На правах рукописи

Козичева Марина Александровна

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА**

**ТЕРМОСТАБИЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ**

**НА ОСНОВЕ МОРКОВИ**

Специальность 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов

и функционального и специализированного назначения и общественного питания

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Орел – 2013

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный-комплекс»

**Научный руководитель:** доктор технических наук, профессор

кафедры «Технология и товароведение

пищевых продуктов»

ФГБОУ ВПО «Государственный

университет - УНПК»

**Толкунова Наталья Николаевна**

**Официальные оппоненты** доктор технических наук, профессор

зав. кафедрой «Технология и организация

питания, гостиничного хозяйства и туризма»

ФГБОУ ВПО «Государственный

университет - УНПК»

**Артемова Елена Николаевна**

кандидат технических наук, доцент

кафедры «Технологии, организации и

гигиены питания»

ФГБОУ ВПО «Орловский государственный

институт экономики и торговли»

**Подкопаева Зоя Петровна**

**Ведущая организация:** Автономная некоммерческая организация

высшего профессионального образования

Центросоюза Российской Федерации

«Российский университет кооперации»,

г. Мытищи

**Защита диссертации состоится** «11» декабря 2013 г. в «1000» часов на заседании диссертационного совета Д 212.182.08 при ФГБО ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс» по адресу: 302020 г. Орел ул. Наугорское шоссе 29, ауд. 212

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Государственный университет - УНПК»

Текст автореферата и объявление о защите размещены в сети интернет на сайте Минобрнауки РФ (<http://vak.ed.gov.ru/>) и на сайте ФГБОУ ВПО «Государственный университет - УНПК» (<http://www.gu-unpk.ru/>) «9» ноября 2013 года.

Автореферат разослан «7» ноября 2013 г.

Ученый секретарь



диссертационного совета,



к.т.н, доцент Симоненкова А. П.



**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность темы исследования.** В настоящее время термостабильные наполнители широко востребованы на предприятиях общественного питания, специализирующихся на выпуске хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Такие изделия с наполнителями и прослойками пользуются большим спросом у населения России. Учитывая это, отечественные и зарубежные поставщики предлагают широкий ассортимент наполнителей с использованием модифицированных дорогостоящих пектинов. К сожалению, овощное сырье в качестве термостабильных наполнителей не нашло применения из-за своих относительно низких функционально-технологических свойств.

Недостатком овощного сырья, в том числе моркови, является то, что в его состав входят среднеэтерифицированные пектины, что сказывается на функционально-технологических свойствах наполнителей на их основе. Однако пектины овощей из-за наличия большого количества свободных карбоксильных и гидроксильных групп обладают более мощной комплексообразующей способностью по отношению к токсичным элементам, радионуклидам, пестицидам, фенолам и др. по сравнению с пектинами плодово-ягодного сырья.

Овощное сырье имеет и другие преимущества: высокую лежкоспособность, относительно низкую стоимость. Морковь при соответствующих режимах способна храниться длительное время без потери своих полезных свойств. Благодаря тому, что многие сорта моркови имеют нейтральный вкус (в них содержится до 5% сахаров и мало кислот), ее можно купажировать практически с любым видом сырья. Кроме того, в овощах, в т.ч. моркови, содержится больше пищевых волокон, в частности протопектинов, по сравнению с плодово-ягодным сырьем, что позволит снизить количество искусственно вносимых компонентов для увеличения водосвязывающей способности и образования прочной пространственной структуры при создании рецептур наполнителей.

Таким образом, овощное сырье, в частности морковь, может иметь большую перспективу использования в рецептурах термостабильных наполнителей с повышенной комплексообразующей способностью при условии, что будет предложен эффективный способ активизации пектинов этого сырья за счет снижения степени этерификации, а также научно обосновано внесение дополнительных ингредиентов (за исключением препаратов модифицированных пектинов), позволяющих наполнителю сохранять свои органолептические и физико-химические свойства в условиях выпечки при высоких температурах.

**Степень разработанности.** Большой вклад в развитие направления поиска способов повышения термостабильности и комплексообразующей способности плодоовощного сырья внесли отечественные и зарубежные ученые: В. Н. Голубев, Т. А. Духу, Т. Н. Иванова, Л. Г. Ипатова, О. И. Квасенков, А. Ю. Колеснов, Л. К. Пацюк, А. А. Покровский, В. А. Строганов, Н. П. Шелухина,D. M. Andorson, A. M. Bews и др. Однако эти способы предусматривают использование в составе наполнителей цитратов кальция (натрия), а также препаратов модифицированных пектинов, что не позволяет получить дешевые наполнители с высокой термостабильностью и комплексообразующей способностью.

**Цель и задачи исследования.** Целью работы является разработка технологии и оценка качества термостабильных наполнителей на основе моркови, обладающих повышенной комплексообразующей способностью.

Для реализации поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

• обосновать выбор катализатора гидролиза пектиновых веществ пюре на основе моркови, режимов проведения гидролиза;

• провести оценку активности растворимого пектина пюре на основе моркови;

• обосновать состав и способ производства термостабильных наполнителей с использованием моркови;

• провести товароведную комплексную оценку качества разработанных термостабильных наполнителей на основе моркови;

• реализовать разработанные технические решения на предприятиях отрасли.

**Научная новизна:**

Диссертационная работа содержит элементы научной новизны в рамках пунктов 2, 4 и 6 паспорта специальности 05.18.15.

1) научно обоснован состав новых видов термостабильных наполнителей с повышенной комплексообразующей способностью (без применения препаратов модифицированных пектинов) с использованием моркови, получены экспериментальные данные, характеризующие органолептические, микробиологические, физико-химические свойства этих видов наполнителей;

2) обоснован способ повышения термостабильности и комплексообразующей способности наполнителей на основе моркови, заключающийся в проведении гидролиза протопектинов моркови с избытком лимонной кислоты с дальнейшим снижением излишней кислотности до рН 4,0 за счет образования цитратов .

**Предмет исследования.** Предметом исследования является состав и способ производства термостабильного наполнителя с повышенной комплексообразующей способностью.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Разработаны математические модели, описывающие химические реакции, которые позволили обосновать выбор реагента для нормализации по кислотности пюре на основе моркови.

Разработан проект технической документации на производство термостабильных наполнителей с повышенной комплексообразующей способностью пюре на основе моркови (ТУ 9165-276-02069036-2012; ТИ 9165-276-02069036).

Технология производства термостабильных наполнителей с повышенной комплексообразующей способностью освоена в производственных условиях ООО «МилеМак» (г. Мценск).

Разработанные новые виды термостабильных наполнителей успешно прошли апробацию при выпечке булочных и кондитерских изделий в производственных условиях ООО Хлебокомбинат «Юность».

**Методология и методы исследования.** Использованная в работе методология базируется на общепринятых, стандартных и оригинальных методах исследования.

**Положения, выносимые на защиту**:

• рациональные режимы проведения гидролиза пектиновых веществ пюре моркови;

• способ повышения термостабильности и комплексообразующей способности наполнителей на основе моркови;

• состав и способ производства новых видов термостабильных наполнителей с использованием моркови;

• результаты товароведной комплексной оценки качества разработанных термостабильных наполнителей на основе моркови.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Степень достоверности подтверждается согласованностью результатов исследований, выполненных с использованием стандартных и современных оригинальных методов исследования, обработкой полученных экспериментальных данных с использованием ПЭВМ с помощью программного пакета MicrosoftExcel, апробацией полученных результатов на производстве.

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на IV Международной научно – практической конференции «Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг» (г. Орел, 2007); семинаре-совещании «Инновационные технологии пищевых продуктов и интеграция вузовской науки и сферы производства» (г. Орел, 2009); отчетной научно-практической конференции по итогам НИР аспирантов и студентов Орел ГТУ за 2009 – 2010г. (г. Орел, 2010);семинаре-совещании «Разработка инновационных продуктов питания функционального назначения с использованием местного сырья, внедрение их в производство на предприятиях региональных товаропроизводителей и наполнение потребительского рынка области новыми видами продовольственных товаров» (г. Орел, 2010); отчетной научно - практической конференции по итогам НИР аспирантов и молодых ученых «Госуниверситет - УНПК» за 2010 – 2011 г. (г. Орел, 2011); Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Пищевые продукты и здоровье человека» (г. Кемерово, 2012); отчетной конференции по итогам НИР профессорско-преподавательского состава, аспирантов и докторантов «Госуниверситет - УНПК» за 2011 – 2012 г. (г. Орел); III международной научно-практической конференции молодых ученых (ОрелГИЭТ, 2013).

**Публикации.** По результатам выполненных исследований опубликовано 12 печатных работ, в т. ч. 6 - в изданиях, рекомендованных ВАК.

**Структура и объем диссертации.** Работа состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы, приложений. Материал изложен на 122 страницах машинописного текста, содержит 18 таблиц, 22 рисунка, 9 приложений. Список использованных источников включает 203 наименования отечественных и зарубежных авторов.

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении обоснована** актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна, практическая значимость.

**В первой главе** представлен анализ научной литературы и патентной информации по теме исследования; рассмотрены вопросы, касающиеся характеристики ассортимента и потребительских свойств наполнителей на основе плодоовощного сырья; охарактеризованы основные факторы, влияющие на термостабильные свойства наполнителей; проанализированы существующие способы снижения степени этерификации (активирования) пектина; охарактеризованы комплексообразующие свойства пектинов. На основании проведенного аналитического обзора литературы были сформулированы цель и задачи исследования.

**Во второй главе** дана информация по постановке эксперимента, представлена схема проведения исследования, описаны объекты и методы исследования.

Исследования проводились в учебных и научно-исследовательских лабораториях ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс».

Последовательность проведения этапов исследования представлены на рисунке 1.

В качестве объектов исследования служили термостабильные наполнители с использованием моркови, термостабильные наполнители «Яблочно-апельсиновый» (производитель ООО «Конэкс» г. Москва), термостабильные наполнители «Яблочно-апельсиновый» (производитель ООО «Мазпек» г. Калининград), модельные образцы пюре на основе моркови, препарат низкоэтарифицированного пектина марки «Классик АU-701» ( производство Германия), морковь сорта Номинатор, которая рекомендуется для выращивания в Северо-Кавказских регионах.

Методы исследования – общепринятые, стандартные и оригинальные.

Содержание растворимых пектинов - кальций – пектатным методом; степень этерификации, содержание галактуроновой кислоты, метоксильных групп – титрометрическим методом, комплексообразующую активность пектинов – комплексонометрическим методом; термостабильность – по предельно допустимой температуре выпечки; предельное напряжение сдвига, адгезию, прочность студня и желирующую способность – гравиметрическм методом; содержание кадмия и свинца – ГОСТ Р 51301; содержание мышьяка –ГОСТ 51766; содержание ртути – ГОСТ 26927; определение гамма- и бета-активности радионуклидов цезия-137 и стронция -90 – в соответствии с МУК 2.6.1.1194-03; содержание хлорорганических пестицидов – в соответствии с МУК1222-75; содержание нитратов – ионометрическим методом; микробиологические исследования - ГОСТ 30425, ГОСТ 1044412, ГОСТ 1044415; органолептическая оценка – по эталонной 5-балльной шкале; содержание сухих веществ – рефрактометрическим методом; содержание редуцирующих сахаров - ГОСТ 5903-89; содержание аскорбиновой кислоты - титрометрический метод; содержание β-каротина – методом ВЭЖХ; содержание тиамина и рибофлавина –флуориметрическим методом; содержание ниацина – колориметрическим методом; содержание калия, кальция, магния, железа – методом атомно-абсорбционной спектроскопии; содержание фосфора – спектрофотометрическим методом; внутреннюю структуру модельных образцов пюре и наполнителей – микроскопическим методом; комплексный показатель качества – расчетным путем.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**В третьей главе** проведен сравнительный анализ различных способов осуществления гидролиза протопектинов и перевода пектина в активное состояние

Этап I

Аналитический обзор литературы, формулирование цели и задач исследования

Этап II

Обоснование способа активирования пектиновых веществ пюре на основе моркови

Обоснование выбора катализатора гидролиза пектиновых веществ, режимов проведения гидролиза

Оценка активности растворимого пектина

Этап III

Обоснование состава и способа производства термостабильных наполнителей на основе моркови

Разработка технологии производства термостабильных наполнителей

Обоснование состава термостабильных наполнителей

Этап IV Этап IV

Товароведная оценка качества разработанных термостабильных наполнителей на основе моркови по окончании технологического процесса и в процессе хранения

Органолептические показатели

Физико-химические показатели

Показатели безопасности

Установление срока годности

Количественная оценка качества

Этап V

Реализация технических решений на предприятиях отрасли

Рисунок 1 – Структурная схема исследования

(ферментативного, щелочного, кислотного) в качестве наиболее приемлемого был выбран кислотный гидролиз с применением органических кислот.

Для проведения кислотного гидролиза были отобраны четыре вида пищевых кислот: лимонная, винная, яблочная и молочная. Кислоты отбирали, исходя из их органолептических показателей, каталитической активности и цены.

При изучении динамики выхода растворимого пектина модельные образцы бланшированного в воде пюре на основе моркови подвергали кислотному гидролизу при температуре 90 0С в течение 20 минут.

Установлено, что максимальный выход растворимого пектина составил: 2,2 г/100г при действии лимонной кислоты, 1,82 г/100г при действии винной кислоты, 1,59 г/100г – яблочной кислоты, 1,34 г/100г – молочной кислоты. В качестве примера на рисунке 2 представлена динамика выхода растворимого пектина пюре на основе моркови с использованием лимонной кислоты.

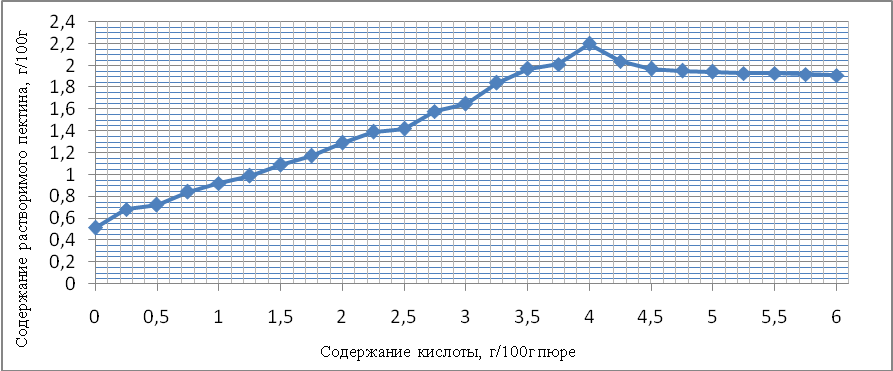


Рисунок 2 - Динамика выхода растворимого пектина пюре на основе моркови с использованием лимонной кислоты

Из данных рисунка 2 следует, что при увеличении содержания кислоты до 4 г/100г выход растворимого пектина увеличивался, а свыше 4 г/100г - снижался, т.к. при высокой концентрации кислоты начинается декарбоксилирование пектина. Аналогичные зависимости были получены и в опытах с остальными кислотами.

В дальнейших исследованиях использовалась только лимонная кислота, обеспечившая наилучший выход растворимого пектина (2,2 г/100г).

На интенсификацию гидролиза и выход растворимого пектина влияет не только выбор катализатора, значение рН, температура, но и продолжительность гидролиза. Для определения оптимального времени продолжительности гидролиза проводили гидротермическую обработку пюре на основе моркови при 90 0С в присутствии оптимального количества лимонной кислоты (обеспечивающей рН 2,3) в течение 30 минут.

Установлено, что продолжительность гидролиза при вышеуказанных режимах не должна превышать 20 минут, т.к. дальнейшее нагревание приводит к незначительному росту выхода растворимого пектина и снижению вязкости по причине деструкции пектиновых молекул.

Таким образом, были определены оптимальные режимы гидролиза, обеспечивающие максимальный выход растворимого пектина: использование лимонной кислоты в количестве 4 г/100г пюре, обеспечивающее рН 2,3, продолжительность гидролиза 20 минут, температура 90 0С.

Однако повышенная кислотность снижает органолептические показатели пюре на основе моркови, поэтому после проведения гидролиза необходимо провести нормализацию кислотности до рН (3,7 – 4,0), которая является оптимальной по органолептическим показателям для наполнителей.

Оптимальное значение рН (3,7 - 4,0) достигали путем внесения в систему гидрокарбоната натрия либо карбоната кальция. Расчетным путем было установлено, что для нормализации кислотности до уровня рН (3,7 – 4,0) необходимо использовать гидрокарбонат натрия в количестве (1,4 – 2,2) г /100г либо карбонат кальция в количестве (0,8 – 1,2) г /100г. Экспериментальные замеры активной кислотности модельных образцов после нейтрализации гидрокарбонатом натрия в количестве 1,4 г/100г составили рН 3,72, в количестве 2,2 г/100г - рН 3,97, после нейтрализации карбонатом кальция в количестве 0,8 г/100г - рН 3,73, в количестве 1,2 г/100г - рН 3,98, что свидетельствует о правильности проведенных расчетов.

В таблице 1 представлены данные по содержанию растворимого пектина и его комплексообразующей способности в нативной измельченной моркови и модельных образцах пюре на ее основе.

Таблица 1 – Содержание пектиновых веществ и комплексообразующая способность растворимого пектина

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Модельные образцы пюре (измельченная морковь) | Содержание пектиновых веществ, г/100г | | | Комплексообразующая способность растворимого пектина по отношению к свинцу, мг/г пектина |
| Содержание растворимого пектина, г/100г | Содержание протопектина, г/100г | Сумма пектиновых веществ, г/100г |
| Нативная измельченная морковь | 0,30 ±0,02 | 2,10±0,01 | 2,40±0,04 | 90,3± 0,5 |
| Пюре после гидротермической обработки | 1,04 ±0,01 | 1,36±0,02 | 2,40±0,04 | 150,3± 0,6 |
| Пюре после гидротермической обработки и кислотного гидролиза (Т= 90 0С, τ =20 мин, рН 2,3) | 2,00±0,01 | 0,40±0,01 | 2,40±0,03 | 190,3± 0,6 |
| Пюре после гидротермической обработки, кислотного гидролиза и нормализации кислотности гидрокарбонатом натрия до рН 3,7 | 2,15±0,02 | 0,25±0,01 | 2,40±0,04 | 187,5± 0,9 |
| Пюре после гидротермической обработки, кислотного гидролиза и нормализации кислотности гидрокарбонатом натрия до рН 4,0 | 2,18±0,01 | 0,22±0,02 | 2,40±0,03 | 187,4± 0,8 |
| Пюре после гидротермической обработки, кислотного гидролиза и нормализации кислотности карбонатом кальция до рН 3,7 | 2,19± 0,01 | 0,21±0,02 | 2,40±0,04 | 188,6± 0,8 |
| Пюре после гидротермической обработки, кислотного гидролиза и нормализации кислотности карбонатом кальция до рН 4,0 | 2,30± 0,01 | 0,10±0,02 | 2,40±0,04 | 188,3± 0,6 |

Проведение бланширования в воде измельченных корнеплодов моркови, осуществление кислотного гидролиза с использованием лимонной кислоты и нормализации кислотности до рН (3,7 – 4,0) позволило увеличить содержание растворимого пектина в пюре на основе моркови с 0,3 г/100г до (2,15 – 2,3) г/100 г, а также увеличить комплексообразующую способность пектина по отношению к свинцу с 90,3 мг/100г до (187,4 – 188,6) мг/г пектина.

Незначительное снижение комплексообразующей способности пектинов в пюре после гидротермической обработки, кислотного гидролиза и нормализации кислотности (по сравнению с пюре после гидротермической обработки и кислотного гидролиза) можно объяснить началом взаимодействия полученных цитратов кальция и натрия с пектиновыми веществами моркови.

Сравнительная оценка физико-химических характеристик пектинов пюре после гидротермической обработки, кислотного гидролиза и нормализации кислотности гидрокарбонатом натрия до рН 4,0,низкоэтерифицированного пектина марки “Классик АU–701” и пектинов сырой моркови представлена на рисунке 3.

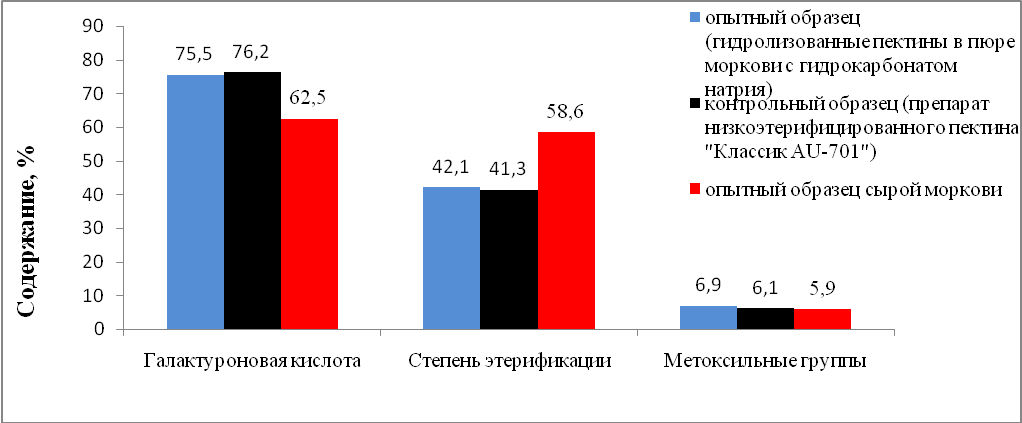


Рисунок 3 – Физико-химические характеристики пектинов пюре после гидротермической обработки, кислотного гидролиза и нормализации кислотности гидрокарбонатом натрия до рН 4,0, низкоэтерифицированного пектина марки “Классик АU–701” и пектинов сырой моркови.

Таким образом, предложенный способ активирования пектиновых веществ в пюре на основе моркови позволил увеличить содержание галактуроновой кислоты с 62,5% до 75,5%, уменьшить степень этерификации с 58,6% до 42,1% и увеличить комплексообразующую способность с 90,3 мг/г до (187,4 -188,6) мг/г, практически достигнув по этим показателям уровня промышленного образца низкоэтерифицированного пектина марки “Классик АU–701”, комплексообразующая способность которого составляет 190 мг/100г, степень этерификации – 41,3%, содержание галактуроновой кислоты – 76,2%.

**В четвертой главе** было установлено, что в ходе выпечки термически обработанное как в воде, так и в кислой среде пюре потеряло свою форму уже при температуре 70 0С.

Внесение гидрокарбоната натрия в количестве 1,4 г/100 г позволило увеличить температуру выпечки с 70 0С до 95 0С, а в количестве 2,2 г/100г - с 70 0С до 100 0С. В качестве оптимального количества выбрана дозировка 2,2 г/100 г пюре, приводящая к большей термостабильности.

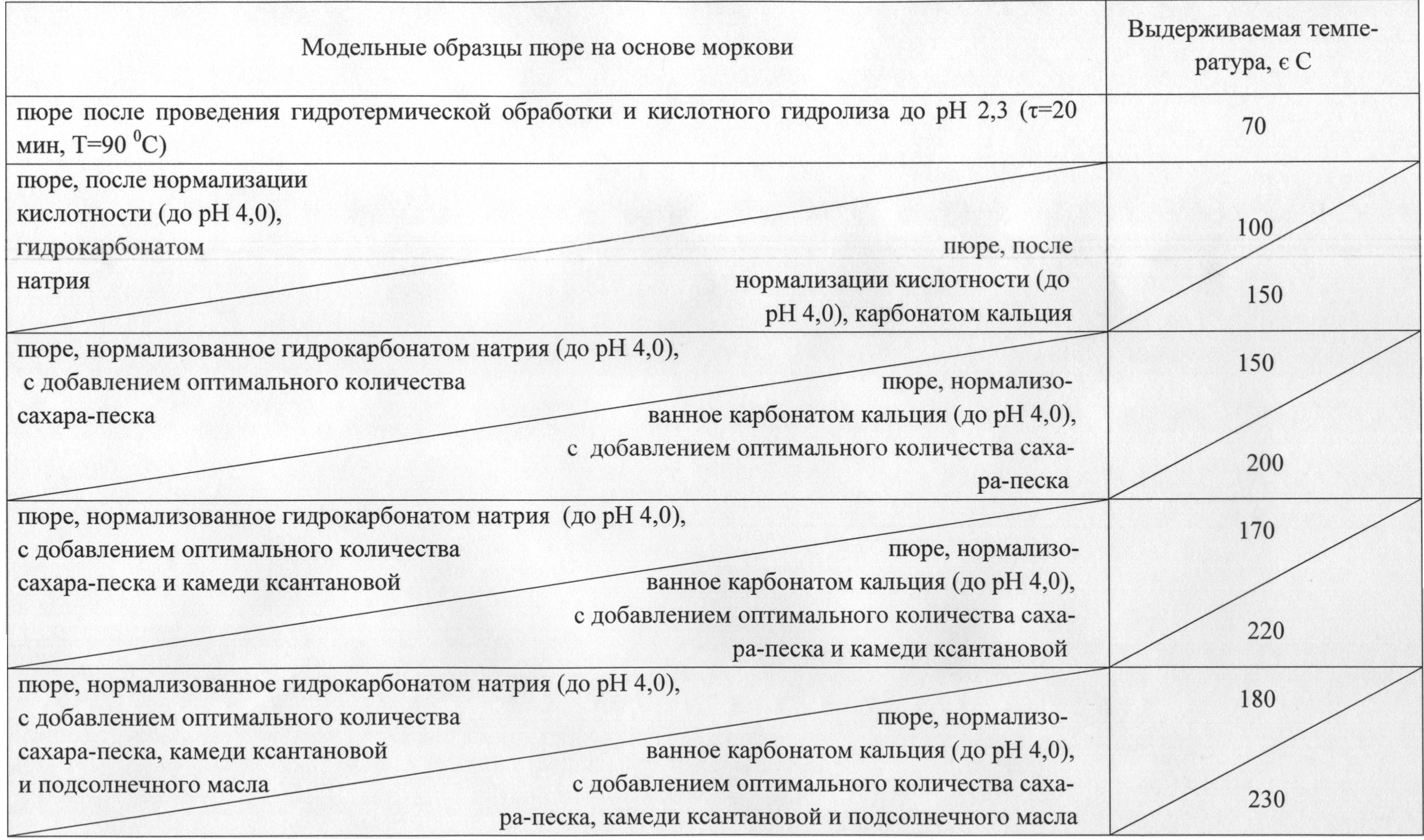
Внесение карбоната кальция в количестве 0,8 г/100г и 1,2 г/100г пюре на основе моркови позволило увеличить температуру выпечки с 70 0С до 145 0С и 150 0С соответственно. В качестве оптимального количества выбрана дозировка 1,2 г/100г, приводящая к наибольшему увеличению термостабильности (таблица 2).

Таблица 2 – Рецептура наполнителей

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сырье и материалы | Нормы расхода сырья кг/100кг | | Содержание сухих веществ в сырье, % | | Содержание сухих веществ в наполнителе, % | |
|  | Варианты рецептуры | | | | | |
|  | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| морковное пюре | 50,0 | 50,0 | 12,0 | 12,0 | 600,0 | 600,0 |
| подсолнечное масло | 0,5 | 0,5 | 99,9 | 99,9 | 49,95 | 49,95 |
| сахар-песок | 50,0 | 50,0 | 99,8 | 99,8 | 4990,0 | 4990,0 |
| натрия гидрокарбонат | 0,6 | – | 70 | – | 42,0 | – |
| кальция карбонат | – | 0,4 | – | 90,0 | – | 36,0 |
| лимонная кислота | 2,0 | 2,0 | 91,0 | 91.0 | 182,0 | 182,0 |
| патока | 16,0 | 16,0 | 78,0 | 78,0 | 1248,0 | 1248,0 |
| камедь ксантановая | 0,2 | 0,2 | 82,0 | 82,0 | 16,4 | 16,4 |
| кислота аскорбиновая | 0,08 | 0,08 | 97,0 | 97,0 | 7,7 | 7,7 |
| Вода | 50,0 | 50,0 | – | – | – | – |
| Итого: | 169,38 | 169,18 | 629,7 | 649,7 | 7136,1 | 7130,1 |
| Выход: | 100,0 | 100,0 |  |  | 71,36±1,0 | 71,30±1,0 |

В результате исследований были установлены оптимальные количества внесения сахара-песка и ксантановой камеди, внесение которых позволило увеличить температуру выпечки еще на 50 0С и 20 0С соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Предельно допустимая температура воздействия на модельные образцы пюре на основе моркови, 0С



Для лучшей усвояемости каротиноидов в рецептуру наполнителей было внесено растительное дезодорированное масло. Внесение оптимального количества растительного масла привело к увеличению термостабильности модельных образцов еще на 10 0С за счет образования эмульсионной структуры, при этом разрушения этой структуры, сопровождающегося выделением жировой фазы, не наблюдалось.

Введение в рецептуру аскорбиновой кислоты преследовало цель снижения окислительных процессов каротиноидов и растительного масла.

Результаты исследований были использованы при разработке рецептур термостабильных наполнителей с карбонатом кальция (выдерживаемая температура 230 0С) и с гидрокарбонатом натрия (температура 180 0С), представленных в таблице 2.

При изучении влияния низких температур на свойства наполнителей опытные образцы хранили при температуре (-18 ÷ -20) 0С в течение 30 суток, после чего наполнители дефростировали при комнатной температуре, при этом явления синерезиса не наблюдалось.

Микроскопический анализ показал, что структура наполнителей не разрушается после замораживания, система устойчива к действию низких температур, т.е. наполнители проявляют стабильность при замораживании и оттаивании.

Это можно объяснить тем, что пектины с низкой степенью этерификации способны лучше впитывать влагу и образовывать прочную трехмерную структуру, а высокое содержание галактуроновой кислоты способствует хорошему эмульгированию внесенного масла.

Действие отрицательных температур способно повлиять и на студнеобразующую способность пектиновых веществ.

Под действием отрицательных температур студнеобразующая способность пектиновых веществ немного снизилась (в образце с карбонатом кальция - на 2,4 %, в образце с гидрокарбонатом натрия - на 4,7 %). Это объясняется частичным разрывом молекулярных связей между молекулами пектина вследствие изменения фазового состояния воды. При переходе воды в лед образующиеся кристаллы льда способны вызывать необратимые повреждения структуры пектина. Короткие цепочки пектиновых молекул оказались неспособными образовывать такое же количество зон связывания, что привело к снижению прочности студня.

Структурная схема процесса производства термостабильных наполнителей представлена на рисунке 4.

Наполнители консервируются асептическим способом и расфасовываются при температуре не ниже 85 0С в подготовленную полимерную стерильную тару БЧ1-4 вместимостью 60 л. Наполнители хранят при температуре (16 ÷ 18) 0С и относительной влажности 75% - 80%. Наполнители при хранении должны быть защищены от попадания прямых солнечных лучей.

**В пятой главе** оценка безопасности термостабильных наполнителей на основе пюре моркови проводилась в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01 по совокупности микробиологических показателей безопасности, а также показателей, характеризующих содержание токсичных веществ и радионуклидов: в частности, свинца, мышьяка, кадмия, ртути, пестицидов (α, β, γ - изомеров гексахлорциклогексана, ДДТ и его метаболитов), нитратов, радионуклидов (цезия – 137, стронция - 90).

В результате проведенных исследований было установлено, что по физико-химическим показателям безопасности все образцы наполнителей соответствуют требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01.

Согласно классификации разработанные виды наполнителей следует отнести к консервам группы В, имеющим рН (3,7- 4,2), поэтому основными микробиологическими показателями безопасности являются: наличие газообразующих спорообразующих мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов группы В. polymyxa, негазообразующих спорообразующих мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, мезофильных клостридий, неспорообразующих бактерий, плесневых грибов, дрожжей. Установлено, что по показателям микробиологической безопасности все образцы соответствуют требованиям СанПиН 2.3.2. 1078 - 01 в течение 9 месяцев, т.е. фактический срок годности составляет 9 месяцев.

Однако при обосновании сроков годности необходимо учитывать коэффициент резерва – 1,5, поэтому производитель может гарантировать срок годности не менее 6 месяцев.

Учитывая, что по микробиологическим показателям гарантированный срок годности наполнителя в полимерной герметично укупоренной таре составляет 6 месяцев, органолептическую оценку проводили после завершения технологического процесса и по истечении 6 месяцев хранения.

Органолептическая оценка качества новых видов термостабильных наполнителей проводилась по эталонной 5-балльной шкале. Результаты представлены в таблице 4.

Свежевыработанные наполнители по органолептическим показателям получили высокую балльную оценку, так как имели красивую окраску, приятный кисло-сладкий вкус, хорошо выраженную сгущенную желированную массу, блестящую поверхность.

Таблица 4 - Органолептические показатели качества наполнителей в процессе хранения

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование наполнителей | Показатели качества, баллы | | | | Сумма баллов |
| Внешний вид и консистенция | Цвет | Вкус | Запах |
| По окончании технологического процесса | | | | | |
| С гидрокарбонатом натрия | 4,8±0,1 | 4,8±0,1 | 4,9±0,1 | 4,7±0,2 | 19,1 |
| С карбонатом кальция | 4,9±0,1 | 4,8±0,1 | 4,9±0,1 | 4,7±0,2 | 19,2 |
| Через 6 месяцев хранения | | | | | |
| С гидрокарбонатом натрия | 4,7±0,2 | 4,7±0,2 | 4,8±0,1 | 4,6±0,2 | 18,7 |
| С карбонатом кальция | 4,8±0,1 | 4,7±0,2 | 4,8±0,1 | 4,6±0,2 | 18,8 |

По окончании срока годности (6 месяцев) общая сумма баллов составила 18,7 и 18,8 баллов. По всем показателям баллы снизились на 0,1 (по сравнению с началом хранения), однако оба наполнителя ни по одному из показателей не получили оценки ниже 4 баллов.

Морковь

мойка Аскорбиновая кислота

инспекция просеивание

повторная мойка растворение

сортировка и обрезка концов

Гидрокарбонат натрия очистка

либо

Карбонат кальция доочистка и инспекция Лимонная кислота

просеивание измельчение на пластины просеивание

вода

вода

смешивание бланширование растворение

t = 95…100°C, τ = 15 мин

Камедь ксантановая

протирание

набухание

кислотный гидролиз τ = 15-20 мин

t = 90°C, τ = 20 мин

Сахар-песок

нормализация

τ ≈ 7…10 мин (до окончания выделения пузырей СО2) просеивание

перемешивание

Патока τ ≈ 2…3 мин

нагревание до 90°С перемешивание

τ ≈ 2…3 мин

перемешивание

τ ≈ 5…7 мин

выстаивание

Масло растительное τ = 10 мин

фильтрование уваривание под вакуумом

до содержания сухих веществ 70%

приРост = 0,085 МПа

перемешивание

подогрев до 90°C

фасование Тара

t = 85°C, не менее

Рисунок 4 – Структурная схема производства термостабильных наполнителей на основе морковного пюре

Проведенная органолептическая оценка новых видов наполнителей показала, что в течение всего срока годности наполнители сохраняли приемлемые органолептические характеристики.

Физико-химические показатели качества наполнителей в процессе хранения представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Физико-химические показатели качества наполнителей в процессе хранения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  наполнителя | Содержание растворимых сухих веществ, % | | рН | | Содержание редуцирующих сахаров и сахарозы, % | | Количество растворимого пектина, мг/100г сырого вещества | | Комплексообразующая способность пектинов по отношению к Рb2+,мг/100г пектина | | Температура выпечки наполнителя, 0С | |
| Срок хранения, месяц | | | | | | | | | | | |
| 0\* | 6 | 0\* | 6 | 0\* | 6 | 0\* | 6 | 0\* | 6 | 0\* | 6 |
| С гидрокарбонатом натрия | 69,7±0,1 | 69,9±0,1 | 3,97±0,04 | 3,93±0,2 | 69,2±0,1 | 68,7±0,3 | 2,18±0,01 | 2,06±0,02 | 186,7±0,5 | 180,6±0,5 | 180 | 180 |
| С карбонатом  кальция | 69,6±0,1 | 69,8±0,1 | 3,95±0,03 | 3,92±0,02 | 61,7±0,1 | 61,1±0,1 | 2,30±0,01 | 2,21±0,01 | 187,6±0,5 | 182,6±0,5 | 230 | 230 |

Примечание: \* - по окончании технологического процесса

В наполнителе, нормализованной гидрокарбонатом натрия, значение рН снизилось на 1,0 %; в наполнителе, нормализованной карбонатом кальция, - на 0,8%, что возможно объяснить дополнительным гидролизом протопектинов и освобождением карбоксильных групп, так как пектин разрушается при хранении, превращаясь в галактуроновую кислоту.

Незначительное снижение содержания пектиновых веществ в пределах (3,9 - 5,5) %, объясняется относительно непродолжительным сроком хранения (6 месяцев) и кислой средой наполнителей. Уменьшение содержания растворимого пектина привело и к снижению комплексообразующей способности продукта.

Температура выпечки у всех образцов осталась неизменной, что объясняется устойчивой желейной системой ионосвязанных гелей.

Изменение витаминного состава наполнителей в процессе хранения представлено в таблице 6.

Из данных таблицы 6 следует, что содержание β- каротина к концу срока хранения уменьшилось незначительно на – (10,9 – 13,3)%, так как в кислой среде каротиноиды достаточно устойчивы. Хорошей сохраняемости каротиноидов способствует, по-видимому, и внесение аскорбиновой кислоты.

Таблица 6 - Изменение витаминного состава наполнителей в процессе хранения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование витаминов | Содержание витаминов, мг/100г | | | | Суточная потребность, мг | Удовлетворение суточной потребности, % при употреблении 100 г наполнителя с гидрокарбонатом натрия | | Удовлетворение суточной потребности, % при употреблении 100 г наполнителя с карбонатом кальция | |
| Наполнитель с гидрокарбонатом натрия | | Наполнитель с карбонатом кальция | |
| Срок хранения, месяц | | | | | | | | |
| 0\* | 6 | 0\* | 6 | 50-90 | 0\* | 6 | 0\* | 6 |
| Кислота  аскорбиновая (С) | 83,0±  0,3 | 55,4±  0,5 | 84,2±  0,6 | 55,8±  0,3 | 118,6-166,0 | 79,1-110,8 | 120,3-168,4 | 79,7-111,6 |
| Тиамин (В1) | 0,018±  0,002 | 0,017±  0,001 | 0,024±  0,003 | 0,021±  0,002 | 1,5-2,0 | 0,85-1,12 | 0,9-  1,2 | 1,2-  1,6 | 1,05-1,4 |
| Рибофлавин (В2) | 0,032±  0,003 | 0,028±  0,004 | 0,031±  0,005 | 0,029±  0,003 | 2,0-2,5 | 1,3-1,6 | 1,1-  1,4 | 1,24-1,55 | 1,16-1,45 |
| Ниацин (РР) | 0,042±  0,003 | 0,041±  0,002 | 0,039±  0,002 | 0,037±  0,003 | 15-25 | 0,17-0,28 | 0,16-0,27 | 0,16-0,26 | 0,15-0,25 |
| β-каротин | 4,5±  0,4 | 3,9±  0,5 | 4,6±  0,4 | 4,1±  0,3 | 3,0-5,0 | 90-150 | 78-130 | 92-153 | 82-137 |

Примечание: \* - по окончании технологического процесса

За 6 месяцев хранения содержание аскорбиновой кислоты снизилось всего лишь на (33,3 – 33,7) %, так как она относительно хорошо сохраняется в кислой среде, кроме того высокая концентрация сахара также способствует ее сохранению.

Самыми стабильными из исследуемых витаминов оказались ниацин (РР), тиамин (В1), рибофлавин (В2) благодаря устойчивости их циклической структуры к действию кислорода, кислых сред, света.

Одним из основных требований, предъявляемым к термостабильным наполнителям, является наличие желейной структуры, поэтому были проведены исследования изменения прочности студня и студнеобразующей способности гидролизованных пектинов наполнителей в процессе хранения в течение 6 месяцев.

Желирующая способность пектинов через 6 месяцев хранения имела тенденцию увеличения (на 0,8% и 2,5%), а прочность студня – уменьшения (на 1,9% и 5,8%), что объясняется увеличением кислотности.

Таблица 7– Изменение прочности студня и студнеобразующей способности пектинов наполнителей в процессе хранения в течение 6 месяцев

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  наполнителя | Прочность студня (по Валенту), г | | Градусы желирующей способности (по Тарр-Бейкеру) | |
| 0\* | 6 | 0\* | 6 |
| С гидрокарбонатом  натрия | 104,7±0,5 | 98,6±0,5 | 114,7±0,5 | 117,7±0,6 |
| С карбонатом кальция | 209,6±0,6 | 205,7±0,6 | 250,3±0,5 | 252,3±0,6 |

Примечание: \* - по окончании технологического процесса

При проведении количественной оценки качества в качестве эталонов были выбраны термостабильные яблочно-апельсиновые наполнители производства ООО «Конэкс», г. Москва и ООО «МАЗПЕК», г. Калининград.

Проведенная количественная оценка качества подтвердила, что разработанные термостабильные наполнители на основе пюре моркови по органолептическим и физико-химическим характеристикам конкурентоспособны, т. к. количественное значение комплексного показателя качества для них составляет 0,91 – 0,99.

На основании результатов исследования были разработаны проекты комплектов технической документации (технические условия, технологическая инструкция) на новый вид термостабильных наполнителей на основе морковного пюре.

Технология производства термостабильных наполнителей с повышенной комплексообразующей способностью освоена в производственных условиях ООО «МилеМак» (г. Мценск), разработанные новые виды термостабильных наполнителей прошли апробацию при выпечке булочных и кондитерских изделий в производственных условиях ООО «Общепит» (г. Карачев).

Предполагаемый социальный эффект разработки: защита здоровья людей, проживающих в экологически неблагоприятных условиях, за счет высокой комплексообразующей способности активированных пектинов моркови по отношению к токсичным веществам.

**ВЫВОДЫ**

1. Доказано, что наиболее оптимальный способ проведения гидролиза пектиновых веществ в пюре на основе моркови – кислотный гидролиз с использованием в качестве катализатора лимонной кислоты в количестве 4 г/100 пюре (рН 2,3) при Т=90 0С и τ = 20 мин, обеспечивающий наиболее высокий выход растворимого пектина – 2,2 г/100г пюре.
2. Разработанный способ активирования пектиновых веществ моркови, заключающийся в последовательном проведении гидротермической обработки (Т = (95-100) 0С, τ = 15 мин), кислотного гидролиза (Т = 90 0С, τ = 20 мин, рН= 2,3), нормализации кислотности солями карбоновых кислот до рН (3,7 – 4,0), позволило увеличить содержание растворимого пектина в пюре на основе моркови с 0,3 до (2,15 – 2,3) г/100г сырого вещества.
3. Предложенный способ активирования пектиновых веществ моркови позволил увеличить содержание галактуроновой кислоты с 62,5 до 75,5 % и уменьшить степень этерификации с 58,6 до 42,1 %, что привело к росту комплексообразующей способности по отношению к свинцу с 90,3 до (187,4 – 188,6) мг/г пектина, практически достигнув уровня промышленного образца низкоэтерифицированного пектина марки «Классик АU-701», комплексообразующая способность которого составляет 190 мг/г, содержание галактуроновой кислоты – 76,2%, степень этерификации – 41,3%.
4. При изучении факторов, формирующих потребительские свойства наполнителей (рецептурных ингридиентов), установлено, что использование оптимального количества гидрокарбоната натрия позволило увеличить температуру выпечки на 30 0С, использование карбоната кальция – на 80 0С, сахара-песка - на 50 0С, камеди ксантановой - на 20 0С, в результате чего температура выпечки наполнителя с гидрокарбонатом натрия увеличилась с 70 до 180 0С, а наполнителя с карбонатом кальция – с 70 до 230 0С.
5. Установлено, что под действием отрицательных температур студнеобразующая способность пектиновых веществ наполнителей немного снизилась; в меньшей степени снижение прочности студня наблюдалось в образцах с карбонатом кальция (2,9%) по сравнению с гидрокарбонатом натрия (4,8%), однако во всех образцах после дефростации явления синерезиса не наблюдалось. Проведенное микроскопирование подтвердило, что в целом исследуемая структура устойчива к действию низких температур.
6. На основании исследований изменения микробиологических показателей безопасности с учетом коэффициента резерва (1,5), органолептических и физико-химических показателей качества был установлен срок годности разработанных видов наполнителей – 6 месяцев при месяцев при температуре 17±1 º С и влажности (75-80%).
7. Комплексное исследование разработанных видов наполнителей показало, что они обладают приемлемыми органолептическими свойствами, повышенной пищевой ценностью и соответствуют требованиям безопасности. Наполнители являются источником аскорбиновой кислоты, β-каротина, пектина, процент удовлетворения суточной потребности в которых даже при употреблении 10 г наполнителя составляет более 5%. Результаты апробированы на предприятиях отрасли.

**Перспективы дальнейшей разработки темы.** В рамках дальнейших исследований планируется разработка новых видов составов и способов производства термостабильных комбинированных наполнителей на основе овощного сырья; для изучения сочетаемости рецептурных компонентов планируется проведение оптимизации составов термостабильных наполнителей (с использованием математического аппарата).

**Список опубликованных работ по теме диссертации**

**Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ**

1. Козичева, М. А. О возможностях использования тыквы и моркови для производства термостабильных наполнителей профилактического назначения / М. А. Козичева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2012. - № 1 (12). – С. 53-56;
2. Козичева, М. А. Овощные термостабильные наполнители для кондитерских и молочных изделий / М. А. Козичева // Товаровед продовольственных товаров. – 2012. - № 3. – С. 8 – 10.
3. Толкунова, Н. Н. Оценка активности растворимого пектина по степени этерификации / Н. Н. Толкунова, В. С. Житникова, М. А. Козичева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2012. - № 2 (13). – С. 58-60.
4. Толкунова, Н. Н. Влияние рецептурных компонентов и режимов их обработки на функционально – технологические свойства наполнителей для кондитерских и молочных изделий / Н. Н. Толкунова, В. С. Житникова, М. А. Козичева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2010. - № 2 (2). – С. 14-16.
5. Толкунова, Н. Н.Оценка качества термостабильных наполнителей профилактической направленности на основе моркови / Н. Н Толкунова, В. С. Житникова, М. А. Козичева // Товаровед продовольственных товаров. – 2012. - № 7. – С. 41–46.
6. Толкунова, Н.Н. Оценка качества термостабильных наполнителей на основе моркови по окончании техпроцесса и в процессе хранения / Н. Н. Толкунова, В. С. Житникова, М. А. Козичева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2012. - № 4 (15). – С. 13-19.

**Публикации в других изданиях**

1. Толкунова, Н.Н. Изыскание функциональных ингредиентов для создания термостабильных наполнителей на основе овощного пюре / Н. Н. Толкунова, В. С. Житникова, М. А. Козичева // Кондитерское производство. – 2012 . - № 6. – С. 25 – 26.

**Авторские свидетельства и патенты РФ**

1. Патент 2410900. Способ получения овощного наполнителя / В.С. Житникова, Н.Н. Толкунова, М.А. Моисеенко № 2009129694/13;

**Материалы конференций**

1. Моисеенко, М. А. Перспективы использования тыквы для производства продуктов профилактического назначения / М. А. Моисеенко // Потребительский рынок: качество и безопасность услуг: материалы IV Международной научно-практической конференции. – Орел, 2007 г. – С. 445-447.
2. Козичева, М. А. Оценка активности растворимого пектина по комплексообразующей активности / М. А. Козичева // Пищевые продукты и здоровье человека: Материалы Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Кемерово, 2012 г. – С. 23-26.
3. Толкунова, Н. Н. Разработкатехнологии термостабильных наполнителей на основе моркови / Н. Н. Толкунова, М. А. Козичева, В. С. Житникова, А. А. Жучков // Сборник материалов III международной научно-практической конференции молодых ученых. Проблемы и приоритеты направления развития технологий и организации гигиены питания в современных условиях. – Орел: ООО Картуш, ОрелГИЭТ 2013, С. 45-47.
4. Толкунова, Н. Н. Выбор реагента для нормализации по кислотности пюре на основе моркови / Н. Н. Толкунова, М. А. Козичева, В. С. Житникова, А. А. Жучков // Сборник материалов III международной научно-практической конференции молодых ученых. Проблемы и приоритеты направления развития технологий и организации гигиены питания в современных условиях. – Орел: ООО Картуш, ОрелГИЭТ 2013, С. 47 – 51.

Подписано к печати 27.09.2013 г. Формат 60х84 1/16

Объем 1,0 усл. п.л. Тираж 100 экз. № 1152

-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Отпечатано с готового оригинал-макета на полиграфической базе

ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»

302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29