Разработать техническую документацию, провести апробацию в условиях промышленного производства, провести оценку экономических показателей.

Научная новизна работы.

Научно обоснованы рецептура и технология производства бисквитного полуфабриката с соотношением рисовой, кукурузной и соевой муки 69:19:13, позволяющие обеспечить высокие потребительские свойства. Получены новые данные о влиянии безглютеновых видов муки (рисовая, кукурузная и соевая) на структурно-механические свойства бисквитных полуфабрикатов, в том числе пористость, удельный объем и влажность (*n.2 паспорта специальности ВАК 05.18.15*).

Показана целесообразность применения гелеобразователя, стабилизатора полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь в производстве бисквитных полуфабрикатов из безглютеновых видов муки (*n.4 паспорта специальности ВАК 05.18.15*).

Установлено положительное влияние полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь в количестве 0,5% на структурно-механические свойства бисквитного теста и готовых бисквитных полуфабрикатов в процессе хранения, что позволило увеличить срок хранения изделий на 24 ч. (*n.5 паспорта специальности ВАК 05.18.15*).

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость заключается в обосновании использования полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь в рецептурах бисквитных полуфабрикатов из безглютеновых видов муки: рисовой, кукурузной и соевой муки.

Практическая значимость работы подтверждается актами внедрения. Разработанная рецептура бисквитного полуфабриката прошла производственную апробацию и вырабатывается в пекарне «Хлебный двор» (пос. Белоярский). Бисквитный полуфабрикат из безглютеновых видов муки включен в ассортимент

мучных кондитерских изделия ресторана «Мама Чоли» (г. Екатеринбург). Разработанная описательная балловая дегустационная шкала для безглютеновых бисквитных полуфабрикатов применяется ООО Центр «Дегустатор» (г. Екатеринбург).

Разработан пакет технической документации ТУ 9134-008-79124113-2015 «Полуфабрикат бисквитный «Свит» из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки с микробным полисахаридом», ТИ 9134-008-79124113-2015 «Технологическая инструкция по приготовлению бисквитного полуфабриката», подана заявка №2016127958 на патент «Способ производства бисквитного полуфабриката».

На основании результатов исследования разработана рецептура бисквитного полуфабриката из смеси безглютеновых видов муки с установлением оптимального соотношения рисовой, кукурузной и соевой муки, обладающих повышенным содержанием белка и биологически активных компонентов по сравнению с традиционными видами сырья и полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь. Доказано положительное влияние применения полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь в качестве стабилизатора в производстве бисквитного полуфабриката. Внедрение результатов диссертационной работы документально подтверждено актами, прилагаемыми к диссертации. Результаты диссертационной работы используются в учебном процессе на кафедре технологии питания ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» при проведении лекционных и практических занятий, а также при выполнении выпускных квалификационных работ бакалавров, обучающихся по направлению подготовки «Технология продукции и организация общественного питания». Полученные результаты могут быть использованы для дальнейших исследований, связанных с разработкой рецептур и расширению ассортимента мучных кондитерских изделий предприятий общественного питания и пищевой промышленности.

Работа выполнена в рамках научно-исследовательской работы №3076 по базовой части государственного задания Минобрнауки России.

Методологию и методы исследования. При решении поставленных задач применяли общепринятые, стандартные и специальные методы исследований: органолептические, физико-химические, микробиологические, инструментальные, статистические. Исследования проводились в трех-пятикратной повторности. Результаты исследований обрабатывались методами расчета статистической достоверности измерений с использованием серии компьютерных программ.

Положения, выносимые на защиту:

1. Возможность применения безглютеновых видов муки в производстве бисквитного полуфабриката и целесообразность использования их в смеси;
2. Ингредиентный состав разработанного бисквитного полуфабриката с полной заменой пшеничной муки высшего сорта на смесь безглютеновых видов муки с установлением оптимального соотношения рисовой, кукурузной и соевой муки и полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь;
3. Результаты влияния полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь на структурно-механические свойства бисквитного теста и готового бисквитного полуфабриката;
4. Экспериментальные данные, подтверждающие продление сроков хранения бисквитного полуфабриката за счет стабилизирующих свойств полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь.

Степень достоверности и апробация результатов. Результаты исследований обрабатывались методами расчета статистической достоверности измерений с использованием серии компьютерных программ.

Основные результаты исследований были представлены и обсуждены на научных конференциях различного уровня, в том числе: на I международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в сфере питания, сервиса и торговли», Екатеринбург, 28 октября 2013 г.; Всероссийской научно-практической конференции «Здоровье человека и экологически чистые продукты питания-2014», Орёл, 31 октября 2014 г.; XXXVIII Международной

научно-практической конференции «Технические науки – от теории к практике», Новосибирск, 24 сентября 2014 г.; XI международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество», Екатеринбург, 14-16 мая 2014 г.; XVII Всероссийский форум молодых ученых с международным участием в рамках V Евразийского экономического форума молодежи «Конкурентоспособность территорий», Екатеринбург, 21-22 апреля 2014 г.; III Международной научной Интернет-конференции «Биотехнология. Взгляд в будущее», Казань, 25-26 марта 2014 г.; L Международной научно-практической конференции «Технические науки – от теории к практике», Новосибирск, 30 сентября 2015 г.; III международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в сфере питания, сервиса и торговли», Екатеринбург, 15 мая 2015 г.; X международная научно-практическая конференция «Современные научные исследования: инновации и опыт», Екатеринбург, 3-4 апреля 2015 г.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 научных статей, в том числе 3 – в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, в т.ч. аналитического обзора научно-технической и патентно-информационной литературы, результатов собственных исследований и их анализа, выводов, библиографического списка и приложений. Основное содержание изложено на 155 страницах и включает 36 таблиц и 30 рисунков, 153 литературных источника отечественных и зарубежных авторов. Приложения представлены на 16 страницах.

Глава 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Современный ассортимент выпускаемых мучных кондитерских изделий

Известно, что население РФ не получает полноценных макро- и микронутриентов, необходимых для минимизации рисков техногенного воздействия, профилактики заболеваний, продления жизни и повышения работоспособности [61]. Поэтому академиком РАМН В.А. Тутельяном на рубеже XXI в. выдвинута концепция «оптимального питания» населения России [2]. Данная научно-обоснованная концепция учитывает существующую экологическую ситуацию и нарастающее влияние техногенной нагрузки на фоне нарушенной структуры питания населения страны [76].

Результатом предложенных усилий по решению этой проблемы в пищевой промышленности, в частности, в области моделирования продуктов с заданными свойствами – является повышение пищевой ценности новых продуктов не только по составу белков, а также по составу жирных кислот, витаминов и минеральных элементов [64].

Исследования Шакаловой Е.В. [82] показывают, что в настоящее время по объему производства кондитерских изделий, мучные кондитерские изделия занимают второе место после сахарных. Их производят специализированные и универсальные кондитерские фабрики, кондитерские цехи хлебокомбинатов, ресторанов и т.п. Наряду с автоматизированными поточными линиями по выпуску печенья, крекеров, вафель производительностью выше 1000 кг/ч, мучные кондитерские изделия производятся небольшими партиями в количестве от 100 до 300 кг/ч.

Структура производства кондитерских изделий в 2013 г. на территории России представлена на рисунке 1.1.

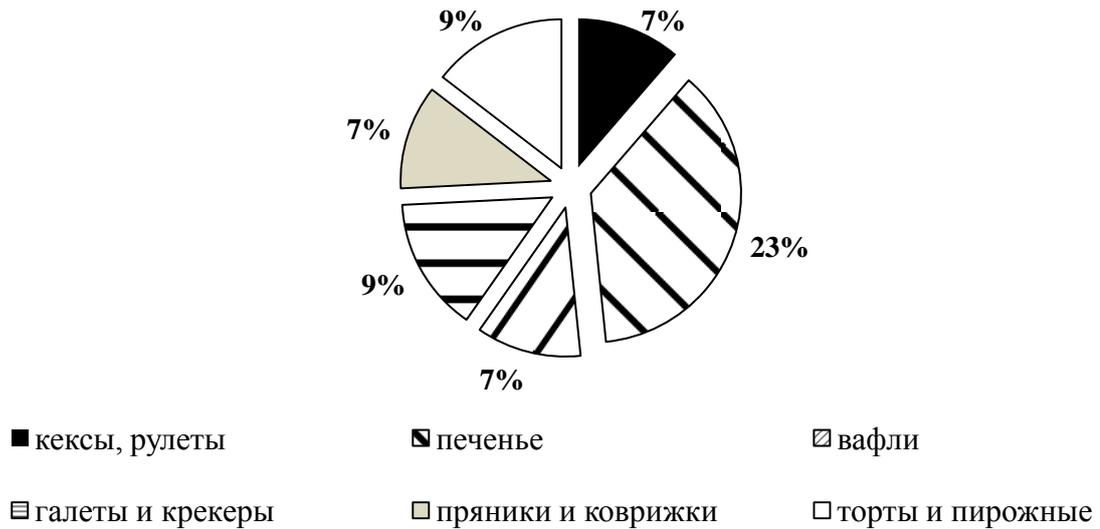


Рисунок 1.1 – Структура производства кондитерских изделий, % [49]

Немалым сегментом рынка мучных кондитерских изделий являются бисквиты, в т.ч. как полуфабрикат для дальнейшего производства. Мучные кондитерские изделия прочно укрепились в рационе современного человека, приобретя статус ежедневными продуктами питания всех возрастных групп населения, включая детей [17].

Согласно отчету № 02/2013 об оценке рыночной стоимости, подготовленного ООО НижБизнесКонсалтинг [49], сегмент мучных кондитерских изделий занимает большую долю в производстве кондитерских изделий (45%), в связи с относительно невысокой стоимостью и, соответственно, доступностью для широкой потребительской аудитории. В данном случае Россия относительно стран Европы стала лидером по потреблению мучных кондитерских изделий – в год потребляется около 700 тыс.т. Отмечено, что пик развития российского рынка мучных кондитерских изделий пришелся на 1990 г., тогда было произведено 1465 тыс. т. мучных кондитерских изделий.

Дальнейшая оценка объема российского рынка мучных кондитерских изделий проводилась на основе показателей объемов производства, экспорта и импорта рассматриваемого вида продукции. Согласно полученным данным, в 2014 г. спрос на кондитерские изделия в России в 2010-2013 гг. увеличился и в 2013 г. составил 3,9 млн.т. Максимальный рост показателя относительно

предыдущего года зафиксирован в 2012 г. – 8,2%. В 2011 г. было замечено сокращение спроса на 13,6%. По оценкам аналитиков, в 2015-2018 гг. спрос на кондитерские изделия будет расти и в 2016 г. достигнет 5,1 млн.т.

Рынок мучных кондитерских изделий характеризуется сезонной спецификой. При этом наиболее высокие показатели производства наблюдаются за месяцы с апреля по август, что обусловлено более низкой стоимостью сырья в этот период, а самые высокие показатели потребления наблюдаются за месяцы с октября по декабрь из-за их высокой энергетической ценности, которая требуется именно в холодное время года. Среднее значение производства за 2013 год находится на уровне 52,5 тыс. т./мес. Стоит отметить, что основную часть продукции на российском рынке составляет продукция отечественного производства. За период с января по июнь 2014 года ее объем достиг 336,81 тыс.т. Динамика производства мучных кондитерских изделий в Уральском Федеральном округе в сравнении с общероссийским уровнем производства представлена на рисунке 1.2.

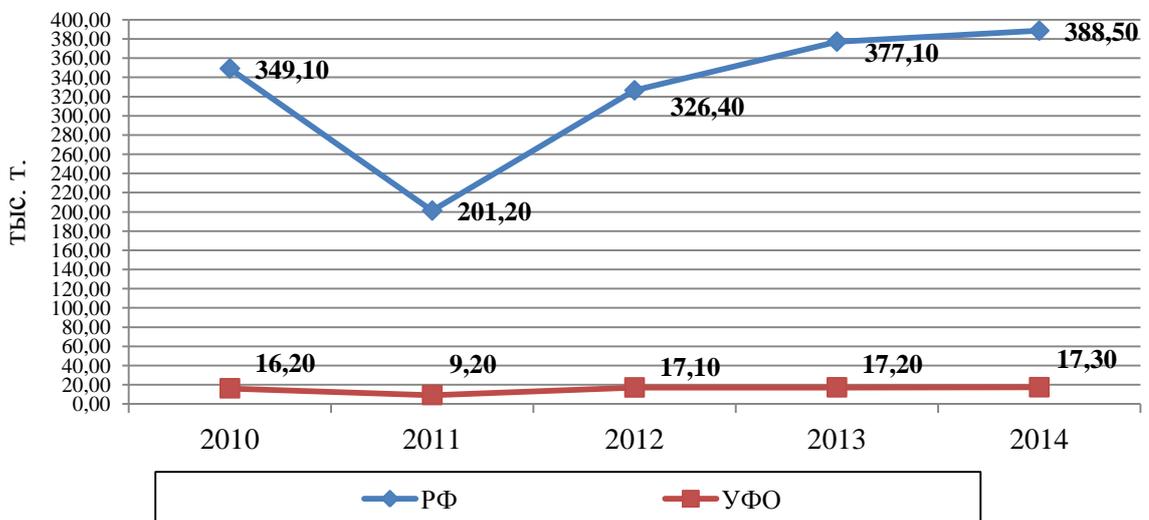


Рисунок 1.2 – Динамика производства мучных кондитерских изделий по годам, тыс.т. [49]

Доминирующими тенденциями последних лет можно назвать появление большого числа новинок и расширение ассортимента продукции популярных брендов, за счет чего кондитерская отрасль демонстрирует рост. По оценкам

специалистов, примерно 65% от числа новых разработок пришлось на шоколадный сектор, и около 30% – на сегмент сахарных сладостей. Кроме того, одним из трендов стал рост популярности продуктов в мини-упаковках, а также упаковках увеличенного формата, созданных согласно концепции «поделись с другом».

Поскольку удельный вес мучных кондитерских изделий в рационе человека значителен, а пищевая ценность их низкая, то повышение биологической ценности этой группы и расширение ее ассортимента имеет немаловажное значение для улучшения качества питания населения.

Разработки и апробации методологических принципов в работе над мучными кондитерскими изделиями, продолжаются, в частности, Р.Г. Разумовской, М.Е. Цибизовой и А.А. Кильмаевой [63] была предложена следующая схема методологических принципов проектирования продуктов питания данной группы, представленная на рисунке 1.3.



Рисунок 1.3 – Методологические принципы проектирования продуктов питания

Сильная разница в потребительской культуре между Россией и западными странами – еще один немаловажный фактор, с которым сталкивается практически каждый производитель продуктов питания из нетрадиционного сырья. Российский потребитель просто не привык, что определенная комбинация в рецептуре повседневных продуктов может служить профилактикой для предотвращения некоторых осложнений и помогать при определенных недомоганиях.

При этом если отсутствие потребительского опыта о свойствах тех или иных продуктах можно решить путем широкого ликбеза, то существуют задачи, перед которыми даже самый передовой маркетинг бессилён. Одна из них – между самим отношением к проблеме здоровья в России и странах Европы. При анализе наиболее значимых проблем, волнующих среднестатистического респондента в России, выяснено, что нашего потребителя больше волнуют всевозможные стрессы, чем конкретные заболевания. Для сравнения – в Финляндии или Швейцарии людей беспокоят лактазная недостаточность, контроль веса и т.д. [16, 50, 63].

Проведение исследований в области разработки и продвижения на российский рынок пищевых продуктов из нетрадиционного сырья, в том числе мучных кондитерских изделий, является необходимым и актуальным. В данной сфере по-прежнему ощущается качественная и количественная нехватка информации, которую необходимо получить, проводя и анализируя результаты научно-прикладных исследований.

1.2 Основные факторы, формирующие потребительские предпочтения при выборе мучных кондитерских изделий

Все большее число россиян меняют свою ориентацию в вопросах питания, проявляя повышенный интерес к наиболее полезным для здоровья продуктам, т.е. основывая свой выбор не на количестве потребляемой пищи, а на ее качестве

[66]. Однако, как и прежде, основными потребительскими характеристиками кондитерских изделий считаются свежесть, внешний вид, вкус и аромат. Также для современных потребителей высокую значимость имеет производитель продукции, что отражено на рисунке 1.4.

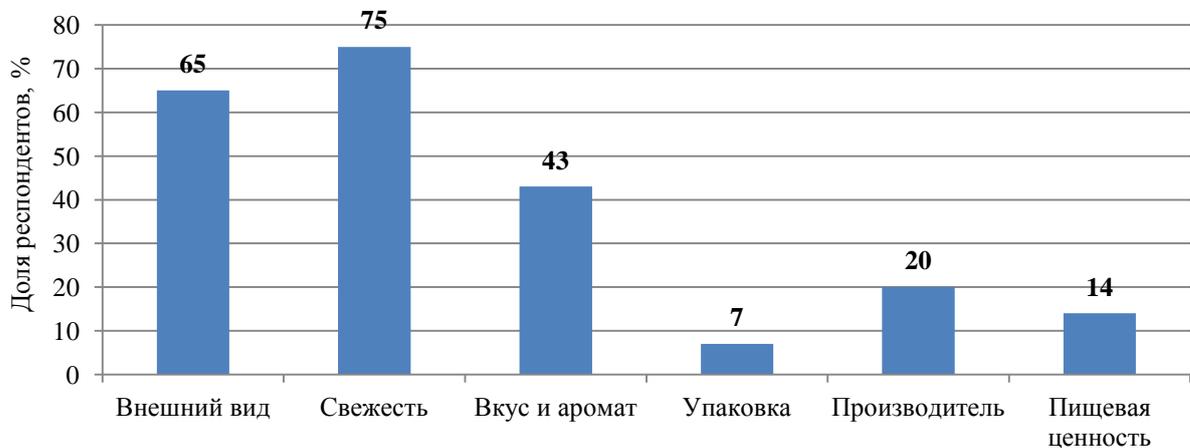
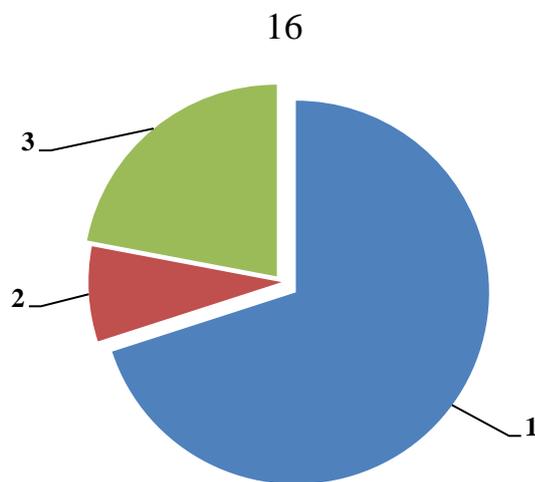


Рисунок 1.4 - Оценка значимости потребительских свойств мучных кондитерских изделий, % [5]

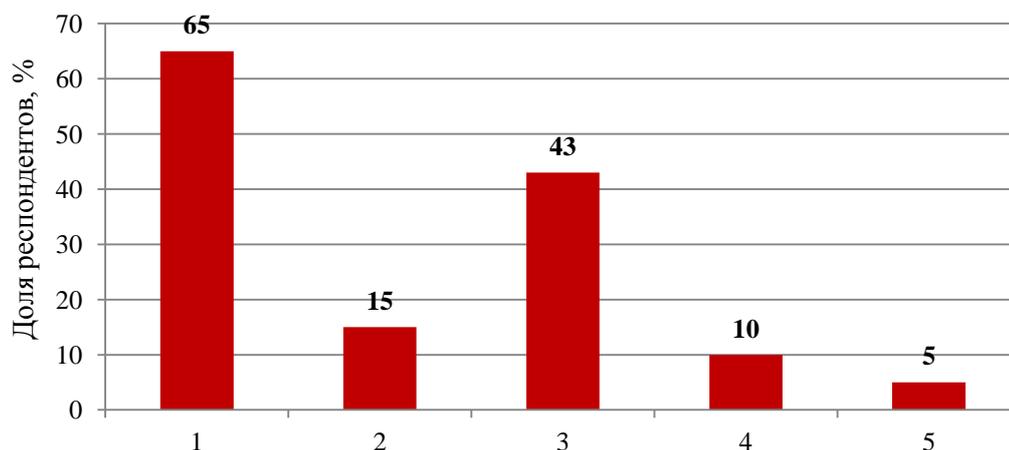
В то же время потребители кондитерских изделий хотят видеть в этих продуктах нечто большее, чем сладость, вкус и аромат, им необходима уверенность в том, что такие изделия исключительно положительно повлияют на здоровье [15]. Поэтому, несмотря на слабый интерес потребителей к пищевой ценности мучных кондитерских изделий, 67,2% из них считает необходимым производство продукции лечебного и профилактического назначения, что еще раз подчеркивает необходимость производства мучных кондитерских изделий пониженной энергетической ценности и высокой биологической ценности, как продуктов, способных удовлетворить достаточно высокий процент суточной нормы в микро- и макроэлементах. Отношение к мучным кондитерским изделиям лечебного и профилактического назначения отражено на рисунке 1.5.



1 – положительное; 2 – отрицательное; 3 – не знаю

Рисунок 1.5 - Отношение потребителей к мучным кондитерским изделиям лечебного и профилактического назначения, % [5]

Согласно данным рисунка 1.5, более половины потребителей (65,4%) не удовлетворены представленным в торговле ассортиментом кондитерских изделий. Обсуждая направления обогащения бисквитных полуфабрикатов, большинство респондентов отметили витамины и минеральные вещества (52,6 %), пищевые волокна (41,3 %), что отражено на рисунке 1.6.



1 – витаминами и минеральными веществами; 2 – белком;
3 – пищевыми волокнами; 4 – с пониженным содержанием углеводов;
5 – другое [5]

Рисунок 1.6 - Отношение респондентов к обогащенным мучным кондитерским изделиям, %

Разработка технологии производства изделий профилактического назначения с измененным химическим составом, как правило, сталкивается с проблемой изменения их потребительских свойств, в первую очередь, органолептических. 32,3% респондентов настаивают на необходимости сохранения традиционного вкуса, аромата, цвета и других характеристик. Изменения до определенного предела готовы принять 41,3% опрошенных. И лишь 10,1% считают, что кондитерские изделия могут кардинально отличаться по потребительским свойствам от традиционного продукта. Это подтверждает необходимость использования органолептических характеристик в качестве критерия выбора оптимального пищевого ингредиента и его дозировки. Таким образом, анализ предпочтений потребителей выявил, что большинство респондентов предпочитают употреблять мучные кондитерские изделия несколько раз в неделю (41% мужчин и 59% женщин) [5].

На текущий момент всесторонняя модернизация кондитерских предприятий привела к тому, что кондитерские изделия, представленные сегодня на российском рынке, отличаются большим разнообразием и отличными вкусовыми качествами. По этой причине спрос на традиционные кондитерские изделия, мнению маркетологов и самих производителей, несколько снизился, ввиду изменения требований потребителей к оригинальности и разнообразию кондитерской продукции.

В настоящее время зафиксировано увеличение доли фасованной продукции, на которой специализируются крупные производители кондитерских изделий. Потребители в крупных городах все чаще выбирают фасованные изделия, в то время как развесные изделия продолжают оставаться наиболее востребованными в небольших городах. Такое разделение предпочтений напрямую сказывается на стоимости данных кондитерских изделий. Поэтому на поставках дорогой фасованной продукции, рассчитанной на население с высоким уровнем дохода, специализируются не только зарубежные, но и отечественные производители. При этом стоит отметить, что, по мнению аналитиков [49], несмотря на свою доступную цену, доля кондитерских изделий эконом-класса, будет сокращаться.

По этой причине многие производители кондитерских изделий уделяют повышенное внимание обновлению и расширению ассортимента, поискам новых решений в оформлении производимых товаров для повышения их потребительской привлекательности. Производители вынуждены выделять значительные средства на продвижение своей продукции, так как, известно, что в современном мире потребительский спрос во многом формирует реклама. В таком случае, если фактическое потребление кондитерских изделий будет снижаться, если они не будут соответствовать критериям качества и уровню своего позиционирования.

Повышение спроса на продукцию для здорового питания – это еще одна заметная тенденция на российском рынке кондитерских изделий. Однако для увеличения объемов продаж некоторые недобросовестные производители стали представлять свою продукцию как малокалорийную, не внося никаких изменений в состав выпускаемых кондитерских изделий, а лишь изменяя ее упаковку, тем самым вводя покупателей в заблуждение. С другой стороны, на рынок действительно стали появляться кондитерские изделия, которые производят с использованием специальных ингредиентов, повышающие пищевую ценность этих изделий, не влияя на энергетическую ценность.

Таким образом, на современном кондитерском рынке РФ характерно ведущая роль крупных предприятий, выпускающих брендированные изделия. На сегодняшний день Россия занимает четвертое место в мире по производству кондитерских изделий. В ближайшей перспективе будет сохраняться спрос на кондитерские изделия премиум-класса и наблюдаться увеличение объема производства фасованной продукции [24]. Также ожидается увеличение объемов выпуска полезных для здоровья продуктов, что характерно для всего мирового рынка кондитерских изделий, производимых без консервантов и искусственных добавок.

1.3 Общая характеристика безглютеновых видов муки

Глютен (основа клейковины) – это особый вид белка, содержащийся во многих видах злаковых сельскохозяйственных культурах и, соответственно, в хлебобулочных и сдобных мучных кондитерских изделиях, которые из них вырабатываются. Глютен придает хлебобулочным и сдобным мучным кондитерским изделиям пористую структуру и делает их эластичными. Он удерживает газы, которые выделяются в тесте во время брожения и за счет которых данные изделия увеличиваются в объеме в несколько раз. Поэтому изделия из муки, освобожденной от большей части глютена, получаются плоскими и с неразвитым мякишем. С другой стороны, клейковина частично ответственна за то, что хлебобулочные и мучные кондитерские изделия черствеют в процессе хранения [2].

Наибольшее количество глютена содержат ячмень, пшеница, рожь. Однако не все используемые культуры содержат глютен: его нет в рисе, гречихе, овсе, пшенице, кукурузе, а также – в подсолнечнике, сое, амаранте.

Из пшеничной муки возможно удаление большей части глютена, но полностью очистить муку современными механическими и химическими методами невозможно. Получить маркировку «gluten-free» («не содержит глютен») могут продукты, в которых клейковина удалена лишь частично. Остаток глютена в продукте измеряется в ppm (parts per million, частей на миллион). В разных странах этот показатель в продуктах «gluten-free» варьируется от 5 до 200, иногда до 1000 [38].

Для людей с нарушениями в работе ЖКТ выпускаются т.н. «безглютеновые продукты», имитирующие хлеб, мука и полуфабрикаты для выпечки, печенье, макаронные изделия и молочнокислые препараты, обогащенными биодобавками. Для упрощения идентификации таких изделий на продовольственном рынке, безглютеновые продукты обычно имеют на упаковке маркировку «gluten-free» и/или символ «перечеркнутый колосок».

Основные производители продуктов, не содержащих глютен, и присутствующих на рынке России, это следующие зарубежные производители: Glutano (Германия), Dr. Schär (Италия). На рисунке 1.7 показано соотношение долей производителей безглютеновых продуктов в общем объеме ассортимента безглютеновых продуктов представленных на рынке г. Екатеринбург.

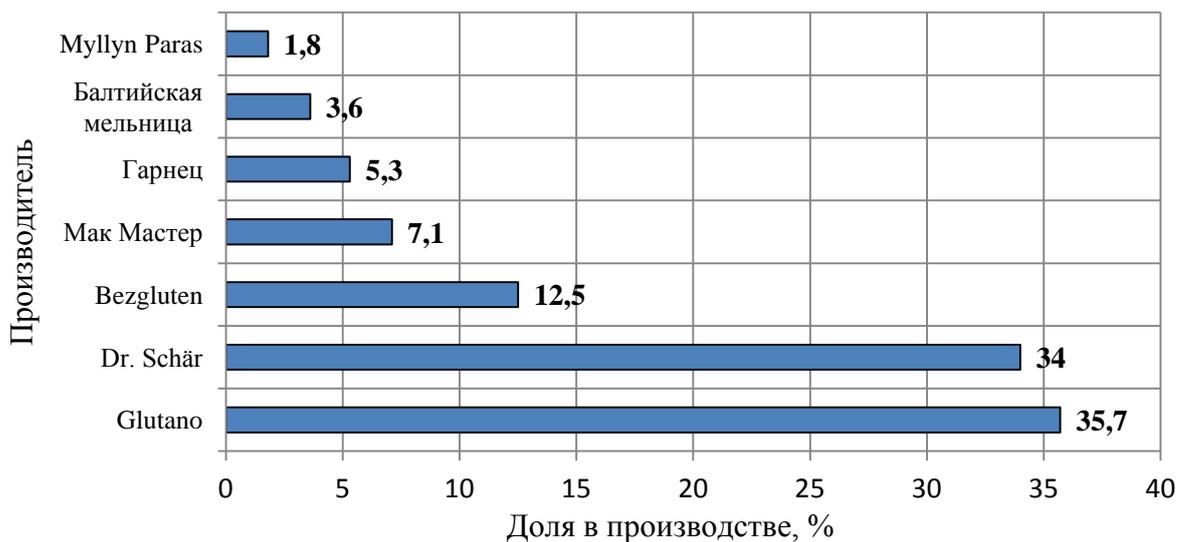


Рисунок 1.7 – Соотношение долей производителей безглютеновых продуктов в общем объеме ассортимента (на примере г. Екатеринбург), % [33]

Ассортимент безглютеновых продуктов данных производителей включает в себя муку в виде специальных смесей для приготовления изделий в домашних условиях, хлеб и макаронные изделия, а также кондитерские изделия – от рожков для мороженого до шоколадных батончиков. С точки зрения повышения диетической ценности данных изделий, из них удален не только глютен, но и молочный белок казеин. Структура ассортимента мучных безглютеновых изделий представлена на рисунке 1.8.

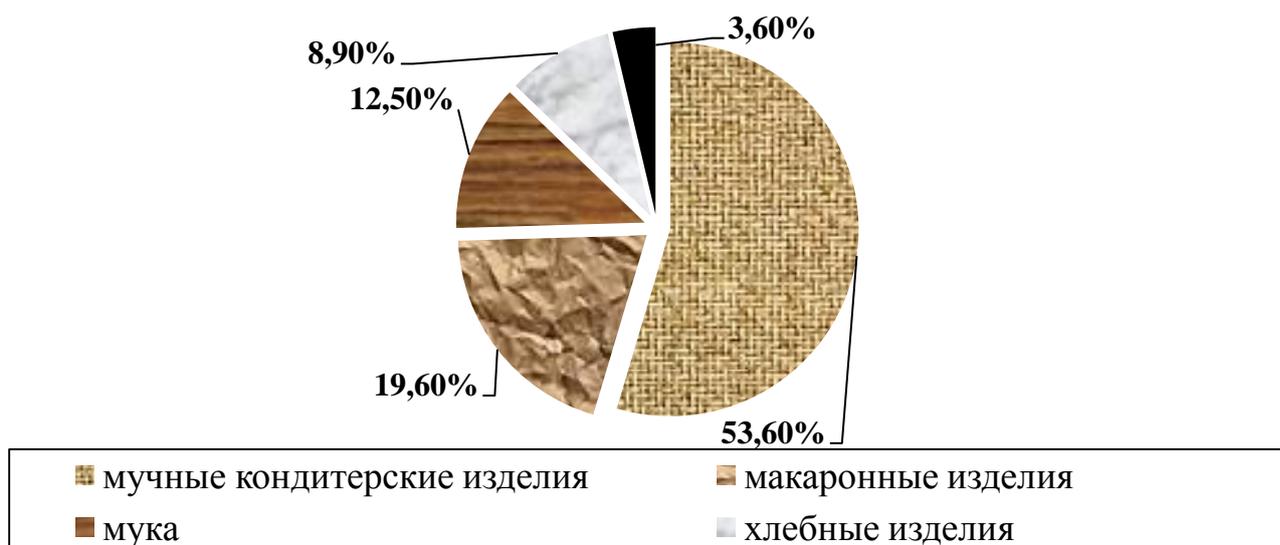


Рисунок 1.8 – Структура ассортимента мучных безглютеновых изделий, % [33]

В настоящее время на российском рынке стали появляться отечественные безглютеновые продукты. Наиболее широко представлен ассортимент нетрадиционных видов муки таких производителей как ООО «Гарнец» и ООО «Балтийская мельница». Однако, как показывает анализ ассортимента, представленного на рисунке 1.8, на российском рынке пока очень ограничен выбор безглютеновых продуктов. Это связано с низкой заинтересованностью крупных торговых сетей в реализации безглютеновых продуктов, вызванная ранее упомянутой неосведомленностью потенциальных покупателей и, соответственно, низкой покупательской способностью.

Для мучных кондитерских изделий мука – ключевой сырьевой компонент. Большую часть ассортимента мучных кондитерских изделий, в который входит печенье, пряники, вафли, торты, пирожные, кексы и др., изготавливают, как правило, из пшеничной муки высшего сорта. Поэтому кондитерская промышленность закономерно предъявляет высокие требования к качеству муки [128, 135, 139, 143].

Современные технологии позволяют лишь частично заменять муку пшеничного высшего сорта на второстепенные виды муки, получаемой из иных злаковых или бобовых сельскохозяйственных культур (амарантовая, гречневая, рисовая, кукурузная, соевая, гороховая, нуттовая, чечевичная и т.д.).

При этом использование муки вышеупомянутых сельскохозяйственных культур привело к созданию мучных безглютеновых продуктов с повышенным содержанием таких важных питательных веществ, как белок, клетчатка, кальций, железо, витамин Е и полифенолов [4]. Основываясь на биологической недостаточности современного рациона питания [47], рассмотрим биологическую ценность безглютеновых видов муки более подробно.

Белки муки из зернобобовых культур представлены, в основном, глобулинами и небольшим количеством альбуминов, малым содержанием глютаминовой кислоты и пролина. Они отличаются повышенным содержанием аргинина, лизина и аспарагиновой кислоты. Отличительной особенностью имеющих в составе альбуминов является высокое содержание метионина, лизина, изолейцина, треонина и триптофана.

Наибольшее количество альбуминов отмечено у белков соевой, нутовой, гороховой и чечевичной муки; среднее значение наблюдалось у амарантовой муки. Высокий процент глобулиновой фракции отмечен у белков муки из бобовых культур за исключением соевой муки. Содержание глютелинов колеблется от 4,8% в гороховой муке до 79,6% – в рисовой муке.

Фракционный состав белков нетрадиционных видов муки приведен на рисунке 1.9.

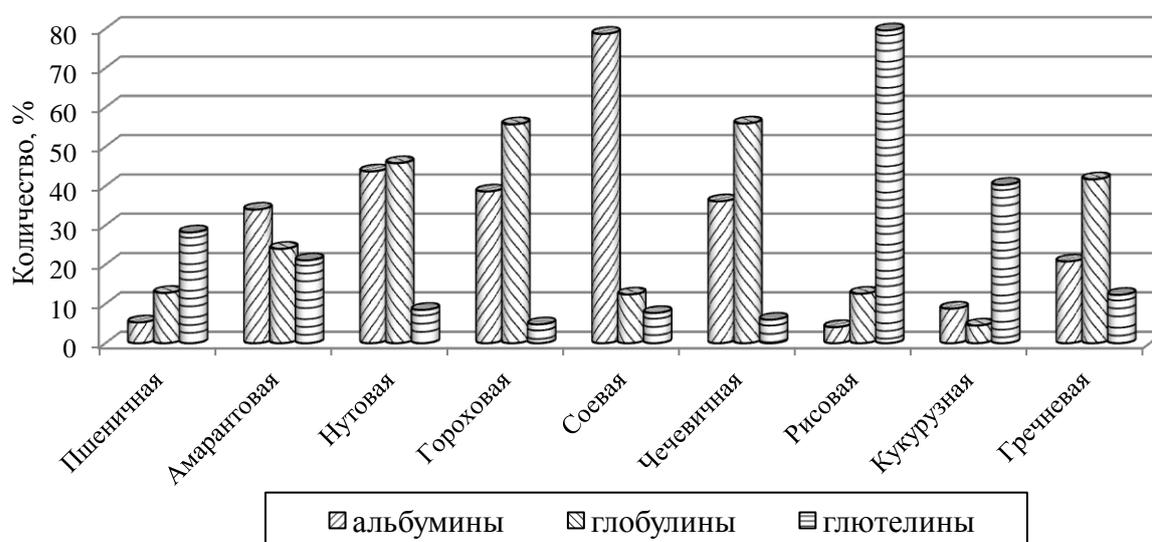


Рисунок 1.9 – Фракционный состав белков альтернативных видов муки в сравнении с пшеничной мукой, % [7]

Установлено, что наиболее богата белком мука из таких бобовых культур, как соя, нут и горох. Среднее содержание данного нутриента отмечалось в чечевичной муке. Мука из риса, гречихи и кукурузы, по сравнению с мукой из остальных культур, содержит меньше всего белка.

Водорастворимые альбуминовая и глобулиновая фракции белка играют большую роль в образовании, например, бисквитного теста. После набухания они растворяются и переходят в раствор. Глютелиновая и проламиновая фракции связывают воду в 2-2,5 раза больше своей массы. Все это способствует образованию правильной структуры, в данном случае, жидкого бисквитного теста [7].

Таким образом, полученная информация демонстрирует значительную разницу во фракционном составе белков различных зерновых культур. Положительным фактором в технологии приготовления бисквитных полуфабрикатов является высокое содержание водо- и солерастворимых фракций в исследуемых видах муки, что предполагает более выраженную пенообразующую способность белковых систем [31]. Для выбора конкретных видов муки для последующего их введения в рецептуру бисквитного полуфабриката целесообразно провести более детальный анализ пищевой ценности безглютеновых видов муки.

Амарант – относительно новая культура, отличающаяся высоким содержанием сбалансированного белка, витаминов и минеральных солей. В последние десятилетия в России достаточно широко распространено специальное возделывание декоративных, пищевых и кормовых сортов амаранта. Родиной амаранта считается Центральная и Южная Америка. Из семян амаранта получают муку:

- а) белковую полуобезжиренную;
- б) сортовую-крахмалистую;
- в) цельно-смолотую.

Неоспоримое преимущество белков амарантовой муки, по сравнению с белками пшеницы, заключается в их фракционном составе, а именно: в минимальном количестве проламинов при полном отсутствии α -глиадина [8].

По содержанию незаменимых аминокислот, антиоксидантов и минеральных веществ мука, полученная из зерен амаранта, превосходит большинство традиционно выращиваемых в России злаковых культур: пшеницу, рис, сою, кукурузу и др. В составе амарантовых семян высоко содержание витаминов (А, В₁, В₂, В₄, С, D, Е), важных для организма человека макро- и микроэлементов (железо, калий, кальций, фосфор, магний, медь и др.). В семенах амаранта содержится до 10% белка, состоящего на 28-35% из незаменимых аминокислот, преимущественно лизина (аминокислотный скор лизина в пшеничной муке составляет 44%, а в зернах амаранта – 110% [56]), до 2-17% липидов, представленных более чем на 50% полиненасыщенными жирными кислотами, на 6-8% – скваленом и на 0,11-0,19% – токоферолами, обладающими противоопухолевыми и антиоксидантными свойствами.

Энергетическая ценность амарантовой цельносмолотой и сортовой муки соответственно на 5,4 и 1,4% больше, чем у продуктов переработки пшеницы, например, у манной крупы. Следует отметить, что увеличение энергетической ценности в продукте происходит за счет липидов на фоне более высокого содержания белков и пониженного содержания крахмала [84]. Такой химический состав семян амаранта и определяет разнообразные лечебно-профилактические свойства амарантовой муки. Однако по физико-химическим свойствам амарантовая мука существенно отличается от пшеничной и ржаной муки. Это необходимо учитывать технологам при разработке нового ассортимента изделий и при внедрении их в производство [43].

Гречиха изначально произрастала в Центральной и Северо-Восточной Азии, а также некоторые сорта дикой гречихи находили в Китае и Сибири. Затем в Китае между X и XIII вв. произошло культивирование гречихи, откуда в XIV–XV вв ее завезли через Турцию и Россию в Европу. Сегодня ежегодно высевают и собирают во всем мире около 2 млн Га гречихи. Такие страны как, Китай, Россия,

США, Польша, Бразилия, Канада, Южная Африка и Австралия являются ведущими мировыми производителями продуктов из крупы гречихи. Мировое производство гречневой крупы оценивается в около 1 млн т./год [14].

В гречневой муке отмечено высокое содержание крахмала (70-72%) и белка (12-13%), и низкое содержание клетчатки (0,8%). Около 37% от общей массовой доли белка составляют незаменимые аминокислоты. Наблюдается высокое содержание лизина, лейцина и аспарагиновой кислоты в белках гречихи, но при этом меньшее количество глутаминовой кислоты, пролина и аргинина, чем в белках других зерновых культур.

Сравнивая аминокислотный состав дикой и культивируемой гречихи, можно отметить, что белки культивируемых видов содержат больше лизина по сравнению с белками дикой гречихи и равные суммы глутаминовой кислоты и пролина [78]. Углеводы рассматриваемой культуры в основном представлены крахмалом. Гранулы крахмала в гречихе имеют размер от 4 до 15 мкм в диаметре и могут быть относительно легко осахариваемы, содержание амилозы 25%. Начальные и конечные температуры клейстеризации крахмала составляют 61 и 65 °С соответственно.

Гречневое масло содержит 16-20% насыщенных жирных кислот, 30-45% олеиновой и 31-41% линолевой кислот. Свободных липидов в зерне от 2,59 до 2,75%, связанных – от 0,75 до 1,08%. Связанные липиды содержат больше пальмитиновой, стеариновой и миристиновой кислот и меньше линолевой кислоты, чем свободные липиды. Кроме того свободные липиды гречихи могут быть разделены на следующие фракции: фосфолипиды, моно-, ди- и триглицериды, свободные стеринны, свободные жирные кислоты и эфиры-воски [13].

Кукурузная мука состоит из измельченных частиц эндосперма зерна кукурузы, выпускается белого или желтого цвета в зависимости от содержания примесей: алейронового слоя, оболочек и зародыша. Вырабатывают кукурузную муку тонкого помола, крупного помола и обойную. Кукурузная мука тонкого

помола включает наименьшую массовую долю оболочек, чем кукурузная мука крупного помола, а обойная – наибольшее.

Существуют различные виды кукурузной муки:

- а) Желтая кукурузная мука стального помола, которая в основном распространена в Соединенных Штатах Америки, характеризуется почти полностью удаленными шелухой и зародышем из кукурузного зерна;
- б) Белая кукурузная мука, изготовленная из белой кукурузы, наиболее распространена в некоторых частях Африки. Она также популярна в южной части Соединенных Штатов Америки и используется для приготовления кукурузного хлеба. В России промышленные мельницы не используют белое зерно, поскольку товарных посевов белозерной кукурузы в стране нет [34].

В зерне кукурузы содержится, в среднем, 7,1% белков, 1,5% жиров, 72,1% углеводов, в т.ч. крахмала – 70,6%, клетчатки – 2,1%, а также минеральные вещества (Na, K, Ca, Mg, P, Fe) и витамины B₁, B₂, PP. По сравнению с пшеничной мукой, в кукурузной муке содержится больше липидов, сахаров и гемицеллюлозы. В составе жирных кислот кукурузной муки преобладают полиненасыщенные кислоты (линолевая и линоленовая). Имея более доступную форму крахмала и, соответственно, более высокую активность амилолитических ферментов дрожжей, газообразующая способность кукурузной муки на 70-75% выше, чем у пшеничной муки высшего сорта [29, 34, 76, 102].

Хлебопекарные свойства кукурузной муки весьма низкие. Поэтому потребительские свойства хлеба, который выпекают из кукурузной муки в некоторых странах Мира, значительно отличаются от традиционных свойств пшеничного или ржаного хлеба. В то же время использование кукурузной муки в качестве вспомогательного сырья позволяет регулировать вязкость в самых разнообразных продовольственных товарах [102].

На реологические свойства данной муки оказывают влияние многие генетические, экологические и даже послеуборочные факторы. Как правило,

зерно, собранное с мест культивирования, является твердым зерном с высокой массовой долей жира и белка. Анализ свойств кукурузной муки показал, что по реологическим свойствам мука, изготовленная из культивированного зерна, значительно отличается от муки, полученной путем перемалывания зерна, растущего в дикой среде. Это объясняется более высоким содержанием в культивированном зерне белка, жира и некрахмалистых полисахаридов, которые взаимодействуют между собой и в итоге изменяют реологические свойства получающегося геля. Однако некоторые из этих компонентов чувствительны к температуре и изменяют свои свойства в зависимости от параметров окружающей среды [90].

Кроме того разные виды кукурузной муки имеют различный уровень амилазной активности, который существенно влияет на реологию теста из этой муки. Исследованиями [95] установлено, что при увеличении концентрации амилозы в кукурузной муке, увеличивалась температура, при которой крахмал начинал клейстеризоваться, и, в итоге, заметно снижалась пиковая вязкость смеси.

Переработка зерна кукурузы в муку не приводит к значительным изменениям массовой доли азота, жира и углеводов. Однако некоторые исследования [115] доказывают наличие существенных изменений некоторых компонентов зерна во время размалывания. При температуре переработки 60-80 °С массовая доля крахмала уменьшается на 4-15%, но механизм этого процесса пока не изучен.

Нутовая мука – это мука, которую получают из бенгальской разновидности азиатского гороха. Нут выгодно отличается от других бобовых культур более высоким содержанием большинства минеральных элементов, витаминный состав приближается к сое. Он содержит необходимый организму человека селен (28,51 мг), который необходим для стабилизации процесса кроветворения, предупреждения остеопороза. Кроме того, нут является хорошим источником витамина В₂ (0,51 мг/100 г), В₆ (0,56 мг/100 г) и никотиновой кислоты (2,25 мг/100 г) [3].

Добавление нутовой муки повышает вкусовые качества и биологическую ценность продуктов. В зависимости от сорта, содержание белка колеблется от 20 до 30%. Жиры находятся в пределах 4-7%, углеводы – 47-50%. Энергетическая ценность обусловлена высокой калорийностью (360 кКал) [11].

Рис является важной сельскохозяйственной культурой во всем мире и, в особенности, в странах третьего Мира, например, в странах Азии, рисовая мука производится путём драного возвратного помола и в результате представляет собой порошок белого цвета. Важность продуктов из риса обусловлена, что позволяет рекомендовать их при различных диетах, низким количеством в них быстро усваиваемых углеводов. Такие продукты отличаются мягкой текстурой и нежным мякишем, однако, обладают нейтральным вкусом и запахом.

Химический состав зерна риса имеет характерную особенность, при сравнении с другими зерновыми сельскохозяйственными культурами, а именно низкое содержание белка и высокое содержание крахмалистых полисахаридов. Зерно риса содержит в небольшом количестве белки из группы альбуминов, глобулинов и проламинов. Основная часть же часть белков риса (80%) представлена оризенином из группы глютелинов [47].

По содержанию амилозы рис классифицируется следующим образом:

- воскообразный (0-2%);
- очень низкий (5-10%);
- низкий (10-20%);
- средний (20-25%);
- высокий (25-33%).

Рисовая мука, как самый популярный продукт из рисовой культуры, с различным содержанием амилозы позволяет получать на выходе продукцию с различными потребительскими характеристиками. В частности, для хлебобулочных изделий использование рисовой муки с высоким содержанием амилозы придает продукту хрустящую текстуру и делает мякиш более пористым [115]. Кроме того внесение рисовой муки в смесь с пшеничной мукой помогает

сохранить текстуру и задержать ретроградацию крахмала во время хранения изделия [104, 114].

Соя – одна из древнейших культур в Азии. Уникальное сочетание белково-липидного комплекса дополняется отсутствием в ее составе пуринов. Качественное и количественное соотношение жирных полиненасыщенных кислот и отсутствие холестерина придает продуктам из сои лечебно-профилактические свойства. Изучено применение сои в лечении различных дегенеративных заболеваний [52].

Соя и соевая мука характеризуется высоким содержанием лецитина. Этот фосфолипид регулирует обмен жира и холестерин в организме человека, при этом оказывая липотропное действие, уменьшая накопление жира в печени и способствуя его сгоранию. Также лецитин участвует в правильном обмене и всасывании жиров.

Различные производные переработки сои (соевая мука, соевое молоко, соевый сыр и т.д.), которые получают в результате первичной переработки, являются источником полноценного белка и используются для приготовления широкого ассортимента продуктов питания [27].

Однако среди соевых производных соевая мука является простейшим и наиболее дешёвым типом, она производится из лущеных бобов путем удаления из них масла с последующим размолотом. Полученная мука имеет кремовый цвет и легкий ореховый запах. Соевая мука имеет высокое содержание белка (43-58%), в том числе по количеству незаменимых аминокислот на 100 г съедобной части, предлагая большой потенциал в преодолении проблемы белковой недостаточности [45].

Количество незаменимых аминокислот представлено в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Количество незаменимых аминокислот на 100 г муки [26]

| Незаменимые аминокислоты | Мука | |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|
| | обезжиренная соевая | пшеничная высшего сорта |
| Валин, % | 2,75 | 0,58 |
| Изолейцин+лейцин, % | 0,95 | 1,39 |

Продолжение таблицы 1.1

| Незаменимые аминокислоты | Мука | |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|
| | обезжиренная соевая | пшеничная высшего сорта |
| Треонин, % | 1,78 | 0,41 |
| Лизин, % | 2,88 | 0,61 |
| Метионин+цистин, % | 0,48 | 1,11 |
| Триптофан, % | 0,46 | 0,10 |
| Фенилаланин+тирозин, % | 4,83 | 1,49 |

Как видно из таблицы 1.1, соевая мука по отношению к пшеничной муке высшего сорта богата аминокислотами валином и лизином, которых также недостаточно и в большинстве распространенных зерновых культурах.

Соевая мука, по сравнению с пшеничной мукой, отличается более сбалансирована по соотношению типа Белки:Жиры:Углеводы, богата макро- и микроэлементами, в особенности калием, кальцием, магнием и фосфором, а также железом. Поэтому внесение сои не только увеличит в пищевом продукте общее содержание протеина, но и повышает долю потребляемых человеком жизненнонеобходимых нутриентов.

Соевая мука и концентрат белка сои могут быть переработаны в текстураты, в процессе чего имеют место глубокие изменения белка.

Под текстурированным соевым белком обычно понимают обезжиренные соевую муку или концентрат, механически обработанные экструзией для получения мясоподобной текстуры. Благодаря такой обработке, текстурированный растительный белок после приготовления пищи сохраняет свою структурную целостность и характерную нежную текстуру.

Чечевица считается одним из самых полезных растений среди бобовых. В бобах и муке практически нет жиров, массовая доля белков составляет около 24-35%, углеводов – 48-53%, жира – 1-2%, минеральных веществ – 2,3-4,4%, она также содержит некоторое количество β -каротина, витаминов группы В (B_1 , B_2) и витамина РР. Чечевица богата свободными аминокислотами – глутаминовой и

аспарагиновой, содержит тирозин (18,4-28,3 мг%), треонин (0,5-16,9 мг%), но несколько дефицитна по метионину и триптофану.

Жирнокислотный состав чечевичной муки представлен биологически важными кислотами, такими как олеиновая и линоленовая, которые не синтезируются в организме человека [67].

Среди основных микроэлементов можно выделить железо, по содержанию которого чечевице нет равных среди остальных сельскохозяйственных культур (16 мг/100 г). Также в ней присутствует калий (672 мг/100 г), фосфор (294 мг/100 г), натрий (101 мг/100 г) и кальций (83 мг/100 г) [57, 81].

По потребительским качествам и пищевой ценности чечевица среди зерновых бобовых занимает одно из первых мест, т.к. она хорошо разваривается, имеет тонкий и приятный вкус [28].

Сводная таблица химического состава различных безглютеновых видов муки, полученных из злаковых и бобовых культур, представлена в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Химический состав безглютеновых видов муки в сравнении с пшеничной мукой [73]

| Наименование показателей | Вода, % | Белок, % | Жир, % | Углеводы, % | Пищевые волокна, % | Зола, % |
|--------------------------|------------|-------------|-----------|----------------|--------------------------|------------|
| Мука пшеничная | 14,0 | 10,3 | 1,1 | 70,6 | 3,5 | 0,5 |
| Мука амарантовая | 14,0 | 9,5 | 3,9 | 67,8 | 1,1 | 2,8 |
| Мука гречневая | 9,0 | 13,6 | 1,2 | 71,9 | 2,8 | 1,5 |
| Мука кукурузная | 14,0 | 7,2 | 1,5 | 72,1 | 4,4 | 0,8 |
| Мука нутовая | 14,0 | 20,1 | 4,3 | 48,4 | 10,2 | 3,0 |
| Мука рисовая | 9,0 | 7,4 | 0,6 | 80,2 | 2,3 | 0,5 |
| Мука соевая | 9,0 | 43,0 | 8,0 | 22,0 | 14,1 | 5,3 |
| Мука чечевичная | 7,6 | 21,3 | 0,6 | 48,5 | 2,3 | 2,3 |

Анализ данных, приведенных в таблице 1.2, показал, что по содержанию белка соевая мука превосходит пшеничную муку высшего сорта в 4 раза,

чечевичная и нутовая – в 1,3 раза. Рисовая и кукурузная по данному показателю уступают муке пшеничной высшего сорта.

Наибольшую массовую долю жира имеет соевая мука. В то же время рисовая и чечевичная мука содержат наименьший процент жира.

Рисовая мука отличается высоким содержанием крахмала. По этому показателю она в 1,2 раза превосходит пшеничную муку высшего сорта и почти в 2 раза нутовую.

По содержанию пищевых волокон выделяются соевая и нутовая мука. Они в 4 и 3 раза соответственно превосходят пшеничную муку.

Таким образом, проведенное исследование пищевой ценности безглютеновых видов муки позволяет рекомендовать рисовую, кукурузную и соевую муку для дальнейшего рассмотрения в качестве замены пшеничной муки высшего сорта в мучных кондитерских изделиях. Однако подобная замена значительно ухудшит реологические свойства теста, и, в итоге, качество готового продукта. Из-за невозможности белков риса, кукурузы и сои не могут сформировать клейковину, отвечающую за структуру мякиша готового изделия. Для некоторых видов продуктов, таких как хлебобулочные изделия, полное отсутствие клейковины крайне негативно сказывается на потребительских качествах. В бисквитных полуфабрикатах, напротив, сильная и разветвленная клейковина является нежелательной для формирования физических свойств мякиша, способствуя затягиванию бисквитного полуфабриката и уменьшению его удельного объема. Однако и полное отсутствие клейковины также недопустимо, так как приводит к грубым нарушениям текстуры мякиша [29]. Поэтому необходимо провести анализ пищевых добавок, применяемых в производстве мучных кондитерских изделий с целью выбора дополнительного сырья, которое могло бы эмулировать свойства клейковины и положительно влияет на реологические, технологические свойства как полуфабриката, так и готового изделия.

1.4 Пищевые стабилизаторы и гелеобразователи, используемые в производстве мучных кондитерских изделий

Качественные и безопасные продукты питания являются важным элементом критерия «качество жизни населения» во всех странах мира. И в значительной степени определяют конкурентноспособность и прибыльность любого пищевого предприятия.

Важным вопросом в обеспечении качества и безопасности пищевой продукции является сохранение стабильности этих характеристик вне зависимости от любых возмущающих факторов, как то: время года, недели и т.д.

Следует помнить, что объективные свойства продукции становятся полезными только в том случае, если возникает потребность в их использовании. Продукция и ее качество не существуют вне потребности. Удовлетворение потребности с помощью определенных свойств продукции с минимальными затратами материальных средств и сил потребителя – наиболее эффективный способ организации производства и выпуска продукции.

В частности, большое значение для потребительского качества мучных кондитерских изделий имеют их сенсорные свойства: форма и поверхность, вкус, вид в разрезе (разломе), аромат, сохраняемость [29].

Важно, чтобы пищевые продукты были безопасными для жизни и здоровья человека, т.е. соответствовали действующим санитарным правилам, нормам и гигиеническим нормативам по органолептическим, санитарно-химическим и микробиологическим показателям.

Сырье – один из основных факторов, формирующих качество продукта. От состава сырья, соблюдения норм и правил его предшествующей обработки в важной степени зависит качество готовой продукции. В настоящее время в пищевой промышленности применяется сырье растительного, животного, минерального происхождения, их составляющие и синтетические аналоги.

В процессе производства сырье подвергается большим изменениям и в результате качество готового продукта определяется тремя группами компонентов:

- компонентами, перешедшими в выпускаемый продукт без изменений;
- компонентами сырья, изменившими исходные свойства;
- вновь образовавшимися компонентами [30].

Пищевые добавки – это природные или искусственные вещества и их соединения, специально вводимые в пищевые продукты в процессе их изготовления в целях придания пищевым продуктам определенных свойств и (или) сохранения качества пищевых продуктов [152].

Пищевые добавки применяются для достижения определенного аромата (ароматизаторы), цвета (красители), вкуса, консистенции (эмульгаторы, гелеобразователи), длительности хранения (консерванты) изделий.

Для классификации пищевых добавок в странах Евросоюза разработана система нумерации (действует с 1953 г.). Каждая добавка имеет уникальный номер, начинающийся с буквы «Е».

Международные стандарты на пищевые добавки и примеси определяются Объединенным комитетом экспертов Международной сельскохозяйственной организации (JECFA) и Кодексом Алиментариус (Codex Alimentarius), принятым Международной комиссией ФАО/ВОЗ и обязательным к исполнению странами, входящими в ВТО. Главной особенностью Кодекса Алиментариус является то, что он не учитывает токсикологические особенности пищевых добавок.

Специалисты считают, что, несмотря на отсутствие исторического опыта, российская пищевая промышленность за 10-15 лет сумела сделать гигантский скачок в освоении и использовании обширной группы пищевых добавок практически во всех отраслях пищевой промышленности. Однако подавляющая часть этих добавок импортного производства, несмотря на то, что страна имеет большой объем собственного сырья, такого как пектины, агар-агар, фосфаты, лактаты и др. [32].

По объему использования пищевых ингредиентов Россия уже обогнала многие страны, их производящие. В частности, по объемам потребления пищевых ингредиентов в мире хлебобулочная и кондитерская промышленность находятся на третьем месте (после пивобезалкогольной и мясоперерабатывающей соответственно).

В настоящее время отрасль пищевых добавок рассматривают, как правило, с трех сторон.

Во-первых, с позиции потребителя – рядовые потребители с недоверием относятся к словам «пищевые добавки», «улучшители», «наполнители», индексу «Е» и т.д. Однако лояльность людей к этим словам значительно возросла в период активного внедрения добавок в пищевое производство. Возникло понимание необходимости применения данных соединений ввиду низкого качества исходного сырья. В то же время, продукт, который был изготовлен отечественным производителем, психологически воспринимается более качественным, так как его гарантиям безопасности покупатели верят больше, чем зарубежным.

Во-вторых, с позиции производителей пищевых продуктов – пищевые добавки и ингредиенты стали привычным технологическим инструментом и средством модификации свойств исходного сырья, регулирования физико-реологических свойств теста, корректировки отдельных характеристик готовой продукции, увеличения сроков хранения и т.д. В условиях низкого качества поступающего сырья применение пищевых добавок и ингредиентов является безальтернативным, так как дает возможность повысить эффективность использования традиционного сырья при одновременном снижении себестоимости готовой продукции. Это имеет немаловажное значение в связи с низкими доходами основной части населения.

В-третьих, с позиции продавцов и производителей пищевых добавок – в настоящее время пищевыми добавками заниматься престижно и прибыльно. Из наиболее прогрессивных направлений в области пищевых добавок и ингредиентов с точки зрения масштабности их практического использования

специалисты отмечают группу белоксодержащих препаратов растительного и животного происхождения. Активно развивается группа гидроколлоидов и консервантов, ароматизаторов и эмульгаторов. Однако в настоящее время в России, в основном, пользуются результатами западных исследований и данными фирм-изготовителей и пытаются адаптировать их существующие добавки к российским технологиям, а на собственные разработки не хватает средств.

Таким образом, российский рынок пищевых добавок потенциально очень конкурентен. Но барьеры входа в него невелики, поэтому отечественные компании вынуждены конкурировать с серьезными иностранными игроками [39].

С развитием пищевых технологий возрастает интенсивность применения пищевых добавок. Химические и биологические соединения, прямо названные в законодательстве как пищевые добавки и препараты, полученные на их основе, могут быть:

- натуральными и синтетическими (т.е. компоненты и соединения которых получены путем химического и микробиологического синтеза);
- безопасными для потребления и потенциально опасными (при определенной концентрации, уровне потребления проявляющими токсические свойства);
- разрешенными к потреблению и запрещенными (с выявленными вредоносными эффектами или не прошедшими необходимых испытаний);
- пищевые добавки, для которых установлены допустимые уровни содержания в пищевых продуктах, и те, которые используются без ограничений (для безвредных пищевых добавок не считается необходимым установление допустимой суточной дозы).

Согласно определению ВОЗ, пищевые добавки (food additives) – это химические вещества и природные соединения, которые сами по себе не употребляются в пищу, а добавляются в нее для улучшения качества сырья и готовой продукции. Основные цели использования пищевых добавок – это увеличение срока хранения продукта, улучшение его технологических свойств, обеспечение высоких сенсорных качеств. К пищевым добавкам не относят

соединения, повышающие пищевую ценность или фармакологическую направленность продуктов питания, например: витамины, минеральные вещества, аминокислоты, пищевые волокна, другие биологически активные добавки.

Большинство пищевых добавок – вещества безопасные или малоопасные. Однако определенные пищевые добавки, преимущественно искусственно синтезируемые химические соединения, при определенной концентрации в пищевом продукте могут проявлять свои токсические свойства (повышенная или малая токсичность).

Безопасные пищевые добавки – это природные продукты или в значительных количествах встречающиеся в пищевых продуктах соединения, или являющиеся продуктами переработки пищевого сырья: лецитин, пектин, агар и растительные камеди; красители (каротины); органические кислоты и их соли (лимонная, винная, янтарная); глицерин [152].

Выявлены пищевые добавки, которые при определенных концентрациях и уровне потребления могут проявлять токсичные, канцерогенные, мутагенные и иные неблагоприятные эффекты. Это синтетические красители и консерванты. Кроме того, значительная часть пищевых добавок в мире производится из трансгенных видов сои, составляющей порядка 85% от всей мировой сои, и производителям часто не удается вести мониторинг сырья. Это обстоятельство следует учитывать российским предприятиям в связи со значительными импортируемыми объемами пищевых добавок.

Законодательно оформлены основные фундаментальные классы пищевых добавок и вспомогательных средств: кислоты, основания и соли; консерванты; антиокислители; пищевые добавки, препятствующие слеживанию и комкованию; эмульгаторы, стабилизаторы, загустители; улучшители для муки и хлеба; красители; фиксаторы цвета; глазирователи; ароматизаторы и усилители вкуса; подсластители; носители-наполнители и растворители-наполнители [60].

В общемировой практике разрешение на применение пищевых добавок выдается специализированной международной организацией – Объединенным комитетом экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам и контаминантам.

Комиссией Codex Alimentarius, действующей в результате постоянного органа ФАО/ВОЗ, с этой целью приняла «Основные принципы по использованию пищевых добавок», требования которых сводятся к следующему: необходимо обеспечивать ограниченное применение разрешенных пищевых добавок для конкретных продуктов и целей, при определенных условиях; обязательны токсикологические испытания и оценки перед началом промышленного использования пищевой добавки; разрешаются только те из них, которые не представляют опасности для здоровья потребителей; обеспечивается постоянный контроль за их использованием; отдельные пищевые добавки должны соответствовать нормативным требованиям идентичности и чистоты; применение пищевых добавок оправдано лишь в случаях, если оно преследует цели, которые не могут быть достигнуты другими экономическими и технологически приемлемыми способами [77].

Именно добавки позволяют создавать продукты питания нового поколения с улучшенными потребительскими свойствами и добиваться более рациональной переработки сырья. Широкое применение разнообразных пищевых и биологически активных добавок к пище решает целый ряд важнейших задач производственного, маркетингового и социального характера. В нашей стране эта отрасль молодая, пока еще формирующаяся, но ее становление происходит достаточно быстрыми темпами.

Стоит отметить, что предпосылками создания и использования идентичных натуральных и синтетических пищевых добавок является рост населения Земли [19]. В течение XX века численность мирового населения увеличилась с 1,5 до 6 млрд. человек. По оценкам, к 2025 году численность населения мира достигнет 8 млрд. человек, в основном за счет роста населения развивающихся стран [72].

С ростом численности населения Земли растет и масса пищевых отходов. Причем не менее половины из этой массы составляют продукты с истекшим сроком годности [19]. Эту проблему и помогают решить пищевые добавки.

Количество пищевых добавок, используемых для производства продуктов в наше время, превышает 2000 наименований [72]. Гидроколлоиды представляют

собой гетерогенную группу с длинной цепью полимеров (полисахаридов и белков), характеризующуюся свойством формирования вязких дисперсий или гелей при растворении. Наличие большого количества гидроксильных (-ОН) групп заметно повышает их сродство связывания молекул воды и делают их гидрофильными соединениями. Кроме того, они производят дисперсию, которая является промежуточным соединением между истинным раствором и суспензией, и имеет свойства коллоида.

Но главной причиной широкого использования гидроколлоидов в продуктах питания является их способность изменять реологические свойства пищевой системы. Эта способность включает в себя влияние гидроколлоида на два основных свойства пищевой системы, а именно вязкость и механические свойства текстуры. Модификация текстуры или вязкости пищевой системы помогает изменить ее органолептические свойства, и, следовательно, гидроколлоиды это важные пищевые добавки, используемые для решения широкого спектра задач. К ним относятся утолщение, гелеобразование, эмульгирование, стабилизация и контроль роста кристаллов льда и сахара.

Используясь в рецептурах, гидроколлоиды придают продукту желаемую вязкость и ощущения во рту. В мороженом, джемах, желе, загущенных десертах, тортах и конфетах они также создают нужную текстуру.

Степень сгущения пищевой системы зависит от типа и характера гидроколлоида. Некоторые из них придают низкую вязкость при достаточно высокой концентрации, но большинство все же создает высокую вязкость при концентрации ниже 1% [100]. С физической точки зрения процесс сгущения включает в себя неспецифическое запутывание конформационно-неупорядоченных полимерных цепей по принципу «полимер-растворитель» [111]. Подобное сгущение, как правило, происходит ниже критической концентрации, известной как «концентрация перекрытия». При этом подобные полимерные дисперсии обладают свойствами ньютоновской жидкости, но демонстрируют неньютоновское поведение выше этой концентрации [112].

Образованием геля считается явление, включающее ассоциацию или поперечную сшивку полимерных цепей с образованием трехмерной сети с иммобилизованной внутри водой, которая образует жесткую конструкцию, которая устойчивую к течению. Другими словами, она обладает вязкоупругими свойствами, являясь одновременно жидкостью и твердым веществом. Органолептические и физические свойства геля, например, прозрачность, вкус, эластичность и хрупкость, широко варьируются в зависимости от типа используемого гидроколлоида, его концентрации, пищевой системы, в которой он используется, а также от значения pH среды и температуры. Реологические характеристики гелей включают: модуль упругости, предел текучести, модуль сдвига, хранения и потерь, комплексной вязкости и прочности геля. Все эти параметры определяются путем проведения соответствующих испытаний с использованием различных инструментов, как вискозиметры, реометры, дифференциально-сканирующие калориметры, сканирующие электронные микроскопы, атомно-силовые микроскопы.

Наиболее часто используемые параметры для описания реологических свойств гелей на сдвиг определяются в так называемой линейной области (то есть, в области механического напряжения, где напряжение, необходимое для деформации материала, пропорционально самой деформации). Эти значения модулей не зависят от структуры как измерительной системы, так и гелевого образца; следовательно, они являются идеальным вариантом для сравнения эластичности гелеобразующих систем.

Реологические методы испытаний для оценки характеристик гелей могут быть сгруппированы в три типа: фундаментальные, имитационные и эмпирические. Каждый из них имеет определенные преимущества и некоторые ограничения.

Фундаментальные методы включают в себя исследование динамической вязкости и испытание ползучести. Эмпирические методы сжатия (или проникновения) представляют собой множество эмпирических тестов,

используемых для измерения прочности геля. Имитационный метод включает в себя инструментальную технику анализа текстуры профиля.

Гидроколлоиды, которые обычно используются в качестве стабилизаторов в кулинарных и кондитерских изделиях, это: модификации крахмала и целлюлозы, камеди ксантановая, гуаровая, рожкового дерева, карайи, и трагаканта, гуммиарабик, а также этерефицированные пектины, каррагинан, желатин, агар и геллан. Свойства этих гидроколлоидов представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Свойства гидроколлоидов [99]

| Название гидроколлоида | Свойства |
|---|---|
| Ксантановая камедь | Высокий уровень разжижения при механическом сдвиге; удерживается заданная вязкость в присутствии электролитов, высокой температуры и в широком диапазоне pH |
| Карбоксиметилцеллюлоза | Высокая вязкость, но снижающаяся при добавлении электролитов и при низком pH |
| Метил целлюлоза и гидроксипропилметил целлюлоза | Вязкость увеличивается с ростом температуры, но не зависит от pH и электролитов. Термообратимые гели, которые плавятся при нагревании |
| Гуммиарабик | Снижение вязкости при низких скоростях сдвига ($<10 \text{ c}^{-1}$) |
| Гуаровая камедь, камедь тары | Очень высокая вязкость при низком сдвиге; значительное уменьшение вязкости при увеличении сдвига; не зависит от электролитов, но может деградировать при высоких и низких значениях pH и при высоких температурах |
| Коньяк маннан | Высоковязкие дисперсии, которые не подвержены влиянию различных солей; образует термически необратимые гели с щелочью |
| Трагаккант | Быстро набухает в холодной и горячей воде с образованием высоковязких дисперсий, вплоть до 4000 мПа·с на 1% твердых веществ |
| Модифицированный крахмал | Термически необратимые непрозрачные гели, образующиеся при охлаждении |
| Агар | Термообратимые гели, образуются при охлаждении |
| К-каррагинан и s-каррагинан | Термообратимые гели, образуются при охлаждении |
| Низкоэтерифицированный пектин | Термообратимые гели, образуются при охлаждении при низких значениях pH |
| Высокоэтерифицированный пектин | Термообратимые гели, образуются при охлаждении при высоко-кислом pH |
| Геллановая камедь | Термообратимые высоко-прозрачные гели, образуются при охлаждении |

Крахмал является наиболее широко используемым стабилизатором по причине относительно дешевого и доступного исходного сырья. Он не придает какого-либо заметного постороннего привкуса, если используется при низкой концентрации от 2 до 5%.

Кроме того крахмал является натуральным компонентом многих продуктов. В промышленности в основном используется картофельный и овсяный крахмал, который добавляется в супы и соусы, причем зачастую в виде комплекса с ксантановой камедью. Стоит отметить, что овсяный крахмал в данном случае имеет лучшие стабилизирующие свойства по сравнению с картофельным. Объясняется такой эффект тем, что и картофельный крахмал, и ксантановая камедь являются анионными полисахаридами и, следовательно, являются термодинамически несовместимыми для эффективного межмолекулярного взаимодействия, необходимого для сгущения [99].

Растворимость гуаровой камеди и плодов рожкового дерева значительно зависит от массовой доли галактозы в их химическом составе [105]. Гуаровая камедь, имеющая более высокое содержание галактозы, почти полностью растворима как в холодной, так и в горячей воде. В отличие от нее, раствор камеди рожкового дерева должен быть нагрет для полной растворимости стабилизатора [97].

Вязкость получившихся растворов обычно колеблется в пределах от 6000 до 7500 мПа·с для гуаровой камеди и 3000-3500 мПа·с для камеди рожкового дерева на 1% сухого остатка [89]. Причиной более высокой вязкости гуаровой камеди по сравнению с камедью рожкового дерева является более высокая молекулярная масса гуаровой камеди [94].

Карбоксиметилцеллюлоза, как и гуаровая камедь, растворима в холодной и горячей воде. Дисперсия данного стабилизатора демонстрирует уменьшение вязкости при механическом сдвиге, вязкость раствора уменьшается с повышением температуры [106]. Другие производные целлюлозы – метилцеллюлоза и гидроксипропилметилцеллюлоза. В отличие от карбоксиметилцеллюлозы, они образуют слабые гели при нагревании выше 52 °С для метилцеллюлозы и

63-80 °С гидроксипропилметилцеллюлозы. Данные соединения используются для структурообразования и сохранения формы в таких растительных продуктах, как картофельные крокеты и соевый протеин [109].

Гуммиарабик (аравийская камедь), в основном, используется в качестве эмульгатора в эмульсиях напитков [93]. Это вызвано низким показателем вязкости, так как для достижения одинакового значения вязкости требуется либо внесение 1% ксантановой камеди, либо 30% гуммиарабика, что экономически нецелесообразно и, кроме того, приводит к устойчивости только при низких скоростях сдвига [108]. Водные дисперсии гуммиарабика демонстрируют снижение вязкости при низких скоростях сдвига ($<10 \text{ с}^{-1}$) и свойства ньютоновской жидкости при скорости сдвига выше 100 с^{-1} .

Еще один гидроколлоид, который используется в качестве стабилизатора это камедь трагакант. Эта смола быстро набухает в холодной и горячей воде с образованием высоковязких дисперсий, вплоть до $4000 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ в зависимости от вида. Для такой дисперсии характерно уменьшение вязкости при механическом сдвиге и хорошая текучесть [89].

Гидроксипропилметилцеллюлоза, которая была добавлена в рецептуру рисовых лепешек демонстрировала самый низкий показатель вязкости, в то время как смесь ксантановой и гуаровой камедей приводила к самой высокой вязкости. За исключением образца с гидроксипропилметилцеллюлозой, другие камеди, такие как ксантановая, гуаровая и камедь рожкового дерева, увеличивали стабильность эмульсии жидкого рисового теста [120].

При низких скоростях сдвига, скорость разрушения сетей гидроколлоида ниже или равна скорости образования новых связей. По мере увеличения скорости сдвига, скорость разрушения сети также увеличивается и превышает скорость формирования. И вязкость системы начинает резко уменьшаться. При очень высоких скоростях сдвига система полностью теряет вязкость, которая была получена в результате внесения гидроколлоида [118]. Однако вязкость системы возрастает с увеличением молекулярной массы гидроколлоида, жесткости цепи и электростатической плотности заряда, и больше для линейных

полисахаридов-гидроколлоидов, по сравнению с разветвленными полисахаридами-гидроколлоидами. Таким образом, например, амилоза будет иметь более высокую вязкость, чем амилопектин [91].

Вязкость полисахаридных дисперсий возникает преимущественно из физической запутанности конформационно неупорядоченных частиц. В разбавленной дисперсии отдельные молекулы гидроколлоидов могут свободно перемещаться и не проявляют связывающих свойств. В случае концентрированной системы эти молекулы начинают вступать в контакт друг с другом. Таким образом, движение молекул становится ограниченным. Переход от свободного перемещения молекул в запутанную сеть и является процессом связывания. Дисперсии, с концентрацией гидроколлоида ниже концентрации перекрытия, как правило, проявляют устойчивость к механическому сдвигу. В обратном случае дисперсионные запутанные сети будут проявлять разжижение при сдвиге и вязкость уменьшается с увеличением скорости сдвига [112].

Гели – это форма вязкоупругой материи, промежуточное соединение между твердым телом и жидкостью, показывающее механическую жесткость с динамическим модулем упругости больше, чем модуль потерь [96]. Они состоят из соединенных молекул полимера, погруженных в жидкую среду, которая в пищевой системе является водой. Технологи пищевой промышленности слово «гель» используется для продуктов с высоким содержанием влаги, которые более или менее сохраняют свою форму после производственного процесса.

Гидроколлоиды образуют гели путем образования водородных связей, гидрофобных ассоциаций катионов и отличаются от синтетических полимерных гелей, которые обычно состоят из ковалентно поперечно-сшитого полимера. Хотя все гидроколлоиды способны сгущать водные дисперсии, лишь немногие камеди образуют гели. Кроме того гели, образованные таким образом, отличаются по характеру геля и текстуре. Таким образом, знание условий, необходимых для желирования конкретной дисперсии гидроколлоида, очень важны для получения конкретного геля.

Гелеобразование включает в себя объединение случайным образом диспергированных полимерных сегментов в виде дисперсии таким образом, чтобы сформировать трехмерную сеть, которая содержит растворитель (воду) в пустотах. При этом такая трехмерная сеть состоит из т.н. «плоскостных зон», которые могут быть образованы с помощью двух или более полимерных цепей гидроколлоида в процессе агрегации первичных связей. Процесс гелеобразования, по существу, и представляет собой образование этих соединительных зон [110]. Пространственно они представляют собой либо сложенные двойные спирали, как у геля каррагинана, либо частично сложенные тройные спирали, как у желатинового геля, либо узлы, как в случае альгината [125]. Физическое расположение этих зон в пределах сети гидроколлоида может зависеть от различных параметров, таких как температура, наличие ионов в структуре гидроколлоида.

Плоскостные зоны играют очень важную роль в процессе гелеобразования гидроколлоидов [96]. Число молекул, которые образуют т.н. «зону перехода» между фазой и средой, является важным фактором, определяющим характеристики и функциональное поведение конкретного геля. Чем больше число молекул в зоне перехода, более жестким будет гель. Например, у желатина эта зона образована тремя молекулами посредством водородных связей. У к-каррагинана образуют зону перехода от шести до десяти молекул, тогда как в s-каррагинане только две.

Таким образом, образованные комплексы к-каррагинана являются более жесткими и менее легко восстанавливаются после воздействия внешних сил, тогда как у s-каррагинана гели имеют гораздо более гибкие текстуры и менее чувствительны к сдвигу. Кроме того зона перехода s-каррагинана и, например, альгината состоит из двух молекул, но гели, образованные s-каррагинаном, могут выдержать более высокий уровень деформации, прежде чем они разрушатся по сравнению с альгинатными гелями.

Термические свойства гелей также отличаются в зависимости от числа молекул в зонах перехода. Например, желатин плавится при значительно более

низкой температуре, так как молекулы в зоне связаны относительно слабыми водородными связями. С другой стороны, альгинатные гели не плавятся даже при кипячении из-за силы и длины кальциевых мостиков в соединительной зоне.

Важную роль играет химический состав растворителя. Растворенные вещества, такие как сахароза, непосредственно влияют на реологические статус гидроколлоидных гелей [107]. Например, водородные связи в гелях высокоэтерифицированного пектина могут быть сформированы только в случае, если активность воды снижена добавлением в раствор сахара. Однако добавление сахарозы приводит к увеличению напряжения разрыва во всех гелях, кроме пектиновых [92].

Смешивание различных гидроколлоидов предполагает альтернативный путь к разработке текстуры продукта. Основным интересом является развитие синергетических смесей с увеличенной степенью гелеобразования. В данном случае смесь ксантановой камеди и галактоманнана при соотношении 20:80 соответственно является одной из наиболее широко изученной системой синергетических стабилизаторов, добавление которой приводит к образованию геля и, закономерно, к увеличению вязкости раствора при комнатной температуре [94].

В то же время, например, смеси ксантановой камеди и камеди рожкового дерева при соотношении 50:50 требуют более высокую концентрацию ($>0,03\%$) в растворе и нагревания до 90-95 °С, образуя при этом мягкие и эластичные гели.

Структурно ксантановая камедь представляет собой полимер, состоящий из фрагментов пяти сахаристых остатков: два глюкозных, два маннозных и один остаток глюкуроновой кислоты с частичной этерификацией уксусной и пировиноградной кислотами. Ксантановая камедь, изготовленная промышленным способом, по своему составу и структуре идентична характеристикам камеди, полученной путем культивирования микроорганизмов типа *Xanthomonas campestris* в естественной среде, а именно на растениях семейства капустных [6].

Химическое строение полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь обуславливает его хорошую растворимость в холодной и горячей воде и сообщает его растворам следующие свойства:

- высокая вязкость при низкой концентрации;
- высокая вязкость при малой скорости сдвига;
- высокая псевдопластичность (с увеличением сдвигового усилия резко уменьшается вязкость, после снятия усилия начальная вязкость восстанавливается почти мгновенно);
- высокий модуль упругости;
- устойчивость к воздействию ферментов, солей, кислот и оснований;
- устойчивость к изменениям ионной силы, температуры;
- при pH 2-12 сохраняется постоянная высокая вязкость;
- растворы устойчивы к механическому усилию [69].

Полисахарид микробного происхождения ксантановая камедь также проявляет синергический эффект с коньяком маннаном при нейтральном значении pH при соотношении коньяк:ксантановая камедь 70:30. Это приводит к образованию термообратимого геля, похожего по структуре на желатиновый. Таким образом, эти гидроколлоиды в смеси могут обеспечить при необходимости полноценную замену желатина в продуктах, где кислотность близка к умеренной, например, в мармеладе [88].

К-каррагинан представляет собой гелеобразующий агент, синергетические взаимодействия которого проявляются с камедью рожкового дерева при кратковременном кипячении и последующем охлаждении до температуры ниже 50 °С с получением сильных упругих гелей. Максимальное взаимодействие и пик прочности геля достигается при соотношениях 60:40 и 40:60 к-каррагинан и камеди рожкового дерева соответственно. Эти полимерные комбинации используются в больших количествах в мясосодержащих продуктах и кормах для скота. Кроме того смесь к-каррагинана и камеди рожкового дерева также может быть использована для глазирования тортов. Сочетание к- и s-каррагинана также

способно привести к образованию эластичного геля, который похож по основе на желатиновый по своей текстуре. Также коньяк маннан активно взаимодействует с к-каррагинаном, образуя прочные эластичные гели, имеющие прочность к сдвигу в четыре раза выше, чем у чистого геля к-каррагинана [103].

Синергический эффект камеди рожкового дерева с каррагинаном широко используется в приготовлении столовых желе с низким содержанием сахара и органических кислот. Фруктовые гели на основе этой смеси имеют преимущество перед подобными, но полученными в результате внесения пектина из-за более высокой растворимости каррагинана в растворах сахаров, в то время как пектин должен быть предварительно растворен в воде. Более того, в кислых условиях ($\text{pH} < 4$), каррагинаны требуют более высоких температур для деградации, в отличие от пектинов.

Альгинаты могут образовывать гели без предварительного нагрева, так как альгинат натрия хорошо растворимы в холодной воде, и эти «холодные» гели термостабильны. Это делает альгинаты предпочтительными стабилизаторами для реструктурированных продуктов, например заварных кремов, пудингов, десертов и фруктовых препаратов [96]. Во фруктовых начинках для пирогов и столовых желе альгинаты также используются, но с учетом того, что они несовместимы с молоком.

Каррагинаны нашли свое применение в молочных десертах, таких как пудинги, молочные коктейли, мороженое, молочный шоколад и сырах из-за их способности образовывать гели в молоке при значительно более низких концентрациях по сравнению с любым другим стабилизатором [124]. К-каррагинан образует гели из-за электростатического взаимодействия между положительно заряженной областью к-казеина и отрицательно заряженной сульфатной группы к-каррагинана, что приводит к увеличению реакционной способности молока [116]. При низких концентрациях (2 г/л), каррагинан также увеличивает удерживание воды у соевых белковых гелей, что значительно уменьшает твердость, например, тофу [87]. Из-за прозрачности геля каррагинана и высокой температуры

желатинизации, этот стабилизатор ценится в приготовлении глазурей для тортов и десертных гелей на воде [119].

Пектины являются наиболее предпочтительными стабилизаторами для кислых фруктовых гелей из-за того, что являются кислотнo-устойчивыми. Высоко- и низкоэтерифицированные пектины находят максимальное применение в изготовлении джемов и желе. Это вызвано тем, что пектины, особенно высокоэтерифицированные, требуют более 55% массовой доли сахара для гелеобразования. Низкоэтерифицированные пектины также используются для производства глазурей в хлебопекарной промышленности. Другие применения пектина включают как водные гели, так и гели на основе молока. Молоко и молочные продукты могут быть легко сгущены низкоэтерифицированным пектином, потому что они содержат кальций – катализатор реакций пектинового гелеобразования.

Желатин демонстрирует широкий диапазон функциональных свойств. Желатиновые гели плавятся при относительно низкой температуре и они медленно загустевают, что делает желатин предпочтительным гелеобразователем в йогуртах, обезжиренных спредах и сахаристых кондитерских изделиях. В зефирных изделиях, как и в студнях, желатин используют для придания продукту эластичности и упругости [96]. Желатин также добавляется в ароматизированные гелеобразные молочные десерты и кремы, либо по отдельности, либо в сочетании с каррагинаном. Конкретно в десертных кремах он используется для получения гладкой текстуры геля [113].

Агар находит свое применение практически во всех областях пищевой промышленности. Высокая температура плавления гелей агара улучшается путем добавления солей. Поэтому агар активно используется в выпечке хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, где превосходит по своим свойствам каррагинан и намного желатин [121]. В производстве консервов из мяса, рыбы и продуктов из птицы, агар также используется на уровне 0,5-2% [117].

Геллановая камедь является уникальной в спектре стабилизирующих агентов. Быстрое гелеобразование, низкая концентрация в растворе, готовый

прозрачный гель и отсутствие посторонних привкусов делают геллан предпочтительным желирующим агентом для пищевых продуктов [123]. Он также используется в начинках хлебобулочных и мучных кондитерских изделий в качестве частичной замены крахмала и в десертах на водной основе из-за прозрачности его готового геля и умеренной термической стабильности. Она также может быть объединена с ксантановой камедью или камедью рожкового дерева для производства десертов с целью улучшения удержания влаги, выделения аромата и стабильности при хранении [118].

Стабилизаторы могут представлять собой как отдельные ингредиенты, так и комплексные смеси на их основе. Согласно ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», комплексная пищевая добавка – смесь пищевой добавки или пищевых добавок с пищевым сырьем, пищевыми ароматизаторами, пищевыми продуктами и/или их компонентами, выработанная как товарная продукция [152]. В состав комплексных пищевых добавок могут входить пищевые продукты, такие как сахар, соль специи, крахмал и др.

Как правило, комплексную пищевую добавку условно разделяют на 2 части – функциональную и вкусоароматическую. Состав функциональной части представлен самим стабилизатором – основой смеси – а вкусоароматическая часть – натуральными пряностями и продуктами их переработки (эфирными маслами и олеорезинами) [60].

Использование готовых стабилизирующих систем более целесообразно, так как в них уже учтены характеристики каждого компонента. Однако при этом надо учитывать, что стоимость 1 кг смеси значительно дороже, чем моноингредиента [68]. Кроме того из-за защиты авторского права и коммерческой тайны отсутствует конкретная информация о полном составе добавки. И если допустить нестабильную поставку сырья необходимого качества, такая ситуация приведет к появлению технологического брака.

Также отсутствует строгая регламентация функциональных составляющих комплексных стабилизаторов в готовом продукте и универсальность добавки на предприятиях различных регионов страны.

Таким образом, одним из главных направлений совершенствования технологии производства и повышения качества мучных кондитерских изделий является широкое использование пищевых добавок [58]. Из-за значительного упрощения технологического процесса при изготовлении хлебобулочных и мучных кондитерских изделий на российском рынке увеличился объем продаж комплексных стабилизаторов-структурообразователей. Как мучные, так и сахарные (сахаристые) изделия готовят с применением сахара, сахарной пудры, крахмала и продуктов его переработки (различных патоки), меда, сливочного масла и других жиров, молочных и яичных продуктов, фруктового пюре, цукатов, изюма, орехов, мака, какао-продуктов, кофе, сыра, соли, алкогольных напитков (спирта, ликера, настоек, коньяка и др.). Кроме того для изготовления некоторых видов кондитерских изделий используют различные желирующие (гелеобразующие) вещества: пектин, полисахарид микробного происхождения ксантановая камедь, агар-агар, агароид, желатин и другие.

1.5 Современные тенденции расширения ассортимента бисквитных полуфабрикатов

Изучение современных технологических аспектов обогащения бисквитных полуфабрикатов различными ингредиентами или изменение методов производства мучных кондитерских изделий проводятся отечественными и зарубежными исследователями. Среди них можно выделить электроконтактную выпечку, позволяющую в большей степени сохранить биологически ценные вещества сырья и предотвратить образование нежелательных веществ, неусвояемых организмом соединений, характерных для традиционной радиационно-конвективной выпечки. Кроме того данный способ выпечки позволяет снизить гликемический индекс готовых изделий [59]. Однако данная

технология не позволяет увеличить срок хранения бисквитного полуфабриката, затрагивая лишь его органолептические и физико-химические показатели качества.

В параллельных исследованиях [65] была обоснована возможность управления качеством бисквитного полуфабриката с использованием СВЧ-активированного ячменного солода. Увеличение срока хранения изделий с данной добавкой также не зафиксировано.

Кроме того в исследованиях А.С. Лоцманова, Г.И. Назимовой и А.С. Романова [40] были изучены функциональные свойства цветочной пыльцы (обножки). Была проведена сравнительная оценка способов внесения цветочной пыльцы на разных фазах приготовления бисквита. В итоге был установлен химический состав и энергетическая ценность бисквитного полуфабриката с цветочной пыльцой, а также способы внесения цветочной пыльцы. Срок хранения такого продукта по-прежнему был сопоставим с контрольными образцами.

В других исследованиях [23] была обоснована целесообразность применения люпина в мучных кондитерских изделиях функционального назначения, благодаря высокой массовой доли белков (около 40%) и имеющейся сырьевой базе. В итоге была предложена рецептура бисквитного полуфабриката «Милашка», изготавливаемого с частичной заменой куриных яиц на люпиново-меланжевый гидролизат. Отслежены изменения органолептических и функциональных характеристик в процессе гидролиза белков люпиновой муки. Срок хранения бисквитного полуфабриката оставался неизменным.

Был обоснован способ биотехнологического выделения фракций коллагена для нужд пищевой промышленности на основе целенаправленного применения ферментных препаратов заданной специфичности. Оценены перспективы использования полученного гидролизата в технологии функционального продукта (бисквита) в качестве рецептурного компонента при замене части куриных яиц и определена оптимально вносимая дозировка. Показано влияние замены на качественные показатели готового изделия [54]. На срок хранения коллаген не оказывал никакого положительного влияния.

В.Ф. Доценко, Ю.А. Мирошник, Е.Б. Шидловская и И.М. Медвидь [21] рассмотрели возможность использования порошков калины, рябины и облепихи в производстве бисквитных полуфабрикатов функционального назначения. Исследовано влияние ягодных порошков на количество и качество клейковины, структурно-механические и физические свойства теста. Обоснована целесообразность использования поверхностно-активных веществ в технологии бисквитного полуфабриката, с целью улучшения качества готовых изделий. В этом исследовании свежесть бисквитного полуфабриката при хранении незначительно сохранялась за счет положительного влияния ягодных порошков на устойчивость бисквитного теста.

Таким образом, установлено, что современные разработки ученых в основном направлены на расширение ассортимента и моделирование пищевой ценности мучных кондитерских изделий, при этом возможность увеличения сроков хранения готовой продукции практически не исследуется. Также недостаточно внимания уделено разработке изделий из безглютеновых видов муки – современные исследования наиболее сосредоточены на внесении дополнительного нетрадиционного сырья для улучшения потребительских качеств бисквитного полуфабриката и на частичной замене куриных яиц в рецептуре. Исходя из этого, было принято решение о проведении дополнительных исследований по замене пшеничной муки высшего сорта на безглютеновые виды муки и увеличению сроков хранения получившихся изделий за счет введения в рецептурный состав бисквитного полуфабриката пищевой добавки-стабилизатора.

Заключение по обзору литературы

Анализ литературных источников по рассматриваемой проблеме позволяет заключить, что одним из важнейших векторов развития хлебопекарной отрасли в России является расширение ассортимента хлебобулочных и кондитерских изделий, отвечающих новым требованиям потребителей о полезных и вкусных

продуктах и позволяющих предприятиям участвовать в реализации государственной политики в вопросах здорового питания [21, 54, 23, 40, 65]. В этой связи одно из важных направлений является отработка технологии получения продуктов питания для людей, страдающих различными заболеваниями.

На сегодняшний рынок безглютеновой продукции крайне узок и отличается дороговизной и импортным сырьем. Поэтому разработка рецептур российских безглютеновых продуктов питания – актуальная задача, имеющая социальное значение.

Однако использование безглютеновых видов муки в производстве мучных кондитерских изделий сопряжено с рядом трудностей, связанных с ухудшением реологических, технологических и товароведных свойств полуфабрикатов, значительным ухудшением органолептических показателей качества, заметном сокращении сроков хранения готовых изделий, поэтому требуется проведение глубоких научных исследований по выбору оптимального соотношения смеси безглютеновых видов муки и стабилизатора для получения бисквитных полуфабрикатов с высокими органолептическими, физико-химическими показателями качества и микробиологическими показателя безопасности.

В качестве компонента мучных кондитерских изделий возможно использованием стабилизаторов растительного, животного, микробного или синтетического происхождения. Для этого требуется провести дополнительные исследования.

Применение стабилизаторов без точного расчета дозировки ограничено различным значением результирующей вязкости. Влияние добавки может вызвать различные эффекты в структуре полуфабриката, поэтому требуются дополнительные исследования для доказательства необходимости использования этого сырья в производстве мучных кондитерских изделий.

При производстве изделий с использованием стабилизаторов отечественные производители полностью зависят от импортных поставщиков, так как

крупнейшие производства по выработке стабилизаторов располагаются в Китае, Индии и других странах.

Исходя из анализа обзора литературы для реализации поставленной цели – теоретического и практического обоснование разработки бисквитного полуфабриката с использованием пищевой добавки-стабилизатора определен ряд основных задач:

1. Изучить возможность использования безглютеновых видов муки в производстве бисквитных полуфабрикатов, разработать рецептуру и технологию бисквитного полуфабриката из безглютеновых видов муки;
2. Обосновать выбор гелеобразователя, стабилизатора в производстве мучных кондитерских изделий из безглютеновых видов муки для формирования структуры бисквитного полуфабриката и уменьшения потери влаги при термообработке и последующем хранении готовых изделий;
3. Определить влияние полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь на структурно-механические свойства бисквитного теста и готовых бисквитных полуфабрикатов;
4. Дать товароведную оценку разработанным образцам бисквитного полуфабриката, изучить химический состав и пищевую ценность, органолептические, физико-химические и микробиологические показатели качества и безопасности в процессе производства и хранения. Разработать техническую документацию, провести апробацию в условиях промышленного производства, провести оценку экономических показателей.

Глава 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

2.1 Организация проведения эксперимента

Экспериментальная часть проводилась в период с 2012 по 2016 год и выполнена в лабораториях кафедры «Технологии питания» Уральского государственного экономического университета, где проводилось исследование сырья, пробные лабораторные выпечки и анализ готовой продукции. Кроме того прикладные исследования были проведены на базе ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской области в Чкаловском районе города Екатеринбурга, в городе Полевской и в Сысертском районе».

Экспериментальная работа проводилась по следующим направлениям:

- анализ качества и свойств рисовой, кукурузной и соевой видов муки и полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь;
- установление влияния различных дозировок безглютеновых видов муки взамен муки пшеничной высшего сорта на качество полуфабрикатов и готовой продукции;
- выбор оптимальных дозировок рисовой, кукурузной и соевой муки;
- установление влияния внесения полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь на структурно-механические свойства полуфабрикатов из безглютеновых видов муки;
- товароведная оценка разработанных образцов бисквитных полуфабрикатов. Установление регламентируемых показателей качества, условий и сроков хранения;
- экономический расчет себестоимости разработанного изделия.

Схема проведения исследований представлена на рисунке 2.1.

На первом этапе работы при изучении влияния смеси рисовой, кукурузной и соевой муки на качество полуфабрикатов (тесто) и готовой продукции, готовили тесто при соотношении компонентов в соответствии с рецептурой (таблицы 2.1,

2.2) с внесением различных дозировок безглютеновых видов муки взамен пшеничной муки высшего сорта. В качестве контрольного варианта готовили образец бисквитного полуфабриката основного из муки пшеничной высшего сорта [70].

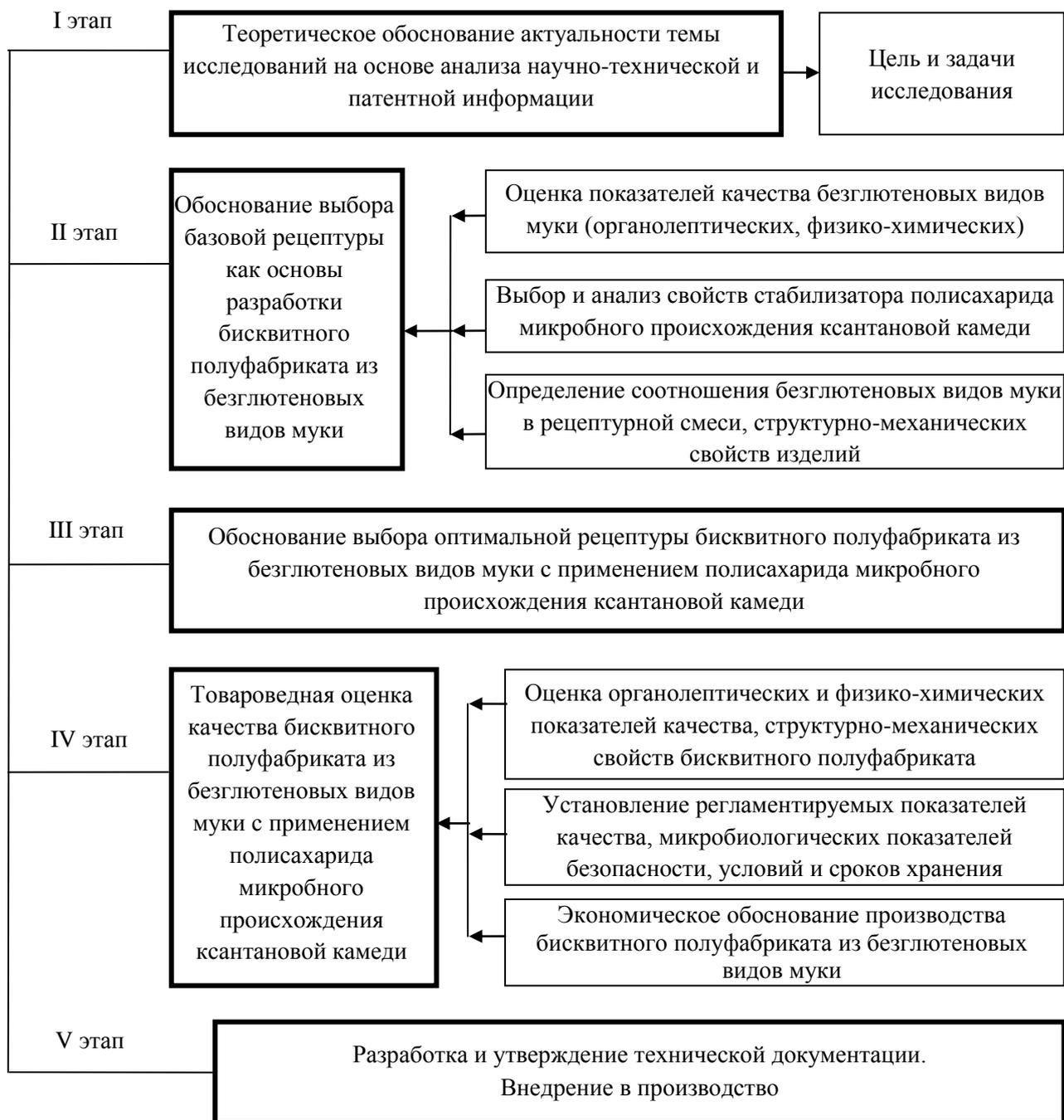


Рисунок 2.1 – Схема проведения исследований

Рецептура бисквита основного из пшеничной муки высшего сорта приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Базовая рецептура бисквита основного (контрольный образец)

| Сырье | Массовая доля сухих веществ, % | Расход сырья на 1 т бисквита, кг | | Расход сырья на 100 г бисквита, г | |
|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|
| | | в натуре | в сухих веществах | в натуре | в сухих веществах |
| Мука пшеничная высшего сорта | 85,50 | 281,16 | 240,39 | 100,00 | 85,50 |
| Крахмал картофельный (сухой) | 80,00 | 69,42 | 55,53 | 24,68 | 19,74 |
| Сахар-песок | 99,85 | 347,11 | 346,59 | 123,44 | 123,25 |
| Яйца куриные | 27,00 | 578,53 | 156,21 | 205,73 | 55,55 |
| Эссенция | 0,00 | 3,47 | 0,00 | 1,25 | 0,00 |
| Итого | – | 1279,69 | 798,73 | 455,09 | 284,04 |
| Выход | 75,00 | 1000,00 | 750,00 | 300,00 | 210,00 |

Рецептура для приготовления бисквитного полуфабриката с полной заменой муки пшеничной высшего сорта на смесь из рисовой, кукурузной и соевой муки в соотношении 1:1:1 соответственно приведена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Рецептура бисквитного полуфабриката с заменой пшеничной муки высшего сорта на смесь из рисовой, кукурузной и соевой муки

| Сырье | Массовая доля сухих веществ, % | Расход сырья на 1 т бисквита, кг | | Расход сырья на 100 г бисквита, г | |
|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|
| | | в натуре | в сухих веществах | в натуре | в сухих веществах |
| Мука рисовая | 88,00 | 93,01 | 81,85 | 33,33 | 29,33 |
| Мука кукурузная | 85,00 | 93,01 | 79,06 | 33,33 | 28,33 |
| Мука соевая | 90,00 | 93,01 | 83,71 | 33,33 | 30,00 |
| Крахмал картофельный (сухой) | 80,00 | 68,90 | 55,12 | 24,69 | 19,75 |
| Сахар-песок | 99,85 | 344,49 | 343,97 | 123,45 | 123,27 |
| Яйца куриные | 27,00 | 574,15 | 155,02 | 205,76 | 55,56 |
| Эссенция | 0,00 | 35,00 | 0,00 | 1,26 | 0,00 |
| Итого | – | 1270,07 | 798,73 | 455,16 | 286,25 |
| Выход | 75,00 | 1000,00 | 750,00 | 300,00 | 250,00 |

Бисквитное тесто готовили сбиванием сахара-песка в яичной смеси в сбивальной машине в течение 12-15 мин до увеличения объема смеси в 2,5-3 раза. После этого загружали заранее приготовленную смесь муки, крахмала и эссенции и продолжали сбивание в течение 15-20 с.

Готовое тесто с влажностью 36-38% заливали в формы, дно которых было устлано пергаментной бумагой. Формы заполняли на 3/4 высоты, чтобы тесто при подъеме не перевалилось через борта. После этого формы сразу же направляли на выпечку в кондитерскую печь. Продолжительность выпечки составляла 30-40 мин при температуре 195-210 °С. Выпеченный бисквит охлаждали в течение 20-30 мин, затем вынимали из форм и выстаивали 8-10 ч при температуре 15-20 °С. После этого бумагу снимали, бисквит зачищали [44, 55].

2.2 Объекты исследования

В ходе эксперимента объектами исследования были:

- мука рисовая, производитель ООО «Гарнец», г. Владимир, выработанная по ТУ 9293-002-43175543-03;
- мука рисовая, производитель ООО «Мельница», с. Краснослободское, полученная из двух различных типов риса с короткими и длинными зернами путем просеивания через экраны со следующими ячейками сита: 74, 118 и 150 мкм. Сита были изготовлены из синтетических нитей по ГОСТ 4403-91;
- мука кукурузная, производитель ООО «Гарнец», г. Владимир, выработанная по ТУ 9293-002-43175543-03;
- мука соевая обезжиренная, производитель ООО «Гарнец», г. Владимир, выработанная по ГОСТ 3898-56;
- мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, производитель «Макфа», выработанная по ГОСТ Р 52189-2003;
- полисахарид микробного происхождения ксантановая камедь, производитель Shanghai Brilliant Gum с показателями качества,

- регламентируемыми в соответствии с ГОСТ 33333-2015 «Добавки пищевые. Камедь ксантановая E415. Технические условия», официальный дистрибьютор в России и странах СНГ ГК «Союзоптторг»;
- яблочный пектин производства Andre Pectin с показателями качества, регламентируемыми в соответствии с ГОСТ 29186-91 «Пектин. Технические условия», официальный дистрибьютор в России и странах СНГ – ГК «Союзоптторг»
 - тесто и мучные кондитерские изделия, выработанные из смеси кукурузной, рисовой и соевой муки с добавлением полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь.

2.3 Методы исследований

Исследования проводились в трех-пятикратной повторности. Результаты экспериментальных исследований были обработаны с помощью программы Microsoft Excel 2007. Уровень доверительной вероятности – 0,95.

Для изучения органолептических и физико-химических показателей качества сырья и готовой продукции использовали современные методы анализа.

Отбор проб после окончания технологического процесса изготовления продукции и подготовка к физико-химическим исследованиям осуществлялись по ГОСТ 5904-82 [131]. Отбор проб и подготовка для микробиологических анализов осуществлялись по ГОСТ 32751-2014 [131].

Качество готовых изделий определяли в соответствии с методиками, изложенными в следующей нормативно-технической документации [9]:

- органолептические показатели качества готовой продукции определяли по ГОСТ 31986-2012 и ГОСТ 5897-90 [138, 133];
- массовую долю влаги или сухих веществ определяли ускоренным весовым методом (высушивание на приборе АПС-2) по ГОСТ 5900-2014 [132];

сущность метода заключается в высушивании навески изделия и полуфабриката при определенной температуре до постоянно сухой массы и определении потери массы по отношению к навеске.

- массовую долю сахара определяли методом горячего титрования по ГОСТ 5672-68 [130]; сущность метода основана на определении количества окисной меди до и после восстановления щелочного раствора меди сахаром. Учет окисной меди производят йодометрически;
- пористость определяли по методу Завьялова [129]; под пористостью понимают отношение объема пор мякиша к общему объему мякиша, выраженное в процентах. Из куска мякиша на расстоянии не менее 1 см от корок делали выемки цилиндром прибора, для чего острый край цилиндра, предварительно смазанный растительным маслом, вводили вращательным движением в мякиш куска. Приготовленные выемки взвешивали одновременно и рассчитывали пористость по известной формуле;
- суммарный аминокислотный состав определяли методом ионообменной хроматографии на аминокислотном анализаторе Т 339 [71]; сущность метода в том, что анализируемое вещество с потоком элюента (жидкости или газа) проходит через слой сорбента, в котором разделяется на составляющие его компоненты. Последние в зависимости от своего состава перемещаются с разной скоростью – медленнее те, которые лучше фиксируются на сорбенте;
- глютен определяли с помощью иммуноферментного метода анализа [126, 122]; сущность метода заключается в проведении реакции антиген – антитело, в которой в качестве антигена выступает глютен, содержащийся в продуктах, а антитела сшиты с полистеролом планшета. Детекция результатов реакции осуществляется с помощью планшетного спектрофотометра RIDASCREEN FAST Gliadin с чувствительностью глютена на уровне 2,5 мг/кг (0,0005%). К разряду безглютеновых относятся продукты, содержание глютена в которых не превышает 20 мг глютена на

килограмм продукта. Продуктами с пониженным содержанием глютена считаются продукты, содержащие от 20 до 100 мг глютена. Детекцию результатов реакции осуществляли с помощью планшетного спектрофотометра;

- количество мезофильных анаэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов определяли по ГОСТ 33536-2015 [141]; метод основан на высеве в агаризованную питательную среду определенного количества продукта или его разведения, аэробном культивировании посевов при температуре (30 ± 1) °C в течение (72 ± 3) ч, подсчете всех выросших видимых колоний и определении количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в 1 г продукта;
- структурно-механические характеристики теста исследовали с помощью ротационного вискозиметра Реотест-2 и миксолаба Шопена; сущность метода измерения реологических свойств на вискозиметре Реотест-2 заключается в том, что исследуемый материал помещается между двумя коаксиальными цилиндрами (подвижным и неподвижным). В наружный, неподвижный цилиндр помещается исследуемый материал и термостатируется (при 30°C) в течение пяти минут. Внутренний цилиндр соединен через измерительный вал с цилиндрической винтовой пружиной, отклонение которой является мерой для вращающего момента, действующего на внутренний цилиндр. Отклонение пружины воспроизводится потенциометром, включенным в мостовую схему, причем изменение тока, протекаемого по диагонали мостовой схемы, является пропорциональным вращающему моменту пружины [9]. Метод определения водопоглощения и реологических свойств теста из муки с применением миксолаба Шопена заключается в измерении момента силы, возникающего на приводе месильных лопастей при замесе теста из муки и воды в тестомесилке, температура которой меняется по определенному алгоритму, включенному в программное обеспечение прибора [145];

- удельный объем бисквитного теста определяли как соотношение веса пустого стандартного контейнера известной массы и заполненного жидким бисквитным тестом;
- удельный объем бисквитного полуфабриката рассчитывали как отношение между объемом бисквитного полуфабриката и его весом;
- гелеобразующую способность стабилизаторов определяли по методу Битуевой [147]; сущность метода заключается в измерении вязкости растворов стабилизаторов на капиллярном вискозиметре.
- пищевую и энергетическую ценность изделий определяли по методикам, изложенным в Методических указаниях по лабораторному контролю качества продукции общественного питания, М., 1997, (Письмо №1-40/3805 от 11.11.91 г.) (Часть 2) [146].

Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Товароведно-технологические свойства используемых безглютеновых видов муки

Основным сырьевым компонентом, входящим в предполагаемую рецептурную смесь для производства бисквитного полуфабриката из безглютенового сырья, являются следующие виды муки – рисовая, кукурузная, соевая, поэтому возникает необходимость оценки показателей качества.

Объектом исследования в данном разделе выступила мука товарная следующих видов: рисовая, кукурузная и соевая, выработанная в г. Владимир компанией ООО «Гарнец». Анализ полноты информации на упаковке представлен в таблице 3.1.

Исследуемые образцы муки являются однокомпонентными, поэтому состав продукта не указан в соответствии с п. 3.5.5 ГОСТ Р 51074-2003. В соответствии с ГОСТ Р 51074-2003 п.п. 3.4 «Информация должна быть однозначно понимаемой, полной, и достоверной, чтобы потребитель не мог быть обманут и введен в заблуждение относительно состава, свойств, пищевой ценности, природы, происхождения, способа изготовления и употребления, а так же других сведений, характеризующих прямо или косвенно качество и безопасность пищевого продукта, и не мог ошибочно принять данный продукт за другой, близкий к нему по внешнему виду или другим органолептическим показателям» [142].

Все виды муки расфасованы в упаковки из пергамента массой 500 г, хотя, согласно ГОСТ 26791-89 [136], муку, крупу, овсяные хлопья и толокно упаковывают по массе нетто: 1, 2 и 3 кг. На всех упаковках, кроме упаковки соевой муки «Гарнец», указан способ приготовления одного блюда из данного вида муки в виде описательной рекомендаций. Рекомендации в виде картинок отсутствуют. При рассмотрении внешнего вида упаковки муки кукурузной

Таблица 3.1 – Анализ данных представленных на маркировке исследуемых видов муки

| Требование ГОСТ Р 51074-2003 | Мука рисовая «мера Гарнец» | Мука кукурузная «мера Гарнец» | Мука соевая дезодорированная «мера Гарнец» |
|---|---|---|--|
| Наименование продукта | Мука рисовая | Мука кукурузная | Мука соевая дезодорированная полуобезжиренная |
| Наименование и место нахождения изготовителя | ООО «Гарнец» 601280, Владимирская область, Суздальский район, с. Сновицы, ул. Вороновой, д. 2. Произведено в г. Владимир, мкр. Юрьевец, Строительный пр., д. 62 Тел./факс: +7(4922)26-03-06 | ООО «Гарнец» 601280, Владимирская область, Суздальский район, с. Сновицы, ул. Вороновой, д. 2. Произведено в г. Владимир, мкр. Юрьевец, Строительный пр., д. 62 Тел./факс: +7(4922)26-03-06 | Происхождение: Россия ООО «Гарнец» 601280, Владимирская область, Суздальский район, с. Сновицы, ул. Вороновой, д. 2. Произведено в г. Владимир, мкр. Юрьевец, Строительный пр., д. 62 Тел./факс: +7(4922)26-03-06 |
| Товарный знак изготовителя (при наличии) | ГГАРНЕЦ | ГГАРНЕЦ | ГГАРНЕЦ |
| Масса нетто | 500 г | 500 г | 500 г |
| Пищевые добавки, ароматизаторы, биологически активные добавки к пище, ингредиенты продуктов нетрадиционного состава | Отсутствуют | Отсутствуют | Отсутствуют |
| Пищевая ценность | Белки – 7,0 г, жиры – 1,0 г, углеводы – 78,0 г. Энергетическая ценность – 1340 кДж/ 320 ккал | Белки – 8,0 г, жиры – 1,5 г, углеводы – 75,0 г. Энергетическая ценность – 1380 кДж/ 330 ккал | Белки – 43,0 г, жиры – 8,0 г, углеводы – 19,1 г. Энергетическая ценность – 1400 кДж/ 334 ккал |

Продолжение таблицы 3.1

| Требование ГОСТ Р 51074-2003 | Мука рисовая «мера Гарнец» | Мука кукурузная «мера Гарнец» | Мука соевая дезодорированная «мера Гарнец» |
|---|---|---|---|
| Дата изготовления (дата фасования) | 11.11.2014 | 11.08.14 | 23.12.14 |
| Условия хранения | Хранить в чистом, сухом хорошо проветриваемом помещении | Хранить в чистом, сухом хорошо проветриваемом помещении | Хранить в чистом, хорошо проветриваемом помещении при относительной влажности не более 60%. |
| Срок хранения | 16 месяцев с даты изготовления | 4 месяца с даты изготовления | 12 месяцев с даты изготовления |
| Информация о подтверждении соответствия | ГОСТ 31645-2012 | ГОСТ 14176-69 | ГОСТ 3898-56 |

«Гарнец» можно сделать вывод об отсутствии информации о сорте муки, хотя в соответствии с ГОСТ 14176-69 должна быть указана информация о выработке муки: тонкого, крупного помола или обойная [135]. Это усложняет органолептический анализ данного вида сырья.

В условиях хранения представленных видов муки, за исключением соевой муки «Гарнец», отсутствует значение рекомендуемой влажности помещения, которая должна быть указана для всех сыпучих продуктов.

По остальным требованиям маркировочной надписи исследуемые образцы муки соответствуют требованиям нормативной документации.

Стандартные органолептические и физико-химические показатели качества используемых безглютеновых видов муки приведены в таблице 3.2.

На основании проведенной оценки качества рисовой, кукурузной и соевой муки можно сказать, что все показатели соответствуют требованиям нормативной документации.

Кроме того были исследованы показатели качества пшеничной муки высшего сорта с целью последующего использования данного вида муки в сравнительном анализе реологических свойств образцов теста из безглютеновых видов муки. Стандартные органолептические и физико-химические показатели качества пшеничной муки также соответствуют всем требованиям.

Еще одним важным показателем качества сырья является аминокислотный состав входящего в состав белка, характеризующий его биологическую ценность. Под действием ферментов пищеварительных органов белки, попадающие с пищей в организм человека, гидролизуются до аминокислот, из которых, также при участии ферментов, образуются разнообразные необходимые для нормальной жизнедеятельности белки.

Таблица 3.2 – Показатели качества исследуемых видов муки

| Показатель/ Вид муки | Рисовая | | Кукурузная | | Соевая | |
|--|--|--|---|--|--|--|
| | ГОСТ 31645-2012 | Факт | ГОСТ 14176-69 | Факт | ГОСТ 3898-56 | Факт |
| Цвет | Белый, белый с кремовым или желтым оттенком | Белый | Белый или желтый | Порошок светло – желтого цвета | От белого до светло-желтого | Белый |
| Запах | Свойственный рисовой муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневелый | Явно выраженный запах свежей рисовой муки, без посторонних запахов | Свойственный кукурузной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневелый | Запах кукурузной муки, без посторонних запахов | Свойственный соевой дезодорированной муке, без посторонних запахов | Свойственный соевой дезодорированной муке, без посторонних запахов |
| Вкус | Свойственный рисовой муке, не кислый, не горький, без посторонних привкусов | Нейтральный, без посторонних привкусов | Свойственный кукурузной муке, без посторонних привкусов, не кислый, не горький | Свойственный кукурузной муке, без посторонних привкусов, не прогорклый | Свойственный соевой муке, без специфического бобового привкуса, горечи, кисловатого и других посторонних привкусов | Свойственный соевой муке, без специфического бобового привкуса, горечи, кисловатого и других посторонних привкусов |
| Наличие минеральной примеси | При разжевывании муки не должно ощущаться хруста | При разжевывании муки хруста не ощущается | При разжевывании муки не должно ощущаться хруста | При разжевывании муки хруста не ощущается | При разжевывании муки, смоченной водой, не должно ощущаться хруста | При разжевывании муки, смоченной водой, хруста не ощущается |
| Массовая доля влаги, %, не более | 12,00 | 10,16 ± 0,15 | 15,00 | 8,40 ± 0,15 | 10,00 | 9,20 ± 0,10 |
| Массовая доля металлических примесей, не более | $3 \cdot 10^{-4}$ | Не обнаружено | 2,5 | 1,2 ± 0,4 | $3 \cdot 10^{-4}$ | Не обнаружено |
| Зараженность вредителями | Не допускается | Не обнаружено | $3 \cdot 10^{-4}$ | Не обнаружено | Не допускается | Не обнаружено |

Из протеиногенных аминокислот строятся все животные и растительные белки, поэтому они являются важными органическими соединениями. В растениях белки синтезируются из неорганического сырья при участии солнечной энергии и хлорофилла в процессе фотосинтеза. Организм животных и человека неспособен синтезировать белки из неорганики, поэтому жизненно необходимо получать их в готовом виде с пищей [81]. Качественный состав аминокислот рисовой, кукурузной, соевой муки приведен в таблице 3.3. В качестве контрольного образца для сравнения использовалась мука пшеничная высшего сорта.

Данные таблицы показывают, что общее содержание аминокислот в соевой муке составило 43007,94 мг на 100 г, в рисовой муке – 7026,44 мг на 100 г по сравнению с наименьшим содержанием аминокислот в кукурузной муке, которое составило 6625,18 мг на 100 г продукта.

Исследование аминокислотного состава показало, что в анализируемых видах муки содержатся такие незаменимые аминокислоты, как: метионин, лейцин, изолейцин, валин, фенилаланин, треонин, изолейцин, лизин и триптофан. Количество незаменимых аминокислот в соевой муке, в среднем, в 5,0 раз больше, чем в рисовой и в 5,5 раз больше, чем в кукурузной.

Среди заменимых аминокислот для данных видов муки характерно высокое содержание глютаминовой кислоты (18,57% для соевой муки, 17,97% и 18,78% для рисовой и кукурузной муки соответственно), аспарагиновой кислоты (12,05% для соевой муки, 8,99% для рисовой муки, 6,12% для кукурузной муки), а так же высокое содержание аргинина (7,43% – в соевой муке, 8,42% – в рисовой муке и 4,34% – в кукурузной муке).

Таблица 3.3 – Содержание и состав аминокислот рисовой, кукурузной и соевой муки (n = 3)

| Название аминокислот | Рисовая мука | | Кукурузная мука | | Соевая мука | | Пшеничная мука | |
|----------------------------------|--------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-------------|------------------------------|----------------|------------------------------|
| | мг на 100 г | % от общего количества | мг на 100 г | % от общего количества | мг на 100 г | % от общего количества | мг на 100 г | % от общего количества |
| Незаменимые аминокислоты, в т,ч, | 2537,00 | 36,11 | 2202,76 | 33,25 | 15043,79 | 34,97 | 3021,44 | 31,33 |
| валин | 394,73 | 5,62 | 290,80 | 4,39 | 2029,12 | 4,72 | 470,76 | 4,88 |
| изолейцин | 279,24 | 3,97 | 218,12 | 3,29 | 1971,43 | 4,58 | 430,05 | 4,46 |
| лейцин | 679,83 | 9,68 | 896,04 | 13,53 | 3309,65 | 7,69 | 805,81 | 8,36 |
| лизин | 286,12 | 4,07 | 172,72 | 2,61 | 2706,54 | 6,29 | 250,01 | 2,59 |
| метионин | 148,04 | 2,11 | 83,91 | 1,27 | 547,12 | 1,27 | 153,18 | 1,58 |
| треонин | 256,50 | 3,65 | 172,72 | 2,61 | 1766,35 | 4,11 | 311,11 | 3,23 |
| триптофан | 88,02 | 1,25 | 46,82 | 0,71 | 591,13 | 1,37 | 100,09 | 1,04 |
| фенилаланин | 404,51 | 5,76 | 321,63 | 4,85 | 2122,45 | 4,93 | 500,43 | 5,19 |
| Заменимые аминокислоты, в т,ч, | 4489,44 | 63,89 | 4422,42 | 66,75 | 27964,15 | 65,02 | 6621,81 | 68,67 |
| аланин | 384,84 | 5,48 | 552,23 | 8,34 | 1915,13 | 4,52 | 329,91 | 3,42 |
| аргинин | 592,01 | 8,42 | 287,32 | 4,34 | 3153,21 | 7,43 | 400,16 | 4,15 |
| аспарагиновая кислота | 631,51 | 8,99 | 405,41 | 6,12 | 5112,18 | 12,05 | 340,12 | 3,52 |
| гистидин | 187,53 | 2,67 | 181,72 | 2,74 | 1097,09 | 2,59 | 200,61 | 2,08 |
| глутаминовая кислота | 1262,90 | 17,97 | 1244,33 | 18,78 | 7874,49 | 18,57 | 3080,05 | 31,94 |
| пролин | 355,20 | 5,05 | 762,92 | 11,52 | 2379,00 | 5,61 | 970,32 | 10,06 |
| серин | 310,80 | 4,42 | 359,31 | 5,42 | 2357,11 | 5,56 | 500,34 | 5,19 |
| тирозин | 286,12 | 4,07 | 265,64 | 4,01 | 1539,71 | 3,63 | 250,11 | 2,60 |
| глицин | 340,41 | 4,84 | 244,71 | 3,69 | 1880,68 | 4,43 | 350,42 | 3,63 |
| цистин | 138,12 | 1,97 | 118,83 | 1,79 | 655,55 | 1,55 | 199,77 | 2,07 |
| Общая сумма | 7026,44 | 100,00 | 6625,18 | 100,00 | 43007,94 | 100,00 | 9643,25 | 100,00 |

Результаты расчета аминокислотного сора представлены на рисунке 3.1.

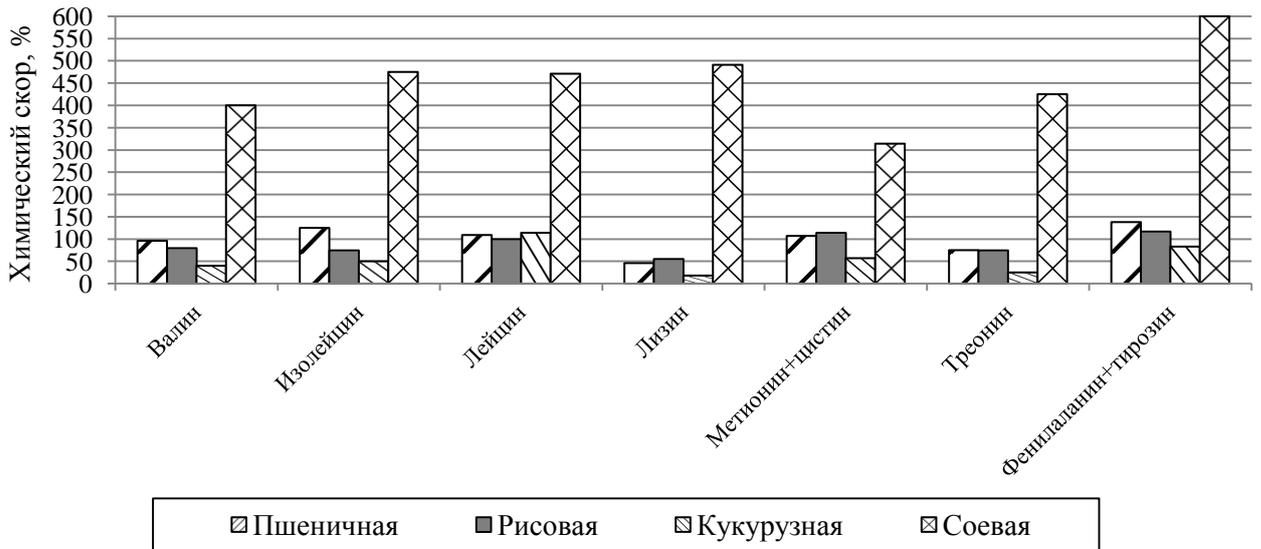


Рисунок 3.1 – Химический аминокислотный скор относительно шкалы ФАО/ВОЗ исследуемых видов муки, %

Из рисунка 3.1 видно, что рисовая мука главным образом лимитирована по лизину, но таких аминокислот, как метионин и цистин, в ней содержится больше, чем в пшеничной муке высшего сорта.

На основании проведенных исследований качества рисовой, кукурузной и соевой муки, можно сказать, что наиболее высокую биологическую полноценность по аминокислотному составу белка и самое высокое содержание белков в целом имеет соевая мука, что наглядно представлено на рисунке 3.2.

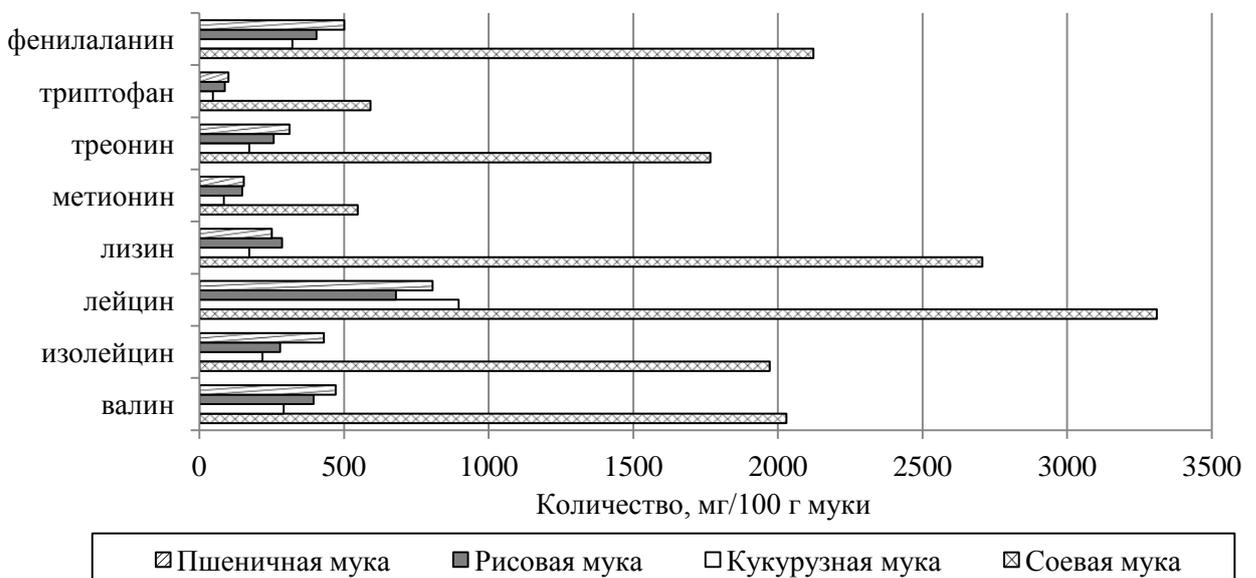


Рисунок 3.2 – Содержание аминокислот в используемых видах муки, мг/100 г

Однако физико-химические свойства соевой муки затрудняют её использование в рецептурах мучных кондитерских изделий [62]. Кроме того, немаловажным является экономический аспект использования рассматриваемых видов муки в рецептуре бисквитного полуфабриката (стоимость 1 кг соевой муки – в среднем составляет от 80 до 120 рублей, стоимость 1 кг рисовой и кукурузной муки составляет от 40 до 80 рублей соответственно) по данным на 2015 год, что отражено на рисунке 3.3.

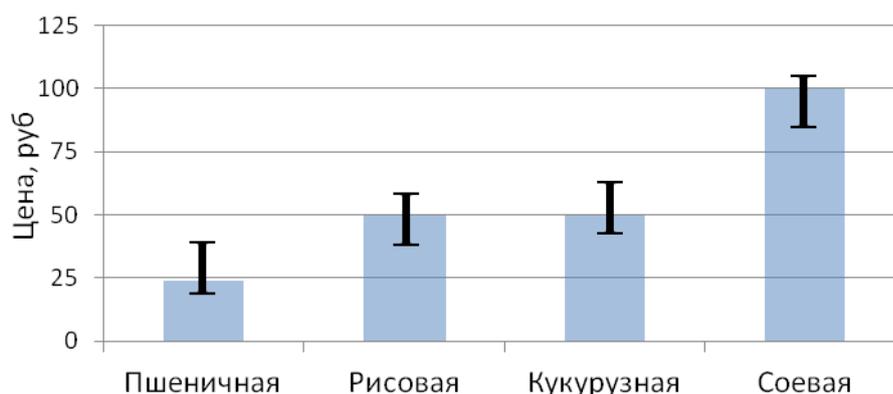


Рисунок 3.3 – Стоимость исследуемых видов муки в 2015 г, руб за кг

Особенностью технологии приготовления бисквитного теста является кратковременный замес сбитой яично-сахарной массы с мукой в целях уменьшения набухания клейковины, приводящего к увеличению ее упругости, в результате чего бисквитный полуфабрикат приобретает более плотную структуру. Структурно-механические характеристики теста тесно связаны с внутренней структурой вещества поэтому их необходимо учитывать для получения продукта с высокими органолептическими характеристиками [44].

В связи с этим были проведены экспериментальные исследования основных структурно-механических характеристик, от которых зависит формирование бисквитного теста из безглютеновых видов муки.

Для этого были приготовлены экспериментальные образцы бисквитного теста из рассматриваемых видов муки. В качестве контрольного образца использовали тесто для бисквита, приготовленное по традиционной рецептуре и технологии из пшеничной муки высшего сорта [70].

Водопоглощение, стабильность и механические параметры теста определялись во время замеса теста при температуре 30 °С. Динамическую вязкость теста определяли при температуре 20 °С. Результаты исследования структурно-механических свойств бисквитного теста представлены в таблице 3.4. Таблица 3.4 – Структурно-механические характеристики бисквитного теста из пшеничной муки и безглютеновых видов муки

| Показатель/ Вид теста | Тесто из пшеничной муки в/с | Тесто из рисовой муки | Тесто из кукурузной муки | Тесто из соевой муки |
|--|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Время достижения максимального крутящего момента, мин | 1,43 | 8,71 | 4,35 | 0,71 |
| Минимальное значение крутящего момента, Нм | 0,55 | 0,89 | 0,49 | 0,45 |
| Максимальное значение крутящего момента, Нм | 2,35 | 2,81 | 2,64 | 0,77 |
| Температура при пиковой вязкости, °С | 77,90 | 77,40 | 79,30 | 80,00 |
| Минимальное значение крутящего момента при 50 °С, Нм | 2,01 | 2,45 | 2,22 | 0,71 |
| Окончательное значение крутящего момента при 50 °С, Нм | 2,75 | 3,09 | 3,31 | 0,98 |

Анализируя значения характеристик из таблицы 3.4, следует отметить, что во время замеса происходила гидратация соединений, которая вызывала растяжение и выравнивание белков, что в итоге приводило к образованию вязкоупругого теста. Бисквитное тесто из пшеничной муки характеризовалось малым временем достижения максимального крутящего момента, высокой стабильностью и устойчивостью к механическому воздействию. Данные свойства теста связаны с уникальной структурой белка пшеничной муки (комплекса глиадина и глютенина). Значения водопоглощения образцов представлены на рисунке 3.4.

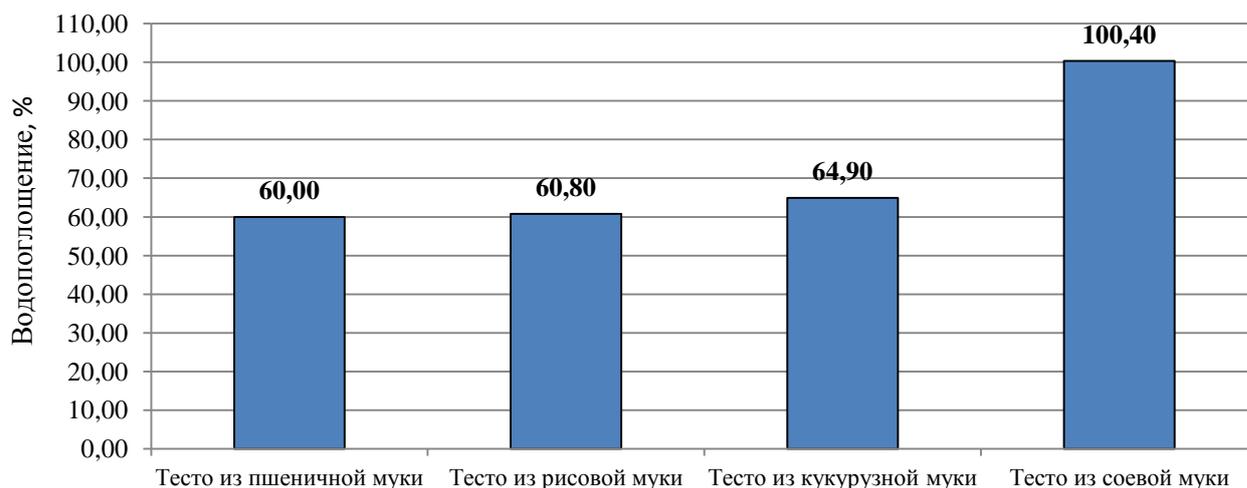


Рисунок 3.4 – Водопоглощение образцов теста, %

Высокая водопоглотительная способность теста из соевой муки приводит к большей потере влаги при выпечке, что позволяет говорить о том, что бисквитный полуфабрикат из данного вида муки будет очень сухим [98]. Чтобы этого избежать, в дальнейшем, в данное тесто приходилось добавлять больше куриного яйца или другого вида муки в количестве не менее трети к массе всей используемой муки.

Самым близким к тесту из пшеничной муки по значению водопоглощения было бисквитное тесто из рисовой муки. Значение данного показателя было чуть выше для теста из кукурузной муки, поэтому для того, чтобы, в дальнейшем, достичь в данном образце значения водопоглощения теста из пшеничной муки необходимо будет создать смесь. Показатели стабильности образцов представлены на рисунке 3.5.

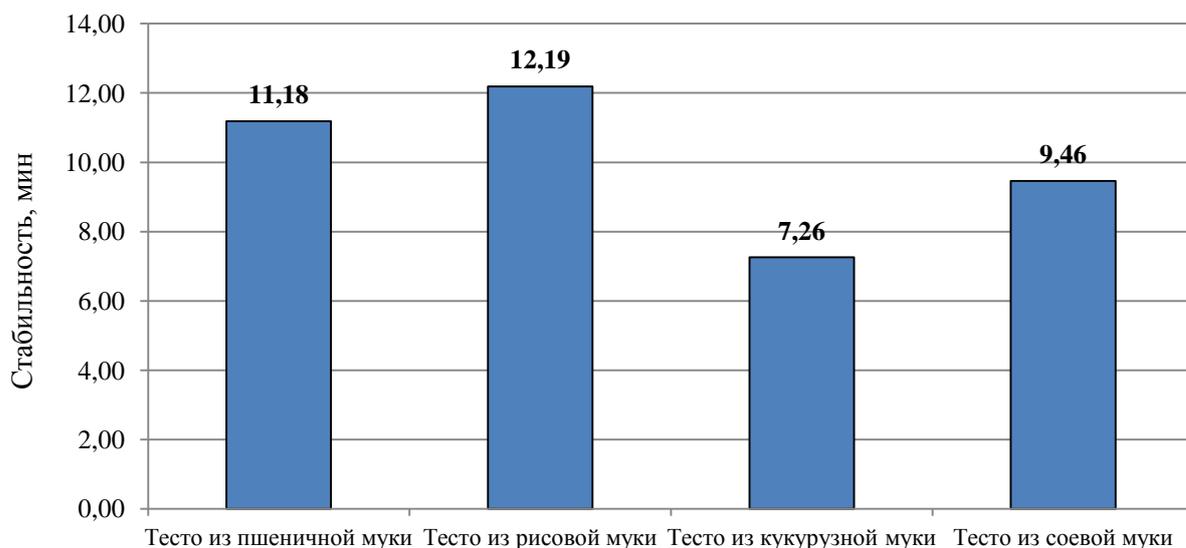


Рисунок 3.5 – Стабильность образцов теста, мин

Тесто из рисовой муки имело близкие значения поглощения и показателя стабильности по отношению к тесту из пшеничной муки. Кроме того рисовая мука обладала значительно высоким временем достижения максимального крутящего момента, указывающим на тот факт, что для теста из этого вида муки требуется больше времени для того, чтобы завершился процесс гидратации соединений, чем для теста из пшеничной муки высшего сорта. Все остальные образцы имели значительно более высокие значения поглощения и низкую стабильность.

Анализируя полученные результаты эксперимента с учетом химического состава исследуемых безглютеновых видов муки по отношению к пшеничной муке высшего сорта, стоит отметить, что, как было сказано ранее, рисовая мука имеет значительно более низкое количественное содержание белка по сравнению с пшеничной мукой высшего сорта. Соевая мука богата белком, но, тем не менее, тесту из соевой муки необходимо значительно большее количество воды (100,4%), чтобы достичь крутящего момента в 1,1 Нм, по сравнению с тестом из пшеничной муки (60,0%).

При нагревании образцов происходила денатурация белков, которая привела к ухудшению вязкости теста. В то же время белки рисовой муки имели

относительную устойчивость в пределах экспериментальных температур. При продолжении нагрева изменения структуры белковых молекул уже имели незначительное влияние на структуру теста.

Самая высокая вязкость была у теста из соевой муки, которое имеет низкое содержание крахмала и высокое содержание липидов. Полученные результаты согласуются с выводом прошлых исследований о том, что липиды в комплексе с амилозой приводят к увеличению пика вязкости [6]. Напротив, образцы теста из рисовой и кукурузной муки, богатые исключительно углеводами, имели максимально высокие значения крутящего момента и низкие значения показателя вязкости.

Дальнейшее снижение вязкости у исследуемых образцов бисквитного теста является результатом физического распада гранул крахмала в результате механического сдвига и снижения температуры. Впоследствии, при охлаждении, крахмал подвергался ретроградации и крутящий момент увеличивался.

На рисунке 3.6 представлены зависимости динамической вязкости от скорости сдвига.

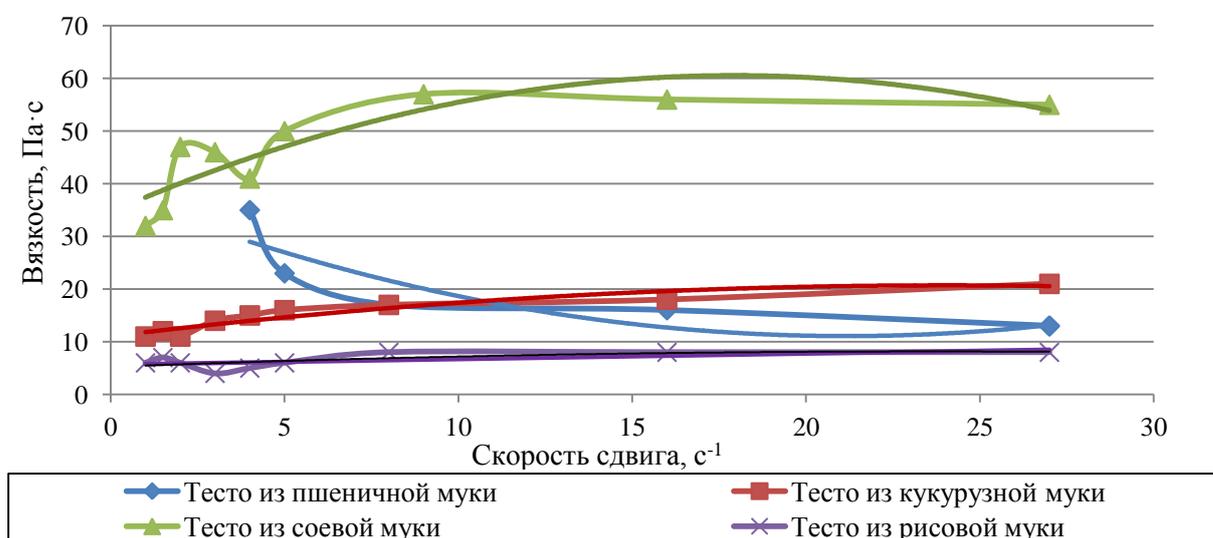


Рисунок 3.6 – Зависимость динамической вязкости от скорости сдвига для разных видов теста, Па·с

Затем строили графики зависимости касательного напряжения от скорости сдвига в логарифмических координатах, в соответствии с уравнением Освальда-де-Вилля, которые отразили на рисунке 3.7.

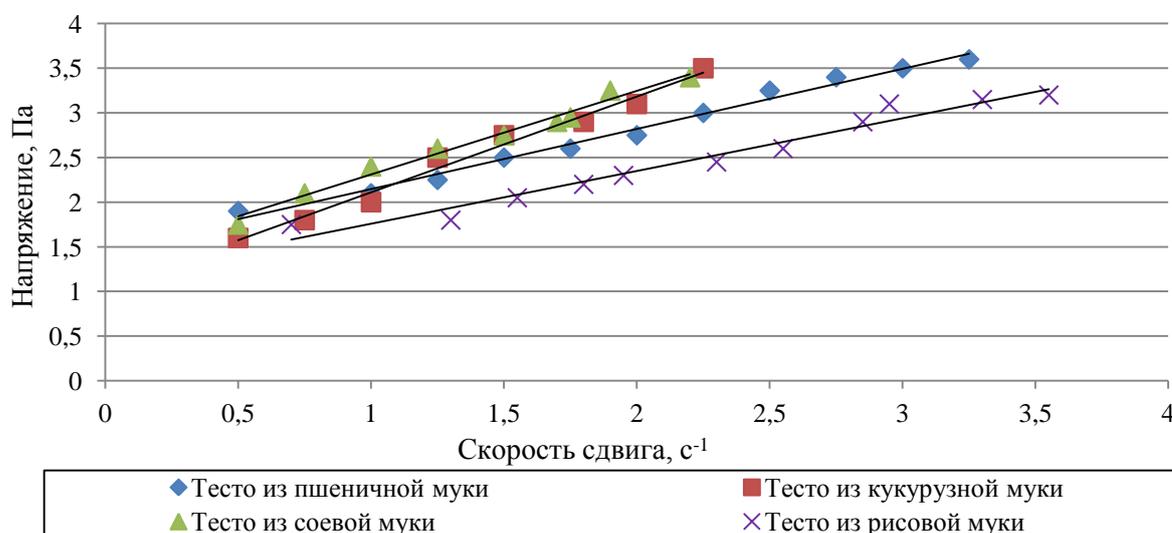


Рисунок 3.7 – Зависимость касательного напряжения от скорости сдвига для разных видов теста, Па

При анализе рисунков 3.6 и 3.7 можно отметить, что при одинаковой скорости сдвига 10 с^{-1} вязкость теста из соевой муки в 2 раза выше вязкости теста из остальных видов муки, включая образец из пшеничной муки высшего сорта. Это также объясняется тем, что в формировании гелеобразной псевдопластичной структуры теста участвует белковый комплекс, которым наиболее богата именно соевая мука.

Затем из исследуемых образцов теста выпекали бисквитные полуфабрикаты и проводили анализ структурно-механических характеристик готовых образцов. Выяснено, что при малых деформациях (обычно существенно меньших 1%) возникает линейная связь между напряжением и относительной деформацией. При снятии напряжения деформация исчезает, т.е. является упругой.

При деформации тела зависимость нормального напряжения от линейной деформации имеет вид, изображаемый в виде диаграммы сжатия на рисунке 3.8.

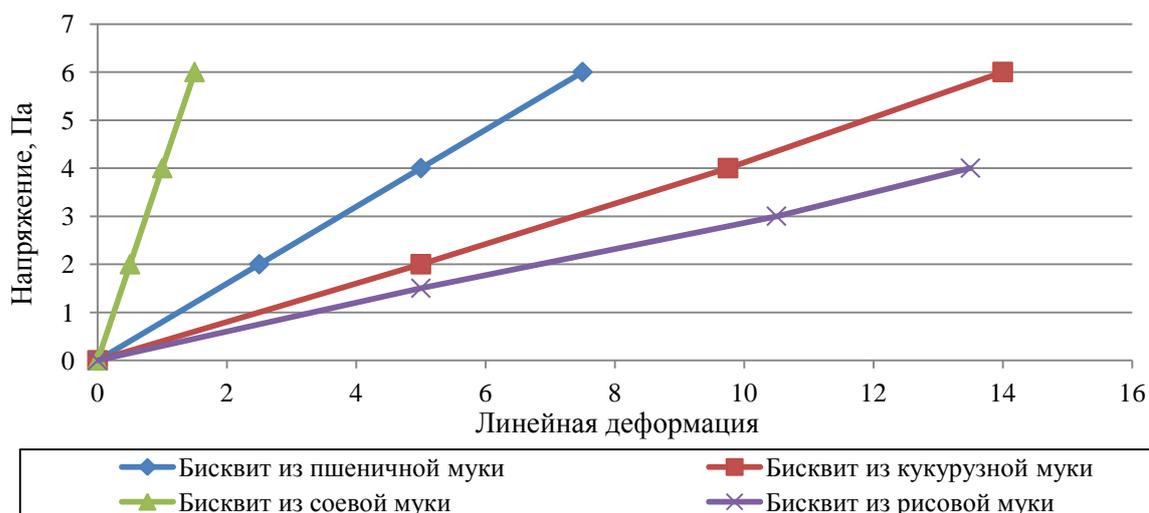


Рисунок 3.8 – Зависимость нормального напряжения от линейной деформации для разных видов теста, Па

Из этой диаграммы видно, что при большом напряжении самая малая деформация возникает у бисквита, выпеченного из соевой муки, самая большая – у бисквита из рисовой муки. Деформация бисквитов из кукурузной муки очень близка к контрольному образцу из пшеничной муки высшего сорта.

Таким образом, было установлено, что различная деформация бисквитов обусловлена различным химическим составом рассматриваемых видов муки и, соответственно, различной водопоглотительной способностью, вследствие чего создаются неодинаковые условия для удержания влаги и сохранения структуры изделия.

Согласно результатам исследований, образец из рисовой муки был наиболее близок по реологическим свойствам к контрольному образцу из пшеничной муки высшего сорта. Поэтому был сделан вывод о необходимости более детального рассмотрения структурно-механических свойств теста из рисовой муки в зависимости от типа зерна, из которого была получена мука, и степени ее фракционирования.

В целом, текущие исследования объясняют различия в качестве бисквитных полуфабрикатов, выработанных из муки различных типов зерна риса, различным содержанием в зернах амилозы. Мука из короткозерных типов риса с низким

содержанием амилозы и низкими температурами желатинизации формирует бисквиты с превосходной текстурой, в отличие от длиннозерных типов, бисквитный полуфабрикат из которых имеет чрезмерную сухость и низкий уровень пористости мякиша. Кроме того более короткие типы риса образуют более тонкую муку, из которой в последующем получают более качественные бисквитные полуфабрикаты [101].

Массовые доли белка и крахмала в исследуемых образцах рисовой муки с различным размером фракций представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Массовые доли белка и крахмала в образцах рисовой муки

| Тип | Интервал размера частиц, мкм | Белок, г/100 г | Крахмал, г/100 г |
|----------|------------------------------|----------------|------------------|
| Короткий | >118 | 7,31±0,16 | 76,59±0,19 |
| | 74-118 | 6,49±0,36 | 77,75±0,13 |
| | <74 | 6,65±0,19 | 75,04 ±0,36 |
| Длинный | >118 | 7,73±0,28 | 75,61±0,22 |
| | 74-118 | 7,07±0,36 | 75,59±0,11 |
| | <74 | 7,34±0,11 | 72,69±0,18 |

По результатам таблицы 3.5 можно сделать вывод о том, что заметные различия в массовых долях белка и крахмала исследуемых типов рисовой муки наблюдаются по краям выбранных интервалов размеров частиц.

Бисквитные полуфабрикаты вырабатывались по традиционной рецептуре и технологии [70], которая была адаптирована для рисовой муки. Рецептура экспериментального образца из рисовой муки представлена в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Рецептура экспериментального образца из рисовой муки

| Сырье | Массовая доля сухих веществ, % | Расход сырья на 100 г полуфабриката | |
|----------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| | | в натуре | в сухих веществах |
| Мука рисовая | 88,00 | 27,84 | 24,50 |
| Крахмал картофельный | 80,00 | 6,87 | 5,50 |
| Ксантановая камедь | 80,00 | 0,14 | 0,11 |
| Сахар-песок | 99,85 | 34,36 | 34,31 |
| Яйца куриные | 27,00 | 57,27 | 15,46 |
| Эссенция | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Итого | – | 126,47 | 79,87 |
| Выход | 75,00 | 100,00 | 75,00 |

Так как рисовая мука не содержит клейковины, в рецептуру был включен стабилизатор микробного происхождения ксантановая камедь. Исследования, посвященные использованию ксантановой камеди в рецептуре мучных кондитерских изделий, были проведены авторами настоящей статьи ранее. Из результатов этих исследований был сделан вывод об оптимальной дозировке полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь в 0,5% к массе муки, что обеспечивало готовому изделию хорошие органолептические качества [46].

На рисунке 3.9 представлены кривые зависимости вязкости бисквитного теста из различных фракций рисовой муки от времени замеса.

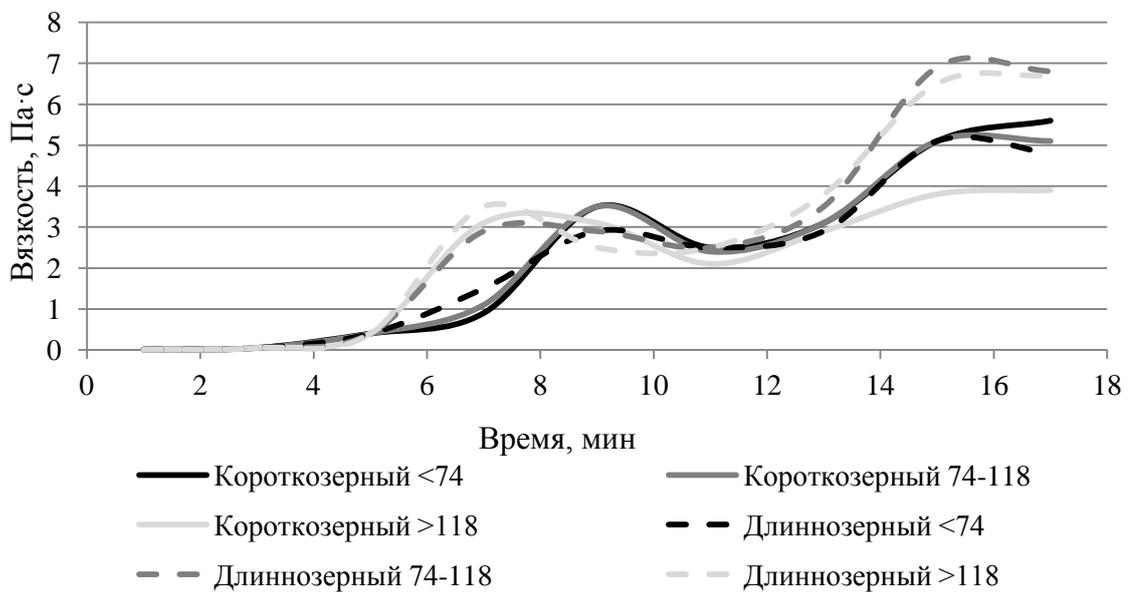


Рисунок 3.9 – Вязкость бисквитного теста из различных фракций рисовой муки в зависимости от длительности замеса, Па·с

В начале замеса вязкость бисквитного теста резко возрастала у образца из длиннозерной муки. При этом подобного эффекта не было у теста из муки короткозерного риса, возможно, из-за различных характеристик частиц. Во время желатинизации в тесте из муки длинных зерен риса достижение пикового значения вязкости происходит раньше, чем в тесте из муки более коротких фракций. В то же время тесту из муки тонких фракций (до 118 мкм) короткого

зерна нужно было больше времени, чтобы достичь максимума вязкости. Кроме того тесто из муки тонких фракций длиннозерного риса не показывает увеличение вязкости в начале замеса.

Таким образом, бисквитное тесто из муки фракции выше, чем 74 мкм длинного типа, показывает наибольшие значения вязкости, в то время как тесто из муки фракции более 118 мкм короткого типа демонстрирует самый низкий показатель.

Влияние уровня фракционирования муки и типа зерна риса на характеристики бисквитного теста представлено на рисунке 3.10.

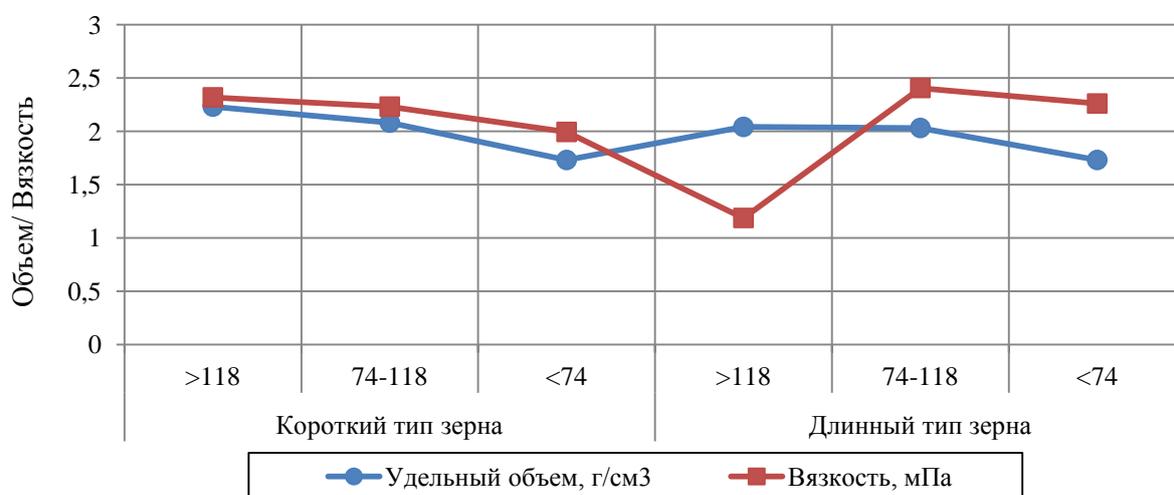


Рисунок 3.10 – Реологические свойства бисквитного теста из муки коротких и длинных типов зерна риса

По данным рисунка 3.10 можно сделать вывод о том, что удельный объем бисквитного теста непосредственно зависит от размера частиц муки. Значительное увеличение удельного объема было обнаружено у образца из муки с более крупным размером частиц, что указывает на более высокое включение воздуха в бисквитное тесто по мере увеличения размера частиц. Тип зерна риса влиял только на удельный объем теста, который был выше в муке из короткого зерна.

Уменьшение размера пузырьков воздуха может быть следствием более вязкой консистенции бисквитного теста, которая не позволяет пузырькам воздуха

свободно перемещаться по эмульсии. Маленькому размеру воздушных пузырьков в тесте из муки мелких фракций зерна соответствовали большие значения вязкости. Тесто из муки грубых фракции зерна демонстрирует включение большего количества воздуха.

Определение показателей качества готовых бисквитных полуфабрикатов проводились через 24 ч после выпечки образцов. Измерения проводились в двух параллелях. В таблице 3.7 приведены физические характеристики готовых бисквитных полуфабрикатов.

Таблица 3.7 – Физические характеристики образцов из муки из коротких и длинных типов зерна риса

| Тип | Интервал размера частиц, мкм | Упругость | Удельный объем бисквитов (г/см ³) | Потеря веса (г/100г) |
|----------|------------------------------|------------|---|----------------------|
| Короткий | >118 | 0,89±0,01 | 2,93±0,15 | 16,68±0,46 |
| | 74-118 | 0,90±0,01 | 3,93±0,09 | 16,22±0,24 |
| | <74 | 0,92±0,01 | 3,64±0,17 | 15,91±0,02 |
| Длинный | >118 | 0,93±0,15 | 3,54±0,02 | 15,87±0,89 |
| | 74-118 | 0,90±0,01 | 4,28±0,09 | 16,59±0,16 |
| | <74 | 0,90±0,001 | 3,93±0,08 | 17,72±0,11 |

Тесто из муки мелких фракций имело более мелкие пузырьки воздуха, которые были более равномерно распределены по эмульсии и, в итоге, привели к высокому удельному объему готового бисквита. Классический бисквит из пшеничного муки также имеет мелкие пузырьки воздуха, равномерно распределенные по всей эмульсии.

Удельный объем бисквитных полуфабрикатов увеличивался, когда использовалась мука из коротких и длинных типов риса мельчайших фракций (до 118 мкм). Наибольшие удельные объемы бисквита достигались с использованием муки из фракции 74-118 мкм коротких и длинных типов зерна.

Тесто из муки грубой фракции длиннозерного риса показывает больший удельный объем бисквита, чем из короткозерного. Объяснением такого эффекта может быть большее содержание амилозы в длиннозерном типе риса, которая

приводит к большому удельному объему бисквита, замедляя увеличение вязкости в бисквитном тесте.

Как уже было отмечено ранее, удельный объем бисквитного полуфабриката напрямую зависит от количества захватываемого во время процесса замеса воздуха и удержания его во время выпечки. Хотя образование пузырьков в процессе замеса было выше в муке грубейших фракций из короткого и длинного типа зерна, конечные удельные объемы бисквитов были больше в средних значениях фракций 74-118 мкм. В то же время большой размер пузырьков у муки грубых фракций может вызвать их сращивание и, следовательно, меньший конечный объем теста за счет уменьшения количества пузырьков.

Кроме того, из-за более длительной клейстеризации крахмала, в тесте из муки мелких фракций зерна пузырьков воздуха было больше, что также приводит к увеличению удельного объема бисквита.

Рассыпчатость бисквитных полуфабрикатов увеличивалась в образцах из муки короткозерновых фракций ниже 118 мкм. Можно предложить, что более грубые фракции длиннозерновой рисовой муки и более мелкие фракции короткозерновой рисовой муки затрудняют межмолекулярное притяжение между молекулами ингредиентов в тесте, и, таким образом, бисквиты становятся более рассыпчатыми. Также был сделан вывод о том, что ни тип зерна, из которого была получена мука, ни размер частиц муки значительно не влияли на упругость образцов бисквита.

Известно, что цвет корки бисквитного полуфабриката зависит от глубины карамелизации и реакции Майяра. Изменение типа и размера зерна не оказывают заметного влияния на цвет корки. При этом мякиш бисквита не нагревается более 100 °С в процессе выпечки, поэтому его цвет, в основном, зависит от цвета входящих в рецептуру ингредиентов. При использовании рисовой муки из короткого зерна мелких фракций мякиш бисквита получается более светлым. Отмечено, что мякиш бисквита становился темнее с увеличением размера частиц в муке. В бисквите из муки длиннозерного типа риса такая четкая тенденция не наблюдалась. Сравнивая образцы, можно утверждать, что самый темный мякиш

был у образца из муки длинного типа риса. Однако в образцах из муки грубейших фракций зерна наблюдался противоположный эффект. Этот результат указывает на то, что в муке с большим размером частиц есть некоторые примеси, которые придают образцу более темный оттенок.

В итоге можно сделать вывод о том, что характеристики бисквитного теста значительно зависят от размера частиц муки и, как было указано ранее, типа зерна риса. Установлено, что мелкие фракции рисовой муки приводят к выпечке бисквитных полуфабрикатов с высоким удельным объемом и малым, равномерно распределенным по эмульсии, пузырькам воздуха. В то же время использование муки с высокой степенью измельчения приведет к значительному увеличению себестоимости продукта по сравнению с традиционной, получаемой на зерноперерабатывающих предприятиях, так как нужно будет менять экраны и сита для получения муки с заданной степенью измельчения, поэтому было принято решение дальнейшие исследования проводить с реализуемой в данный момент на рынке рисовой мукой.

3.2 Разработка рецептур бисквитных полуфабрикатов из безглютеновых видов муки

Для формирования рецептур мучных кондитерских изделий из безглютеновых видов муки предполагается решить следующие задачи: разработки базовой формы продукта, формирование потребительских свойств продукта с измененным химическим составом с целью повышения пищевой ценности за счет безглютеновых видов сырья, органолептическая и физико-химическая сочетаемость компонентного состава.

При приготовлении мучных кулинарных и кондитерских изделий известно, что физико-химические свойства используемой муки оказывают непосредственное влияние на качество конечного продукта. Например, содержание крахмала и белка, существенно влияет на реологию теста [35].

Поэтому на первом этапе эксперимента исследовали образцы бисквитного полуфабриката, приготовленного из трех видов муки: рисовой, кукурузной и соевой. Образцы готовились по традиционной технологии бисквитного полуфабриката с полной заменой муки пшеничной высшего сорта, адаптированного для всех используемых видов муки. В качестве контрольного образца была взята рецептура бисквитного полуфабриката из пшеничной муки высшего сорта.

Органолептические показатели образцов приведены в таблице 3.12. Форма и поверхность в исследуемых образцах значительно отличались от контрольного ввиду низкой газодерживающей способности безглютеновых видов муки. Цвет изделий менялся от светло-коричневого (контрольный образец) до темно-коричневого, на изломе – от кремового до серого. Все виды вводимой безглютеновой муки негативно отразились на вкусовых достоинствах бисквита. В образцах отмечался неприятный посторонний вкус и запах, характерный для используемого вида муки. Также у образцов была очень плотная консистенция, изделия имели непропеченный мякиш с плохо развитой пористостью. Самые низкие органолептические характеристики продемонстрировал образец из соевой муки. Так как образцы из безглютеновых видов муки показывали низкие органолептические качества, был сделан вывод о необходимости составления смесей из рассматриваемых видов муки в различных соотношениях.

Поэтому на следующем этапе эксперимента исследовали влияние смеси безглютеновых видов муки на качество бисквитного полуфабриката. В качестве контрольного образца взята рецептура бисквитного полуфабриката из пшеничной муки высшего сорта.

Таблица 3.12 – Органолептическая оценка образцов бисквитного полуфабриката из безглютеновых видов муки

| Показатели качества | Контрольный образец | Экспериментальные образцы | | |
|--------------------------|---|--|--|---|
| | | Рисовый | Кукурузный | Соевый |
| Внешний вид | Ровная, гладкая поверхность, без трещин, не подгорелая | Неровная поверхность, с трещинами, не подгорелая | Со значительными неровностями и трещинами, не подгорелая | |
| Вид в разрезе | Пропеченный бисквит без пустот и следов непромеса, без закала, равномерный по толщине | Пропеченный бисквит с неудовлетворительной пористостью, с небольшим количеством пустот и закалом, неравномерный по толщине | | |
| Структура и консистенция | Правильная, без изломов, вмятин и повреждений, с ровным срезом | Неправильная, с небольшими изгибами и вмятинами, с небольшими повреждениями | | Вогнутая, с вмятинами, повреждениями, неровным срезом |
| Вкус и запах | Приятный вкус, свойственный бисквиту, без посторонних запахов и привкусов | Вкус мягкий с легким привкусом рисовой муки, посторонний запах. Мякиш комкующийся, не разжевывающийся | Привкус кукурузы, запах кукурузной муки. Мякиш комкующийся, не разжевывающийся | Вкус неприятный, с ноткой горечи, выраженный запах и привкус соевой муки, мякиш комкующийся |

Варианты моделей представлены на рисунке 3.12.

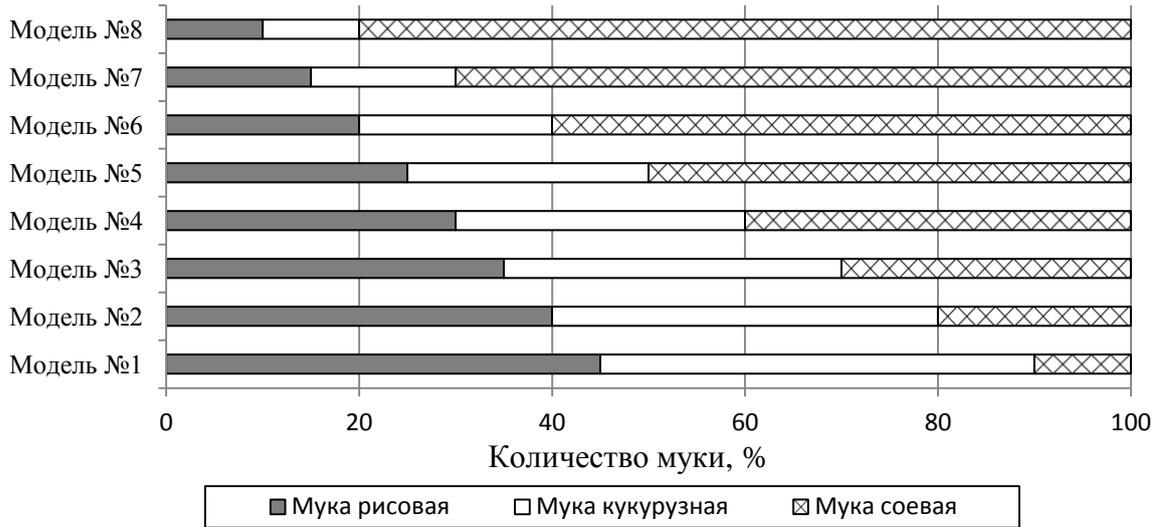


Рисунок 3.12 – Соотношение безглютеновых видов муки в модельных образцах, %

Органолептическая оценка образцов бисквитного полуфабриката представлена в таблице 3.13. Также образцы бисквитного полуфабриката из безглютеновых видов муки, выработанные по предложенным рецептурам, оценивали с использованием балловой шкалы органолептической оценки качества безглютеновых бисквитных полуфабрикатов, представленной в Приложении В. Результаты дегустационной оценки бисквитного полуфабриката представлены на рисунке 3.13.

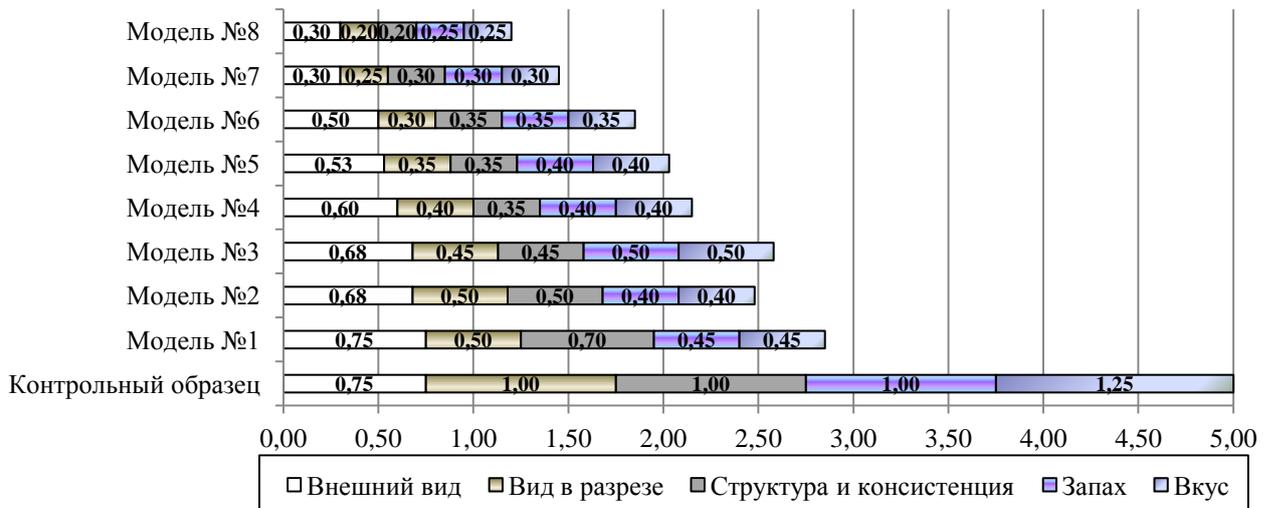


Рисунок 3.13 – Результаты органолептической оценки бисквитных полуфабрикатов из безглютеновых видов муки, балл

По результатам органолептической оценки можно утверждать, что показатели форма и поверхность в исследуемых образцах значительно отличались от контрольного ввиду низкой газодерживающей способности безглютеновых видов муки. С увеличением количества соевой муки цвет изделий менялся от светло-коричневого (контрольный образец) до темно-коричневого, на изломе от кремового до серого. Увеличение вводимой соевой муки негативно отражалось на вкусовых достоинствах бисквита. В образцах с большим содержанием соевой муки отмечался неприятный посторонний вкус и запах. С увеличением количества соевой муки в рецептуре до 20% у бисквитного полуфабриката наблюдалось уплотнение консистенции, изделие имело непропеченный мякиш, с плохо развитой пористостью. Однако соевая мука в своем составе содержит большое количество белка (около 40%), что потенциально повышает биологическую ценность бисквитного полуфабриката. Кроме того в соевой муке содержится железо, фосфор, калий, магний, витамины группы В и Е. А. Дефицит микроэлементов, указанных витаминов и минеральных веществ выявлен практически во всех регионах страны и во всех группах населения [41].

Поэтому, с учетом полученных результатов, далее проводили поиск оптимального значения соевой муки в рецептуре изделий на основе математических методов планирования эксперимента. При этом были отброшены образцы, содержащие свыше 50% соевой муки, ввиду низких органолептических качеств.

Результаты, полученные при исследовании обрабатывали методом наименьших квадратов [37].

Было установлено, что наиболее приближенное значение к экспериментальным данным имеет аппроксимация с помощью кубического полинома [81].

Таблица 3.13 – Органолептическая оценка образцов бисквитного полуфабриката

| Показатели качества | Контрольный образец | Экспериментальные образцы | | | | | | |
|--------------------------|---|--|--|---|--|---|---|---|
| | | Модель 1 | Модель 2 | Модель 3 | Модель 4 | Модель 5 | Модель 6 и Модель 7 | Модель 8 |
| Внешний вид | Ровная, гладкая поверхность, без трещин, не подгорелая | Ровная поверхность, с небольшими трещинами, не подгорелая | | | Неровная поверхность, с трещинами, не подгорелая | | Поверхность со большими неровностями и трещинами, не подгорелая | |
| Вид в разрезе | Пропеченный бисквит без пустот и следов непромеса, без закала, равномерный по толщине | Пропеченный бисквит с неудовлетворительной пористостью, с небольшим количеством пустотам и закалом, неравномерный по толщине | Пропеченный бисквит с неравномерной пористостью, с пустотами, с закалом, равномерный по толщине | | | Пропеченный бисквит с неравномерной пористостью, большим количеством пустот, без закала, неравномерный по толщине | | |
| Структура и консистенция | Правильная, без изломов, вмятин и повреждений, с ровным срезом | С изгибами и вмятинами, без повреждений | | Неправильная, с небольшими изгибами и вмятинами, с небольшими повреждениями | | Вогнутая, с вмятинами, повреждениями, неровным срезом | | |
| Вкус и запах | Приятный вкус, свойственный бисквиту, без посторонних запахов и привкусов | Привкус кукурузы, запах кукурузной муки. Мякиш комкующийся, не разжевывающийся | Вкус мягкий с легким привкусом соевой муки, запах посторонний. Мякиш комкующийся, не разжевывающийся | | | Вкус с явно выраженным привкусом соевой муки, запах посторонний, неприятный, | | Вкус неприятный, с ноткой горечи, выраженный запах и привкус соевой муки, |

На основании проведенных исследований построена регрессионная модель, имеющая вид и представленная на рисунке 3.14

$$z(x,y) := -0,2073 + 0,1223x + 0,189y - 0,0184x^2 + 0,0005xy - 0,0140y^2, \quad (3.1)$$

где y – балловая оценка качества выпеченных изделий;

x – пористость;

z – количество соевой муки.

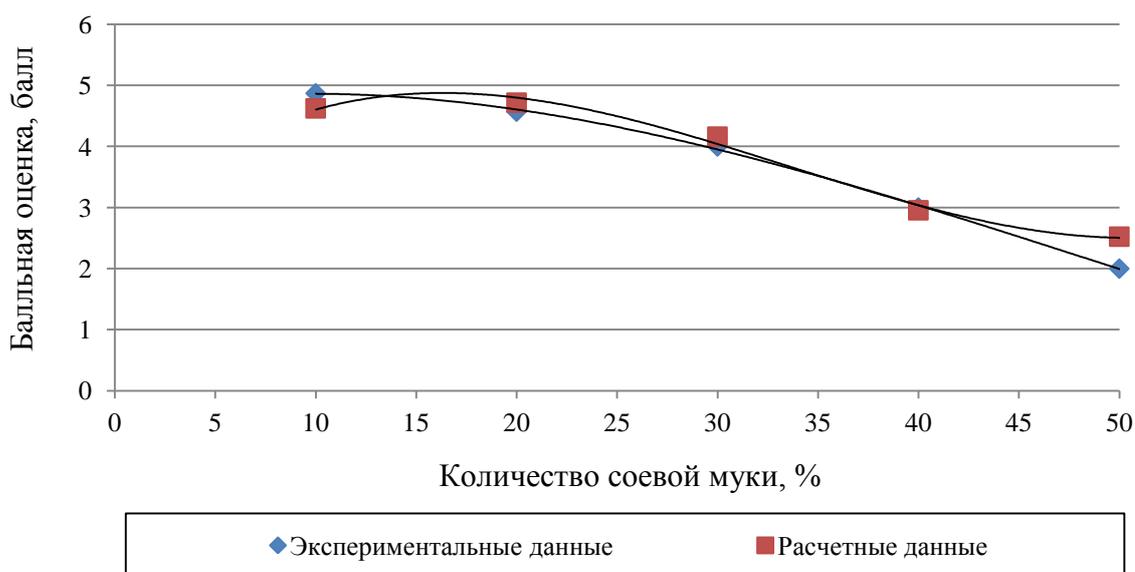


Рисунок 3.14 – Балльная оценка органолептических показателей модельных образцов в зависимости от количества соевой муки в составе модельного образца, баллов

Анализируя график на рисунке 3.14, можно отметить, что пересечение кривых расчетных и экспериментальных данных происходит в точке, соответствующей значению 13% соевой муки ко всей массе муки. В дальнейшем на графике также фиксируется пересечение рассматриваемых кривых, однако, значения от 33% и выше являются погрешностью модели и поэтому были отброшены. Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что оптимальным значением является 13% соевой муки.

3.3 Оценка потребительских свойств разработанных бисквитных полуфабрикатов

Результаты дегустационного анализа потребительских свойств разработанной продукции с использованием балловой шкалы органолептической оценки качества безглютеновых бисквитных полуфабрикатов представлены в таблице 3.14. В качестве контрольного образца был принят образец бисквитного полуфабриката основного из пшеничной муки высшего сорта. В качестве варианта 1 – образец бисквитного полуфабриката с дозировкой соевой муки 13% в смеси кукурузной и рисовой муки (43,5% на каждый вид муки соответственно).

Таблица 3.14 – Балльная оценка органолептических показателей бисквитных полуфабрикатов

| Наименование показателя | Контрольный образец | Вариант №1 |
|---|---------------------|------------|
| Внешний вид (min-max 0,15-0,75), балл | 0,75±0,1 | 0,70±0,2 |
| Вид в разрезе (min-max 0,20-1,00), балл | 1,00±0,1 | 0,20±0,1 |
| Структура и консистенция (min-max 0,20-1,00), балл | 1,00±0,1 | 0,70±0,2 |
| Запах (min-max 0,20-1,00), балл | 1,00±0,2 | 0,60±0,2 |
| Вкус (min-max 0,25-1,25), балл | 1,25±0,2 | 0,80±0,2 |
| Сумма баллов (min-max 1,00-5,00), балл | 5,00±0,2 | 3,00±0,2 |

Как видно из таблицы 3.14, вариант №1, в соответствии со шкалой градации качества мучных кондитерских изделий из безглютеновых видов муки, обладает удовлетворительными органолептическими характеристиками.

Физико-химические показатели бисквитных полуфабрикатов из безглютеновых видов муки представлены в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Физико-химические показатели бисквитных полуфабрикатов (n=5)

| Показатель | Плотность теста, кг/м ³ | Эффективная вязкость теста, Па·с | Влажность, % | | Удельный объем, см ³ /100 г | Пористость, % |
|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------|----------|--|---------------|
| | | | теста | мякиша | | |
| Контрольный образец | 0,45±0,04 | 35,4±0,2 | 37,2±1,0 | 25,0±1,0 | 380±5,0 | 75,2±0,3 |
| Вариант №1 | 0,73±0,08 | 40,2±0,6 | 45,6±1,3 | 30,8±1,2 | 238±5,8 | 40,2±0,3 |

Анализируя результаты таблицы 3.15, можно отметить объективно высокие, относительно варианта №1 и контрольного образца, значения плотности и вязкости теста, что ранее повлияло на органолептическую оценку изделия.

Результаты анализа биологической ценности по незаменимым аминокислотам бисквитных полуфабрикатов представлены в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Содержание незаменимых аминокислот и биологическая ценность бисквитных полуфабрикатов

| Наименование незаменимой аминокислоты | Контрольный образец | | Вариант №1 | |
|---------------------------------------|---------------------|---------|-------------------|---------|
| | мг/100 г продукта | Скор, % | мг/100 г продукта | Скор, % |
| Лизин | 188,34 | 44,70 | 299,53 | 46,20 |
| Изолейцин | 381,44 | 95,60 | 373,39 | 95,30 |
| Лейцин | 670,41 | 94,50 | 790,00 | 95,70 |
| Валин | 482,63 | 70,20 | 391,34 | 96,50 |
| Метионин+цистин | 380,08 | 105,20 | 417,71 | 108,60 |
| Треонин | 425,47 | 98,60 | 268,35 | 106,20 |
| Триптофан | 120,00 | 97,10 | 135,00 | 107,00 |
| Фенилаланин+Тирозин | 610,82 | 100,20 | 601,38 | 101,80 |

По результатам таблицы 3.16 установлено, что при введении соевой муки в рецептуру бисквитного полуфабриката из рисовой и кукурузной муки количество лимитирующей аминокислоты лизина увеличилось в 1,6 раза. В целом биологическая ценность обогащенного бисквитного полуфабриката превышает контрольный образец в 1,5 раза.

Содержание глютена определяли методом, основанным на применении иммуноферментного анализа. Установлено, что содержание глютена в опытном

образце не превышает 10 мг/кг. Таким образом, бисквитный полуфабрикат из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки можно рекомендовать для питания людей, страдающих непереносимостью глютена.

Для установления безопасности разработанного изделия определяли следующие показатели: токсичные элементы, микотоксины, пестициды и радионуклиды. Исследования проводились в лабораториях Филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской области в Чкаловском районе города Екатеринбурга, в городе Полевской и в Сысертском районе». Значения показателей безопасности представлены в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Показатели безопасности бисквитного полуфабриката из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки

| Показатель | Допустимый уровень, мг/кг по ТР ТС 021/2011 | Бисквитный полуфабрикат из смеси рисовой, кукурузной и рисовой муки |
|---|---|---|
| Свинец | 0,500 | 0,26±0,07 |
| Ртуть | 0,020 | Не обнаружено |
| Мышьяк | 0,300 | менее 0,01 |
| Кадмий | 0,100 | 0, 015±0,005 |
| Радионуклиды, бк/кг, не более | | |
| Sr – 90 | 30 | менее 5,0 |
| Cs – 137 | 50 | менее 5,0 |
| Микотоксины, мг/кг, не более | | |
| Афлатоксин В1 | 0,005 | Не обнаружено |
| Дезоксиниваленол | 0,700 | Не обнаружено |
| Пестициды: | | |
| Гексахлорциклогексан (альфа, бета, гамма–изомеры) | 0,2 | менее 0,005 |
| ДДТ и его метаболиты | 0,1 | менее 0,008 |

Исследования образцов бисквитного полуфабриката из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки на безопасность по содержанию токсичных элементов, микотоксинов, радионуклидов, пестицидов показали, что они соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011 [150].

3.4 Обоснование выбора стабилизатора

Как известно, гидроколлоиды широко используются во многих пищевых продуктах для улучшения потребительских характеристик и сроков годности при хранении изделий. В качестве гелеобразователей они находят применение в различных супах, подливках, заправках для салатов и соусов, в то время как в качестве стабилизирующих агентов, они широко используются в таких продуктах, как джем, желе, мармелад, реструктурированные продукты питания с низким содержанием сахара и/или жира.

Все основные направления использования различных стабилизаторов в пищевых продуктах были сведены в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 – Использование стабилизаторов в производстве пищевых продуктов

| Наименование | Ксантановая камедь | Гуар | Камедь рожкового дерева | Пектины | Альгинаты | Каррагинаны | Желагин | Агары | Геллановая камедь | Модифицированный крахмал |
|-----------------------------|--------------------|------|-------------------------|---------|-----------|-------------|---------|-------|-------------------|--------------------------|
| Напитки | | | | | | | | | | |
| соки, нектары | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| напитки б/а | + | + | + | + | + | + | - | - | + | + |
| напитки алкогольные | - | + | - | + | - | + | + | + | - | + |
| Молочные продукты | | | | | | | | | | |
| мороженое | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| йогурт | + | + | + | + | + | + | + | + | - | + |
| коктейль | + | + | + | + | + | + | - | + | - | + |
| сливки | + | + | + | - | - | + | + | + | - | - |
| сыр | + | + | + | + | + | + | + | + | - | + |
| десерты | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Кондитерские изделия | | | | | | | | | | |
| мармелад | + | - | + | + | + | + | + | + | + | - |
| глазурь | + | - | + | - | - | + | + | - | + | + |
| джем, варенье | + | + | + | + | + | + | - | + | + | + |
| фруктовое желе | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| жевательная резинка | + | - | - | - | - | + | - | + | - | - |
| мучные кондитерские изделия | + | + | + | + | + | + | - | + | + | + |

Продолжение таблицы 3.9

| Наименование | Ксантановая камедь | Гуар | Камедь рожкового дерева | Пектины | Альгинаты | Каррагинаны | Желатин | Агары | Геллановая камедь | Модифицированный крахмал |
|------------------------------|--------------------|------|-------------------------|---------|-----------|-------------|---------|-------|-------------------|--------------------------|
| Мясные изделия | | | | | | | | | | |
| фарш | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| паштет | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| колбаса | + | + | + | + | - | + | + | - | - | + |
| бульоны | + | + | + | - | + | + | - | + | - | + |
| Другие продукты | | | | | | | | | | |
| соусы и заправки | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| вкусо-ароматические приправы | + | + | + | - | - | - | + | - | - | + |
| хлебобулочные изделия | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| маргарин (спреды) | + | + | + | + | + | - | + | - | - | + |
| рыбные консервы | + | + | + | + | + | + | + | + | - | + |
| овощные консервы | + | + | + | + | + | - | + | + | - | + |

Как видно из таблицы, наиболее распространенным и многофункциональным загустителем-стабилизатором является полисахарид микробного происхождения ксантановая камедь – внеклеточный неусваиваемый полисахарид, представляющий собой продукт особого вида брожения микроорганизмов вида *Xanthomonas campestris* в процессе своей жизнедеятельности. Производство ксантановой камеди – сложный многоступенчатый процесс приготовления посевного материала, предусматривающий последующее брожение в танках из нержавеющей стали и выделение продукта спиртовым осаждением. Этот факт объясняет ограничение использования данного стабилизатора в алкогольных напитках из-за растворения его в спирте. Для обоснования выбора данной добавки был проведен ее сравнительный анализ с яблочным пектином, так как именно пектин наиболее широко применяется при производстве мучных кондитерских изделий [20].

Показатели качества исследуемых стабилизаторов приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Показатели качества ксантановой камеди и яблочного пектина

| Показатель | Яблочный пектин | | Ксантановая камедь | |
|---|-------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | ГОСТ 29186-91 | Факт | ГОСТ 33333-2015 | Факт |
| Органолептические: | | | | |
| - Консистенция | Порошок тонкого помола | Порошок тонкого помола | Однородный мелкодисперсный порошок | Однородный мелкодисперсный порошок |
| - Цвет | От светло-серого до кремового | Кремовый | Белый | Белый |
| - Запах | Отсутствует | Отсутствует | Отсутствует | Отсутствует |
| Физико-химические: | | | | |
| - Массовая доля влаги, % | не более 10 | 8 | не более 15,00 | 14,88 |
| - рН (1,0% водный р-р при 20°C) | 2,5-5,5 | 5,0 | 6,0-8,0 | 7,0 |
| - Вязкость (1,0% водный р-р при 20°C), Па·с | 100 | 100 | 1500 | 1500 |

Из таблицы 3.10 можно сделать вывод о том, что исследуемые стабилизаторы соответствуют требованиям нормативных документов.

В эксперименте анализировали гелеобразующую способность полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь в сравнении с яблочным пектином. Результаты исследования гелеобразующей способности яблочного пектина и ксантановой камеди приведены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Гелеобразующая способность яблочного пектина и ксантановой камеди (n=3)

| Температура, °С | Массовая доля стабилизатора в растворе, % | | | | |
|-----------------|---|--------------------------|------------------------|-------------------------|------------------|
| | 0,1 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| 40 | Жидкость/Жидкость | Жидкость/Гелеобразование | Помутнение/Гель | Легкое образование/Гель | Гель/Густой гель |
| 80 | Жидкость/Жидкость | Жидкость/Гелеобразование | Легкое помутнение/Гель | На дне помутнение/Гель | Гель/Густой гель |

Примечание: В числителе приведены данные для яблочного пектина, в знаменателе - для полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь

Графики изменения вязкости в зависимости от дозировки полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь и яблочного пектина в водных растворах при температуре 40 °С представлены на рисунке 3.11. Тенденции изменения вязкости сохраняются и при 80 °С.

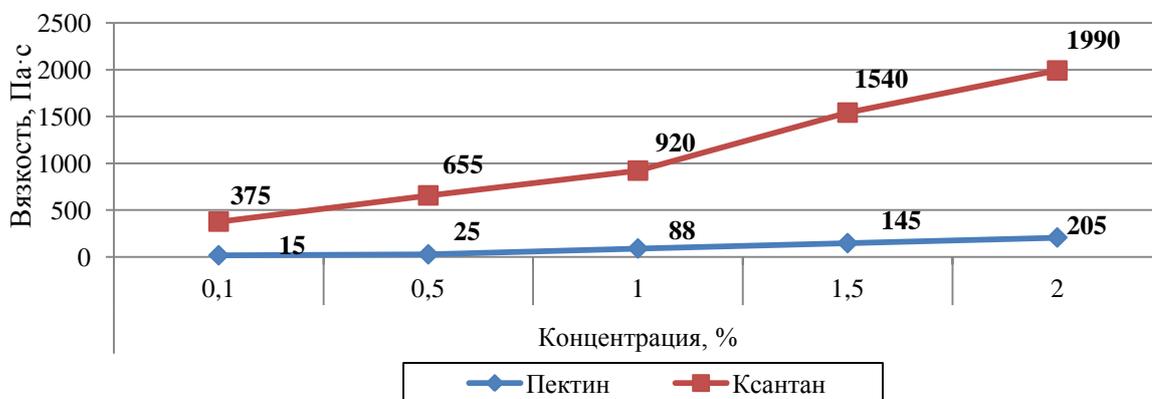


Рисунок 3.11 – Зависимость вязкости раствора от концентрации стабилизатора, %

К технологическим недостаткам пектина следует отнести условия его выдерживания в растворах для набухания при 18-20 °С, дополнительное внесение сахарозы в раствор и резкое уменьшение показателя вязкости при понижении рН. В результате этого наблюдается снижение устойчивости сформированной коллоидной системы и увеличение продолжительности структурообразования. При этом вязкость растворов полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь высока при 10-100 °С и не зависит от рН раствора и вспомогательных веществ, которые негативно воздействуют на растворы пектина [68].

Традиционно полисахарид микробного происхождения ксантановая камедь в пищевой промышленности используется для приготовления соусов, мороженого, десертов и напитков. Добавление пектина в рецептуру продукта позволяет увеличить массовую долю пищевых волокон в изделиях, чем не может похвастаться внесение ксантановой камеди за счет значительного более низких концентраций.

Ксантановая камедь для производства мучных кондитерских изделий практически не используется, за исключением производства жировых начинок.

Учитывая реологические характеристики данного стабилизатор, далее исследовали возможность применения ксантановой камеди в технологии приготовления бисквитного полуфабриката.

3.5 Разработка рецептур и товароведная оценка бисквитных полуфабрикатов с полисахаридом микробного происхождения ксантановая камедь

В соответствии с результатами исследований, приведенных в подразделе 3.4, за базовую величину было принято 13% соевой муки к массе всей используемой муки, так как добавка соевой муки в рецептуру бисквитного полуфабриката в количестве, свыше 15% резко снижает органолептические показатели качества изделий, придавая готовому продукту неприятный запах и вкус. Далее проводились исследования образцов бисквитного полуфабриката с различным соотношением в рецептуре рисовой и кукурузной муки с дополнительным внесением ксантановой камеди в количестве 0,5% к массе муки. Варианты образцов представлены на рисунке 3.15.

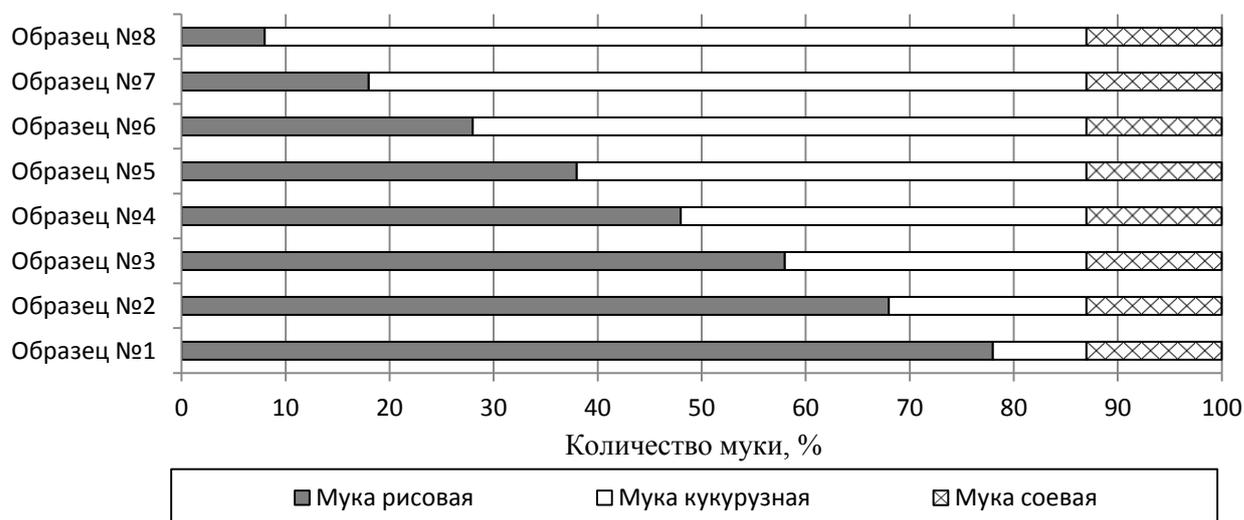


Рисунок 3.15 – Образцы с полисахаридом микробного происхождения ксантановая камедь

Органолептическая оценка разработанных образцов бисквитного полуфабриката представлена в таблице 3.18.

Таблица 3.18 – Органолептическая оценка образцов бисквитного полуфабриката

| Показатели качества | Контрольный образец | Экспериментальные образцы | | | | | | |
|--------------------------|---|---|--|---|---|---|---|---|
| | | Образец 1 | Образец 2 | Образец 3 | Образец 4 | Образец 5 | Образец 6 и Образец 7 | Образец 8 |
| Внешний вид | Ровная, гладкая поверхность, без трещин, не подгорелая | | | Ровная поверхность, с небольшими трещинами, не подгорелая | | Неровная поверхность, с трещинами, не подгорелая | | Поверхность со значительным и неровностями и трещинами, не подгорелая |
| Вид в разрезе | Пропеченный бисквит без пустот и следов непромеса, без закала, равномерный по толщине | Пропеченный бисквит с мелкой пористостью, без пустот и следов непромеса, без закала, равномерный по толщине | Пропеченный бисквит с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса, без закала, равномерный по толщине | | Пропеченный бисквит с неравномерной пористостью, с небольшим количеством пустот, без закала, равномерный по толщине | Пропеченный бисквит с неравномерной пористостью, с большим количеством пустот, равномерный по толщине | Пропеченный бисквит с неравномерной пористостью, большим количеством пустот, без закала, неравномерный по толщине | |
| Структура и консистенция | Правильная, без изломов, вмятин и повреждений, с ровным срезом | | | С небольшими изгибами, без вмятин и повреждений | Неправильная, с небольшими изгибами и вмятинами, с небольшими повреждениями | | Неправильная, с изгибами и вмятинами | Вогнутая, с вмятинами, повреждениями и |

Продолжение таблицы 3.18

| Показатели качества | Контрольный образец | Экспериментальные образцы | | | | | | |
|---------------------|---|---|-----------|-----------|--|-----------|---|---|
| | | Образец 1 | Образец 2 | Образец 3 | Образец 4 | Образец 5 | Образец 6 и Образец 7 | Образец 8 |
| Вкус и запах | Приятный вкус, свойственный бисквиту, без посторонних запахов и привкусов | Вкус мягкий, приятный, запах насыщенный, ароматный. Мякиш нежный, легко разжевывающийся, не комкующийся | | | Вкус мягкий с легким привкусом кукурузной муки, без постороннего запаха и привкуса | | Вкус с явно выраженным привкусом кукурузной муки, запах кукурузной муки | Вкус неприятный, с ноткой горечи, выраженный запах и привкус кукурузной муки, мякиш комкующийся |

Органолептическую оценку выпеченных образцов проводили также при помощи дегустационного анализа, с использованием описательной балловой шкалы органолептической оценки качества применительно безглютеновым бисквитным полуфабрикатам и представленной в Приложении В. Результаты органолептической оценки приведены на рисунке 3.16.

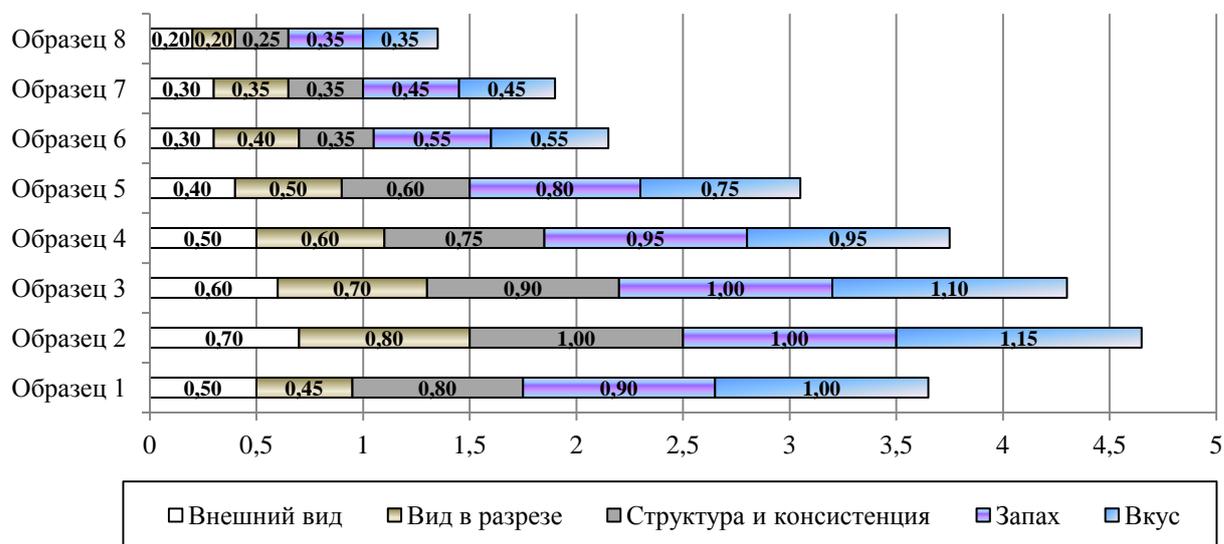


Рисунок 3.16 – Балльная оценка готовых образцов бисквитного полуфабриката

Наибольшее количество баллов получили образцы № 2 (4,65 балла), № 3 (4,30 балла), № 1 (3,65 балла). Изделия с высоким содержанием кукурузной муки имели ярко выраженный вкус кукурузы с горчинкой в послевкусии. Цвет мякиша изменялся от золотистого до темно-желтого в изделиях, получивших наименьшее количество баллов.

С увеличением доли рисовой муки – характерный привкус кукурузной муки снижался, однако изделия с высоким содержанием рисовой муки имели невыраженный вкус. Мякиш полуфабрикатов был кремового цвета, и чрезмерно рассыпчатый.

Данные анализа физико-химических показателей бисквитных полуфабрикатов представлены в таблице 3.19.

Таблица 3.19 – Показатели качества выпеченных бисквитных полуфабрикатов (n = 5)

| Показатель / Образец | Плотность теста, кг/м ³ | Эффективная вязкость теста, Па·с | Влажность, % | | Удельный объем, см ³ /100 г | Пористость, % |
|----------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------|----------|--|---------------|
| | | | теста | мякиша | | |
| Контрольный образец | 0,45±0,04 | 35,4±0,2 | 37,2±1,0 | 25,0±1,0 | 380±2,0 | 75,2±0,3 |
| Образец №1 | 0,38±0,08 | 29,1±0,6 | 38,4±1,3 | 22,1±1,6 | 433±2,8 | 80,0±0,2 |
| Образец №2 | 0,42±0,04 | 30,6±0,3 | 38,3±1,1 | 23,2±1,1 | 438±2,2 | 78,5±0,4 |
| Образец №3 | 0,45±0,07 | 31,3±0,7 | 38,1±1,9 | 23,6±1,0 | 402±2,9 | 78,3±0,6 |
| Образец №4 | 0,47±0,02 | 32,7±0,9 | 37,9±1,7 | 24,0±1,1 | 396±2,5 | 76,5±0,2 |
| Образец №5 | 0,52±0,04 | 33,9±0,3 | 37,7±1,6 | 24,0±1,2 | 395±2,3 | 75,8±0,3 |
| Образец №6 | 0,54±0,05 | 34,2±0,5 | 37,6±1,5 | 24,0±1,8 | 383±2,1 | 73,2±0,3 |
| Образец №7 | 0,55±0,06 | 34,5±0,3 | 37,5±1,3 | 24,0±1,6 | 381±2,7 | 74,6±0,4 |
| Образец №8 | 0,56±0,05 | 35,3±0,2 | 37,3±1,5 | 24,8±1,2 | 377±2,0 | 74,4±0,5 |

Было установлено, что с увеличением доли кукурузной муки и уменьшением доли рисовой муки в смеси происходит повышение плотности бисквитного теста на 24,4% и к увеличению его эффективной вязкости на 18%, по сравнению с контрольным образцом. С увеличением доли рисовой муки при практически одинаковой влажности теста (37-38%) уменьшалась влажность мякиша выпеченных изделий - на 15%, по сравнению с контрольным образцом.

Повышение дозировки вносимой кукурузной муки приводит к ухудшению качества бисквитного полуфабриката: снижаются органолептические показатели качества, удельный объем – на 1,0%, по сравнению с контрольным образцом. Образец №8 плохо поднимался при выпечке, имел вогнутую верхнюю корку, низкий объем и пористость.

Таким образом, экспериментально доказано, что для придания бисквитам высоких органолептических показателей целесообразно уменьшить количество кукурузной муки в смеси по отношению к рисовой муке.

3.6 Использование математического моделирования для определения оптимального ингредиентного состава безглютенового бисквитного полуфабриката

С целью установления оптимального значения кукурузной муки в смеси безглютеновых видов муки исследуемых бисквитных полуфабрикатов проводили обработку результатов эксперимента с использованием метода многокритериальной оптимизации [18].

Сущность метода заключается в определении обобщенной функции желательности D , которая представляет собой среднее геометрическое желательностей отдельных параметров оптимизации

$$D = \sqrt[q]{d_1 \cdot d_2 \dots \cdot d_q}, \quad (3.1)$$

где d_1, d_2, \dots, d_q – желательный уровень параметра оптимизации;

q – количество параметров оптимизации.

Величина d меняется от 0 до 1 в соответствие с приведенной ниже шкалой:

- 1,00 – максимально возможный уровень параметра оптимизации, которого не всегда следует добиваться;
- 1,00-0,80 – допустимый или высокий уровень параметра, которого не всегда следует добиваться;
- 0,80-0,60 – допустимый и хороший уровень параметра (но все же выше того, которого реально добиваются);
- 0,60-0,37 – допустимый и достаточный уровень параметра;
- 0,37 – заданный уровень параметра;
- 0,37-0 – недопустимый уровень параметра.

Зависимость (3.1) позволяет заменить несколько параметров оптимизации одним. В случае односторонних ограничений на параметры оптимизации частная функция желательности имеет вид

$$d_i = \exp[-\exp(-y'_i)], \quad (3.2)$$

где y'_i – некоторая безразмерная величина.

Величина y'_i связана с параметром оптимизации y_i следующим законом

$$y'_i = b_0 + b_1 y_i, \quad (3.3)$$

где b_0 , b_1 – коэффициенты, которые можно определить, если для двух значений параметра оптимизации y_i задать соответствующие значения частной функции желательности.

Для определения коэффициентов b_0 , b_1 в уравнениях (3.2) и (3.3) был использован следующий прием: худшему значению параметра оптимизации y_i присваивали значение желательности, равное 0,37, а лучшему – значение желательности, равное 0,98. Подставляя в уравнение (3.3) значения y'_i (от -4 до +4), получают данные, представленные в таблице 3.20, которые используют для построения графика функции желательности (рисунок 3.17).

Таблица 3.20 – Данные для построения графика функции желательности

| y' | d | $d_{\text{округл}}$ |
|------|----------|---------------------|
| -4 | 0,000000 | 0,00 |
| -3 | 0,000006 | 0,00 |
| -2 | 0,000648 | 0,00 |
| -1 | 0,065988 | 0,07 |
| 0 | 0,367879 | 0,37 |
| 1 | 0,692200 | 0,70 |
| 2 | 0,873423 | 0,87 |
| 3 | 0,951432 | 0,95 |
| 4 | 0,981851 | 0,98 |

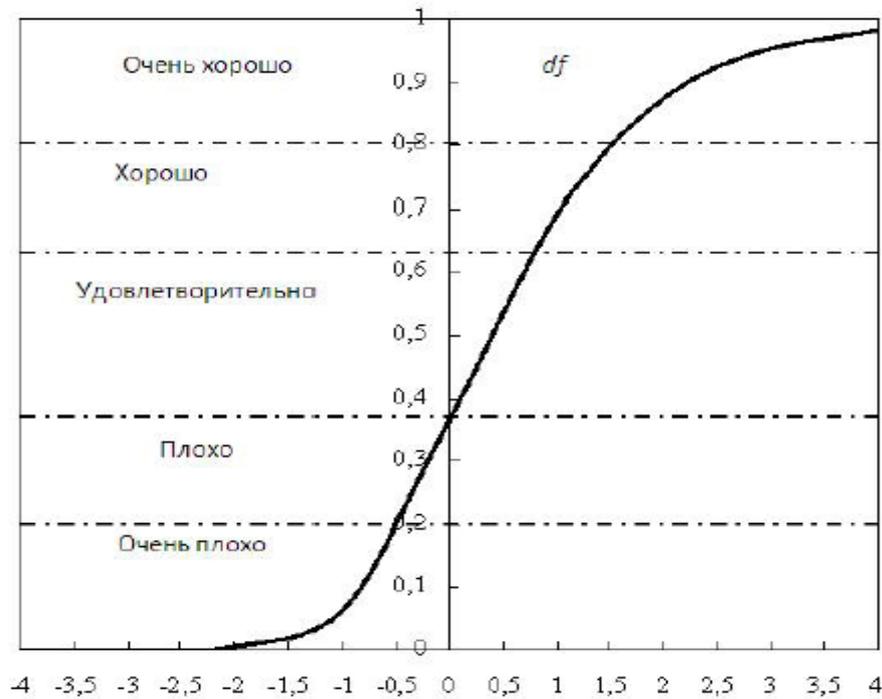


Рисунок 3.17 – Функция желательности для одностороннего ограничения

Чем выше значение параметра D у образца, тем лучший набор всех частных параметров оптимизации ему принадлежит.

В ходе проведенных исследований для восьми ранее исследуемых образцов бисквитных полуфабрикатов выявлены показатели качества, которые находятся в конфликте друг с другом. В связи с этим выбор рационального состава бисквитного полуфабриката проводили с использованием метода многокритериальной оптимизации [12].

В качестве частных параметров оптимизации были выбраны: y_1 – удельный объем бисквитного полуфабриката, $\text{см}^3/100 \text{ г}$; y_2 – плотность теста, $\text{кг}/\text{м}^3$; y_3 – эффективная вязкость теста, $\text{Па}\cdot\text{с}$; y_4 – пористость бисквитного полуфабриката, %.

Следующие ограничения: $y_1 \geq 377 \text{ см}^3/100 \text{ г}$; $y_2 \leq 0,56 \text{ кг}/\text{м}^3$; $y_3 \leq 35 \%$; $y_4 \geq 74 \%$. Условия оптимизации: $y_1, y_4 \rightarrow \max$; $y_2, y_3 \rightarrow \min$.

Реперные точки для установления связи между y_i и y_i' приведены в таблице 3.21.

Таблица 3.21 – Реперные точки связи

| Параметр | y_i | d_i | y'_i |
|----------|-------|-------|--------|
| y_1 | 377 | 0,37 | 0 |
| | 438 | 0,98 | 4 |
| y_2 | 0,56 | 0,37 | 0 |
| | 0,38 | 0,98 | 4 |
| y_3 | 35,3 | 0,37 | 0 |
| | 29,1 | 0,98 | 4 |
| y_4 | 73,2 | 0,37 | 0 |
| | 80,0 | 0,98 | 4 |

Функции желательности по каждому параметру оптимизации, определенные графически, для восьми образцов бисквитных полуфабрикатов с различными соотношениями безглютеновых видов муки, представлены в таблице 3.22.

Таблица 3.22 – Расчет параметров оптимизации

| Показатель / Образец | Удельный объем, см ³ /100 г | | Плотность теста, кг/м ³ | | Эффективная вязкость теста, Па·с | | Пористость, % | |
|----------------------|--|-------|------------------------------------|-------|----------------------------------|-------|---------------|-------|
| | y_1 | d_1 | y_2 | d_2 | y_3 | d_3 | y_4 | d_4 |
| Образец 1 | 433 | 0,95 | 0,38 | 0,98 | 29,1±0,6 | 0,98 | 80,0±0,2 | 0,98 |
| Образец 2 | 438 | 0,98 | 0,42 | 0,85 | 30,6±0,3 | 0,90 | 78,5±0,4 | 0,89 |
| Образец 3 | 402 | 0,63 | 0,45 | 0,77 | 31,3±0,7 | 0,82 | 78,3±0,6 | 0,85 |
| Образец 4 | 396 | 0,59 | 0,47 | 0,63 | 32,7±0,9 | 0,70 | 76,5±0,2 | 0,79 |
| Образец 5 | 395 | 0,55 | 0,52 | 0,46 | 33,9±0,3 | 0,56 | 75,8±0,3 | 0,74 |
| Образец 6 | 383 | 0,43 | 0,54 | 0,43 | 34,2±0,5 | 0,53 | 73,2±0,3 | 0,59 |
| Образец 7 | 381 | 0,40 | 0,55 | 0,41 | 34,5±0,3 | 0,44 | 74,6±0,4 | 0,54 |
| Образец 8 | 377 | 0,37 | 0,56 | 0,37 | 35,3±0,2 | 0,37 | 74,4±0,5 | 0,37 |

По данным, приведенным в таблице 104, рассчитывали обобщенную функцию желательности по формуле (3.1):

$$D_1 = \sqrt[4]{0,95 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 0,97;$$

$$D_2 = \sqrt[4]{0,98 \cdot 0,85 \cdot 0,90 \cdot 0,89} = 0,92;$$

$$D_3 = \sqrt[4]{0,63 \cdot 0,77 \cdot 0,82 \cdot 0,85} = 0,76;$$

$$D_4 = \sqrt[4]{0,59 \cdot 0,63 \cdot 0,70 \cdot 0,79} = 0,67;$$

$$D_5 = \sqrt[4]{0,55 \cdot 0,46 \cdot 0,56 \cdot 0,74} = 0,57;$$

$$D_6 = \sqrt[4]{0,43 \cdot 0,43 \cdot 0,53 \cdot 0,59} = 0,49;$$

$$D_7 = \sqrt[4]{0,40 \cdot 0,41 \cdot 0,44 \cdot 0,54} = 0,44;$$

$$D_8 = \sqrt[4]{0,37 \cdot 0,37 \cdot 0,37 \cdot 0,37} = 0,37.$$

Наиболее худшим следует признать бисквитный полуфабрикат, приготовленный из большого количества кукурузной муки в смеси (образец 8), который характеризовался наиболее плохим набором частных параметров оптимизации, что видно из рисунка 3.18.

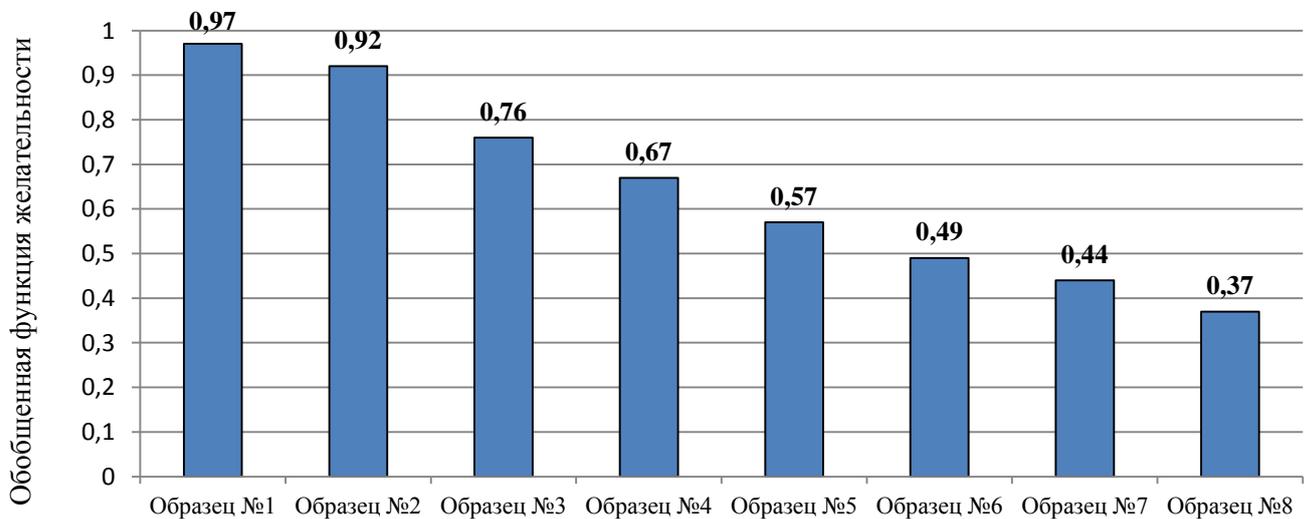


Рисунок 3.18 – Ранжирование образцов в порядке убывания значения обобщенной функции желательности

Наибольшее значение обобщенной функции желательности имеет образец 2, так как ему принадлежит лучший набор всех частных параметров оптимизации. Образец 1, согласно математической модели, наиболее близок к контрольному образцу по физико-химическим и органолептическим характеристикам, но при этом он обладает более низкой пищевой ценностью относительно образца №2. В то же время образец №3 характеризовался невысокими органолептическими показателями качества по сравнению с образцом №2.

На основании проведенных исследований оптимальным значением для кукурузной муки является 19%. Поэтому для дальнейших исследований был выбран образец бисквитного полуфабриката, имеющий наиболее сбалансированные потребительские характеристики: 68% рисовой муки, 19% кукурузной муки и 13% соевой муки, т.е. модель №2. Кроме того ранее доказано оптимальная концентрация вносимого полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь в количестве 0,5% к массе смеси безглютеновых видов муки, что положительно влияло на структурно-механические свойства теста и физико-химические показатели качества готовых изделий. Безглютеновый бисквитный полуфабрикат получил название «Свит».

Рецептура бисквитного полуфабриката из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки «Свит» в таблице 3.23.

Таблица 3.23 – Рецептатура бисквитного полуфабриката «Свит»

| Сырье | Массовая доля сухих веществ, % | Расход сырья на 1 т бисквита, кг | |
|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| | | в натуре | в сухих веществах |
| Мука рисовая | 88,00 | 186,98 | 164,54 |
| Мука кукурузная | 85,00 | 52,24 | 44,41 |
| Мука соевая | 90,00 | 35,75 | 32,17 |
| Крахмал картофельный (сухой) | 80,00 | 67,89 | 54,31 |
| Сахар-песок | 99,85 | 339,47 | 338,96 |
| Яйца куриные | 27,00 | 565,80 | 152,77 |
| Ксантановая камедь | 85,12 | 13,75 | 11,57 |
| Эссенция | 0,00 | 3,50 | 0,00 |
| Итого | – | 1269,97 | 798,73 |
| Выход | 75,00 | 1000,00 | 750,00 |

3.7 Установление условий и сроков хранения

Пищевые продукты, в том числе кондитерские изделия, должны сохранять свои свойства в течение всего срока годности. В соответствии с требованиями современного законодательства, за стабильность показателей качества и безопасности продукции отвечает изготовитель, который еще на стадии разработки и постановки продукта на производство обязан прогнозировать изменение его свойств в процессе хранения.

Поэтому на следующем этапе определяли органолептические, физико-химические показатели качества и микробиологические показатели безопасности безглютенового бисквитного полуфабриката в процессе хранения.

Для определения срока годности осуществляли контроль заложенных на хранение образцов драже в соответствие с основными положениями МУК 4.2.1847-04 с коэффициентом резерва для скоропортящихся продуктов 1,5 [148].

Хранение осуществляли при температуре 20 ± 2 °С и относительной влажности воздуха 75-80% в течение 120 часов. В качестве контрольных показателей для бисквитных полуфабрикатов выбраны наиболее близкие группы продуктов по ТР ТС 021/2011 [150], которыми являлись «Торты и пирожные: без отделок». Данные об органолептических показателях при хранении исследуемых образцов при хранении приведены в таблице 3.24.

В процессе хранения с интервалом в 24 часа в соответствии с МУК 4.2.1847-04 [148] определяли органолептические и физико-химические показатели качества и микробиологические показатели безопасности.

Таблица 3.24 – Динамика органолептических показателей качества бисквитного полуфабриката в процессе хранения (n= 5)

| Образец бисквита | Продолжительность хранения, ч | | | | | |
|--|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0 | 24 | 48 | 72 | 96 | 120 |
| Структура и консистенция (min-max 0,20-1,00), балл | | | | | | |
| Контрольный образец «Свит» | 1,00±0,2 | 1,00±0,2 | 0,75±0,1 | 0,50±0,1 | 0,30±0,1 | 0,20±0,1 |
| | 1,00±0,2 | 1,00±0,1 | 0,95±0,1 | 0,80±0,1 | 0,70±0,1 | 0,65±0,1 |

Продолжение таблицы 3.24

| Образец бисквита | Продолжительность хранения, ч | | | | | |
|---|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0 | 24 | 48 | 72 | 96 | 120 |
| Внешний вид (min-max 0,15-0,75), балл | | | | | | |
| Контрольный образец | 0,75±0,1 | 0,75±0,1 | 0,60±0,1 | 0,50±0,1 | 0,40±0,1 | 0,25±0,1 |
| «Свит» | 0,75±0,2 | 0,75±0,2 | 0,60±0,2 | 0,50±0,2 | 0,45±0,2 | 0,40±0,2 |
| Запах (min-max 0,20-1,00), балл | | | | | | |
| Контрольный образец | 1,00±0,2 | 1,00±0,2 | 0,80±0,2 | 0,50±0,2 | 0,30±0,2 | 0,20±0,2 |
| «Свит» | 1,00±0,2 | 1,00±0,2 | 1,00±0,1 | 0,90±0,1 | 0,85±0,1 | 0,70±0,1 |
| Вкус (min-max 0,25-1,25), балл | | | | | | |
| Контрольный образец | 1,25±0,2 | 1,25±0,2 | 1,00±0,2 | 0,75±0,2 | 0,40±0,2 | 0,30±0,2 |
| «Свит» | 1,25±0,2 | 1,25±0,2 | 1,00±0,1 | 0,70±0,1 | 0,50±0,1 | 0,40±0,1 |
| Вид в разрезе (min-max 0,20-1,00), балл | | | | | | |
| Контрольный образец | 1,00±0,1 | 1,00±0,1 | 0,80±0,1 | 0,50±0,1 | 0,30±0,1 | 0,20±0,1 |
| «Свит» | 1,00±0,1 | 1,00±0,1 | 1,00±0,1 | 0,80±0,1 | 0,80±0,1 | 0,60±0,1 |
| Сумма баллов (min-max 1,0-5,0), балл | | | | | | |
| Контрольный образец | 5,0±0,2 | 5,0±0,2 | 3,95±0,2 | 2,75±0,1 | 1,70±0,2 | 1,15±0,2 |
| «Свит» | 5,0±0,2 | 5,0±0,2 | 4,55±0,2 | 3,70±0,2 | 3,30±0,1 | 2,75±0,1 |

Установлено, что внесение полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь оказывает положительное влияние на сохранность изделий. Свежесть безглютенового бисквитного полуфабриката сохранялась значительно дольше, чем у контрольного образца, особенно по показателям, характеризующим вкус и запах, в то время как в контрольном образце наблюдалось снижение суммарной балльной оценки на 3,85 баллов в течении 120 часов.

Также был проведен сравнительный анализ изменений влажности, массы и структурно-механических показателей в процессе хранения контрольного образца и бисквитного полуфабриката «Свит». При более низкой влажности экспериментального бисквитного полуфабриката по сравнению с контрольным образцом на протяжении всего периода хранения темпы снижения влажности в этих образцах различались незначительно. Так, влажность контрольного образца за весь период хранения снизилась на 40,8%, бисквитного полуфабриката «Свит»

– на 31,5%. Наибольшие изменения структурно-механических показателей при хранении произошли в контрольном образце. Снижение значений общей деформации и пластичности мякиша в контрольном образце составило соответственно 60 и 68,8%, в бисквитном полуфабрикате «Свит» – соответственно 58,7 и 64,3%, т.е. в бисквитном полуфабрикате «Свит» структурно-механические показатели изменялись медленнее, а контрольный образец черствел медленнее. Через 120 ч хранения общая деформация мякиша бисквитного полуфабриката «Свит» была выше, чем у контрольного образца, на 14,9%, т.е. продолжительность его хранения может быть увеличена на 24 ч, по сравнению с контрольным образцом и составить 96 ч.

Исследования микробиологических показателей производили согласно требований ТР ТС 021/2011 [150]. Результаты исследования представлены в таблице 3.25.

Таблица 3.25 – Микробиологические показатели безопасности образцов (n= 5)

| Микробиологические показатели | | Объект исследования | |
|-------------------------------|---|---------------------|--------------------------------|
| | | Контрольный образец | Бисквитный полуфабрикат «Свит» |
| КМАФАнМ, КОЕ/г | по ТР ТС 021/2011 | 1*10 ⁴ | |
| | До хранения | В пределах нормы | В пределах нормы |
| | 72 ч | В пределах нормы | В пределах нормы |
| | 120 ч | В пределах нормы | В пределах нормы |
| Дрожжи, КОЕ/г | по ТР ТС 021/2011 | 50 | |
| | До хранения | В пределах нормы | В пределах нормы |
| | 72 ч | В пределах нормы | В пределах нормы |
| | 120 ч | 20 | 30 |
| Плесени, КОЕ/г | по ТР ТС 021/2011 | 100 | |
| | До хранения | В пределах нормы | В пределах нормы |
| | 72 ч | В пределах нормы | В пределах нормы |
| | 120 ч | В пределах нормы | В пределах нормы |
| БГКП (колиформы) | по ТР ТС 021/2011 (масса продукта, в которой не допускается), г | 1,0 | |
| | До хранения | Не обнаружено | Не обнаружено |
| | 72 ч | Не обнаружено | Не обнаружено |
| | 120 ч | Не обнаружено | Не обнаружено |

Полученные данные по изменению микробиологических показателей качества позволяют сделать вывод, что при соблюдении требований и условий хранения испытуемые микробиологические показатели качества бисквитного полуфабриката (контрольный образец), бисквитного полуфабриката «Свит» из смеси безглютеновых видов муки с полисахаридом микробного происхождения ксантановая камедь соответствуют требованиям ТР ТС 021 [150].

Установлено, что микробиологические показатели безопасности образцов соответствовали гигиеническим требованиям для контрольного образца бисквитного полуфабриката из пшеничной муки высшего сорта в течение 72 ч, для бисквитного полуфабриката «Свит» из смеси безглютеновых видов муки с полисахаридом микробного происхождения ксантановая камедь – в течение 96 ч.

Глава 4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Разработка технологии приготовления бисквитного полуфабриката из смеси безглютеновых видов муки с применением полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь

В соответствии с действующей «Инструкцией по предупреждению попадания посторонних предметов в продукцию» перед использованием на производстве все сырье проходит специальную подготовку. Подготовка сырья к производству включает в себя следующие операции [81]:

- растаривание сырья;
- очистка сырья от посторонних металлических, механических и ферромагнитных примесей путем просеивания/процеживания;
- дозирование сырья, подача на производство.

Схема подготовки сырья к производству бисквитного полуфабриката из безглютеновых видов муки с добавлением полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь представлена на рисунке 4.1.

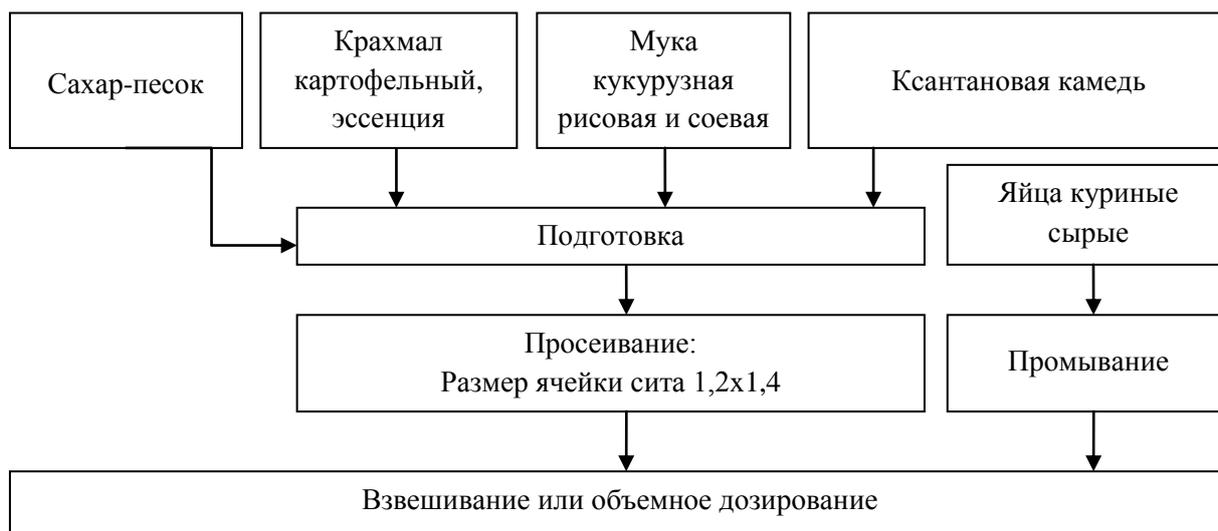


Рисунок 4.1 – Схема подготовки сырья к производству бисквитного полуфабриката

Наиболее близким техническим решением при разработке технологического процесса изготовления бисквитного полуфабриката из безглютеновых видов муки, является способ производства бисквита основного [70]. Способ предусматривает замес теста путем смешивания яично-сахарной и мучной смесей. Яично-сахарную смесь готовят путем взбивания сырых куриных яиц с сахаром-песком во взбивальной машине до увеличения объема смеси в 2,5-3 раза. Мучную смесь получают путем смешивания пшеничной муки с картофельным крахмалом и эссенцией. Перед окончанием взбивания в яично-сахарную смесь добавляют смесь сыпучих компонентов в 2-3 приема и перемешивают не более 15 секунд.

Готовое тесто должно быть пышным, хорошо насыщенным воздухом, равномерно перемешанным, без комочков и иметь кремовый цвет.

Затем бисквитное тесто немедленно разливают в противни или формы, которые предварительно смазывают жиром или застилают бумагой. Противни и формы заполняют на 3/4 высоты, чтобы тесто при подъеме не перевалилось через борта.

Продолжительность выпечки составляет 30-40 мин при температуре 195-210 °С. Выпеченный бисквит охлаждают в течение 20-30 мин, вынимают из противней или форм и выстаивают 8-10 ч при температуре 15-20 °С. После этого бумагу снимают, бисквит зачищают [55].

Внося соответствующие изменения и дополнения, с учетом характеристик используемого сырья, была разработана технологическая схема производства бисквитного полуфабриката из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки с добавлением полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь, состоящая из нижеследующих этапов:

- подготовка сырья к производству;
- взбивание яично-сахарной смеси;
- получение смеси из безглютеновых видов муки, крахмала, эссенции и полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь;
- замес теста;
- розлив теста в формы;

- выпечка, охлаждение и выстаивание бисквитного полуфабриката;
- Зачистка бисквитного полуфабриката и дальнейшая обработка.

Разработанная технологическая схема производства безглютенового бисквитного полуфабриката с добавлением полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь представлена на рисунке 4.2.

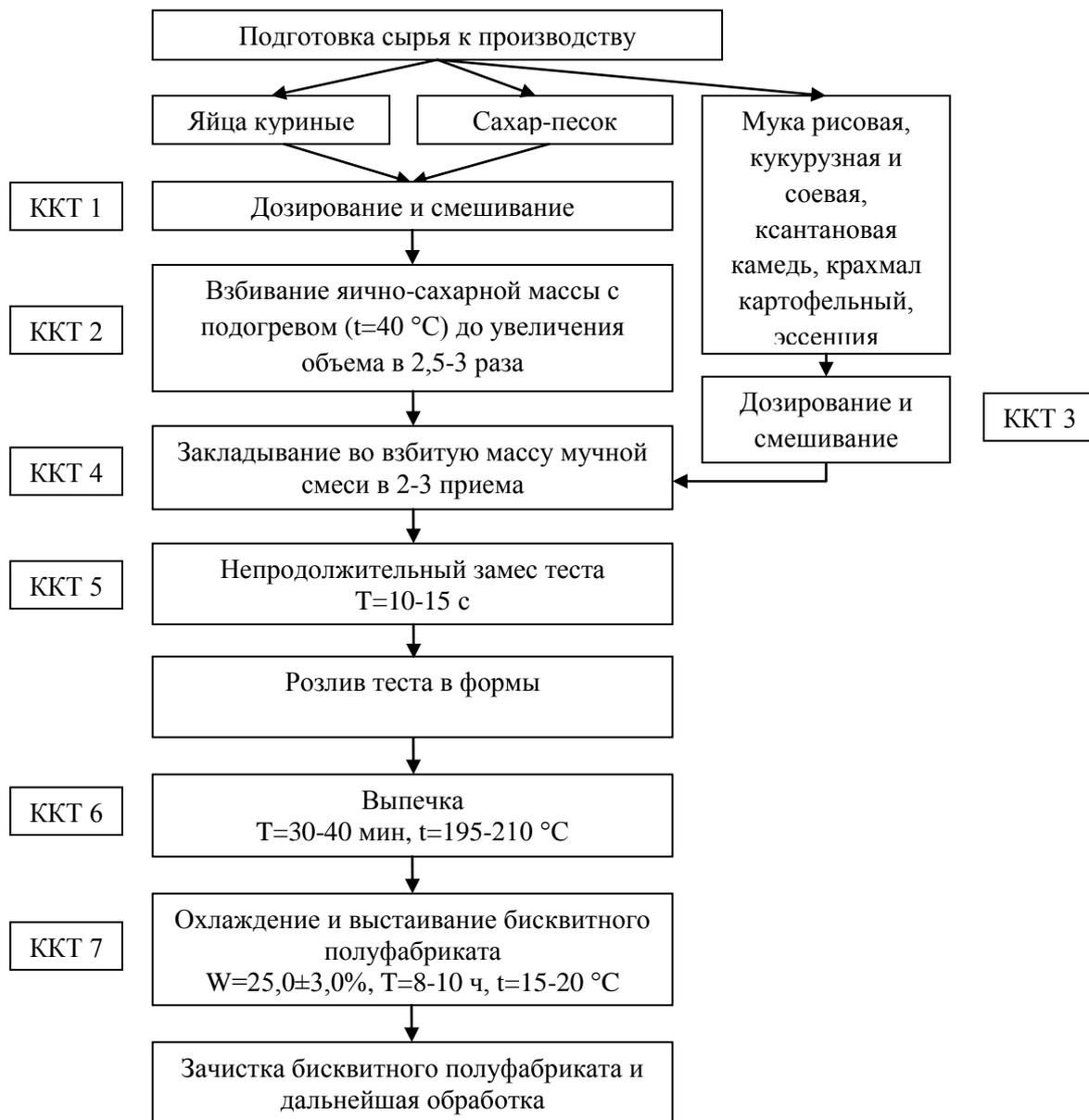


Рисунок 4.2 – Технологическая схема производства безглютенового бисквитного полуфабриката с добавлением полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь

В исследовании было изучено влияние внесения полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь на разных технологических стадиях:

1. на этапе замешивания жидких компонентов;
2. на этапе составления мучной смеси.

Вначале вносили полисахарид микробного происхождения ксантановая камедь на этапе замешивания жидких компонентов и измеряли плотность, эффективную вязкость, удельный объем и пористость готовых бисквитных полуфабрикатов. Результаты анализа представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Структурно-механические показатели бисквитного полуфабриката с добавлением ксантановой камеди на разных технологических стадиях (n = 5)

| Показатель | Плотность теста, кг/м ³ | Эффективная вязкость теста, Па·с | Удельный объем, см ³ /100 г | Пористость, % |
|---|------------------------------------|----------------------------------|--|---------------|
| Образец, с ксантановой камедью, добавленной на этапе замешивания жидких компонентов | 1,0±0,05 | 70,6±0,2 | 156±2,0 | 21,2±0,3 |
| Образец, с ксантановой камедью, добавленной на этапе составления мучной смеси | 0,42±0,04 | 30,6±0,3 | 438±2,2 | 78,5±0,4 |

При внесении полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь во взбиваемые жидкие компоненты происходило резкое сгущение эмульсии. Последующий кратковременный замес приводил к затягиванию теста, что в итоге негативно сказывалось на органолептических качествах бисквита.

При внесении полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь на этапе составления мучной смеси бисквитные полуфабрикаты приобретали хорошие потребительские качества, в связи с чем данный метод внесения добавки был принят за окончательный.

С целью получения равномерно перемешанной смеси из безглютеновых видов муки, крахмала картофельного, эссенции и полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь ввиду небольшого количества стабилизатора в смеси было решено использовать многоголовочный дозатор, смонтированный со взбивальной машиной. Разработанная автоматизированная поточная линия,

предназначенная для производства безглютенового бисквитного полуфабриката, представлена в Приложении А.

4.2 Установление регламентированных показателей качества

На основании проведенных исследований установлены регламентируемые показатели качества и разработана техническая документация (ТУ и ТИ 9134-008-79124113-2015). Регламентируемые органолептические показатели качества представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Регламентируемые органолептические показатели качества бисквитного полуфабриката «Свит» из смеси безглютеновых видов муки с полисахаридом микробного происхождения ксантановая камедь

| Наименование показателя | Требования по ТУ 9134-008-79124113-2015 |
|--------------------------|--|
| Внешний вид | Форма правильная, соответствующая форме для выпечки. Поверхность без повреждений, не подгорелая, светло-коричневая, гладкая, без крупных трещин и подрывов |
| Вид в разрезе | Пропеченный бисквит без пустот и следов непромеса, без закала, равномерный по толщине |
| Структура и консистенция | Равномерно пористая, упругая, нежная, без следов непропеченности, доставляет эмоциональное удовольствие |
| Запах | Аромат средней интенсивности, пропеченного бисквита, яркий, доставляет эмоциональное удовольствие |
| Вкус | Сладкий, гармоничный насыщенный, с приятным послевкусием бисквита, доставляет эмоциональное удовольствие |

Регламентируемые физико-химические показатели бисквитного полуфабриката «Свит» из смеси безглютеновых видов муки с полисахаридом микробного происхождения ксантановая камедь представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Физико – химические показатели бисквитного полуфабриката «Свит» из смеси безглютеновых видов муки с полисахаридом микробного происхождения ксантановая камедь

| Наименование показателя | Требования по ТУ 9134-008-79124113-2015 |
|--|--|
| Массовая доля влаги, %, не более | 25,0 |
| Массовая доля общего сахара в пересчете на сухое вещество, %, не более | В пределах нормы, установленной по рецептуре |
| Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, % | В пределах нормы, установленной по рецептуре |
| Массовая доля золы, нерастворимой в 10%-ной соляной кислоте, %, не более | 0,1 |

Результаты расчета пищевой и энергетической ценности изделий представлены в Приложении Б.

4.3 Расчет экономической себестоимости по прямым затратам производства бисквитного полуфабриката «Свит» из безглютеновых видов муки с применением полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь

Для оценки экономической эффективности производства бисквитного полуфабриката «Свит» из смеси безглютеновых видов муки с применением полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь составлен расчет себестоимости продукции по методике Е.Г. Калабиной [85]. Планируется осуществлять реализацию продукции через кондитерские предприятия Свердловской области, также возможна реализация продукции через магазины. Для расширения рынка сбыта возможны поставки в другие крупные торговые центры РФ.

Исходя из производственных мощностей предприятия определен планируемый выпуск продукции, составляющий 500 кг/сут. Расчет энергозатрат на производство представлено в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Затраты на топливо, воду и энергию

| Элемент затрат | Ед.изм. | Норма потребления в час/за смену | Стоимость единицы, руб. | Стоимость, руб. |
|---|----------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------|
| Электроэнергия (на технологические нужды) | кВт/ч | 85,69/599,8 | 5,33 | 3196,93 |
| Электроэнергия (на хозяйственные нужды) | кВт/ч | 9,31/65,2 | 5,33 | 347,52 |
| Вода | м ³ | 0,2/1,6 | 31,95 | 51,12 |
| Итого: | - | - | - | 3595,57 |

Расчет стоимости сырья представлен в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Затраты на сырье на 1 т бисквитного полуфабриката «Свит»

| Наименование сырья | Цена за 1 кг, руб | Расход сырья на 1 тонну готовой продукции, кг | Стоимость сырья, руб. |
|----------------------|-------------------|---|-----------------------|
| Мука рисовая | 40,24 | 186,98 | 7524,08 |
| Мука кукурузная | 45,06 | 52,24 | 2353,94 |
| Мука соевая | 81,66 | 35,75 | 2919,26 |
| Крахмал картофельный | 29,32 | 67,89 | 1990,54 |
| Сахар-песок | 45,48 | 339,47 | 15439,1 |
| Яйцо куриное | 66,58 | 565,80 | 37670,97 |
| Ксантановая камедь | 985,62 | 13,75 | 13552,28 |
| Итого | | 1269,97 | 81450,18 |

Расчет стоимости сырья и материалов представлен в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Расчет стоимости сырья и материалов

| Виды затрат | Единица измерения | Количество | Цена, руб./ед.изм. | Стоимость, руб. |
|----------------------|-------------------|------------|--------------------|-----------------|
| Сырье | кг | – | – | 81450,18 |
| Материалы: | шт | | | |
| Гофрокороб | | 100 | 10,20 | 2040,00 |
| Упаковка | | 10000 | 0,70 | 14000,00 |
| Транспортные расходы | – | – | – | 1300 |
| Прочие расходы | – | – | – | 3000,00 |
| Потери сырья | – | – | – | 400,00 |
| Итого: | – | – | – | 102190,18 |

Смета затрат на производство бисквитного полуфабриката «Свит» из смеси безглютеновых видов муки с применением полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь представлена в таблице 4.7. Расчеты велись с учетом того, что отчисления на социальные нужды по заработной плате основных и вспомогательных производственных рабочих составляют 26% от фонда оплаты труда [153].

Таблица 4.7 – Смета затрат на производство бисквитного полуфабриката «Свит»

| Элементы затрат | Затраты на бисквитный полуфабрикат «Свит» | | Структура затрат, % |
|--|---|--|---------------------|
| | на 1 т./руб. | | |
| Материальные затраты, в т.ч. | 105438,23 | | 57,21 |
| Сырье и материалы | 102190,18 | | 55,45 |
| Электроэнергия | 3196,93 | | 1,73 |
| Вода | 51,12 | | 0,03 |
| Затраты на оплату труда | 62596,82 | | 33,96 |
| Отчисления на социальные нужды- 26% от ФОТ | 16275,18 | | 8,83 |
| Производственная себестоимость | 184310,23 | | 100,00 |

По данным таблицы 4.7 можно отметить, что наибольший удельный вес в себестоимости готового продукта занимают материальные затраты (57,21%), а именно, стоимость сырья и материалов.

Таким образом, себестоимость 100 г бисквитного полуфабриката «Свит» из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки с применением полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь, упакованного в индивидуальную упаковку составляет 14 руб. 38 коп. Для сравнения стоимость классического бисквитного полуфабриката из пшеничной муки высшего сорта – 4 руб. 72 коп / 100 г., что обусловлено применением только одного вида муки (пшеничной муки высшего сорта) и отсутствием пищевых добавок в рецептуре.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мучные кондитерские изделия являются одной из самых востребованных групп кондитерских изделий для различных групп населения. Вместе с тем, на рынке потребительских товаров отмечается дефицит мучных кондитерских изделий, предназначенных для лиц с нарушенным белковым обменом, что обуславливает актуальность исследований в области разработки и расширения ассортимента отечественной продукции «без глютена». Следует отметить, недостаточный уровень отечественной продукции на рынке потребительских товаров.

В настоящей работе представлены исследования по влиянию полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь на качество бисквитных полуфабрикатов из смеси безглютеновых видов муки. Полученные материалы можно обобщить в следующих выводах:

1. Научно обоснована рецептура и технология бисквитного полуфабриката из безглютеновых видов муки, дана товароведная оценка разработанного бисквитного полуфабриката, полученного с использованием рисовой, кукурузной и соевой муки. Определены пороговые значения кукурузной (63%), рисовой (19%) и соевой (13%) муки в рецептуре бисквитного полуфабриката, как результат сравнительной оценки органолептических и физико-химических характеристик.
2. В качестве стабилизатора в производстве бисквитного полуфабриката, обеспечивающего наилучшие структурно-механические свойства бисквитного теста и потребительские свойства готовых изделий, выбран полисахарид микробного происхождения ксантановая камедь. Определены дозировки и способы внесения полисахарида микробного происхождения ксантановой камеди в мучные кондитерские изделия. Внесение ксантановой камеди в количестве свыше 0,5% вызывает увеличение эффективной вязкости теста до 90,8 Па·с и увеличение плотности теста до 0,84 кг/м³. При этом удельный объем готовых бисквитных полуфабрикатов снижался 100

см³/100 г, а пористость до 12%, что позволило сделать вывод о целесообразности применения полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь в дозировке 0,5% к массе всей используемой муки.

3. Дана оценка структурно-механических свойств бисквитного теста и бисквитного полуфабриката из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки с полисахаридом микробного происхождения ксантановая камедь: плотность теста уменьшается на 0,03 кг/м³ (7%), эффективная вязкость теста – на 4,8 Па·с (14%) относительно бисквитного полуфабриката основного из пшеничной муки высшего сорта. Пористость готовых изделий увеличивается на 4,4%, удельный объем – на 58 см³/100 г (15,3%) относительно бисквитного полуфабриката основного из пшеничной муки высшего сорта.
4. Проведена товароведная оценка разработанного бисквитного полуфабриката из смеси безглютеновых видов муки с полисахаридом микробного происхождения ксантановая камедь. Установлено положительное влияние внесения полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь на формирование потребительских свойств и пищевой ценности готового изделия, сроки хранения, обеспечивающих безопасность и максимальное сохранение потребительских свойств.
5. Определены регламентируемые показатели качества и сроки хранения. Установлено, что введение ксантановой камеди в рецептуру бисквитного полуфабриката, оказывают значительное влияние на замедление процесса усыхания в процессе хранения, что позволяет увеличить срок годности изделий с 72 до 96 часов.
6. Разработана и утверждена техническая документация ТУ, ТИ 9134-008-79124113-2015 на «Полуфабрикат бисквитный «Свит» из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки с микробным полисахаридом». Проведена промышленная апробация опытных партий изделий на базе предприятия общественного питания ресторан «Мама Чоли» (г. Екатеринбург) и пекарни «Хлебный двор» (пос. Белоярский).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Австриевских А.Н. Продукты здорового питания: новые технологии, обеспечение качества, эффективность применения / А.Н. Австриевских, А.А. Вековцев, В.М. Позняковский. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 314с.
2. Алексеев Г.В. Моделирование процесса измельчения пищевых добавок для производства функциональных мучных кондитерских изделий / Г.В. Алексеев, Е.А. Гришанова // Казанская наука. – 2010. – № 6. – с. 138
3. Антипова Л.В. Частные исследования технологии получения нутовой муки и ее характеристики / Л.В. Антипова, Н.В. Аникеева // Современные технологии переработки животноводческого сырья в обеспечении здорового питания: наука, образование и производство: материалы междунар. науч.-техн. конф., Воронеж, 1-4 октября 2003 г. – Воронеж, 2003. – С. 153-156
4. Аромашка: Ксантан [Электронный ресурс]. – Режим доступа. URL: http://www.soyuzoptorg.ru/news/postid/own_news/33
5. Базы данных: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/databases/
6. Баева Е.А. Российский рынок пищевых микроингредиентов в контексте развития мирового рынка // Пищевые ингредиенты в создание современных продуктов питания / под ред. В.А. Тутельяна, А.П. Нечаева. М.: ДеЛи плюс, 2014. – С. 134
7. Белявская И.Г. Влияние поваренной пищевой соли на свойства теста и качество изделий из пшеничной хлебопекарной муки. Технология производства ахлоридного хлеба / И.Г. Белявская, В.Я. Черных, Ю.А. Болтенко // Хлебопечение России. 2003. – № 1. – С. 20-22
8. Боярская Л.Н. Целиакия у детей. Проблемы диагностики и лечения (обзор) / Л.Н. Боярская, Е.А. Иванова // Сучасні медичні технології. 2010. – № 2. – С. 60-69

9. Вишняк М.Н. Разработка и оценка потребительских свойств безглютеновых мучных кондитерских изделий [Текст]: диссертация кандидата технических наук: 05.18.15 / М.Н. Вишняк. – Барнаул, 2011. – 181 с.
10. Вытовтов А.А. Теоретические и практические основы органолептического анализа продуктов питания / А.А. Вытовтов. СПб.: ГИОРД, 2010. – 232 с.
11. Горлов И.Ф. Нут – альтернативная культура многоцелевого назначения: монография / И.Ф. Горлов. – Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2012. – 106 с.
12. Грачев Ю.П. Математические методы планирования эксперимента / Ю.П. Грачев, Ю.М. Плаксин. – М.: ДеЛиПринт, 2005. – 296 с.
13. Гречиха – [Электронный ресурс] – Режим доступа. URL: <http://россельхоз.рф/stati/rastenievodstvo/grechih.html>
14. Гречиха посевная / Фитотерапия – [Электронный ресурс] – Режим доступа. URL: <http://www.aptechka.rhema.ru/fito/grech.shtml>
15. Губаненко Г.А. Разработка и оценка качества дрожжевого кекса с пектином древесной зелени сосны обыкновенной / Г.А. Губаненко // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 7. – С. 105-111
16. Гуляев М.В. Что тормозит развитие рынка функциональных продуктов в России / М.В. Гуляев // Молочная промышленность. – 2009. – № 7. – С. 13
17. Давыденко Н.И. Анализ инновационного развития сферы питания / Маюрникова Л.А., Давыденко Н.И., Новоселов С.В. // Пищевая промышленность. – 2011. – № 5. – С. 16-18
18. Дерканосова Н.М. Моделирование и оптимизация технологических процессов пищевых производств. Практикум / Н.М. Дерканосова, А.А. Журавлев, И.А. Сорокина // Гос. технол. акад. – Воронеж: ВГТА, 2011. – 196 с.
19. Доклад о ситуации в области неинфекционных заболеваний в мире, 2010 г. Исполнительное резюме. Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2011. – С. 2

20. Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов / Л.В. Донченко. М.: ДеЛи, 2000. – 354 с.
21. Доценко В.Ф. Исследование возможности использования плодовых порошков в технологии бисквитных полуфабрикатов / В.Ф. Доценко, Ю.А. Мирошник, Е.Б. Шидловская, И.М. Медвидь // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2014. – Т.3. – № 10 (69). – С. 64-69
22. Здоровое питание – основа жизнедеятельности человека: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф., 28 марта 2008 г. / Е.В. Субботина [и др.], 2008. – С. 15
23. Ильина Т.Ф. Люпиново-меланжевый гидролизат в технологии бисквита / Т.Ф. Ильина, В.Л. Пащенко // Успехи современного естествознания, 2007. – № 11. – С. 53
24. История развития кондитерского производства [Электронный ресурс] – Режим доступа. URL: http://www.novostioede.ru/article/istorija_razvitija_konditerskogo_proizvodstva/?sp_hrase_id=4329038
25. Карташова Л.В. Товароведение продовольственных товаров растительного происхождения / Л.В. Карташова, М.А. Николаева, Е.Н. Печникова. – М.: Издательский дом «Деловая литература», 2004. – 816 с.
26. Киселев В.М. Разработка рецептуры и технологии бисквитного полуфабриката повышенной пищевой ценности / В.М. Киселев, Р.З. Григорьева, Н.Н. Зоркина // Техника и технология пищевых производств, 2010. – № 4. – С. 17
27. Киселева Т.Ф. Овощные соусы на основе сои – источник дополнительного полноценного белка / Т.Ф. Киселева, Н.Ф. Ульянкина // Ползуновский вестник, 2011. – № 3. – С. 82.
28. Кондыков И.В. Культура чечевицы в мире и Российской Федерации (Обзор) / И.В. Кондыков // Зернобобовые и крупяные культуры, 2012. – № 2. – С. 13-20
29. Корячкина С.Я., Матвеева Т.В. Технология мучных кондитерских изделий. СПб.: Троицкий мост, 2011. – С. 21

30. Костин А.Н. Разработка, обеспечение качества и безопасности специализированных продуктов пробиотического назначения [Текст]: диссертация кандидата технических наук: 05.18.15 / А.Н. Костин. – Кемерово, 2014. – 173 с.
31. Кретович В.Л. Биохимия растений / В.Л. Кретович. – М.: Высшая школа. – 1986. – 503 с.
32. Крупина Т.С. Пищевые добавки. М.: Сиринъпрема, 2006. – С. 22
33. Крюкова Е.В. Анализ возможности использования альтернативных видов муки для питания людей больных целиакией / Е.В. Крюкова, О.В. Чугунова, Д.С. Мысаков // Технические науки – от теории к практике, 2015. – № 50. – С. 60-66
34. Кукурузная мука и блюда из нее [Электронный ресурс] – Режим доступа. URL: <http://nazdor.ru/topics/food/products/current/469869>
35. Кусова И.У. Разработка промышленной технологии национальных мучных изделий: осетинские пироги [Текст]: диссертация кандидата технических наук: 05.18.01 / И.У. Кусова. – Москва, 2007. – С. 118
36. Лазарева Т.Н. Разработка технологии бисквитного полуфабриката функционального назначения [Текст]: диссертация кандидата технических наук: 05.18.01 / Т.Н. Лазарева. – Орел, 2012. – 273 с.
37. Лейберова Н.В. Разработка и апробация балловой шкалы для оценки мучных кондитерских изделий, не содержащих глютен / Н.В. Лейберова и др. // Хлебопродукты, 2013. – № 10. – С. 45-52
38. Лейберова Н.В. Разработка рецептур и оценка качества безглютеновых мучных кондитерских изделий [Текст]: диссертация кандидата технических наук: 05.18.15 / Н.В. Лейберова. – Кемерово, 2012. – 155 с.
39. Лидина Л.В. Новые добавки для различных областей пищевой промышленности / Л.В. Лидина // Пища, вкус, аромат, 2001. – № 3. – С. 12
40. Лоцманов А.С. Использование продуктов пчеловодства для повышения пищевой ценности тортов и пирожных / А.С. Лоцманов, Г.И. Назимова, А.С.

- Романов // Техника и технология пищевых производств, 2011. – Т. 3. – № 22. – С. 71-77
41. Лукиных М.И. Исследование рынка зерновых продовольственных ресурсов в Уральском федеральном округе / М.И. Лукиных, О.Н. Зуева // Управленец, 2011. – № 3-4. – С. 34-40
42. Малютенкова С.М. Товароведение и экспертиза кондитерских товаров / С.М. Малютенкова. – СПб.: Питер, 2004. – 288 с.
43. Матвеева И.В. Использование амарантовой муки в производстве безглютеновых изделий / И.В. Матвеева, В.А. Нестеренко // Хлебопродукты, 2011. – № 12. – С. 48-49
44. Мельник Е.В. Разработка технологии мучных изделий профилактического назначения с использованием сухих яйцепродуктов [Текст]: диссертация кандидата технических наук: 05.18.01 / Е.В. Мельник. – Москва, 2009. – 213 с.
45. Минифай Б.У. Шоколад, конфеты, карамель и другие кондитерские изделия : производственно-практическое издание / пер. с англ.: В. Ашкинази, Д. Бабейкина, А. Бакрюкова; под общ. науч. ред. Т.В. Савенковой. СПб.: Профессия, 2005. – с. 532
46. Мысаков Д.С. Использование ксантановой камеди в качестве структурообразователя при производстве бисквитного полуфабриката / Д.С. Мысаков, О.В. Чугунова, Н.В. Заворохина, Н.А. Панкратьева // Новые технологии, 2014. – № 3. – С. 13-20
47. Нечаев А.П. Пищевая химия. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
48. Нечаев А.П. Пищевые добавки, ароматизаторы, технологические вспомогательные средства: основные понятия и классификация // Пищевые ингредиенты в создание современных продуктов питания / под ред. В.А. Тутельяна, А.П. Нечаева. М.: ДеЛи плюс, 2014. – 332 с.
49. НижБизнесКонсалтинг, Нижний Новгород. Перечень услуг Юридический консалтинг: Консультационные услуги [Электронный ресурс] – Режим доступа. URL: <http://nizhbizneskonsalting.nngrad.ru/>

50. Нилов Д.Ю. Современное состояние и тенденции развития рынка функциональных продуктов питания и пищевых добавок / Д.Ю. Нилов, Т.Э. Некрасов // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки, 2005. – № 2. – С. 28-29
51. Нилова Л.П. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров / СПб: ГИОРД, 2005. – 416 с.
52. Опыт применения L-лизина эсцината в терапии неврологических проявлений поясничного остеохондроза [Электронный ресурс] – Режим доступа. URL: <http://www.mednovosti.by/journal.aspx?article=5388>
53. Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года, утвержденные распоряжением Правительства РФ от 25 октября 2010 г.
54. Пащенко В.Л. Разработка технологии функционального продукта с применением коллагенового гидролизата / В.Л. Пащенко, С.А. Сторублевцев // Фундаментальные исследования, 2011. – № 4. – С. 127-135
55. Пащенко В.Л. Создание новых мучных кондитерских изделий с использованием биологически активных веществ растительного и животного происхождения [Текст]: диссертация кандидата технических наук: 05.18.07, 05.18.01 / В.Л. Пащенко. – Воронеж, 2011. – 273 с.
56. Пащенко Л.П. Повышение пищевой ценности сахарного печенья / Л.П. Пащенко, И.А. Никитин, Я.Ю. Кобцева // Хранение и переработка сельхозсырья, 2004. – № 4. – С. 56
57. Покровский А.А. Химический состав пищевых продуктов. – М: Бизнес–пресса, 2008. – 120 с.
58. Полякова Е.Д., Иванова Т.Н. Теоретическое и экспериментальное обоснование сырья и технологических режимов производства пищевого обогатителя // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов, 2013. № 3 (20). С. 53-60.
59. Попов В.П. Электроконтактная выпечка бисквита с частичной заменой муки крахмалом / В.П. Попов, Г.А. Сидоренко, Г.И. Биктимирова,

- Г.Б. Зинюхин, Т.М. Крахмалева // Вестник Оренбургского государственного университета, 2014. – № 6 (167). – С. 233-238
60. Попова А.В. Обеспечение качества специй для колбасных изделий путем использования системы менеджмента на основе принципов НАССР [Текст]: диссертация кандидата технических наук: 05.18.15 / А.В. Попова. – Кемерово, 2011. – 144 с.
61. Потороко И.Ю. Управление процессами формирования рынка социально значимых продуктов питания / И.Ю. Потороко, И.В. Калинина, В.В. Ботвинникова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент, 2015. – Т. 9. № 2. – С. 187-193
62. Продукты ферментативной модификации соевой муки: научные и практические аспекты получения и применения в пищевых технологиях. [Электронный ресурс] – Режим доступа. URL: <http://dlib.rsl.ru/01004838786>
63. Разумовская Р.Г. Методологические принципы проектирования функциональных продуктов питания / Р.Г. Разумовская, М.Е. Цибизова, А.А. Кильмаев // Пищевая промышленность. – 2011. – № 8. – С. 12-14
64. Резниченко И.Ю. Разработка новых кондитерских изделий с использованием нетрадиционного сырья / Е.Ю. Егорова, И.Ю. Резниченко, М.С. Бочкарев, Г.А. Дорн // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 3. – С. 31-38
65. Рущиц А.А. Управление качеством бисквитных изделий с использованием СВЧ-активированного ячменного солода / Рущиц А.А. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2013. – Т. 7. – № 2. – С. 165-168
66. Рыбаков Ю.С., Кудь Е.Б., Кузьмина О.А. Расширение ассортимента сдобного печенья с использованием продуктов переработки растительного сырья // сб. научных трудов XVI Всерос. заоч. науч.-практ. конф.: Современное хлебопекарное производство: перспективы развития / Екатеринбург, 2015. – С. 65-71
67. Симоненкова А.П. Разработка и оценка потребительских свойств комбинированных молочных продуктов / А.П. Симоненкова // Технология и

- товароведение инновационных пищевых продуктов, 2012. – № 5 (16). – С. 23-27
68. «Союзоптторг» – пищевые добавки и ингредиенты: [Электронный ресурс]. – Режим доступа. URL: <http://союзоптторг.рф>
69. СОЮЗОПТОРГ: Взять смесевой стабилизатор или смешать самому? [Электронный ресурс]. – Режим доступа. URL: http://www.soyuzoptorg.ru/news/postid/own_news/33
70. Сборник рецептур мучных кондитерских изделий – М.: Гидрометеиздат, 1998. – 300 с.
71. Скурихин И.М. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. – М.: Наука, 2001. – 326 с.
72. Субботина Е.В., Александров Ю.Л. Здоровое питание – основа жизнедеятельности человека // Сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. (28 марта 2008 г.) / Красноярск, 2008. – С. 121-126
73. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник / под ред. проф., д-ра техн. наук И.М. Скурихина. – М.: ДеЛипринт, 2007. – 276 с.
74. Тошева А.Д. Большое внимание разработке продуктов функционального назначения / А.Д. Тошева, О.В. Чайка // Кондитерское производство, 2004. – № 5. – С. 21-24
75. Тутельян В.А., Суханов Б.П., Австриевских А.Н., Позняковский В.М. Биологически активные добавки в питании человека (оценка качества и безопасности, эффективность, характеристика, применение в профилактической и клинической медицине): Томск: Изд-во НТЛ, 1999.
76. Фитерер И.В. Разработка рецептурно-технологических аспектов нового ассортимента мучных кондитерских изделий [Текст]: диссертация кандидата технических наук: 05.18.01 / И.В. Фитерер. – Орел, 2006. – 192 с.
77. Харитонов С.Н. Разрешенные и запрещенные пищевые добавки / С.Н. Харитонов // Спрос, 1997. – № 7. – С. 12

78. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: справ. МакКанса и Уиддоусона / пер. с англ. яз. 6-го изд. под общ. ред. А.К. Батурина. СПб.: Профессия, 2006. – 415 с.
79. Хосни К.Р. Зерно и зернопродукты. Научные основы и технологии / пер. с англ. Т. Задоя; под общ. ред. Н.П. Черняева. СПб.: Профессия, 2006.
80. Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства: учебник. М.: ПрофОбрИздат, 2001.
81. Чугунова О.В. Теоретическое обоснование и практическое использование дескрипторно-профильного метода при разработке продуктов с заданными потребительскими свойствами [Текст]: диссертация доктора технических наук: 05.18.15 / О.В. Чугунова. – Кемерово, 2004. – 396 с.
82. Шакалова Е.В. Разработка технологии печенья на основе мучных композитных смесей [Текст]: диссертация кандидата технических наук: 05.18.15 / Е.В. Шакалова. – Воронеж, 2012. – 172 с.
83. Шелепина Н.В. Использование различных структурообразователей в производства пищевых продуктов / Н.В. Шелепина, Н.Э. Гусейнова // Научные записки ОрелГИЭТ, 2010. – № 2. – С. 429-431
84. Шмалько Н.А. Амарант в пищевой промышленности / Н.А. Шмалько, Ю.Ф. Росляков. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2011. – 489 с.
85. Экономическое обоснование предпринимательского проекта: Методическое пособие для выполнения экономической части дипломных проектов / Е.Г. Калабина, УрГЭУ. – Екатеринбург, 2001. – 48 с.
86. Эрл М. Разработки пищевых продуктов.: пер. с англ. / М. Эрл, Р. Эрл. А. Андерсон // СПб.: Профессия, 2007. – 384 с.
87. Abd Karim A. Effect of carrageenan on yield and properties of tofu / A. Abd Karim, G.A. Sulebele, M.E. Azhar, C.Y. Ping // Food Chem, 1999. – № 66. – P. 159-165
88. Agoub A.A. Melt-in-the-mouth gels from mixtures of xanthan and konjac glucomannan under acidic conditions – a rheological and calorimetric study of the

- mechanism of synergistic gelation / A.A. Agoub, A.M. Smith, P. Giannouli, R.K. Richardson, E.R. Morris // *Carbohydr Polym*, 2007. – № 69. – P. 713-724
89. Alexander R.J. Hydrocolloid gums. Part I: Natural products / R.J. Alexander // *Cereal Foods World*, 2009. – № 44. – P. 684-687
90. Almeida-Dominguez H.D. Factors affecting rapid visco analyser curves for the determination of maize kernel hardness / H.D. Almeida-Dominguez, E.L. Suhendro, L.W. Rooney // *Journal of Cereal Science*, 2007. – № 25 (197). – P. 95-97
91. Babic J. Acetylation and characterisation of corn starch / J. Babic, D. Subaric, D. Ackar, M. Kopjar, N.N. Tiban // *Food Sci Technol*, 2009. – № 46. – P. 423-426
92. Bayarri S. Compression resistance, sweetener's diffusion and sweetness of hydrocolloid gels / S. Bayarri, L. Duran, E. Costell // *Int Dairy*, 2003. – № 13. – P. 643-653
93. Buffo R.A. Factors affecting the emulsifying and rheological properties of gum acacia in beverage emulsions / R.A. Buffo, G.A. Reineccius, G.W. Oehlert // *Food Hydrocolloids*, 2001. – № 15. – P. 53-66
94. Casas J.A. Viscosity of guar gum and xanthan/guar gum mixture solutions / J.A. Casas, A.F. Mohedano, F.J. Garcia-Ochoa // *Sci Food Agric*, 2000. – № 80. – P. 1722-1727
95. Colonna P. Gelatinisation and melting of maize and pea starches with normal and high-amylose genotypes / P. Colonna, C. Mercier // *Phytochemistry*, 2005. – № 24. – P. 1667
96. de Vries J. Hydrocolloid gelling agents and their applications // *Gums and stabilizers for the food industry*, Vol. 12. Oxford: RSC Publishing, 2004. – P. 22-30
97. Dunstan D.E. Structure and rheology of κ -carrageenan/locust bean gum gels / D.E. Dunstan, Y. Chen, M.L. Liao, R. Salvatore, D.V. Boger, M. Prica // *Food Hydrocolloids*, 2001. – № 15. – P. 475-484
98. Gallagher E. Crust and crumb characteristics of gluten-free breads / E. Gallagher, T.R. Gormley, E.K. Arendt // *Food Eng*, 2003. – № 56. – P. 153-161

99. Gibinski M. Thickening of sweet and sour sauces with various polysaccharide combinations / M. Gibinski, S. Kowaski, M. Sady, J. Krawontka, P. Tonasik, M. Sikora // *Food Eng*, 2006. – № 75. – P. 407-414
100. Glicksman M. *Food hydrocolloids*, Vol 1. // Boca Raton, Florida: CRC Publ. 2002. – P. 4-21
101. Gomez M. Influence of flour mill streams on cake quality / M. Gomez, E. Ruiz-París, B. Oliete // *International Journal of Food Science and Technology*, 2010. – № 45. – P. 1794-1800
102. Hardacre A.K. Maize – the quality revolution; maximizing grain quality for the food and feed industries // *Make it with Maize: Proceedings of the Third Australian Maize Conference* (ed. by J. Moran). Tamworth, Australia: Maize Association of Australia, 2007. – P. 110
103. Imeson A. Carrageenan // *Handbook of hydrocolloids*, New York: Woodhead Publ Ltd, 2000. – P. 87-101
104. Ji Y. Staling of cake prepared from rice flour and sticky rice flour / Y. Ji, K. Zhu, H. Qian, H. Zhou // *Food Chemistry*, 2007. – № 100. – P. 53-58
105. Kok M.S. Viscosity of galactomannans during high temperature processing: influence of degradation and solubilization / M.S. Kok, S.E. Hill, J.R. Mitchell // *Food Hydrocolloids*, 2009. – № 13. – P. 535-542
106. Kulicke W.M. Characterization of aqueous carboxymethyl cellulose solutions in terms of their molecular structure and its influence on rheological behaviour / W.M. Kulicke, A.H. Kull, W. Kull, H. Thielking // *Polymer*, 2006. – № 37. – P. 2723-2731
107. Marcotte M. Rheological properties of selected hydrocolloids as a function of concentration and temperature / M. Marcotte, A.R.T. Hoshahili, H.S. Ramaswamy // *Food Res Int*, 2001. – № 34. – P. 695-703
108. Mothe C.G. Rheological behavior of aqueous dispersions of cashew gum and gum Arabic: effect of concentration and blending / C.G. Mothe, M.A. Rao // *Food Hydrocolloids*, 2009. – № 13. – P. 501-506

109. Murray J.C.F. Cellulosics // Handbook of hydrocolloids. New York: Woodhead Publ Ltd, 2000. – P. 219-229
110. Oakenfull D. Gelling agents / D. Oakenfull // Food Sci Nutr, 2007. – № 26. – P. 1-31
111. Philips G.O. Molecular origin of hydrocolloid functionality // Gums and stabilizers for the food industry, Vol 3. New Oxford: IRL Press, 1986. – P. 3-5
112. Philips G.O. Introduction to food hydrocolloids // Handbook of hydrocolloids. New York: Woodhead Publ. Ltd, 2000. – P. 1-19
113. Poppe J. Gelatin // Thickening and gelling agents for food. London: Blackie Academic and Professional, 2002. – P. 111-121
114. Sae-Eaw A. Acceptance and purchase intent of US consumers for non wheat rice butter cakes / A. Sae-Eaw, P. Compreeda, W. Prinyawiwatkul, V. Haruthaithanasan, T. Suwonsichon, J.E. Saidu, Z. Xu // Journal of Food Science, 2007. – № 72. – P. 92-97
115. Singh V. Starch yield sensitivity of maize hybrids to drying temperature and harvest moisture content / V. Singh, A.E Haken., M.R. Paulsen // Starch/Starke, 2008. – P. 50
116. Snoeren T.H.M. Electrostatic interaction between κ -carrageenan and κ -casein / T.H.M. Snoeren, T.A.J. Payens, J. Jeunink, P. Both // Milchwissenschaft, 2005. – № 30. – P. 393-396
117. Stanley N.F. Agar // Food polysaccharides and their applications. Florida: CRC Press, Boca Raton, 2006. – P. 225-228
118. Sworn G. Hydrocolloid thickeners and their applications // Gums and Stabilizers for the Food Industry, Vol. 12. Oxford: RSC Publishing, 2004. – P. 13-22
119. Thomas W.R. Carrageenans // Thickening and gelling agents for food. London: Blackie Academic and Professional, 2002. – P. 36-39
120. Turabi E. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and emulsifier blend / E. Turabi, G. Summu, S. Sahin // Food Hydrocolloids, 2008. – № 22. – P. 305-312

121. Uzuhashi Y. Physicochemical properties of agar and its utilization in food and related industry / Y. Uzuhashi, K. Nishinari // *Foods Food Ingredients*, 2003. – № 208. – P. 791-798
122. Valdes I. et al. New generation of sandwich ELISA for gluten determination: Innovative approach to low-level gluten determination in foods using a novel enzyme-linked immunosorbent assay protocol // *European Journal of Gastroenterology&Hepatology*, 2003. – № 15. – P. 465-474
123. Valli C.R. Gellan gum // *Handbook of dietary fiber*. Boca Raton: CRC Publ, 2001. – P. 695-720
124. Verbeken D. Interaction between κ -carrageenan, milk proteins and modified starch in gelled dairy desserts / D. Verbeken, K. Bael, O. Thas, K. Dewettinck // *Int Dairy*, 2006. – № 16. – P. 482-488
125. Walstra P. Soft solids // *Physical chemistry of foods*. New York: Marcel Dekker, 2003. – P. 714-768
126. CODEX STAN 118-1979. Standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten [Электронный ресурс]. Режим доступа. URL: http://www.fao.org/input/download/standards/291/CXS_118e_2015.pdf
127. ISO 8586-2 1993. Sensory Analysis – General guidance for selection training and monitoring of assessore. Part 1: Selected assessors. – P. 12
128. ГОСТ 3898-56. Мука соевая дезодорированная. Технические условия. М.: Стандартиформ, 2006. – 5 с.
129. ГОСТ 5669-96. Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости. М.: Стандартиформ, 1996. – 5 с.
130. ГОСТ 5672-68. Хлеб и хлебобулочные изделия. Методы определения массовой доли сахара. М.: Стандартиформ, 1969. – 11 с.
131. ГОСТ 5897-90. Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей. М.: Стандартиформ, 2012. – 7 с.
132. ГОСТ Р 5900-2014. Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ. М.: Стандартиформ, 2015. – 9 с.

133. ГОСТ 5904-82. Изделия кондитерские. Правила приемки, методы отбора и подготовки проб. М.: Стандартинформ, 1984. – 9 с.
134. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. М.: Стандартинформ, 2009. – 7 с.
135. ГОСТ 14176-69. Мука кукурузная. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2006. – 4 с.
136. ГОСТ 26791-89. Продукты переработки зерна. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение. М.: Стандартинформ, 1990. – 10 с.
137. ГОСТ 29186-91. Пектин. Технические условия. М.: Стандартинформ, 1993. – 15 с.
138. ГОСТ 31986-2012. Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания. М.: Стандартинформ, 2015. – 16 с.
139. ГОСТ 31645-2012. Мука для продуктов детского питания. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2013. – 12 с.
140. ГОСТ 33333-2015. Добавки пищевые. Камедь ксантановая E415. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2016. – 59 с.
141. ГОСТ 33536-2015. Изделия кондитерские. Метод определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. М.: Стандартинформ, 2016. – 8 с.
142. ГОСТ Р 51074-2003. Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования. М.: Стандартинформ, 2005. – 43 с.
143. ГОСТ Р 52189-2003. Мука пшеничная. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2003. – 11 с.
144. ГОСТ Р 54014-2010. Продукты пищевые функциональные. Определение растворимых и нерастворимых пищевых волокон ферментативно-гравиметрическим методом. М.: Стандартинформ, 2012. – 12 с.
145. ГОСТ Р 54498-2011. Зерно и мука из мягкой пшеницы. Определение водопоглощения и реологических свойств теста с применением миксолаба. М.: Стандартинформ, 2013. – 16 с.

146. МУ № 1-40/3805 от 11.11.1991 г. Методические указания по лабораторному контролю качества продукции общественного питания. М.: Стандартиформ, 1991. – 131 с.
147. Методики выполнения лабораторных работ по курсу «Химия пищи» для студентов специальностей «Технология мяса и мясных продуктов», «Технология молока и молочных продуктов» / Кафедра «Биоорганическая и пищевая химия». Улан-Удэ, 2009. – с. 28.
148. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 31 с.
149. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности упаковки» ТР ТС 005/2011 [Электронный ресурс]. Режим доступа. URL: <http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/TR%20TS%20Upakovka.pdf>
150. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011 [Электронный ресурс]. Режим доступа. URL: <http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/TR%20TS%20PishevayaProd.pdf>
151. Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» ТР ТС 022/2011 [Электронный ресурс]. Режим доступа. URL: <http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/TrTsPishevkaMarkirovka.pdf>
152. Технический регламент Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» ТР ТС 029/2012 [Электронный ресурс]. Режим доступа. URL: http://www.tsouz.ru/EEK/rseek/rseek/seek8/documents/p_58.pdf
153. Трудовой кодекс РФ. – М. 2000. – 675 с.

Приложение А

Автоматизированная поточная линия, предназначенная для производства безглютенового бисквитного полуфабриката с добавлением полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь

На линии, представленной на рисунке А.1, осуществляются автоматизированные процессы подготовки, дозирования, перемешивания и сбивания бисквитного теста, выпечки и охлаждения бисквита.

Перед производством осуществляется подготовка сырья. Сахар-песок подается на производство в мешках. Мешки с сахаром доставляются до мешковыбивальной машины (22), которая помещает сахар в смеситель (23). Далее сахар перемещается по ковшовому элеватору (24) в просеиватель (25). Перед пуском в производство сахар находится в сборнике (26).

Яйца куриные, перед приготовлением яично-сахарной массы, предварительно овоскопированные и переложённые в решетчатые металлические коробки или ведра, обрабатываются в четырехсекционной ванне (29) в следующем порядке: в первой секции – замачивание в воде при температуре 40-45 °С в течение 5-10 мин; во второй секции – обработка любым разрешенным моющим средством в соответствии с инструкцией по применению; в третьей секции – дезинфекция любым разрешенным дезсредством в соответствии с инструкцией по применению; в четвертой секции – ополаскивание горячей водой (проточной) при температуре не ниже 50° С.

Обработанные яйца разбиваются на металлических ножах и выливаются в специальные чашки емкостью не более 5 яиц, находящиеся на столе (30). После проверки яичной массы на запах и внешний вид она процеживается через сетчатый фильтр (30) в расходную емкость (31), снабженную мешалкой и водяной рубашкой, откуда она поступает в плунжерный насос-дозатор (34), которым подается на взбивание.

Мешки с безглютеновой мукой доставляются до мешковыбивальных машин

(1, 6, 11), которая перемещает муку в смесители (2, 7, 12). Далее мука по ковшовым элеваторам (3, 8, 13) попадает в просеиватели (4, 9, 14) для удаления посторонних примесей. Затем мука с помощью ленточных дозаторов (5, 10, 15) поступает на замес теста.

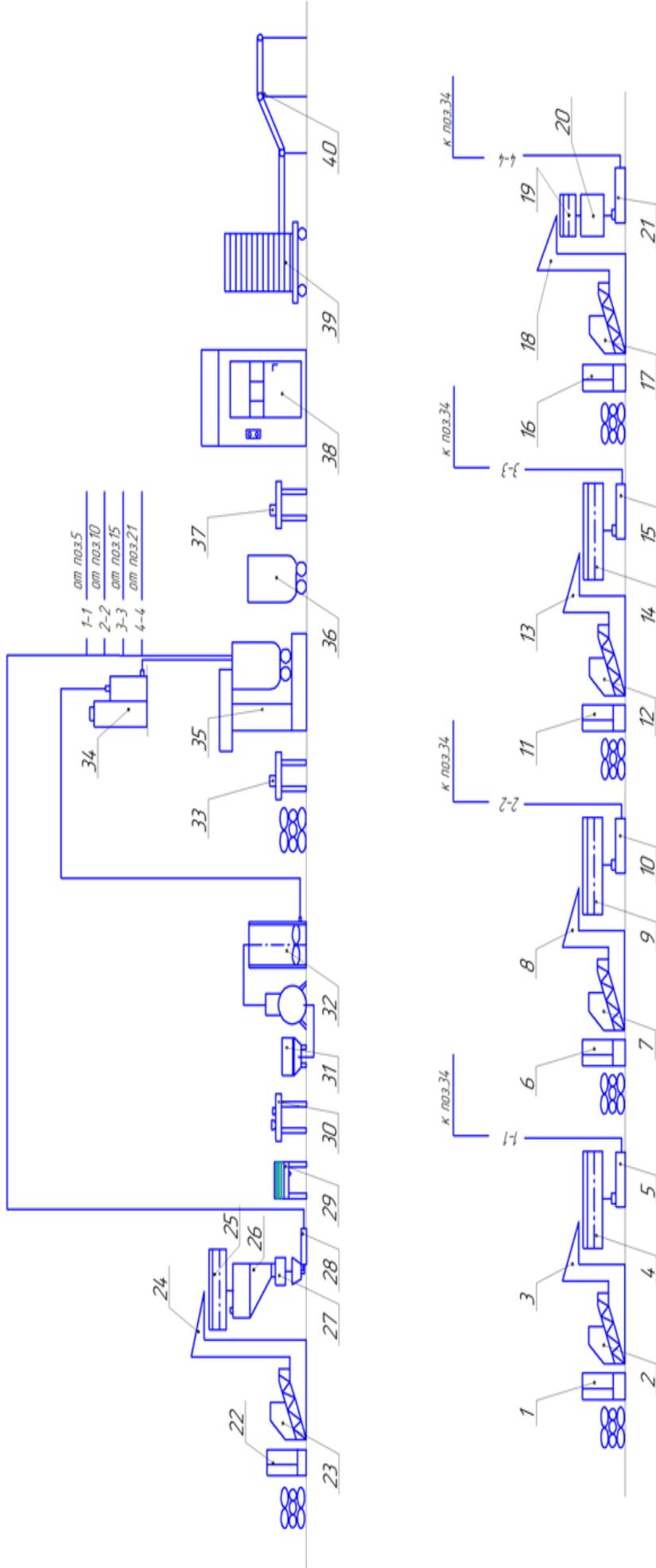
Крахмал на предприятие поступает в мешках, которые доставляются к мешковыбивальной машине (16), которая помещает крахмал в смеситель (17). Далее с помощью ковшового элеватора (18) крахмал поступает в просеиватель (19), а затем подается в сборник (20).

Полисахарид микробного происхождения ксантановая камедь на предприятие поступает в мешках. Этот продукт не нуждается в предварительной обработке перед пуском в производство. Перед использованием его взвешивают на весах (33), откуда он поступает в дежу сбивальной машины (35) через многоголовочный дозатор.

Для приготовления яично-сахарной массы яйца куриные подается из плунжерного насоса-дозатора (34) в дежу сбивальной машины (35), куда из шнекового вибродозатора (28) поступает сахар-песок.

Затем в дежу сбивальной машины поступает мука, смешанная с крахмалом и полисахаридом микробного происхождения ксантановая камедь, и происходит кратковременный замес теста. Из дежи (36) тесто перекладывается в формы и взвешивается на весах на столе (37).

Затем сформованное тесто поступает в кондитерскую печь (38), где выпекается 25 минут при температуре 180°C . После выхода из печи выпеченный полуфабрикат поступает на охлаждение в стеллажи (39). Общее время охлаждения около 25 минут. Охлажденный полуфабрикат подъемным конвейером (40) направляется на резку и дальнейшую отделку.



1 1, 6, 11, 16, 22 – Мешковывибивальная машина; 2, 7, 12, 17, 23 – Смеситель; 3, 8, 13, 18, 24 – Элеватор ковшовый; 4, 9, 14, 19, 25 – Просеиватель;
 5, 10, 15, 21 – Дозатор ленточный; 20, 26 – Сборник; 27 – Весы автоматические; 28 – Дозатор сахара-песка; 29 – Ванна моечная
 30 – Стол с емкостями; 31 – Сито для яиц; 32 – Емкость расходная; 33 – Стол с весами; 34 – Насос-дозатор; 35 – Машина
 сбивальная; 36 – Дежа; 37 – Стол с формами и весами; 38 – Печь кондитерская; 39 – Тележка стеллажная; 40 – Конвейер подъемный.

Рисунок А.1 – Аппаратурная схема производства безглютенового бисквитного полуфабриката «Свит»

Приложение Б

Расчет пищевой и энергетической ценности

При расчете учитывали калорийность основных пищевых веществ согласно данным ТР ТС 022/2011 (для белков – 4 ккал/г, моно и ди-сахаридов – 3,8 ккал/г, полисахаридов – 4,1 ккал/г, жиров – 9 ккал/г, пищевых волокон – 2 ккал/г).

Расчет химического состава контрольного образца бисквитного полуфабриката из пшеничной муки высшего сорта.

Исходные данные:

- выход бисквита плановый 75%;
- потери бисквита 6,1%.

Энергетическая ценность ЭЦ, ккал, на 100 г бисквита равна

$$\text{ЭЦ} = I_{\text{эц}} \cdot K, \quad (3.4)$$

где $I_{\text{эц}}$ – \sum энергетической ценности, ккал;

K – коэффициент пересчета.

Коэффициент пересчета K равен

$$K = \frac{V_{\text{св}}}{I_{\text{св}}}, \quad (3.5)$$

где $I_{\text{св}}$ – \sum сухих веществ, г;

$V_{\text{св}}$ – выход по сухим веществам, г.

Тогда

$$K = 0,94.$$

Отсюда энергетическая ценность равна

$$\text{ЭЦ} = 343,67 \cdot 0,94 = 323,00 \text{ ккал.}$$

В 100 г контрольного образца бисквита содержится:

белка $10,52 \cdot 0,94 = 9,89$ г.

жира $7,19 \cdot 0,94 = 6,76$ г.

углеводов

в т. ч. моно- и дисахаридов $35,19 \cdot 0,94 = 33,08$ г;

полисахаридов $24,59 \cdot 0,94 = 23,12$ г;

пищевых волокон $1,08 \cdot 0,94 = 1,02$ г.

Расчет энергетической ценности с учетом химического состава сырья

$$\text{ЭЦ} = 9,89 \cdot 4 + 6,76 \cdot 9 + 33,08 \cdot 3,8 + 23,12 \cdot 4,1 + 1,02 \cdot 2 = 323,00 \text{ ккал.}$$

Все результаты расчетов представлены в таблице Б.1.

Расчет химического состава бисквитного полуфабриката «Свит» из смеси, состоящей из 68% рисовой, 19% кукурузной и 13% соевой муки и с 0,5% полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь.

Исходные данные:

– выход бисквита 75%;

– потери бисквита 6,1%.

Тогда ЭЦ равна

$$\text{ЭЦ} = 336,69 \cdot 0,94 = 316,44 \text{ ккал.}$$

В 100 г опытного образца бисквита содержится:

белка $10,55 \cdot 0,94 = 9,92$ г.

жира $7,10 \cdot 0,94 = 6,67$ г.

углеводов,

в т. ч. моно- и дисахаридов $35,05 \cdot 0,94 = 32,95$ г;

полисахаридов $23,08 \cdot 0,94 = 21,70$ г;

пищевых волокон $1,18 \cdot 0,94 = 1,11$ г.

Расчет энергетической ценности с учетом химического состава сырья

$$\text{ЭЦ} = 9,92 \cdot 4 + 6,67 \cdot 9 + 32,95 \cdot 3,8 + 21,70 \cdot 4,1 + 1,11 \cdot 2 = 316,44 \text{ ккал.}$$

Все результаты расчетов представлены в таблице Б.2.

Таблица Б.1 – Химический состав контрольного образца

| Сырье | Массовая доля сухих веществ, % | Расход сырья на 100 г бисквита, г | | Количество | | | | | | | | Энергетическая ценность | |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|-------------------|------------|--------------------------------|------|--------------------------------|-----------|--------------------------------|--------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| | | | | белка | | жира | | углеводов | | пищевых волокон | | | |
| | | В натуре | В сухих веществах | % | В рецептурном количестве, г | % | В рецептурном количестве, г | % | В рецептурном количестве, г | % | В рецептурном количестве, г | ккал/г | В рецептурном количестве, ккал |
| Мука пшеничная высшего сорта | 85,5 | 28,12 | 24,04 | 10,2 | 2,87 | 1,1 | 0,31 | 0,2/68,3 | 0,06/19,21 | 3,5 | 0,98 | 3,39 | 95,22 |
| Крахмал картофельный | 80,0 | 6,94 | 5,55 | 0,12 | 0,01 | – | – | 1,0/77,5 | 0,07/5,38 | 1,4 | 0,1 | 3,25 | 22,56 |
| Сахар-песок | 99,8 | 34,72 | 34,67 | – | – | – | – | 99,8/– | 34,65/– | – | – | 3,79 | 131,59 |
| Яйца куриные | 27,0 | 57,85 | 15,62 | 13,2 | 7,64 | 11,9 | 6,88 | 0,7/– | 0,41/– | – | – | 1,63 | 94,30 |
| Итого | – | 127,63 | 79,90 | – | 10,52 | – | 7,19 | – | 35,19/24,59 | – | 1,08 | | 343,67 |
| Выход | 75,0 | 100,00 | 75,00 | – | 9,89 | – | 6,76 | – | 33,08/23,12 | – | 1,02 | | 323,00 |

Таблица Б.2 – Химический состав экспериментального образца бисквита

| Сырье | Массовая доля сухих веществ, % | Расход сырья на 100 г бисквита | | Количество | | | | | | | | Энергетическая ценность | |
|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|------------|-----------------------------|------|-----------------------------|-----------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| | | В натуре | В сухих веществах | белка | | жира | | углеводов | | пищевых волокон | | ккал/г | В рецептурном количестве, ккал |
| | | | | % | В рецептурном количестве, г | % | В рецептурном количестве, г | % | В рецептурном количестве, г | % | В рецептурном количестве, г | | |
| Мука рисовая | 88,00 | 19,44 | 17,11 | 7,0 | 1,36 | 1,0 | 0,19 | 0,7/70,3 | 0,14/13,66 | 2,3 | 0,45 | 3,32 | 64,59 |
| Мука кукурузная | 85,00 | 5,55 | 4,72 | 8,0 | 0,44 | 1,5 | 0,08 | 1,3/68,5 | 0,07/3,8 | 4,4 | 0,24 | 3,39 | 18,81 |
| Мука соевая | 90,00 | 2,78 | 2,50 | 43,0 | 1,20 | 1,0 | 0,03 | 5,7/11,2 | 0,16/0,31 | 14,1 | 0,39 | 2,78 | 7,73 |
| Крахмал картофельный | 80,0 | 6,85 | 5,48 | 0,12 | 0,01 | – | – | 1,0/77,5 | 0,07/5,31 | 1,4 | 0,1 | 3,25 | 22,23 |
| Сахар-песок | 99,8 | 34,28 | 34,23 | – | – | – | – | 99,8/– | 34,21/– | – | – | 3,79 | 129,92 |
| Яйца куриные | 27,0 | 57,13 | 15,42 | 13,2 | 7,54 | 11,9 | 6,80 | 0,7/– | 0,40/– | – | – | 1,63 | 93,12 |
| Ксантановая камедь | 94,0 | 0,49 | 0,42 | – | – | – | – | – | – | – | – | 0,6 | 0,29 |
| Итого | – | 126,5 2 | 79,87 | – | 10,55 | – | 7,10 | – | 35,05/23,08 | – | 1,18 | | 336,69 |
| Выход | 75,0 | 100,0 0 | 75,00 | – | 9,92 | – | 6,67 | – | 32,95/21,70 | – | 1,11 | | 316,44 |

Бисквитные полуфабрикаты по энергетической ценности значительно превосходят многие продукты питания из-за повышенного содержания в них жира и легкоусвояемых углеводов. Сравнивая значения энергетической ценности у разработанного бисквитного полуфабриката «Свит» из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки с полисахаридом микробного происхождения ксантановая камедь со значениями бисквитного полуфабриката из пшеничной муки высшего сорта можно сделать вывод о том, что энергетическая ценность у разработанных изделий снизилась на 2,7%, что позволяет говорить о незначительном влиянии используемых безглютеновых видов муки и полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь на данный показатель.

Приложение В

Таблица В.1 – Балловая шкала дегустационной оценки качества безглютеновых бисквитных полуфабрикатов

| Показатель | Оценка, балл | | | | |
|---------------------------------|---|---|---|---|--|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Внешний вид | Форма правильная, соответствующая форме для выпечки. Поверхность без повреждений, не подгорелая, светло-коричневая, гладкая, без крупных трещин и подрывов. | Форма с небольшими единичными сколами (деформацией), поверхность без значительных повреждений, светло-коричневая, не подгорелая, гладкая, без крупных трещин и подрывов | Форма имеет значительную деформацию. Поверхность с небольшими повреждениями, излишне светлая или чуть подгорелая, шершавая, с мелкими трещинами и подрывами | Форма, не соответствует форме для выпечки. Поверхность имеет значительные повреждения, непропеченная или подгорелая многочисленными трещинами и подрывами | Форма не соответствует форме для выпечки. Поверхность с крупными трещинами, впадинами, вздутиями, подгорелая или не пропеченная. Вызывает отвращение |
| Вид в разрезе | Пропеченный бисквит без пустот и следов непромеса, без закала, равномерный по толщине | Пропеченный бисквит с удовлетворительной пористостью, с небольшим количеством пустот, без закала, равномерный по толщине | Пропеченный бисквит с неудовлетворительной пористостью, с небольшим количеством пустот и закалом, неравномерный по толщине | Бисквит с неравномерной пористостью, с большим количеством пустот, равномерный по толщине | Непропеченный бисквит с неравномерной пористостью, большим количеством пустот, с закалом, неравномерный по толщине |
| Структура и консистенция | Равномерно пористая, упругая, нежная, без следов непропеченности, доставляет эмоциональное удовольствие | Равномерно пористая, упругая, без следов непропеченности | Неравномерно пористая, уплотненная или излишне рыхлая | Неравномерно пористая, непропеченная, заминающаяся | Не идентифицируется как бисквит, вызывает отвращение |

Продолжение таблицы В.1

| Показатель | Оценка, балл | | | | |
|---------------------|--|---|--|---|--|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Запах/аромат | Аромат средней интенсивности, пропеченного бисквита, яркий, доставляет эмоциональное удовольствие | Аромат средней интенсивности, пропеченного бисквита, без посторонних запахов | Аромат слабый или излишне интенсивный, бисквита, с посторонними нотами (горелый, непропеченный и т.д.) | Запах бисквита с явными посторонними нотами | Запах бисквита с явными посторонними нотами. Вызывает отвращение |
| Вкус | Сладкий, гармоничный насыщенный, с приятным послевкусием бисквита, доставляет эмоциональное удовольствие | Сладкий, средней гармоничности, с приятным послевкусием бисквита, без посторонних привкусов | Сладкий, разлаженный, в послевкусии имеет легкий посторонний привкус (горьковатый, прогорклый) | Сладкий, с явными с посторонними привкусами и неприятным послевкусием | Не идентифицируется как вкус бисквита, вызывает отвращение |

Приложение Г**Технические условия**

Общество с ограниченной ответственностью
Центр «Дегустатор»

ОКП 91 3448

Группа Н 42
ОКС 67.060

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ООО Центр
«Дегустатор»
Заворохина Н.В.



**Полуфабрикат бисквитный «Свит» из смеси рисовой, кукурузной и соевой
муки с микробным полисахаридом**

Технические условия
ТУ 9134-008-79124113-2015

Дата введения в действие 20.12.2015 г.
Без ограничения срока действия

РАЗРАБОТАНО:
Уральский государственный
экономический университет, департамент
торговли, питания и сервиса

д.т.н., профессор

Handwritten signature of O.V. Chugunova in blue ink.

Чугунова О.В.

ассистент

Handwritten signature of D.S. Mysakov in blue ink.

Мысаков Д.С.

Екатеринбург
2015

Приложение Д

Технологическая инструкция

Общество с ограниченной ответственностью
Центр «Дегустатор»

ОКП 91 3448

Группа Н 42
ОКС 67.060

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ООО Центр
«Дегустатор»
Заворохина Н.В.



ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
ТИ 9134-008-79124113-2015

**по производству полуфабриката бисквитного «Свит» из смеси рисовой,
кукурузной и соевой муки с микробным полисахаридом**

Дата введения в действие 20.12.2015 г.
Без ограничения срока действия

РАЗРАБОТАНО:
Уральский государственный
экономический университет, департамент
торговли, питания и сервиса

д.т.н., профессор

Чугунова О.В.

ассистент

Мысаков Д.С.

Екатеринбург
2015

Приложение Е

Акт о внедрении в пекарне «Хлебный двор» пос. Белоярский

Утверждаю
 Главный технолог ООО «Хлебный двор»
 пос. Белоярский
 Э.Р. Воробьева
 2016 г.



АКТ О ВНЕДРЕНИИ

в производство рецептуры полуфабриката бисквитного «Свит» из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки с микробным полисахаридом в пекарне «Хлебный двор» (пос. Белоярский)

Производство ведется в соответствии с утвержденной нормативной документацией (ТУ 9134-008-79124113-2015) на полуфабрикат бисквитный «Свит» из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки с микробным полисахаридом, разработанной на кафедре «Технологии питания» Уральского государственного экономического университета.

Основными компонентами рецептуры полуфабриката бисквитного «Свит» из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки с микробным полисахаридом являются: мука рисовая, мука кукурузная, мука соевая, крахмал, яйцо куриное, ксантановая камедь и эссенция. Использование научных и практических результатов диссертационных исследований ассистента кафедры «Технологии питания» Уральского государственного экономического университета Мысакова Д.С. позволяет улучшить химический и аминокислотный состав, органолептические показатели бисквитного полуфабриката за счет использования альтернативного растительного сырья.

Полуфабрикат бисквитный изготавливают в кондитерском цехе на участке приготовления бисквитного теста и выпечки изделий из него.

Зав. кафедрой «Технологии питания»,
 УрГЭУ, профессор, д.т.н.



О.В. Чугунова

Ассистент кафедры
 «Технологии питания» УрГЭУ



Д.С. Мысаков

Приложение Ж

Акт о внедрении в ресторане «Мама Чоли» г. Екатеринбург

Домашний Ресторан «МАМА ЧОЛИ»
 000 "Трест Общественного Питания"
 620146, г. Екатеринбург. Чкалова 250, оф. 2,
 Р/СЧ 40702810813000008834 в ОАО банк
 «Меткомбанк» К/с 30101810500000000881
 г. Каменск-Уральский
 БИК 046577881 ИНН 6671384099
 КПП 667101001 ОКПО 30848058
 ОКВД 55.30 ОКАТО 65401377000 ОГРН
 1116671020311 Тел/факс: 8 (343) 2222553



Акт

производственных испытаний и внедрения в производство полуфабриката бисквитного «Свит» из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки с микробным полисахаридом

Настоящий акт составлен, в том, что 9 июня 2016 г. проведены производственные испытания разработанной рецептуры и технологии получения полуфабриката бисквитного «Свит» из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки с микробным полисахаридом.

Выработка производилась на базе ресторана «Мама Чоли» г. Екатеринбург в присутствии комиссии в составе: директора ресторана Халяпина А.О., заведующей кафедрой технологии питания Уральского государственного экономического университета Чугуновой О.В. и ассистента кафедры технологии питания Уральского государственного экономического университета Мысакова Д.С.

Производственные испытания проведены в соответствии с ТУ и ТИ 9134-008-79124113-2015 «Полуфабрикат бисквитный «Свит» из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки с микробным полисахаридом». Полуфабрикат бисквитный вырабатывался по рецептуре, включающей ингредиенты указанные в таблице 1.

Технология производства полуфабриката бисквитного включала:

Подготовку рецептурных компонентов. Контроль доброкачественности, подготовка и дозирование сырья.

Замес теста. Бисквитное тесто готовили сбиванием сахара-песка и меланжа в сбивальной машине в течение 12-15 мин до увеличения объема смеси в 2,5-3 раза. После этого в него загружали заранее приготовленную смесь муки, крахмал и эссенцию и продолжали сбивание в течение 15-20 с.

Формование. Готовое бисквитное тесто заливали в формы, дно которых было устлано пергаментной бумагой. Формы заполняли на 3/4 высоты, чтобы бисквитное тесто при подъеме не перевалилось через борта. После этого формы сразу же направляли на выпечку в кондитерскую печь.

Выпечка. Продолжительность выпечки составляла 30-40 мин при температуре 195-210 °С.

Охлаждение и дальнейшая переработка. Выпеченный полуфабрикат бисквитный охлаждали естественным путем до комнатной температуры в течение 20-30 мин, затем вынимали из форм и выстаивали 8-10 ч при температуре 15-20 °С. После этого бумагу снимали, полуфабрикат бисквитный зачищали и отправляли на переработку.

Таблица 1 – Рецепт полуфабриката бисквитного из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки с микробным полисахаридом

| Сырье | Массовая доля сухих веществ, % | Расход сырья на 100 кг готовой продукции, кг | | Расход сырья на 100 кг готовой продукции (полуфабрикат бисквитный из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки с микробным полисахаридом) | |
|------------------------------|--------------------------------|--|-------------------|---|-------------------|
| | | в натуре | в сухих веществах | в натуре | в сухих веществах |
| Мука пшеничная высшего сорта | 85,50 | 28,12 | 24,04 | – | – |
| Мука рисовая | 88,00 | – | – | 18,70 | 16,45 |
| Мука кукурузная | 85,00 | – | – | 5,22 | 4,44 |
| Мука соевая | 90,00 | – | – | 3,58 | 3,22 |
| Крахмал картофельный (сухой) | 80,00 | 6,94 | 5,55 | 6,79 | 5,43 |
| Сахар-песок | 99,85 | 34,71 | 34,66 | 33,95 | 33,90 |
| Меланж | 27,00 | 57,85 | 15,62 | 56,58 | 15,28 |
| Ксантановая камедь | | - | - | 1,38 | 1,16 |
| Эссенция | 0,00 | 0,35 | 0,00 | 3,50 | 0,00 |
| Итого | – | 127,97 | 79,87 | 127,00 | 79,87 |
| Выход | 75,00 | 100,00 | 75,00 | 100,00 | 75,00 |

Оценка качества осуществлялась согласно действующей нормативной документации (ГОСТ 5897-90, ГОСТ 5900-73 и др.).

Готовый полуфабрикат бисквитный отличался хорошими органолептическими показателями качества (таблица 2) и соответствовал требованиям ТУ 9134-008-79124113-2015 по физико-химическим показателям (таблица 3).

Таблица 2 – Органолептические показатели качества полуфабриката бисквитного из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки с микробным полисахаридом

| Наименование показателя | Требования по ТУ 9134-008-79124113-2015 |
|-------------------------|--|
| Форма | Правильная, без изломов, вмятин и повреждений, с ровным обрезом |
| Поверхность | Ровная, гладкая, без трещин, с четким рисунком на лицевой стороне, не подгорелая |
| Цвет | Светло-коричневый, равномерный |
| Вкус и запах | Вкус мягкий, приятный, запах насыщенный, ароматный. Мякиш нежный, легко разжевывающийся, не комкующийся |
| Вид в разрезе | Пропеченный бисквит с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса, без закала, равномерный по толщине |

Таблица 3 – Структурно-механические показатели полуфабриката бисквитного из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки с микробным полисахаридом

| Наименование показателя | Полуфабрикат бисквитный из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки с микробным полисахаридом |
|--|--|
| Влажность мякиша, % | 23,2±1,1 |
| Удельный объем, см ³ /100 г | 438±2,2 |
| Пористость, % | 78,5±0,4 |

По результатам произведенных испытаний установлено, что разработанная рецептура и технология полуфабриката бисквитного из смеси рисовой, кукурузной и соевой муки с микробным полисахаридом возможна на существующем оборудовании.

Зав. кафедрой «Технологии питания»,
УрГЭУ, профессор, д.т.н.



О.В. Чугунова

Ассистент кафедры
«Технологии питания» УрГЭУ



Д.С. Мысаков

Приложение И

Акт внедрения в учебный процесс


«УТВЕРЖДАЮ»
 Ректор ФГБОУ ВО «Уральский
 государственный экономический
 университет»
 доктор экономических наук,
 Я.П. Силин
 «20» апреля 2016 г.

Акт

о внедрении материалов диссертационного исследования Мысакова Дениса Сергеевича в учебный процесс кафедры Технологии питания

Мы, ниже подписавшиеся, зав. кафедрой Технологии питания, д.т.н., профессор Чугунова О.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры Заворохина Н.В., к.т.н., доцент кафедры Крюкова Е.В. составили настоящий акт о том, что материалы диссертационной работы ассистента кафедры Мысакова Д.С. «Разработка и товароведная оценка безглютенового бисквитного полуфабриката» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания используются в учебном процессе в лекционных курсах, НИР и НИРС по дисциплинам «Технология продукции общественного питания», «Физико-химические процессы в технологии приготовления блюд», «Контроль качества продукции общественного питания».

Зав. кафедрой технологии питания
УрГЭУ

Доктор технических наук, профессор



О.В. Чугунова

Профессор кафедры технологии питания
УрГЭУ

доктор технических наук, доцент



Н.В. Заворохина

Доцент кафедры технологии питания
УрГЭУ

кандидат технических наук



Е.В. Крюкова