На правах рукописи

МАСАЛОВА НАТАЛЬЯ ВЛАДИМИРОВНА

ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МОЛОЧНЫХ ДЕСЕРТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРНЯ ЛОПУХА БОЛЬШОГО *ARCTIUM LÁPPA*

Специальность: 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Владивосток – 2019

Работа выполнена в Департаменте пищевых наук и технологий Школы биомедицины Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» Министерства науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель:	**Левочкина Людмила Владимировна**, кандидат технических наук, доцент
Официальные оппоненты:	**Буянова Ирина Владимировна**, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», технологический институт пищевой промышленности, кафедра «Технология продуктов питания животного происхождения», профессор **Артемова Елена Николаевна**, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», институт естественных наук и биотехнологии, кафедра «Технологии продуктов питания и организации ресторанного дела», профессор
Ведущая организация:	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»

Защита состоится 23 апреля 2019 года в 12 ч. 00 мин. на заседании объединенного Диссертационного совета Д 999.189.02 на базе ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет» по адресу: 690922, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, кампус ДВФУ, корпус А, 11 уровень, зал заседаний диссертационных советов.

Отзывы на автореферат просим направлять по адресу: 690922, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, кампус ДВФУ, корпус 20, каб. В729, Диссертационный совет Д 999.189.02, e-mail: kalenik.tk@dvfu.ru, tabakaeva.ov@dvfu.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Дальневосточного федерального университета по адресу: 690090, г. Владивосток, ул. Алеутская, 65-б и сайте: www.dvfu.ru, в Научной библиотеке Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета по адресу: 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52-б и сайте: www.dalrybvtuz.ru.

Автореферат разослан ___ _____ 2019 года.

Врио Ученого секретаря Диссертационного совета, доктор технических наук, доцент О.В. Табакаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Согласно результатам мониторинга, состояние здоровья и среды обитания, качество продуктов питания и лекарственных препаратов во многом не удовлетворяют потребности современного человека (Перова, 2016). В России неуклонно растет число лиц, страдающих или склонных к различным неинфекционным заболеваниям NCD (болезни сердца и сосудов, рак, бронхиальная астма, сахарный диабет и др.), которые, как правило, имеют длительную продолжительность и являются результатом сочетания генетических, физиологических, экологических и поведенческих факторов (Saha, 2010; GBD 2015; Позняковский, 2015; Бугримов, 2016).

В процессе индивидуальной жизни человека несбалансированное питание, все возрастающее стрессовое воздействие, экологическое неблагополучие и другие негативные факторы перегружают и истощают регуляторные системы организма (Исаев, 2016; Энгельгардт, 2017). Считается, что после онкологических заболеваний во всех странах мира не инсулинозависимый сахарный диабет (NIDDM) занимает второе место. Причин возникновения NIDDM много: это и гиподинамия, и неправильно организованное питание и стрессы, приводящие к избыточному весу, а последствия сахарного диабета приводят к увеличению больных, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями (Крючкова, 2013; Шалаев, 2016; Рубизова, 2017).

Развивающиеся страны в экономическом и демографическом переходе уже демонстрируют резкие изменения в моделях потребления продуктов питания (Saha, 2010). Регулировать углеводный обмен можно не только медикаментозно, но и включением в дневной рацион питания обогащенных продуктов питания и их ингредиентов. Поэтому поиску сырья, участвующего в регулировании углеводного обмена в организме человека посвящены многие научные труды и исследования, в т.ч. биотехнологические (Мелконян, 2013; Тарасенко, 2015; Газукина, 2016).

Для разработки пищевых продуктов с возможностью регуляции углеводного обмена в последнее время широко используется инулинсодержащее сырье, к которому относится лопух большой *Arctium lappa L.* Однако широко распространенный в Приморском крае и других регионах России лопух большой (особенно его корень) не находит широкого применения в пищевой промышленности, при этом активно используется в медицине, как лекарственное сырье (ФС.2.5.0025.15) (Боев, 2006; Jiang, 2016). Основными химическими компонентами кожистого слоя корня лопуха большого являются клетчатка, гемицеллюлоза и минеральные вещества, а белки и углеводы, в том числе полисахарид инулин, сосредоточены в сердцевине. Имея достаточно низкую калорийность, инулин способствует усвоению витаминов и минералов в организме и для больных сахарным диабетом предпочтительнее, чем фруктоза (Струпан, 2010; Carlotto, 2016).

Разработаны продукты разных групп с применением инулинсодержащего сырья (топинамбур, цикорий и т.д.): мясные изделия, хлебобулочные изделия, плодоовощные консервы, кумысные продукты, экструзионные изделия и др. (Петриченко, 2011; Перковец, 2012; Саленко, 2013; Максютов, 2014; Моргунова, 2015; Смертина, 2015; Панов, 2016; Василев, 2017). Однако до настоящего времени

не изучена возможность применения корня лопуха большого в качестве инулинсодержащего ингредиента в технологии молочных десертов с профилактической направленностью.

В этой связи, весьма актуальной является разработка технологий и расширение ассортимента десертов для профилактического питания с использованием функциональных пищевых ингредиентов исходного растительного лекарственного сырья (ФС.2.5.0025.15).

Степень разработанности темы. Проблеме обогащения молочных десертов биологически ценными веществами, повышающими их пищевую ценность, и разработке продуктов для здорового питания посвящены исследования отечественных ученых – В.М. Позняковского, Н.И. Дунченко, В.И. Ганиной, Н.М. Птичкиной, Ж.В. Бучахчан, И.А. Евдокимова, Г.А. Донской, Е.А. Плехановой и зарубежных исследователей – S. Mende, E.C. Morais, S. Pracham, R. Puri и др. Проблеме изучения лопуха большого посвящены работы – Р.С. Боева, В.В. Величко, О.В. Дерюшевой, Н.А. Дьяковой, Е.А. Струпан, J. Carlotto, Y.-S.Chan, A.C. DosSantos, J.-P.He и др.

Цель и задачи диссертационного исследования. Целью работы является обоснование и разработка технологии молочных десертов с использованием пюре корня лопуха с изучением процесса формирования их качественных и потребительских характеристик.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

– научно обосновать перспективность использования корня лопуха большого (свежего), произрастающего в Приморском крае, для производства молочной продукции, с изучением его химического состава и технологических свойств;

– разработать технологию пюре корня лопуха и обосновать его перспективность в качестве источника биологически активных веществ для использования в молочных десертах;

– обосновать и разработать технологию и рецептуры производства молочных десертов с профилактическими свойствами с добавлением пюре корня лопуха;

– изучить влияние концентрации пюре корня лопуха на основные показатели качества и безопасности молочных десертов повышенной пищевой ценности по комплексу показателей (органолептических, физико-химических, микробиологических, структурно-механических);

– разработать и утвердить нормативно-техническую документацию (СТО, ТИ) на полуфабрикат из корня лопуха;

– апробировать технологию молочных десертов на пищевом производстве.

Научная новизна работы:

- научно обоснована возможность и перспективность использования корня лопуха большого *Arctium lappa* для производства молочных десертов;

- экспериментально определены и обоснованы параметры технологических процессов технологии пюре корня лопуха для производства молочных десертов;

- научно обоснованы технология и рациональные рецептуры молочных десертов с использованием пюре корня лопуха.

Практическая значимость результатов проведенных исследований.

Экспериментально подтверждена перспективность применения корня лопуха большого *Arctium lappa* в технологии и рецептурах молочных десертов в качестве ингредиента, обеспечивающего их профилактические качества, улучшающих технологические характеристики молочных десертов, наряду с сохранением их традиционных органолептических свойств.

Рационализирована технология и разработаны технологические схемы производства молочных десертов с использованием пюре корня лопуха. Разработана и утверждена нормативная документация на полуфабрикат из корня лопуха (СТО 02067942-013-2018 Пюре корня лопуха. Технологическая инструкция к СТО 02067942-013-2018). Новизна рецептурных решений молочных десертов подтверждена патентами РФ на изобретения: Патент РФ №2603273 «Творожный десерт (2016 г.) и Патент РФ №2603275 «Способ производства творожного десерта» (2016 г.).

Результаты исследований были использованы при участии в VI Международной биотехнологической выставке-ярмарке «РосБиоТех-2012» (Россия, г. Москва, 07-09.11.2012 г.). «Десерт творожный с корнем лопуха» награжден золотой медалью и дипломом.

Материалы диссертационной работы используются в учебном процессе в Департаменте пищевых наук и технологий Школы биомедицины Дальневосточного федерального университета для подготовки бакалавров 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания» и магистров 19.04.04 «Технология продукции и организация общественного питания».

Результаты исследований апробированы на действующем предприятии молочной промышленности ФГУП «Дальневосточное» г. Артем и рекомендованы для практического использования.

Методология и методы исследования. Методология диссертационного исследования основана на научных методах сравнительного анализа. Для реализации поставленных задач использовали общепринятые и специальные методы сбора, обработки и анализа информации, оценки качества и эффективности: физико-химические, технологические, органолептические и социологические.

Основные положения, выносимые на защиту:

– научное обоснование перспективности использования корня лопуха большого *Arctium lappa* в производстве молочных десертов;

– особенности технологии пюре корня лопуха, с обоснованием параметров технологических процессов;

– технология молочных десертов, с использованием пюре корня лопуха;

– влияние концентрации пюре корня лопуха на показатели качества и безопасности молочных десертов.

Соответствие темы диссертации паспорту научной специальности. Диссертационная работа соответствует п. 1, 2, 4, 7 паспорта специальности 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств.

Степень достоверности результатов. Теоретические аспекты подкреплены данными экспериментальных исследований, достоверность которых основана на методах статистического и сравнительного анализа. Экспериментальная часть выполнена с использованием современных и общепринятых методов исследований.

Апробация результатов исследования. Материалы диссертации представлены и доложены на научных и научно-практических конференциях международного, всероссийского и регионального значения: V международная научно-практическая конференция «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте» (Украина, г. Одесса, 2010 г.); Международная конференция с элементами научной школы для молодежи «Новые технологии переработки сельскохозяйственного сырья в производстве продуктов общественного питания» (Россия, г. Владивосток, 2010 г.); Межрегиональная научно-практическая конференция «Инновационные процессы в развитии сферы общественного питания» (Россия, г. Красноярск, 2011 г.); IV Всероссийская научно-практическая конференция аспирантов и молодых ученых с Международным участием «Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности» (Россия, г. Бийск, 2011 г.); Международная научно-практическая конференция «Теоретические и практические аспекты развития современной науки» (Россия, г. Москва, 2011 г.); Research Bullttin Sworld (Украина, г. Одесса, 2012 г.); VI Всероссийская научно-практическая конференция аспирантов и молодых ученых с Международным участием «Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности» (Россия, г. Бийск, 2013 г.).

Публикации. Основные положения и результаты исследований опубликованы в 16 печатных работах, в том числе 5 статей, в изданиях рекомендованных ВАК РФ, имеется 2 патента.

Объём и структура диссертации. Диссертационная работа включает введение, 5 глав, выводы, список использованных источников и приложения. Текст диссертационной работы изложен на 174 страницах, содержит 44 рисунка, 12 таблиц и 11 приложений. Список использованных источников включает 214 наименований российских и зарубежных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дано обоснование актуальности темы; сформирована цель, задачи исследования и основные положения, выносимые на защиту; охарактеризованы научная новизна и практическая значимость работы.

В главе 1 «Теоретическое обоснование технологии молочных десертов с использованием нетрадиционного растительного сырья, содержащего функциональные пищевые ингредиенты» обобщены литературные данные, отражающие состояние и перспективы отечественного рынка молочных десертов. Описаны особенности ассортимента технологии и рецептуры молочных десертов с использованием нетрадиционного сырья. Обоснован выбор растительного сырья (корень лопуха большого), содержащий перспективные ингредиенты для производства молочных десертов.

В главе 2 «Организация эксперимента и методы исследования» представлена общая схема работы (рисунок 1), определены объекты и методы исследований.

Объектами исследований являлись: корень лопуха большого по ФС.2.5.0025.15 (Государственная фармакопея…, 2015); пюре корня лопуха согласно СТО 02067942-013-2018; молочные десерты в ассортименте согласно пат. РФ 2603273, 2607235; творог 9 % жирности согласно ГОСТ 31453-2013 (ООО

«Хорольский молочный завод», Россия); молоко питьевое пастеризованное 2,5% жирности ТУ 9222-150-00419785-04 (ООО «Арсеньевский молочный комбинат», Россия); сливки 33% жирности согласно ГОСТ 52091-2003 (ОАО «Белгородский молочный комбинат», Россия); йогурт питьевой 2,5 % жирности согласно ГОСТ 31981-2013 (ОАО «Фермерское подворье», Россия); бананы свежие согласно ГОСТ Р 51603-2000.

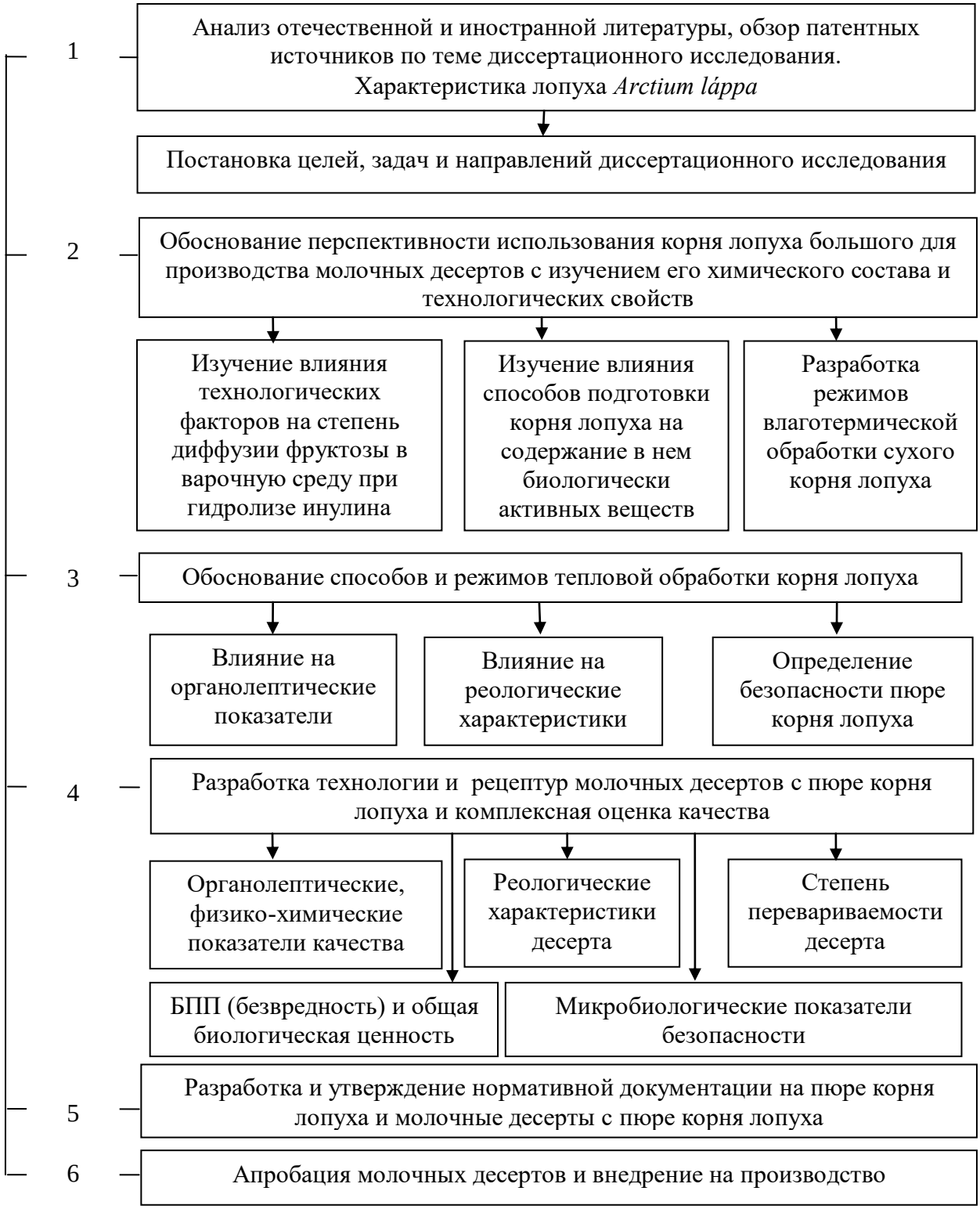

Рисунок 1 – Общая схема диссертационного исследования

Определение показателей качества и безопасности сырья, пюре корня лопуха и молочных десертов проводили в соответствии с действующей нормативной

документацией. Статистическую обработку полученных результатов исследования проводили с учетом параметрического критерия Стьюдента на основе пакета прикладных программ «Statistica 7.0» и «Microsoft Office Exsel»–2010.

В главе 3 «Научное обоснование использования пюре корня лопуха большого в производстве молочных десертов» представлены результаты проведенных исследований ассортимента молочных десертов и потребительских предпочтений населения г. Владивостока. Анализ данных (выборка составила 263 респондента), полученных путем анкетирования (Светуньков, 2003) показал, что большинство респондентов (71 %) предпочитают молочные изделия с натуральными пищевыми добавками (фруктовыми и растительными наполнителями). Также значительная часть опрошенных (59 %) оказалась заинтересована в приобретении молочных десертов с использованием в качестве основы растительных добавок. С целью обоснования перспективности использования растительного сырья в технологии молочных десертов и на основании проведенных исследований потребительских предпочтений в качестве растительного компонента использовали корень лопуха большого, имеющего в своем составе биологически активные вещества (пищевые волокна и инулин).

Известно, что возраст растения влияет на соотношение в лопухе ботанических частей и его химический состав, в том числе и на концентрацию в нем пищевых волокон, а, следовательно, и на технологические свойства (Якушкина, 2004). В работе было изучено влияние возраста лопуха на концентрацию в его корне сухих веществ и пищевых волокон (в том числе клетчатки).

Данные зависимости массовой доли сухих веществ и клетчатки в корне лопуха большого от его возраста представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость массовой доли сухих веществ и клетчатки* в корне лопуха большого от его возраста (n=3)

Наименование показателей	Возраст растения (M±m)					
	1год		2 года		4 года	
	сердцевина	кожистый слой	сердцевина	кожистый слой	сердцевина	кожистый слой
Массовая доля, % сухие вещества	21,1±0,5	21,4±0,4	22,1±0,4	23,9±0,3	25,1±0,5	27,1±0,6
Массовая доля, % клетчатка	12,32±0,26	10,28±0,33	19,46±0,22	15,06±0,34	10,76±0,12	8,86±0,26

*- в пересчете на сухое вещество

Установлено, что концентрация сухих веществ и их состав в корне в значительной степени зависят от возраста растения. Концентрация сухих веществ в корне прямо пропорционально возрасту растения. За период вегетации растения от одного до четырех лет, массовая доля сухих веществ в его корне возрастает на 10 % и достигает 27,1%.

На основании проведенных исследований установлено, что корень лопуха большого двухлетнего возраста является источником пищевых растительных волокон, содержание которых колеблется от 15 до 19 % в зависимости от ботанической части корня.

На следующем этапе работы изучали влияние технологической обработки корня лопуха на интенсивность его размягчения, необходимого в дальнейшем для получения тонкодисперсной структуры пюре. Экспериментально было установлено, что содержание пищевых волокон в пюре и их качественный состав зависят от многих показателей, в том числе от размера кожистого слоя корня, его состава и от возраста растения. В работе была изучена зависимость продолжительности варки корня лопуха большого от способа его обработки. Для эксперимента были предложены следующие способы и приемы технологической обработки: варка в воде основным способом, варка при повышенном давлении до 1,5 атмосфер, варка при сверхвысоких частотах, варка в щелочной среде. В работе было изучено влияние pH варочной среды на корень лопуха с целью ускорения процесса размягчения его клеточных стенок с помощью различных реагентов (0,1н раствор NaOH и растворы $NaHCO_3$ 3 и 5 % концентраций). Гидромодуль при всех способах обработки составил 2:1.

Степень готовности корня определяли по органолептическим и реологическим показателям. На рисунках 2, 3 показана зависимость продолжительности варки корня лопуха от степени его подготовки (с кожицей и без кожицы) и способа тепловой обработки.

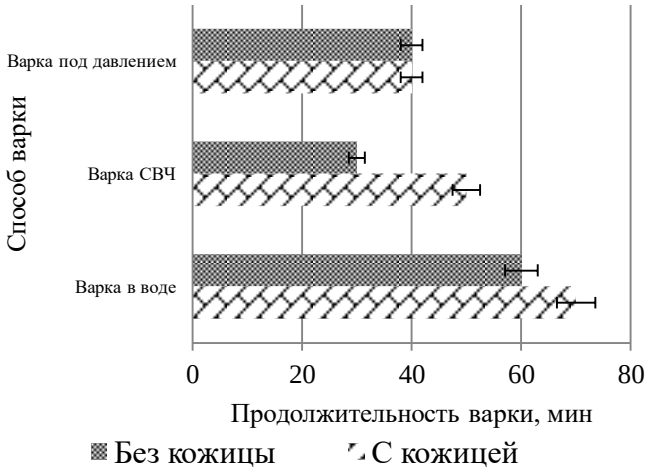

Рисунок 2 – Зависимость продолжительности варки корня лопуха от степени его очистки и способа тепловой обработки

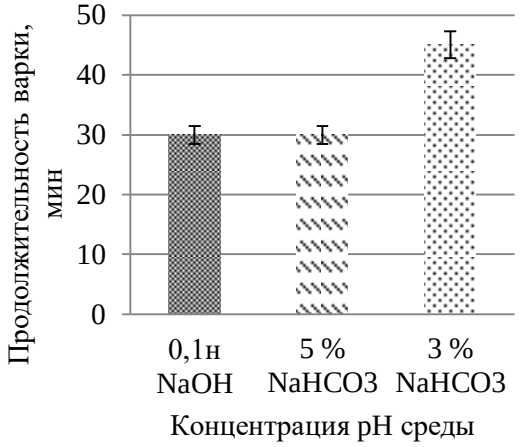

Рисунок 3 – Зависимость продолжительности варки неочищенного корня лопуха от pH среды

Было установлено, что при всех выбранных способах тепловой обработки медленнее всего размягчался не очищенный от кожистого слоя корень. Продолжительность тепловой обработки в воде основным способом очищенного корня до размягчения сократилась на 13,4 % по сравнению с неочищенным, за счет того, что кожица корня лопуха содержит наибольшее количество пищевых волокон (таблица 1), в том числе и нерастворимой клетчатки, которые препятствуют диффузии воды к внутренним слоям корня лопуха. Как показали исследования, щелочная реакция варочной среды сокращает продолжительность тепловой обработки корня лопуха на 25 - 50 %.

Важными технологическими показателями качества корня лопуха являются его способность размягчаться и сформировавшиеся при термической обработке вкусоароматические свойства, которые зависят от содержания в продукте

экстрактивных веществ, составляющих значительную долю сухих веществ. Поэтому в работе было изучено влияние способа термической обработки корня лопуха на динамику концентрации сухих веществ. Результаты представлены на рисунке 4.

Как показали исследования, режимы и способы варки корня лопуха оказывают влияние на изменение массовой доли сухих веществ в пюре корня. Наибольшее остаточное количество сухих веществ наблюдалось после проваривания корня лопуха в воде основным способом с кожицей и без и составило 8,8 и 11,4 % соответственно. Увеличение потерь сухих веществ от 3,28 до 4,2 % при остальных способах обработки объясняется вымыванием минеральных и экстрактивных веществ за счет частичной деструкции целлюлозы, а также повышением давления варочной среды.

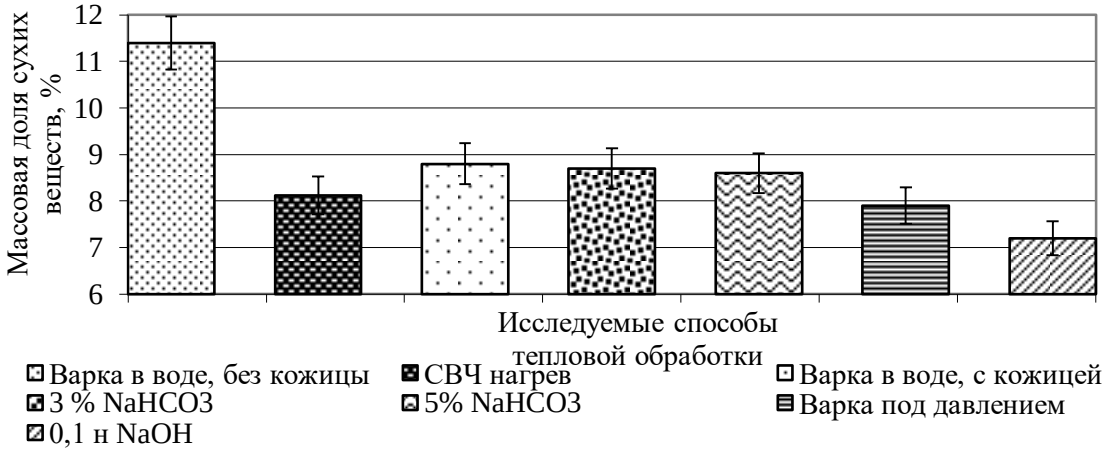

Рисунок 4 – Влияние условий технологической обработки корня лопуха на содержание сухих веществ в пюре корня лопуха

Для получения пюре корня без грубой волокнистой структуры, посторонних вкуса и запаха, имеющего однородную консистенцию, на данном этапе работы проводилась органолептическая оценка шести видов пюре вышеописанных способов варки корня. Профильная оценка пюре корня проводилась по четырем показателям качества: цвет, консистенция, запах и вкус. Результаты органолептических показателей пюре корня лопуха представлены на рисунке 5.

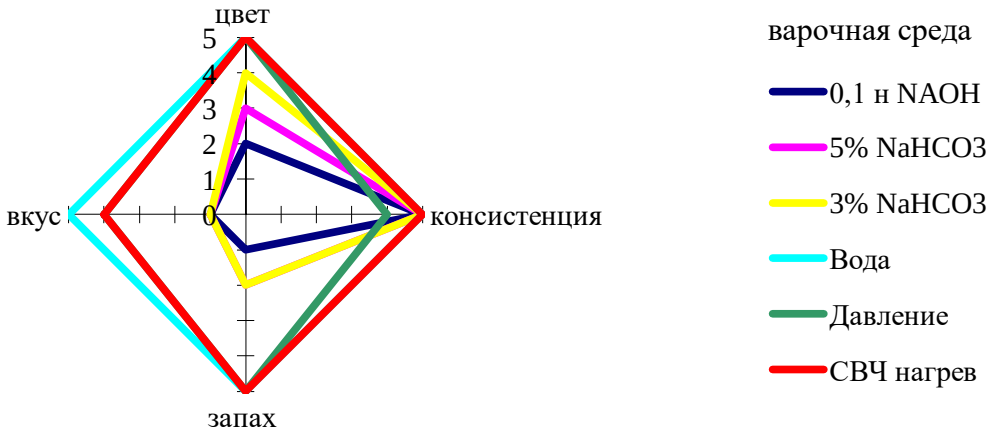

Рисунок 5 – Профильная оценка органолептических показателей пюре корня лопуха в зависимости от тепловой обработки

Как показали исследования, образцы, сваренные в щелочных средах (0,1н

NaOH, 3 и 5 % растворы $NaHCO_3$), имели однородную консистенцию, но по вкусо-ароматическим свойствам были не пригодны для производства десертов и оценивались на 9, 11 и 12 баллов соответственно по 20 бальной системе.

Образцы, прошедшие тепловую обработку под давлением и методом СВЧ нагрева оценивались на 18 и 19 баллов соответственно и имели приятый слабо-выраженный вкус и запах варёного растения, светло-кремовый цвет и однородную консистенцию с вкраплениями частично не разрушенных волокон корня.

Наилучшими органолептическими показателями обладал образец, сваренный в воде основным способом и получивший оценку в 20 баллов.

Для получения десертов с вязкой однородной массой и устойчивой структурой, в работе изучали структурно-механические характеристики пюре корня лопуха. Была изучена зависимость реологических характеристик пюре корня от способов его тепловой обработки, которые определялись по величине механической прочности на приборе Fudon Rheo Meter (Rheotech Co., LTD, Япония). Полученные результаты представлены на рисунке 6.

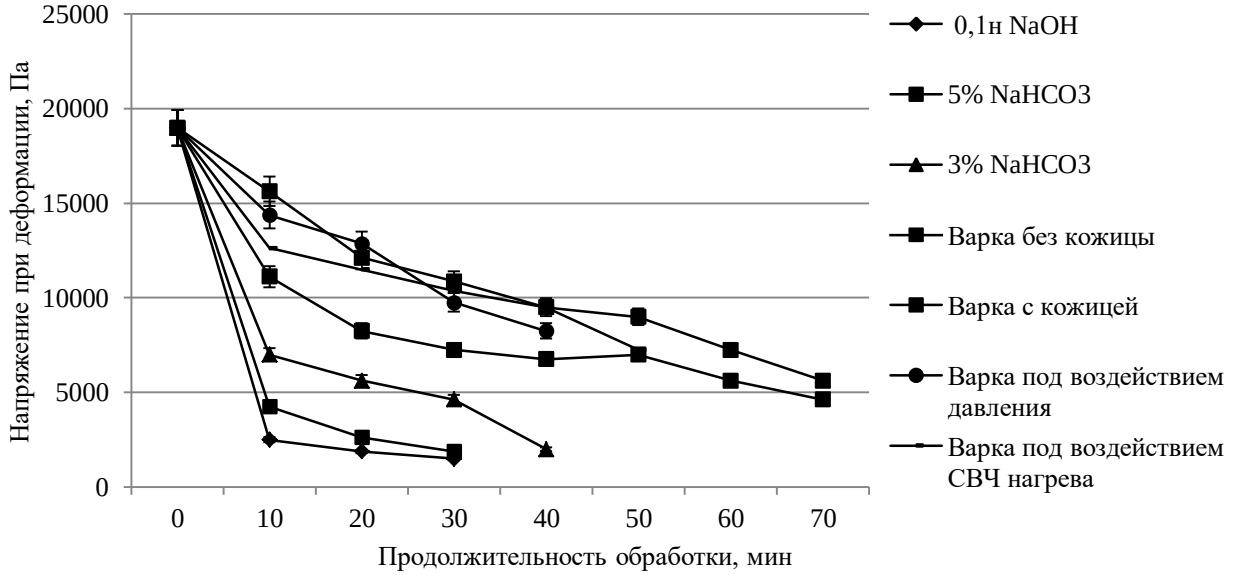

Рисунок 6 – Результаты определения напряжения при деформации (прочности) в проваренном корня лопуха

Как показали исследования, пюре корня лопуха, сваренного в щелочных растворах, были более устойчивые к механическим деформациям, по сравнению с другими условиями тепловой обработки. Было установлено, что зависимость степени размягчения пюре была прямо пропорциональна времени проваривания в данных средах. Напряжение, необходимое для разрушения системы снизилось на 63,15 - 86,84 % по сравнению с сырым корнем лопуха уже в течение первых 10 мин тепловой обработки. При проваривании корня за то же время в воде основным способом, под давления и при СВЧ нагреве механическая прочность пюре снизилась на 17,76 - 41,44 %.

Было установлено, что тепловая обработка корня лопуха в различных средах с последующим его механическим измельчением приводит к разрушению в нем низкомолекулярного инулина с выделением фруктозы в экстракт.

Результаты изучения влияния условий варочной среды на степень диффузии фруктозы из пюре корня лопуха (рисунок 7) показали, что диффузия фруктозы из

проваренного в щелочных средах корня лопуха, наиболее интенсивна в первые 10 мин тепловой обработки. В интервале 20 мин количественные значения содержания фруктозы в экстракте варьировались от 0,46 до 0,871 мг/мл, что объясняется быстрой деструкцией молекул целлюлозы в щелочной среде при нагревании с увеличением степени дисперсности корня.

Для выбора параметров тепловой обработки корня лопуха изучали динамику гидролиза инулина в зависимости от способов технологической обработки корня. Результаты динамики диффузии фруктозы из проваренного корня лопуха в зависимости от способа тепловой обработки неочищенного корня представлены на рисунке 8.

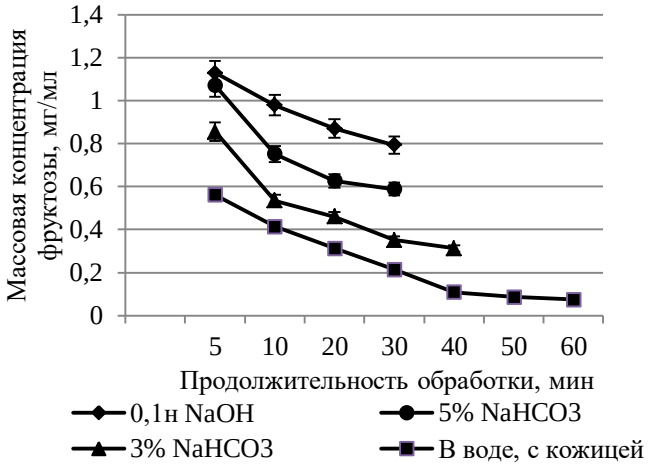

Рисунок 7 – Влияние условий варочной среды на степень диффузии фруктозы из проваренного корня лопуха

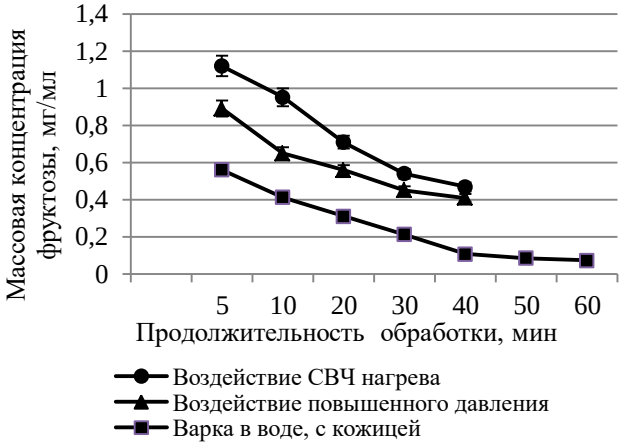

Рисунок 8 – Динамика диффузии фруктозы из проваренного корня лопуха в зависимости от способа тепловой обработки неочищенного корня

Как показали исследования, при варке корня лопуха под давлением 150 кПа и при воздействии СВЧ нагрева диффузия фруктозы в варочную среду происходила практически равномерно в течение всего периода нагрева. Уменьшение диффузии фруктозы из пюре корня лопуха в варочную среду наблюдалось через 30 мин после начала нагрева. Содержание фруктозы во всех экстрактах составило 0,214-0,54 мг/мл. За этот период времени деструкция молекул целлюлозы в проваренном корне лопуха происходила слабо и, как следствие, диффузия фруктозы уменьшилась.

Изучение влияния способа гидромеханической обработки корня лопуха на степень разрушения содержащегося в нем инулина при варке в воде проводилось в пюре корня лопуха, приготовленного из очищенного и неочищенного корней. Результаты влияния механической обработки корня лопуха на степень диффузии фруктозы из проваренного корня лопуха в экстракт представлены на рисунке 9.

Как показали исследования, степень диффузии фруктозы из проваренного неочищенного корня лопуха была на 16 % больше, чем из очищенного корня, так как инулин распределен в объеме корня и удаление кожицы изначально привело к частичной его утрате.

Увеличение продолжительности тепловой обработки до 40 мин привело к снижению диффузии фруктозы из проваренного корня лопуха. Минимальная диффузия фруктозы наблюдалась при продолжительности варки очищенного и неочищенного корней лопуха в течение 60-70 мин соответственно.

Влияние возраста растения и продолжительности тепловой обработки на

степень разрушения инулина в проваренном корне лопуха исследовали в образцах, сваренных из двух и четырехлетних корней. Полученные результаты представлены на рисунке 10.

Было показано, что степень диффузии фруктозы из пюре корня лопуха, приготовленного из двух- и четырехлетних корней практически одинакова, но продолжительность тепловой обработки до полного размягчения четырехлетнего корня составила на 10 мин больше, так как он имеет более волокнистую структуру. При одинаковой продолжительности тепловой обработки диффузия фруктозы из пюре четырехлетнего корня лопуха в среднем на 6,59 % больше, чем из двухлетнего.

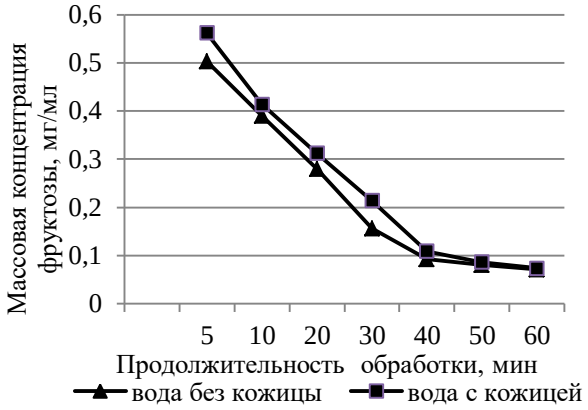

Рисунок 9 – Влияние механической обработки корня лопуха на степень диффузии фруктозы из проваренного корня лопуха в экстракт

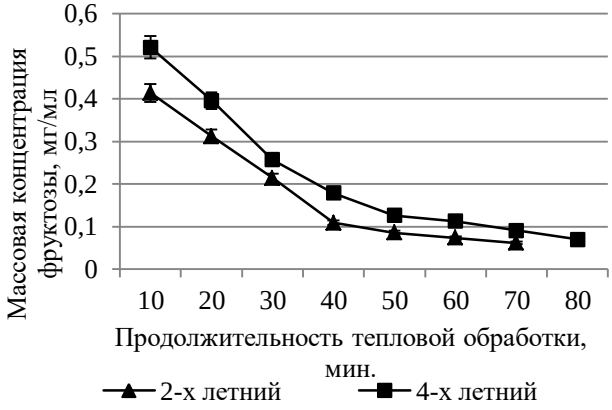

Рисунок 10 – Влияние возраста растения и продолжительности тепловой обработки на степень разрушения инулина в пюре корня лопуха

Было установлено, что для приготовления молочных десертов перспективнее использовать пюре, сваренное из корня лопуха большого двухлетнего возраста. На рисунке 11 представлена технологическая схема приготовления пюре корня лопуха.

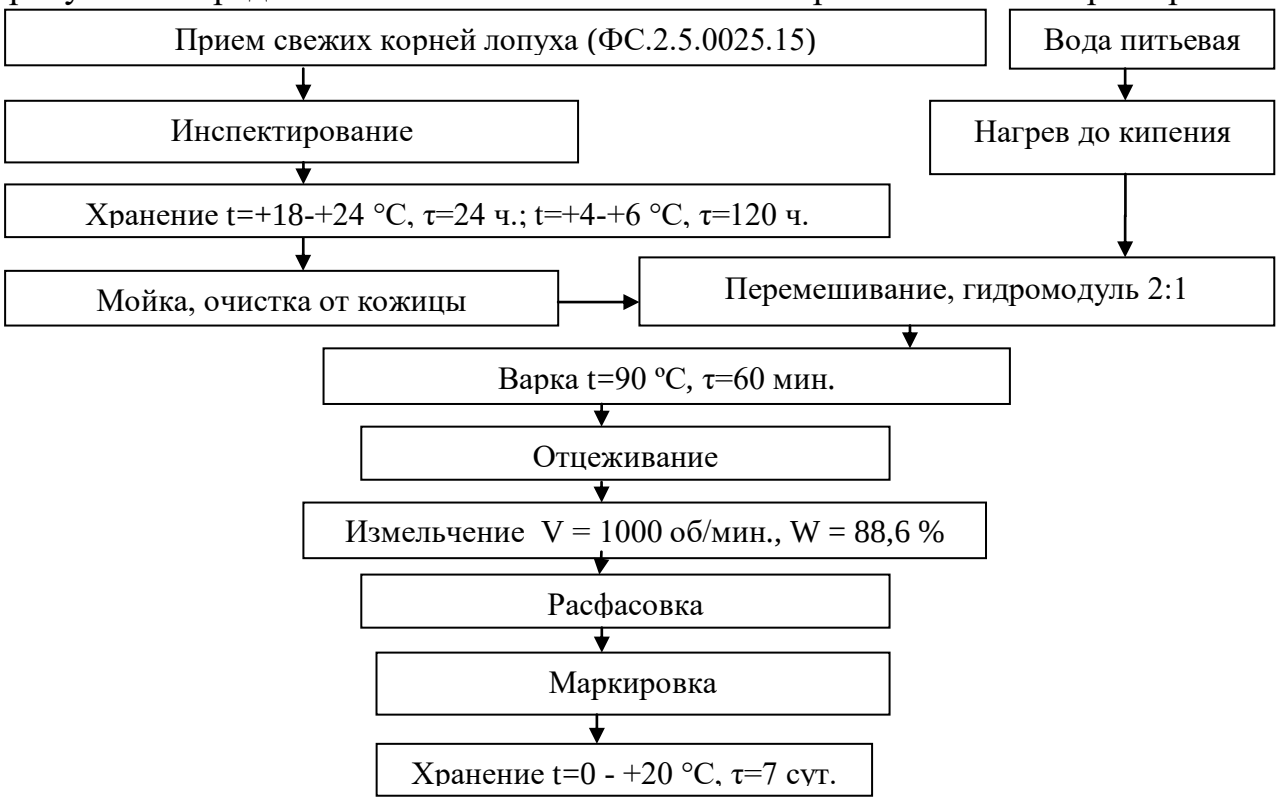

Рисунок 11 – Технологическая схема приготовления пюре корня лопуха

Корень лопуха после гидромеханической обработки проваривают в воде основным способом с гидромодулем 2:1 при t = 90 ºС в течение 60 мин. до полного размягчения, отцеживают от воды, и измельчают до тонкодисперсной структуры.

В главе 4 «Разработка технологии и рецептур молочных желированных десертов с использованием пюре корня лопуха» были обоснованы технологические решения производства молочных десертов с пюре корня лопуха. С учетом характеристик основных компонентов разрабатывались десерты в виде желе и муссов с пониженной калорийностью, с низкой концентрацией рецептурных сахаров либо без их добавления и с повышенной концентрацией пищевых волокон. Для сохранения биологически активных веществ в десертах в технологическом процессе производства молочных десертов применялись щадящие приемы тепловой обработки. Технологическая схема творожного десерта представлена на рисунке 12.

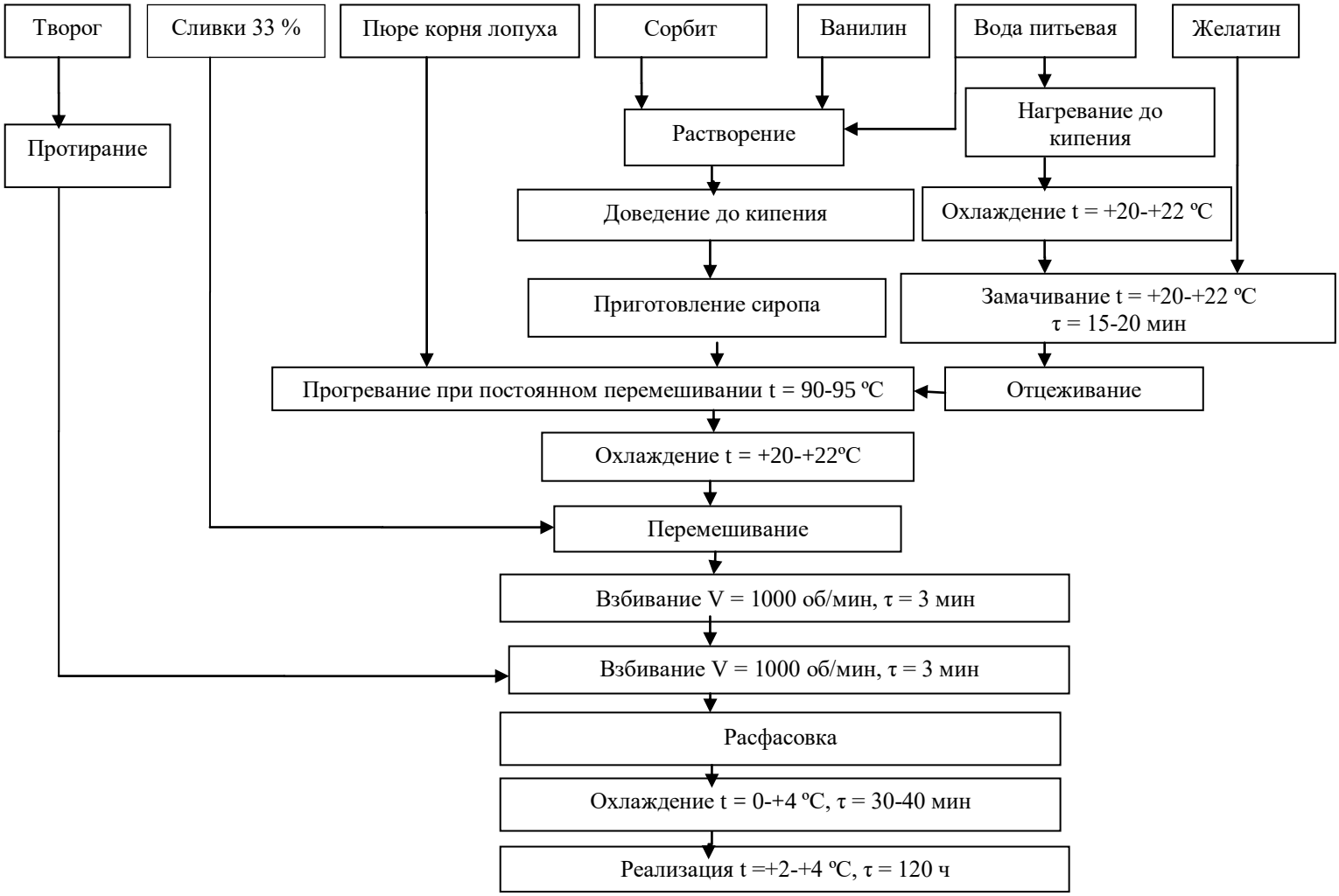

Рисунок 12 – Технологическая схема приготовления творожного десерта с пюре корня

Для разработки рецептур молочных десертов были проведены эксперименты по замене ряда рецептурных компонентов контрольного образца (творог, сливки, йогурт, молоко) на пюре корня лопуха, с изучением модельных систем различного соотношения пюре корня на основе показателей качества десертов. Для определения массовой доли пюре корня в десертах использовали органолептическую оценку качества, представленную в виде профилей по пяти показателям на рисунках 13-16.

С учетом основных показателей качества разрабатываемых молочных

десертов и согласно требованиям ГОСТ Р 55577-2013 к соотношению пищевых волокон в продуктах, как функциональных пищевых ингредиентов, были обоснованы технологии и разработаны рецептуры молочных десертов с массовой долей пюре корня лопуха от 42 до 60 %. Получены патенты РФ: «Творожный десерт» и «Способ производства творожного десерта».

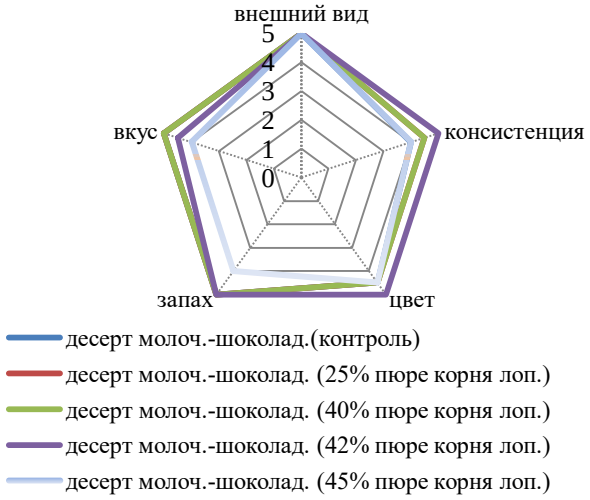

Рисунок 13 – Профильная оценка органолептических показателей молочно-шоколадных десертов с пюре корня лопуха

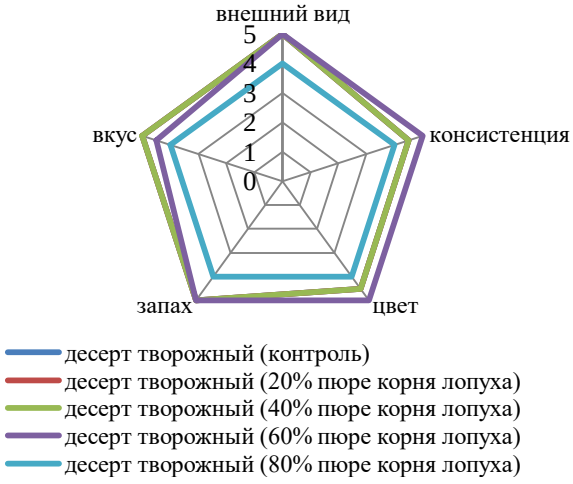

Рисунок 14 – Профильная оценка органолептических показателей творожных десертов с пюре корня лопуха

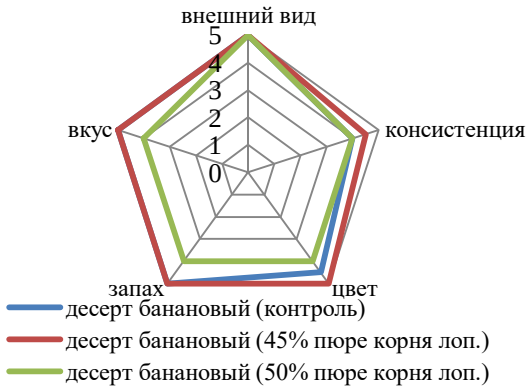

Рисунок 15 – Профильная оценка органолептических показателей банановых десертов с пюре корня лопуха

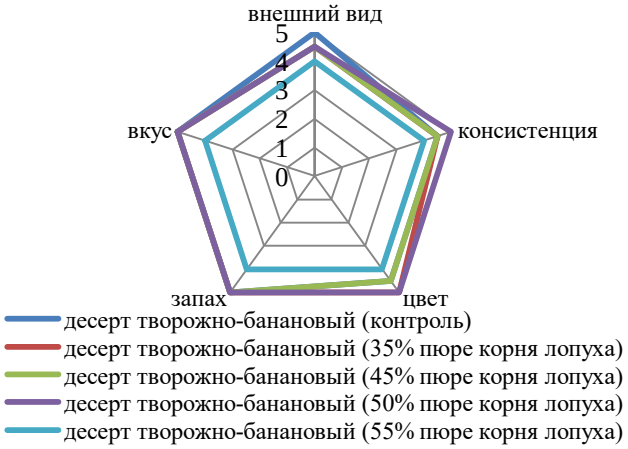

Рисунок 16 – Профильная оценка органолептических показателей творожно-банановых десертов с пюре корня лопуха

Данные о концентрации пищевых волокон и рецептурного сахара в молочных десертах с пюре корня лопуха представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Концентрация пищевых волокон и рецептурного сахара в молочных десертах с пюре корня лопуха

Наименование показателей	Нормативное значение (ГОСТ Р 55577-2013)	Наименование десертов с пюре корня лопуха			
		Молочно-шоколадный	Творожный	Банановый	Бананово-творожный
Пищевые волокна, г/100г	не менее 3,0	1,89±0,02	3,87±0,02	1,69±0,02	2,68±0,02
Пищевые волокна, г/100ккал	не менее 1,5	2,26±0,02	3,04±0,02	2,34±0,02	2,80±0,02
Рецептурный сахар, г/100г	не более 5,0	3,0±0,01	4,0±0,01	-	-
Энергетическая ценность, ккал	-	83,99±0,1	127,58±0,1	72,27±0,1	96,62±0,1

Было установлено, что разработанные молочные десерты с пюре корня лопуха: бананово-творожный, банановый и молочно-шоколадный являются источником пищевых волокон (от 1,69 до 2,68 г/100 г), а десерт творожный отличается высокой концентрацией пищевых волокон 3,87 г/100 г. Исследования показали, что десерты молочно-шоколадный и творожный имеют низкую коцентрацию рецептурных сахаров (от 3,0 до 4,0 г/100 г), а десерты банановый и бананово-творожный содержат только натуральные, природные сахара. Установлено, что разработанные молочные десерты обогащены функциональными пищевыми ингредиентами – пищевыми волокнами в количестве 13,4 - 19,35 % от рекомендуемой суточной нормы потребления.

Было изучено влияние компонентов корня лопуха на основные реологические характеристики разрабатываемого творожного десерта. Установлено, что пюре корня лопуха оказало влияние на структуру творожного десерта и придало ему дополнительную плотность. На рисунке 17 показана зависимость деформации сдвига творожных десертов от массовой доли в них пюре корня лопуха.

Как показали исследования, влияние пюре на деформационные характеристики имело сложную зависимость. При массовой доле от 20 до 40 % пюре корня в десертах повысилась устойчивость их структуры, что обусловлено механизмом взаимодействия пищевых волокон и молочных белков творога. Увеличение же доли пюре корня до 60 % привело к разжижению десертов и снижению этого взаимодействия из-за уменьшения доли белка в 2,3 раза, по сравнению с контрольным образцом. Из-за высокой влажности вводимого в десерт пюре корня лопуха, увеличилась влажность творожных десертов по сравнению с контрольным образцом 95,74 и 92,53 % соответственно.

Результаты исследования динамической вязкости творожных десертов представлены на рисунке 18.

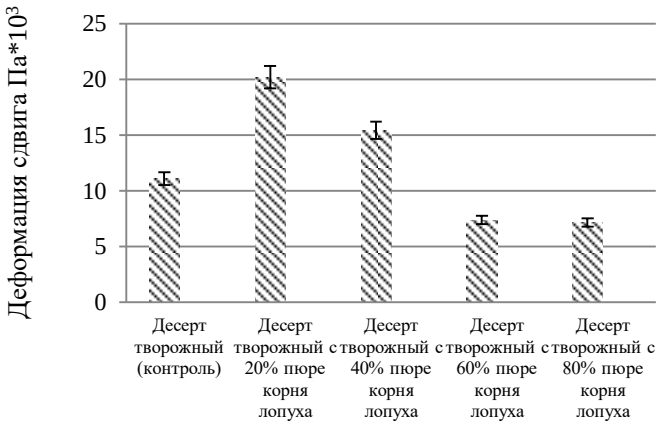

Рисунок 17 – Зависимость деформации сдвига творожных десертов от содержания в них пюре корня лопуха

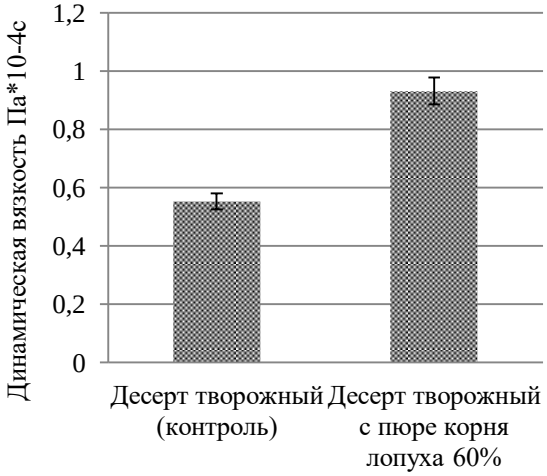

Рисунок 18– Динамическая вязкость в творожных десертах

Как показали исследования, в десерте при концентрации 60 % пюре корня лопуха увеличилась его вязкость. Это объясняется тем, что при снижении прочности десертов, они в большей степени насытились воздухом в процессе взбивания, с возрастанием их динамической вязкости.

В главе 5 «Исследование качества молочных десертов с использованием

пюре корня лопуха большого» представлены результаты оценки качества разработанных молочных десертов, проводимых по комплексу показателей (органолептических, физико-химических, микробиологических, структурно-механических).

Для органолептического анализа молочных десертов с использованием пюре корня лопуха большого оценивали следующие показатели: внешний вид, консистенция, цвет, запах, вкус. Органолептическую оценку десертов проводили в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 22935-1-2011 «Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ. Части 1-3». Органолептический анализ проводился дегустационной комиссией ФГУП «Дальневосточное» с использованием метода бальной шкалы (ИСО 4121). Метод подсчета баллов осуществлялся в соответствии с ИСО 5492,4.7. Пробы были подготовлены в день проведения анализа. По результатам анализа органолептических показателей установлено, что разработанные молочные и творожные десерты обладают улучшенными органолептическими характеристиками. Десерты с пюре корня лопуха представляли собой пюреобразную массу с однородной поверхностью. Волокна корня равномерно распределены по всему объему десертов. Консистенция молочных десертов - плотная формоустойчивая. Цвет – от светло-кремового до светло-коричневого, свойственный цвету смеси композиций. Вкус - натуральный, свойственный смеси компонентов с травянистым привкусом.

В работе было обосновано снижение калорийности молочных десертов на 21-33 %. Исследования пищевой и энергетической ценности разработанных молочных десертов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Пищевая и энергетическая ценность молочных и творожных десертов с пюре корня лопуха

Наименование десерта	Пищевая ценность			
	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал
Молочно-шоколадный контроль	5,21±0,02	2,15±0,03	17,41±0,01	105,43±0,1
Молочно-шоколадный с пюре корня лопуха	3,35±0,02	1,81±0,03	14,48±0,01	83,99±0,1
Банановый контроль	4,36±0,01	2,45±0,01	16,98±0,03	103,16±0,1
Банановый с пюре корня лопуха	2,71±0,01	1,08±0,01	13,79±0,03	72,27±0,1
Творожный контроль	7,42±0,03	6,89±0,02	19,72±0,02	165,64±0,1
Творожный с пюре корня лопуха	5,34±0,03	4,92±0,02	16,54±0,02	127,58±0,1
Бананово-творожный контроль	6,01±0,02	3,67±0,01	17,29±0,02	121,90±0,1
Бананово-творожный с пюре корня лопуха	4,91±0,02	2,92±0,01	13,52±0,02	96,62±0,1

Сроки хранения десертов определяли с учетом изменения их микробиологических показателей в процессе хранения. Микробиологическим испытаниям подвергали свежеприготовленные молочные десерты, хранившиеся при температуре 0-+4 ^{o}C в течение 6 сут. Результаты микробиологических исследований показали, что согласно ТР ТС 033/2013, в десертах с пюре корня лопуха все значения показателей были в пределах нормы, патогенные микроорганизмы и бактерии группы кишечных палочек не были обнаружены, что позволяет хранить композиции десертов в стандартных условиях до 6 сут.

На следующем этапе работы было исследовано влияние пюре корня лопуха на степень усвоения белков десертов. Для получения достоверных данных

исследования этой закономерности проводили двумя методами - химическим и биологическим.

Исследования химическим методом проводили по стандартной методике ГОСТ Р 53951-2010 с обработкой соляной кислотой концентрацией 0,1 моль/дм^3 и ферментом пепсином на анализаторе белка Velpscientifica (Italy) методом Кьельдаля.

Были исследованы образцы контрольных десертов и десертов с пюре корня лопуха для сравнительного анализа содержания протеина до и после обработки ферментом пепсином и соляной кислотой. Результаты исследований степени усвоения протеина представлены на рисунке 19.

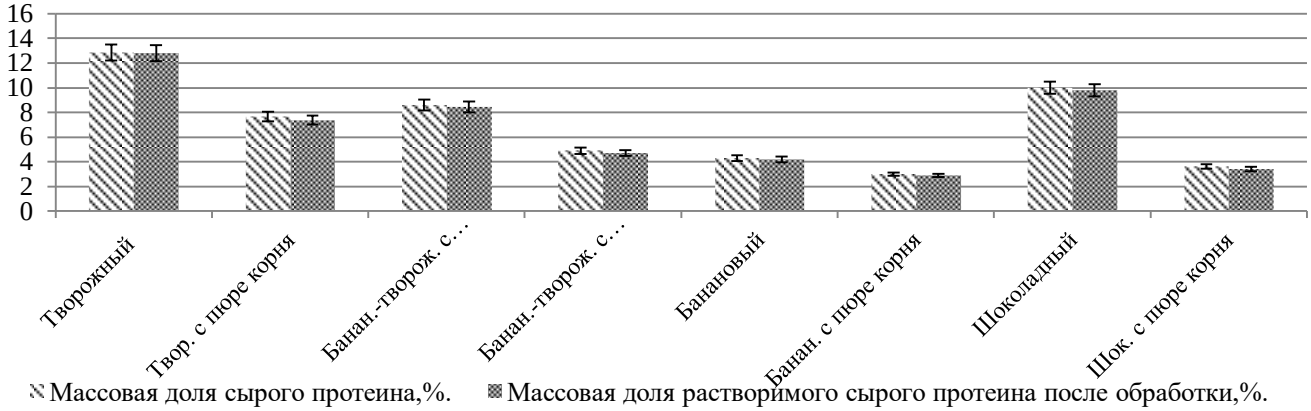

Рисунок 19– Степень усвоения протеина в молочных десертах

Было показано, что добавление в десерты пюре корня лопуха в незначительной степени снизило усвоение белков в десертах по сравнению с контрольными образцами.

Достоверным методом оценки относительной биологической ценности является исследование этого показателя на простейших класса *Ciliata* инфузории *Tetrahymena pyriformis*. Тест культура *Tetrahymena pyriformis*, имеет двойной тип пищеварения (кислотный и щелочной) и по обмену веществ близка к человеку и высшим животным.

Оценка роста *Tetrahymena pyriformis* на исследуемых продуктах в течение четырех суток хранения представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Оценка роста инфузории в течение четырех суток хранения (средние данные по десяти полям зрения).

Исследуемый объект/ среда выращивания	Время генерации инфузории (сутки)					ОБЦ
	0	1	2	3	4	%
№1 Тетрахимена/творожный десерт с пюре корня лопуха	5,0	10,0±0,01	40,0±0,01	61,0±0,01	79,0±0,01	98,7
№2 Тетрахимена/творожный десерт	5,0	20,0±0,01	55,0±0,01	70,0±0,01	80,0±0,01	100,0
№3 Тетрахимена/казеин	5,0	33,0±0,01	61,0±0,01	70,0±0,01	80,0±0,01	100,0

Показано, что творожный десерт (контроль) и творожный десерт с пюре корня лопуха хорошо усваивались инфузорией и благотворно влияли на ее рост и развитие. Время генерации инфузории в образце № 2 ускорилось по сравнению с образцом № 1. Простейшие, хранившиеся в средах с образцами № 1 и № 2, активно питались и размножались (стимулирующий эффект) и имели максимальные размеры клеток 0,20-0,28 мкм и 0,33-0,42 мкм соответственно. Относительная биологическая

ценность творожного десерта с пюре корня лопуха выразилась в 98,7 % ОБЦ на четвертые сутки экспозиции.

Расчет экономической эффективности разработанных молочных десертов на примере творожного десерта с пюре корня лопуха показал, что при реализации в условиях торговой сети стоимость его составит 31,8 руб. (масса нетто 100 г).

ВЫВОДЫ

1. Обоснована перспективность использования корня лопуха большого для производства молочных десертов. Установлено, что рациональнее использовать корень лопуха вегетативной зрелостью два года. Определено, что соотношение сердцевины и кожистого слоя у корня двухлетнего растения составляет 53 и 47 %, содержание в них сухих веществ 22,1 и 23,9 %, а клетчатки 19,46 и 15,06 % соответственно. Обосновано влияние способов подготовки корня лопуха на сохранность в нем биологически активных веществ. Установлено, что свежий корень лопуха перспективнее для переработки, чем высушенный или замороженный.

2. В качестве обогащающей добавки в молочные десерты было предложено добавлять пюре корня лопуха, как источник функциональных пищевых ингредиентов (пищевые волокна, инулин). Рекомендована технология приготовления пюре корня лопуха: варка корня в воде основным способом без кожицы с гидромодулем 2:1 в течение 60 минут, с обоснованием способа и режима термической обработки, выбора pH среды, продолжительности варки пюре от степени очистки корня и способа тепловой обработки.

3. Разработаны технологии и рецептуры молочных десертов с добавлением пюре корня лопуха. Установлены рекомендуемые массовые доли внесения пюре корня лопуха в молочные десерты в количестве от 42 – до 60 %. Массовая концентрация пищевых волокон и рецептурного сахара в молочных десертах составила 1,89 – 3,87 г и 3,0 - 4,0 г на 100 г готового продукта соответственно

4. Установлено, что добавление пюре корня лопуха, богатого пищевыми волокнами и инулином и замена рецептурного сахара на сорбит улучшает показатели качества молочных десертов, увеличивая их биологическую ценность. Обосновано снижение калорийности молочных десертов на 21-33 %. Установлено, что разработанные молочные десерты обогащены физиологически функциональными ингредиентами – пищевыми волокнами в количестве 13,4-19,35 % от рекомендуемой суточной нормы потребления. Показано, что разработанные молочные десерты с добавлением пюре корня лопуха благотворно влияют на рост и развитие простейших, сохраняя свою биологическую ценность до 98,7 %. Определены рекомендуемые сроки хранения молочных десертов в стандартных условиях до 6 суток.

5. Разработана и утверждена нормативная документация на технологию производства пюре корня лопуха (Пюре корня лопуха СТО 02067942-013-2018 и ТИ к СТО 02067942-013-2018). Получены патенты РФ на изобретения: № 2603273 от 16.10.2015 г. Творожный десерт с корнем лопуха большого, № 2603275от 16.10.2015 г. Способ производства творожного десерта.

6. Проведена опытная выработка молочных десертов на предприятии молочной промышленности ФГУП «Дальневосточное» г. Артем.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, рекомендуемых ВАК Минобрнауки РФ

1. Чеснокова, Н.Ю. Изучение возможности использования корня большого лопуха в производстве продуктов питания/ Н.Ю. Чеснокова, Л.В. Левочкина, **Н.В. Масалова**// Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. - №1. – С.40-43.

2. Левочкина, Л.В. Корень лопуха – сырье для десертов функционального питания/ Л.В. Левочкина, **Н.В. Масалова**, Н.Ю. Чеснокова// Пищевая промышленность. – 2013. - № 5. – С.74-77.

3. **Масалова, Н.В.** Влияние пюре из корня лопуха большого на структурно-механические свойства творожных десертов/ Н.В. Масалова, Л.В. Левочкина// Пищевая промышленность. – 2015. - № 3. – С.44-47.

4. **Масалова, Н.В.** Влияние добавления пюре из корня лопуха большого на показатели качества десертов/ Н.В. Масалова, Л.В. Левочкина, Н.Ю. Чеснокова // Пищевая промышленность. – 2015. - № 5. – С.30-33.

5. Чеснокова, Н.Ю. Разработка функциональных напитков на основе корня лопуха/ Н.Ю. Чеснокова, Л.В. Левочкина, А.А. Кузнецова, **Н.В. Масалова** // Пищевая промышленность. – 2015. - № 11. – С.44-46.

Статьи, патенты и материалы диссертации в других изданиях

6. Чеснокова, Н.Ю. Разработка технологии новых продуктов питания на основе гидролизованного корня лопуха/ Н.Ю. Чеснокова, Л.В. Левочкина, **Н.В. Масалова**// Материалы V международной научно-практической конференции «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте 2010». – Одесса: Научный консультант, 2010. – С. 69-71.

7. **Масалова, Н.В.** Применение корня лопуха в производстве функциональных продуктов питания/ Н.В. Масалова, Л.В. Левочкина, Н.Ю. Чеснокова// Материалы международной конференции с элементами научной школы для молодежи «Новые технологии переработки сельскохозяйственного сырья в производстве продуктов общественного питания. – Владивосток: ТГЭУ, 2010. – С. 16-22.

8. **Масалова, Н.В.** Изучение возможности применения инулинсодержащих дикорастущих растений в производстве функциональных продуктов питания/ Н.В. Масалова, Л.В. Левочкина, Н.Ю. Чеснокова// Материалы Межрегиональной научно-практической конференции «Инновационные процессы в развитии сферы общественного питания. – Красноярск: КГТЭИ, 2011. – С. 93-95.

9. **Масалова, Н.В.** Изучение возможности использования корня лопуха в производстве функциональных продуктов питания/ Н.В. Масалова, Н.Ю. Чеснокова, Л.В. Левочкина // Материалы 4-ой Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с Международным участием «Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности». – Бийск: АГТУ, 2011. – С. 288-291.

10. **Масалова, Н.В.** Применение экстракта корня лопуха в производстве сладких блюд/ Н.В. Масалова, Н.Ю. Чеснокова, Л.В. Левочкина// Материалы II Международной научно-практической конференции «Теоретические и практические аспекты развития современной науки. – Москва: ИСИ, 2011. – С. 129-133.

11. **Масалова, Н.В.** Изучение использования биомодифицированного корня

лопуха в производстве мучных кондитерских изделий/ Н.В. Масалова, Н.Ю. Чеснокова, Л.В. Левочкина // Материалы Международной заочной научно-практической конференции «Вопросы науки и техники». – Новосибирск: СибАк, 2012. – С. 55-60.

12. Чеснокова, Н.Ю. The use of biomodified burdock root in pastry production/ Н.Ю. Чеснокова, С.Д. Божко, Т.А. Ершова, **Н.В. Масалова**// Research Bullttin Sworld. – Одесса: Научный консультант, 2012. – С. 17-19.

13. Чеснокова, Н.Ю. Применение биомодифицированного корня лопуха в производстве мучных кондитерских изделий/ Н.Ю. Чеснокова, С.Д. Божко, Т.А. Ершова, **Н.В. Масалова**// Научные труды Sworld «Современные направления теоретических и прикладных исследований. – Одесса: Научный консультант, 2012. – том 9. – С. 112-163.

14. **Масалова, Н.В.** Влияние способов технологической обработки на степень размягчения корня лопуха большого/ Н.В. Масалова, Л.В. Левочкина// Материалы 6-ой Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с Международным участием «Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности. – Бийск: АГТУ, 2013. – С. 320-325.

15. Творожный десерт: пат.2603273 Рос. Федерация, МПК^7: А23С23/00/ **Н.В. Масалова**, Л.В. Левочкина; патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет» (ДВФУ) № 2015144380/10; заявл. 16.10.2015; опубл. 27.11.2016, Бюл. №33. – 11 с.: ил.

16. Способ производства творожного десерта: пат. 2603275 Рос. Федерация, МПК^7: А23С23/00/ **Н.В. Масалова**, Л.В. Левочкина; патентообладатель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет» (ДВФУ) № 2015144381/10; заявл. 16.10.2015; опубл. 27.11.2016, Бюл. №33. – 11 с.: ил.

МАСАЛОВА Наталья Владимировна

ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МОЛОЧНЫХ ДЕСЕРТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРНЯ ЛОПУХА БОЛЬШОГО *ARCTIUM LÁPPA*

Автореферат диссертации

Отпечатано по оригинал-макету, подготовленному автором, минуя редподготовку

Подписано в печать __.__. 2019 г. Формат 60x84/16
Печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № ___