

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МИЧУРИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи



РОДИНА ЗЛАТА ЮРЬЕВНА

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И РЕЦЕПТУР ПОЛИКОМПОНЕНТНЫХ
РАСТИТЕЛЬНЫХ ЧИПСОВ, ОБОГАЩЕННЫХ АНТИОКСИДАНТАМИ**

Специальность 4.3.3. Пищевые системы

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:

доктор технических наук, доцент

Перфилова О.В.

Мичуринск - 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СНЕКОВ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ	14
1.1 Ассортимент снеков	14
1.2 Основы проектирования продуктов для здорового питания	17
1.3 Полезные свойства растительного сырья	26
1.4 Технологические особенности производства снеков на основе растительного сырья для здорового питания	30
Глава 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТА	39
2.1 Организация экспериментальных исследований	39
2.2 Объекты исследований	41
2.3 Методы и условия проведения исследований	46
Глава 3 НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИКОМПОНЕНТНЫХ ЧИПСОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ	53
3.1 Оценка суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов по кверцетину в растительном сырье	53
3.2 Антиоксидантный состав растительного сырья: флавоноиды, витамин С и бета-каротин	60
3.3 Пищевая ценность фруктового и овощного сырья, нетрадиционных видов муки и порошков из лекарственных растений	69
ГЛАВА 4 МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА ЧИПСОВ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ, РЕОЛОГИЧЕСКИХ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА	78
4.1 Моделирование рецептурного состава чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и свеклы столовой с добавлением муки гречневой и порошка из цветков ромашки аптечной	78
4.2 Моделирование рецептурного состава чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и моркови столовой с добавлением муки гороховой и порошка из соцветий липы	91

4.3 Моделирование рецептурного состава чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и тыквы с добавлением муки кукурузной и порошка из соцветий календулы	104
4.4 Моделирование рецептурного состава чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и рябины черноплодной с добавлением муки овсяной и порошка из травы зверобоя	116
ГЛАВА 5 РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИКОМПОНЕНТНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЧИПСОВ, ОБОГАЩЕННЫХ АНТИОКСИДАНТАМИ	129
5.1 Рецептуры и технологическая схема производства поликомпонентных растительных чипсов	129
5.2 Определение физиологически активной и пищевой ценности разработанных поликомпонентных растительных чипсов	139
5.3 Относительная биологическая ценность и безопасность разработанных видов поликомпонентных растительных чипсов	152
5.4 Экономическая эффективность производства поликомпонентных растительных чипсов	157
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	162
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	165
ПРИЛОЖЕНИЯ	183
Приложение А (справочное) Список сокращений	184
Приложение Б (справочное) Шкала дегустационной оценки поликомпонентных растительных чипсов	185
Приложение В (обязательное) Внешний вид поликомпонентных растительных чипсов	188
Приложение Г (обязательное)	
Акты производственных испытаний поликомпонентных растительных чипсов	189
Приложение Д (обязательное)	
Нормативно-техническая документация (СТО) для промышленного производства поликомпонентных растительных чипсов	191
Приложение Е (справочное)	
Сертификаты и дипломы	192
Приложение Ж (справочное)	
Акт о внедрении материалов диссертации в учебный процесс	199

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Организация рационального, сбалансированного по макро- и микронутриентам питания является задачей социального характера, что и обуславливает основные приоритеты в направлениях развития пищевой индустрии в современном периоде развития, базирующихся на концепции включения в рацион человека продуктов, полноценных по своему составу и отвечающих постулатам сбалансированного питания, важной функцией которых является обеспечение поддержания и укрепления здоровья, что нашло отражение и в государственной политике России в области здорового питания населения.

Развитие организма человека в современное время связано с определенными изменениями в нейрофизиологии, что требует серьезного внимания. Причинами этому является значительный прогресс цивилизации и вытекающие из этого последствия:

- несбалансированность ежедневного рациона человека по основным макро-, микронутриентам и энергетической ценности, недостаток эссенциальных пищевых веществ, носящий хронический характер, и как следствие, рост заболеваемости алиментарно-зависимыми болезнями;
- эпоха цифровых технологий и искусственного интеллекта, автоматизация и компьютеризация технологических операций в промышленном производстве и бытовых условиях вызывают снижение физической нагрузки на организм человека, в результате развивается гиподинамия и избыточная масса тела;
- стрессовые и экологические факторы, психоэмоциональные перегрузки, требующие от человека качественной адаптации в короткие сроки;
- рост заболеваний вирусной природы, оказывающих отрицательное воздействие на жизненно важные функции систем, в частности, нервной, сердечно-сосудистой, иммунной, гормональной и др. [93].

Продукты здорового питания в решении обозначенных проблем играют

важную роль. Одним из современных направлений проектирования пищевых систем является обогащение природными антиоксидантами, содержащимися в значимых количествах в свежих фруктах и овощах, а также продуктах их переработки, в том числе вторичной.

Нутрициологами рекомендуется употреблять ежедневно от 400 до 600 г овощей и фруктов, что способствует снижению риска развития заболеваний, обусловленных недостатком в рационе антиоксидантов, так как помимо пищевых волокон они являются источниками флавоноидов – водорастворимых антиоксидантов, что в комплексе с витаминами, минералами и органическими кислотами усиливает полезные свойства этой категории продуктов.

Сохранность антиоксидантов во многом зависит от выбора технологической обработки исходного сырья, что требует внимательного изучения данного вопроса при проектировании пищевых продуктов.

Чипсы являются распространенным и излюбленным видом снеков среди россиян, поэтому повышение их качества и обогащение антиоксидантами является перспективным и актуальным. Необходимость обогащения чипсов вызвана несбалансированностью по основным пищевым веществам, так основным рецептурным компонентом классических чипсов выступает картофель и продукты его переработки, в которых прослеживается дефицит антиоксидантов.

В последнее время среди россиян, придерживающихся здорового образа жизни и принципов правильного питания, наблюдается рост заинтересованности в снеках с применением растительных добавок. Поэтому расширение сырьевой базы для чипсов за счет вовлечения продуктов переработки растительного сырья является актуальным.

Научная работа осуществлялась в рамках следующих проектов:

- государственное задание Минобрнауки РФ «Разработка новых технологических решений производства и рецептур продуктов здорового питания с использованием растительного сырья» (№ госрегистрации FESU-2023-0004);

- областной конкурс «Гранты для поддержки прикладных научных исследований молодых ученых 2023 года» (приказ № 3127 от 14.11.2023). Тема проекта: «Разработка технологии поликомпонентных снеков на основе яблочных выжимок с добавлением местного высокоантиоксидантного растительного сырья для здорового питания».

Степень разработанности темы исследования. Значимый вклад в разработку снеков различного назначения с использованием растительного сырья внесли следующие отечественные и зарубежные ученые: Росляков Ю.Ф., Ермош Л.Г., Пономарева Е.И., Ковальчук Т.Г., Королев А.А., Исригова Т.А., Курочкин А.А., Paulo F. Da Silva, Rosana G. Moreira, Paulo F. Da Silva, Lue-lue Huang, Zheng-Wei Cui, Chun-Yang Li и др.

Анализ научных рукописей свидетельствует о том, что проведенные исследования в области моделирования новых видов снеков и накопленный в течение долгих лет практический опыт производителей дает возможность констатировать, что включение в рацион и регулярное употребление продуктов, включающих физиологически активные вещества позволяет снизить риск развития алиментарных заболеваний. При этом стоит отметить, что значительная доля этих ценных ингредиентов, с точки зрения нутрициологии, содержится в объектах растительного происхождения. Перед учеными и производителями стоит важная задача максимально возможного сбережения исходного количества физиологически активных веществ при переработке растительного сырья в добавки или готовые продукты благодаря применению инновационных технологических решений, технических приемов переработки.

Поэтому так важно при переработке овощей и фруктов, а также вторичных продуктов их переработки, с целью получения пищевой продукции с высокой физиологически активной ценностью наряду с выбором сырья с необходимым химическим составом, определяющим пищевую ценность, использовать и разрабатывать, а также совершенствовать технологические решения, которые в комплексе обеспечат выработку готовой продукции, отвечающей главному направлению производства обогащенных продуктов – адекватному

удовлетворению организма человека в физиологически активных веществах и энергии.

Цель и задачи исследования

Цель. Разработка рецептурных композиций чипсов и научно-обоснованной технологии их производства с использованием комплексной переработки вторичного растительного сырья и инфракрасно-конвективной сушки, обеспечивающих высокое содержание антиоксидантов в готовом продукте.

К задачам исследования относятся:

- исследование свеклы и моркови столовых, тыквы, черноплодной рябины различного сортимента и яблочных выжимок, а также нетрадиционных видов муки и порошков из лекарственных растений на суммарное содержание антиоксидантов и количественный их состав (флавоноиды, аскорбиновая кислота, бета-каротин), оценка пищевой ценности;

- изучение влияния различных пропорций в рецептурах чипсов растительных компонентов на физико-химические, реологические, органолептические и колориметрические показатели качества, определение оптимальных комбинаций;

- обоснование целесообразности применения комплексной переработки яблочных выжимок и инфракрасно-конвективной сушки в технологии поликомпонентных растительных чипсов, выбор оптимальных режимных параметров;

- исследование конвективного и инфракрасно-конвективного способов сушки поликомпонентных растительных чипсов на сохранность антиоксидантов, выбор оптимального способа сушки, разработка технологической схемы;

- проведение сравнительного анализа содержания антиоксидантов в чипсах в зависимости от сортимента фруктового или овощного сырья и определение его пригодности с позиции обеспечения физиологической и адекватной потребностей в данных физиологически активных компонентах;

- оценка разработанных видов чипсов по показателям пищевой ценности, относительной биологической ценности и безопасности, в т.ч. путем тестирования на простейших, учитывая также их резистентность;
- расчет экономической эффективности производства новых видов поликомпонентных растительных чипсов, обогащенных антиоксидантами;
- разработка нормативно-технической документации на поликомпонентные растительные чипсы, проведение опытно-промышленной апробации.

Научная новизна. Установлены зависимости количественного и качественного содержания антиоксидантов, углеводов и минеральных элементов от сортимента моркови и свеклы столовых, тыквы, черноплодной рябины.

Получены новые данные о составе основных антиоксидантов порошков из цветков ромашки аптечной, соцветий календулы и липы, травы зверобоя; муки гороховой, кукурузной, овсяной, гречневой, что позволило расширить перечень растительных источников данных физиологически активных компонентов.

Научно обоснована целесообразность использования пюре из яблочных выжимок, овощей и фруктов, нетрадиционных видов муки и порошков из лекарственных растений при проектировании состава чипсов.

Научно обоснована рецептурная композиция чипсов на основе продуктов переработки вторичного яблочного сырья, овощей и фруктов в виде пюре с применением в качестве дополнительных источников природных антиоксидантов порошков из лекарственных растений и нетрадиционных видов муки для формирования структуры пищевой системы.

Установлены зависимости по реологическим, физико-химическим, органолептическим, колориметрическим показателям качества, а также по суммарному содержанию водорастворимых антиоксидантов (ССА) теста для чипсов и готовых изделий от соотношения рецептурных компонентов.

Получены линейные уравнения регрессии зависимости суммарного содержания антиоксидантов в чипсах от рецептурного соотношения овощного и фруктового пюре при определенных оптимальных дозировках муки и порошка

из лекарственных растений, с помощью которых можно найти заданное значение показателя ССА.

Впервые теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность создания технологии поликомпонентных растительных чипсов с применением комплексной переработки яблочных выжимок и современного инфракрасно-конвективного способа сушки, обеспечивающих высокое качество и содержание антиоксидантов в готовом продукте.

Представлена теоретическая аргументация применения выбранного сортимента свеклы и моркови столовых, тыквы и черноплодной рябины в виде пюре, с учетом установленных физиологических и адекватных норм потребления пищевых веществ, в частности антиоксидантов, в производстве чипсов для их обогащения, что позволит наиболее полно использовать местные природные ресурсы.

На разработанные способы производства поликомпонентных растительных чипсов поданы заявки на изобретения: № 2025120454 от 23.07.2025 «Способ производства чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины», № 2025126257 от 24.09.2025 «Способ производства чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и свеклы столовой», по которым получены положительные решения о выдаче патентов РФ.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы заключается в том, что полученные в процессе ее выполнения результаты способствуют развитию научно-практических основ разработки чипсов, обогащенных физиологически активными компонентами, с использованием композиций растительных ингредиентов, комплексной переработки вторичного сырья и инфракрасно-конвективной сушки.

Практическая значимость. Разработана и теоретически обоснована новая технология производства поликомпонентных растительных чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и свеклы столовой или моркови столовой, тыквы, черноплодной рябины с добавлением нетрадиционных видов муки и порошков

из лекарственных растений с применением комплексной переработки вторичного растительного сырья и инфракрасно-конвективной сушки, которая рекомендуется для внедрения на предприятиях консервной отрасли пищевой промышленности.

Разработанное технологическое решение позволяет расширить сырьевую базу, рассматриваемую в качестве источника природных антиоксидантов для чипсов, которые возможно максимально сохранить за счет применения инфракрасно-конвективной сушки при их производстве.

Разработанное технологическое решение открывает дополнительную возможность использования яблочных выжимок в пищевых технологиях, решая экологическую проблему их утилизации.

В результате проведенных исследований обосновано применение предложенного сортимента свеклы и моркови столовых, тыквы и черноплодной рябины с высоким содержанием физиологически активных ингредиентов: витаминов, вторичных растительных соединений и пищевых волокон для производства чипсов как продуктов здорового питания с целью расширения их ассортимента.

Разработан и утвержден в ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ комплект нормативно-технической документации СТО 00493534-001-2025 «Чипсы растительные поликомпонентные».

Разработаны рекомендации по употреблению разработанных видов чипсов, где одна порция равная 10 г обеспечивает адекватную потребность организма человека в флавоноидах в количестве более 15%

По разработанным рецептурам и технологии проведена опытно-промышленная апробация в условиях ООО «Экспериментальный центр «М-КОНС-1» (Тамбовская обл., г. Мичуринск).

Материалы работы задействованы в учебном процессе, используются в лекционных курсах дисциплин «Пищевые добавки функционального назначения», «Технология продуктов функционального питания», в практике НИР обучающихся по направлению подготовки 19.04.04 Технология продукции

и организация общественного питания.

Методология и методы исследования. Исследование основано на научных методах и принципах разработки обогащенных продуктов, ориентированных на здоровое питание, оценки показателей их качества и безопасности. Методологической основой исследований явился системный анализ технологии производства поликомпонентных растительных чипсов, обогащенных антиоксидантами. Согласно выбранной методологии решается задача выбора растительных ингредиентов, в том числе различного сортимента, и обоснования применения их в технологии чипсов с целью обогащения антиоксидантами.

В процессе экспериментальной работы применялись общепринятые и специальные методы исследований, результаты которых подлежали обработке с помощью программ: Microsoft Excel и Statistica.

Основные положения, выносимые на защиту

Совокупность результатов комплексной оценки антиоксидантного состава яблочных выжимок, свеклы и моркови столовых, тыквы и черноплодной рябины различного сортимента; муки гороховой, кукурузной, овсяной и гречневой; порошков из цветков ромашки аптечной, соцветий календулы и липы, травы зверобоя.

Теоретическое и экспериментальное обоснование влияния различных рецептурных композиций растительных ингредиентов на органолептические, физико-химические, реологические и колориметрические показатели качества теста для чипсов и готовых изделий.

Теоретическое обоснование влияния различного сортимента свеклы и моркови столовых, тыквы и черноплодной рябины в виде пюре на суммарное содержание антиоксидантов и их количественный состав в готовых чипсах.

Технологическое решение по производству новых видов чипсов, обогащенных антиоксидантами, с использованием комплексной переработки яблочных выжимок и применением инфракрасно-конвективной сушки.

Совокупность экспериментальных данных по определению пищевой

ценности поликомпонентных растительных чипсов с позиции физиологической и адекватной потребностей в нутриентах взрослого организма человека.

Соответствие темы диссертации паспорту научной специальности. Диссертационное исследование соответствует п. 4, 11 и 29 паспорта специальности 4.3.3. Пищевые системы.

Степень достоверности и апробация работы. Степень достоверности полученных результатов диссертационного исследования подтверждается анализом патентной информации согласно темы работы, постановкой экспериментов в соответствии с целью и задачами, использованием современных методов анализа, производственным испытанием. Результаты исследований, представленные в диссертации, подтверждаются обоснованными экспериментальными данными, наглядно изображенными в виде таблиц, графиков и рисунков.

Основные положения диссертационной работы доложены на заседаниях кафедры продуктов питания, товароведения и технологии переработки продукции животноводства; заседаниях ученого совета института фундаментальных и прикладных агробιοтехнологий имени И.В. Мичурина; международных, всероссийских научно-практических и научно-технических конференциях: Мичуринск-наукоград РФ (2023, 2024, 2026), Воронеж (2024, 2025), Майкоп (2024), Благовещенск (2024), Керчь (2026). Результаты работы демонстрировались на Всероссийской выставке День садовода (Мичуринск-наукоград РФ, 2025).

Личный вклад автора. Диссертационная работа является обобщением научных исследований, проведенных в период с 2022 по 2025 гг. лично автором и/или при его непосредственном участии.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 24 научные работы, в том числе 8 статей в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК при Минобрнауки, из них 1 статья в журнале Белого списка, 15 статей и материалов конференций, 1 коллективная монография.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы, включающего 126 наименований отечественных и зарубежных авторов, приложений и представлена на 199 страницах машинописного текста, содержит 54 таблицы и 44 рисунка.

Глава 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СНЕКОВ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

1.1 Ассортимент снеков

В связи с увеличением ритма жизни в современном мире возросло потребление перекусов. Для перекуса стали использовать сухие продукты питания - снеки. Впервые понятие снек, означающее легкая закуска, появилось в англоговорящих странах. Издавна в России для перекуса использовали чипсы из картофеля и несложные бутерброды [34, 82].

За последние годы спрос на перекусы увеличился, но покупатели стали отдавать предпочтение так называемым полезным перекусам. В эту категорию входят снеки, имеющие в своем составе растительную основу, а также продукты, которые богаты клетчаткой, белком и натуральными ингредиентами. Благодаря этому увеличилось количество функциональных закусок за счет введения в состав пробиотиков, антиоксидантов и адаптогенов для поддержания здоровья человека [95].

Пандемия увеличила развитие снекового производства в России. В 2021 году Россия заняла лидирующие позиции темпов роста продаж в категории «снекинг». В 2023 году в России увеличилась продажа снеков на 1,4%, что составило 716 тыс. т. В течение прошлых лет продажи росли от 0,7% до 6,4% [30, 94].

С прогрессом снекинга появились фасованные порционные орешки, сухофрукты, хлебцы, сухарики и зерновые батончики. Так же создалась категория мясных и рыбных снеков [82].

Классификация и ассортимент снеков представлены на рисунке 1.1.

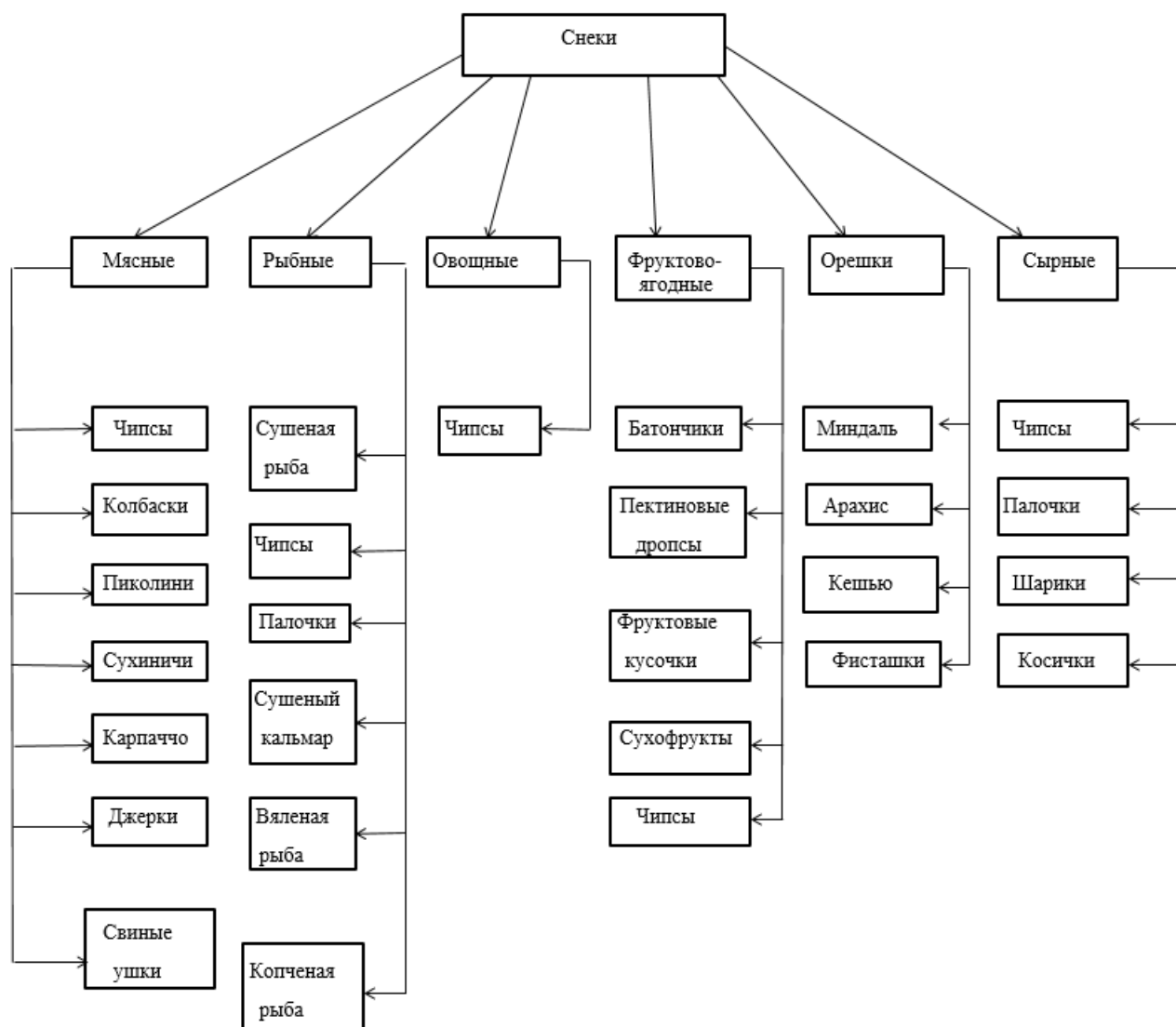


Рисунок 1.1 – Ассортимент и классификация снеков

Мясной сегмент снеков состоит из продукции, которую подвергают выдержке в специях, а после - сушке, вялению, копчению: чипсы, колбаски, сухиничи, карпаччо, пикколини, джерки и свиные ушки. Такие же обработки применяют и к рыбным снекам: сушеная и вяленая рыба, сушеный кальмар, чипсы, палочки. Фруктово-ягодные снеки высушивают, глазируют: чипсы, батончики, сухофрукты, фруктовые кусочки. Сырные снеки изготавливают с добавлением специй, подвергаются копчению.

Объем производства рыбы вяленой в 2023 году составил 20,4 тыс. тонн, а рыбы сушеной — 10,9 тыс. тонн. Объем производства вяленой рыбы оставался на уровне 2022 года, тогда как объем производства сушеной рыбы снизился на

8%. По итогам 2024 года в обеих группах произошло снижение объемов производства [82].

Все цены для удобства анализа соотнесены к показателю массы 50 граммов (небольшой пакетик снеков). В высоком ценовом сегменте снеков из мяса средняя цена в онлайн-рознице составляет 294 руб./50 г. В среднем ценовом сегменте показатель составляет 116 руб./50 г. В низком — 60 руб./50 г [82].

В высоком ценовом сегменте снеков из рыбы средняя цена в онлайн-рознице составляет 394 руб./50 г. В среднем ценовом сегменте показатель составляет 111 руб./50 г, в низком — 66 руб./50 г.

В среднем ценовом сегменте мясные снеки в вакууме стоят 166 руб./50 г, а в обычной упаковке — 124 руб./50 г.

В категории рыбных снеков такая закономерность не прослеживается. Так, в среднем ценовом сегменте стоимость изделия в упаковках разных типов сопоставима (на уровне 112 руб./50 г), в низком сегменте стоимость изделия в вакууме составила в среднем 45 руб./50 г, а в обычном пакете — 72 руб./50 г [82].

В среднем на одну покупку сухофруктов 36% потребителей тратят от 251 до 500 рублей и в мелкой фасовке от 101 до 250 рублей, 15% расходуют от 501 до 750 рублей и лишь 5% потребителей тратят менее 100 рублей [82].

В таблице 1.1 показаны категории снеков и их производители.

Таблица 1.1 – Категории и наименование производителей снековой продукции

Категория снеков	Наименование производителей
1	2
Мясные снеки	ООО «Дымовское колбасное производство», ООО «Мираторг-Курск», ООО «МПЗ Мясницкий ряд», ООО «Мясоперерабатывающий завод РЕМИТ», ООО «ТД Черкизово», ООО «Эвермаунт», ООО «Фреш энд Снэк» Компания», ИП Чинькова Ю.В.
Рыбные снеки	ООО «НЕВОД-ТРЕЙД», ООО «Синтез-Ресурс», ООО «АРК», ГК КДВ, ООО «Подольский рыбокомбинат», ООО «СИФУД ИНДАСТРИЗ»
Фруктово-ягодные и овощные	ООО «Снек Тайм», ООО «Фреш энд Снэк Компания», Фабрика ЭКО-продуктов «Одинаковки»,

1	2
Орешки	«Сол Тарелька», «ТД Асаль Ко», ООО «АгроСоюз», ООО «СПРУТ», ООО «Восточный Караван», ООО «Правильный Продукт», Производственная компания «Ника», «Золото Сибири», Фабрика ЭКО-продуктов «Одинаковки», «Ильминакс», АО «Орехпром»
Сырные снеки	ИП Маркова Е.В., Маслодельный завод «Моршанский», «Куба», «Евро Фудс», «Южная снековая компания», «Упак Продукт», «New Foods», «CheeCorn».

Российский рынок снеков представлен отечественными производителями, среди них мясные снеки производят компании и комбинаты из Москвы и Московской области, Курска, Краснодарского края, Владивостока, Тамбова и других городов нашей страны. Рыбные снеки в основном выпускаются питерскими производителями, а также в Московской и Калужской областях. Наибольшие сектора в виде орехов и фруктово-ягодных и овощных снеков производятся в Алтайском крае, Кирове, Краснодаре, Кургане, Москве и Московской области, Новосибирске, Санкт – Петербурге, Тамбове и Томске. Сырные снеки производят в Краснодаре, Москве и Московской области, Санкт – Петербурге и Тамбовской области.

1.2 Основы проектирования продуктов для здорового питания

Уже древние научные трактаты говорят о существенной роли питания в сохранении здоровья человека. Известные врачеватели прошлого отводили важную роль рациональному питанию в лечении ряда заболеваний и посвящали этому целые научные труды. К сведению, в «Салернском кодексе здоровья», являющимся выдающимся трудом Салернской врачебной школы, изданным в 1480 г., изложены лечебные свойства разнообразных продуктов, рассматриваются проблемы питания как человека здорового, так и с заболеваниями. Однако эти знания и умения рождались в основном на опыте взаимодействия с окружающим миром и медицины.

Начиная с XIX в., когда бурно начала развиваться химия и физиология, и по настоящее время ведутся глубокие научные исследования и разработки в области правильного питания с учетом энергозатрат и потребности в пищевых веществах (нутриентах), необходимых для поддержания всех функций организма человека с целью снижения риска развития алиментарно-зависимых заболеваний (АЗЗ). Нельзя недооценивать значение питания в создании адаптационного потенциала человека и его развитии.

В современном мире все чаще проявляются нарушения в рационе питания, приводящие впоследствии к следующим распространенным АЗЗ: сахарный диабет второго типа, ожирение, артериальная гипертензия, желчнокаменная болезнь и др. При этом в России грубые нарушения в пищевом статусе характерны как для взрослого, так и детского населения. Для структуры питания населения России характерна положительная динамика по снижению доли потребления фруктов и овощей, которые являются основными источниками природных антиоксидантов, клетчатки, пектиновых веществ и витаминов. Здоровое питание невозможно при дефиците в ежедневном рационе человека в требуемом объеме растительной пищи. При переработке сырья растительного происхождения в продукты следует руководствоваться правилом максимального сохранения полезных нутриентов и выбора щадящих методов обработки [81].

Проблемы питания в современном мире все более акцентируют на себе внимание представителей отраслей медицинской науки и пищевой промышленности и вызвано это с отрицательными последствиями для здоровья и развития организма человека вне зависимости от его возраста различного рода отклонениями от сбалансированной структуры питания и ухудшением пищевого статуса в целом.

Для современного поколения характерен низкий уровень энергозатрат, что наряду с несбалансированным питанием способствует развитию таких широко распространенных заболеваний, как сердечно-сосудистые, онкологические, сахарный диабет 2-го типа, остеопороз и т.д.

Питание с нарушением основных принципов сохранения здоровья приводит не только к преждевременному старению как женского, так и мужского организма, но и к нарушению функций систем органов, особенно это касается пожилой категории людей, где это, как правило, сочетается с наличием ряда хронических заболеваний. Выходом из этой крайне опасной ситуации для здоровья человека является выбор рационального и сбалансированного рациона питания.

Поскольку снеки являются излюбленным продуктом у людей всех возрастов, то они должны отвечать современным вызовам, а именно не только удовлетворять по потребительским свойствам (цвет, запах, вкус, консистенция и др.), но и обеспечивать поступление с продуктом важных макро- и микронутриентов, по которым обнаружен дефицит.

Отечественные и международные руководства по питанию пришли к единому мнению, что рацион современного человека должен характеризоваться высоким содержанием углеводов, восполняющих энергетические затраты, далее по убыванию в меньших количествах должны употребляться жиры и еще в меньшей степени - белки [35]. Такие изменения в питании населения могут способствовать профилактике заболеваний, в том числе вызванных дефицитом ряда нутриентов, которыми богаты фрукты, овощи и продукты их переработки, а именно пищевые волокна, витамины, антиоксиданты и минеральные вещества, необходимые для нормального функционирования организма человека. Включение в ежедневный рацион продуктов переработки фруктов и овощей, наряду с отказом от вредных продуктов, ведением здорового образа жизни снижает риски развития сахарного диабета, нарушения обмена веществ, заболеваний сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта и др. [31].

В пищевой промышленности на современном этапе развития все чаще осуществляется интеграция физиологически активных компонентов с целью увеличения их содержания в конечном продукте питания, в том числе снеках.

Основным источником легких и сложных углеводов являются фрукты, овощи, крупы и продукты их переработки.

Современный человек сталкивается с разнообразными негативными воздействиями такими, как атмосферное загрязнение, радиация, избыток ультрафиолета, лекарственные препараты и другие. Эти воздействия могут привести к нежелательному образованию свободных радикалов кислорода в организме человека и, в результате, способствовать окислительным процессам, вызывающим различные заболевания, включая сердечно-сосудистые и онкологические [47, 87].

Свободные радикалы – это молекулы, способные привлечь один несвязанный электрон. Химические реакции, вызванные свободными радикалами, обладают разрушительным характером, способным вызвать непоправимые или необратимые повреждения молекулам всех биохимических групп, включая свободные аминокислоты, липиды, липопротеины, углеводы и молекулы соединительных тканей. Наличие антиоксидантов препятствует образованию свободных радикалов, связывая лишние электроны в пары и замедляя или устраняя их воздействие, что помогает защитить человека от серьезных заболеваний и замедлить процессы старения, что подтверждается рядом эпидемиологических исследований [67, 105].

Фрукты, овощи, крупяные культуры и лекарственные растения представляют уникальную базу для производства функциональных и обогащенных пищевых продуктов. Значение продуктов растительного происхождения в рационе современного человека чрезвычайно высоко, поскольку они представляют собой богатый источник множества необходимых питательных веществ, которые нельзя полностью получить из продуктов животного происхождения [87, 122].

Ученые Кубанского государственного аграрного университета обращают внимание на неравновесие в антиоксидантном статусе, которое может привести к нарушению функций организма и появлению разнообразных заболеваний. В своем исследовании они рекомендуют использовать амарантовую муку,

произведенную из полностью помолотых семян. Эта мука улучшает не только аминокислотный состав наполнителя персипановой смеси за счет содержания персипана, но также повышает его усвояемость. Кроме того, состав муки включает сквален в количестве не менее 10%, который является мощным антиоксидантом [36].

E. Reboul, S. Thap, E. Perrot исследовали воздействие основных антиоксидантов в пище (каротиноидов, γ -токоферола, полифенолов и витамина С) на поглощение α -токоферола. Ученые провели анализ воздействия различных комбинаций антиоксидантов на поглощение α -токоферола клеточной линией человеческого кишечника и сравнили воздействие двух доз диетического антиоксиданта (лютеина) на постпрандиальную реакцию хиломикронов- α -токоферола на пищу, богатую α -токоферолом [96, 104].

В составе фруктов, овощей, орехов, цветков, семян и трав присутствуют такие фитохимические соединения, как флавоноиды, спектр полезных свойств которых для организма человека широк, в частности, это укрепление иммунитета и защитных свойств к воздействию токсичных веществ экологической или эндогенной природы [113, 115]. Все возрастающий интерес к этой группе антиоксидантов – флавоноидам – растительного происхождения обусловлен научными исследованиями, подтверждающими благотворное их воздействие на здоровье человека. Данные вещества являются физиологически активными благодаря своим различным свойствам, а именно: антиканцерогенные, антиоксидантные, противовоспалительные, противовирусные, а также они могут выступать в качестве нейро- и кардиопротекторов. Ряд научно-исследовательских работ современного времени сконцентрировались на выделении флавоноидов, синтезе аналогов и их воздействии на состояние здоровья человека. Положительный терапевтический эффект данной группы антиоксидантов был установлен во многих доклинических исследованиях на таких биологических объектах, как мыши. Такие свойства флавоноидов, как биодоступность, метаболизм и физиологическая активность находятся в прямой

зависимости от их структуры: конфигурации, общего количества гидроксильных групп и замещения функциональных групп в их ядерной структуре.

Флавоноиды это вторичные метаболиты, структура которых представлена каркасом, состоящим из двух бензольных колец А и В, соединение которых проходит через три углеродных атома. К особенностям, отличающей флавоноиды, относится возможность при наличии двойной связи присоединения карбонильной или гидроксильной групп [111]. Высокое содержание в пищевых системах флавоноидов обуславливает их функциональные свойства. Эти биоактивные компоненты относятся к различным типам согласно своей структуре, а также степени насыщенности и окисления углеродного кольца. В природе встречаются следующие подгруппы флавоноидов: антоксантины (флаванон и флаванол), флаваноны, флавонолы, флаваны, халконы, антоцианидины и изофлавоноиды.

Представители семейства цитрусовых выступают одним из главных источников флавоноидов, например, в апельсинах и лимоне, так же, как и в винограде, определены наргенин и гесперетин [109]. Антоцианы, флавоноиды, кверцетин обнаружены в шелковице [124].

Функций флавоноидов в растительных объектах множество. Так, окислительный стресс в растениях, вызванный факторами абиотической и биотической природы, воздействие которых приводит к выработке активных форм кислорода, вызывает, в свою очередь, биосинтез природного антиоксиданта – флавоноидов. Для них также характерно поглощение самых энергичных солнечных волн, ингибирование образования АФК и гашение АФК после их образования. Уровень антиоксидантной защиты и способности поглощать УФ-волны обусловлены характером замещения в различных кольцах флавоноидов. Флавоноиды с дигидроксизамещенным кольцом обладают большей антиоксидантной способностью, в то время как их аналоги с моногидроксизамещенным кольцом обладают большей способностью поглощать УФ-волны [116].

При дисбалансе антиоксидантной системы АФК становятся главным повреждающим фактором окислительного стресса. Окислительный стресс относится к механизму, задействованному в патогенезе ишемической болезни сердца и атерогенезе, онкологии и различного рода хронических заболеваний, процессе старения. Окислительное разрушение свободными радикалами хорошо известно в контексте баланса оксидантов/антиоксидантов. Окислительный стресс вызывает вредные явления в живом организме различной степени выраженности, что обуславливается определенным нарушением баланса между интенсивным образованием активных форм кислорода и недостаточной антиоксидантной защитой. Например, окислительный стресс, приводящий к дисбалансу между оксидом азота и активными формами кислорода, активирует факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний, из-за относительного уменьшения биодоступности оксида азота. При патологических состояниях следствием интенсивного сосредоточения АФК является повреждение большинства компонентов антирадикальной защиты, в частности белкового происхождения, что сопровождается дальнейшим увеличением уровня АФК. Следствием чего может быть первая стадия атеросклероза, а ряд заболеваний сердечно-сосудистой системы имеют свое начало как осложнение атеросклероза [125]. Антиоксидантная система включает комплекс антиокислительных ферментов, заключенных в клетки, обладающих способностью противодействовать окислительному стрессу и обезвреживанию АФК, к ним относят каталазу, супероксиддисмутазу, глутатионпероксидазу и др. [100].

Флавоноиды выступают в роли классических природных антиоксидантов для организма современного человека, защищая его от неблагоприятных последствий стрессовых факторов. Антиоксидантное действие флавоноидов обусловлено следующими их функциями:

- способность образовывать комплексы с тяжелыми металлами, поступающими в организм человека из неблагоприятной окружающей среды, тем самым предупреждают их воздействие как катализаторов окислительных реакций;

- блокирование свободных радикалов, вызывая снижение их негативной активности [2, 86];

- выполнение роли структурных элементов – антиоксидантов, способных проникать в слой мембран, уменьшая текучесть липидов, в результате чего тормозится проход свободных радикалов;

- возобновление активности внутриклеточных антиоксидантов, характеризующихся более сильным действием за счет их взаимодействия.

Стоит отметить, что проявляться в организме одновременно могут сразу несколько функций флавоноидов в различной комбинации.

Профилактические свойства флавоноидов обусловлены следующим.

Особая роль флавоноидам отводится при профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, поэтому диета и питание богатые данной группой антиоксидантов эффективно используются с этой целью. Флавоноиды – это широкий спектр полифенолов, встречающиеся в естественной природе в продуктах растительного происхождения. Учеными исследован тот факт, что флавоноиды обладают свойством модулировать гены, отвечающие за метаболизм, защиту от стрессовых факторов, детоксикацию и, связанные с ферментами и белками-транспортерами. Поэтому продолжаются активные научные исследования по определению флавоноидов и других полифенольных соединений, оказывающих положительное влияние на состояние здоровья человека, в различных растительных объектах и разработке вариантов по их применению в продуктах питания и различных диетах. Преимуществом применения флавоноидов в диете при сердечно-сосудистых заболеваниях оправдано их безопасностью при высокой антиоксидантной активности.

Рядом доклинических исследований было доказано положительное влияние флавоноидов на здоровье человека. Описывается, что регулярное включение в рацион натуральных продуктов богатых флавоноидами или произведенных с их применением, оказывает целебное воздействие на артериальное давление, резистентность к инсулину, функцию эндотелия и окислительный стресс. Несмотря на природное разнообразие антиоксидантов,

которые отличны между собой по механизму действия и биодоступности, работы некоторых ученых говорят о том, что диеты и рационы, характеризующиеся широким ассортиментом фруктов и овощей, имеют прямую связь с сокращением частоты изменений патологического характера, вызывающие ишемическое и гипоксическое поражение сердечно-сосудистой системы человека. Данный эффект был обнаружен у полифенолов, в частности флавоноидов, входящих в состав продуктов растительного происхождения.

Так как поступление флавоноидов в организм человека зависит от общего употребления антиоксидантов с пищей, то необходимо серьезно подходить к выбору источников данной группы нутриентов. Из вышесказанного следует, что для поддержания здоровья неоспоримую функцию несут флавоноиды, снижающие риск возникновения опасных для жизни заболеваний [86].

Аскорбиновая кислота выступает в роли основного водорастворимого антиоксиданта для человека, защищая организм от окислительного воздействия, вызванного свободными радикалами, вызывающего клеточные повреждения, защищая тем самым организм человека от преждевременного старения и сопутствующих этому заболеваний. С возрастом организму бороться с окислительным стрессом без дополнительного поступления извне антиоксидантов становится все сложнее. Защищая клетки от повреждения витамин С способствует регенерации тканей, вызывая омолаживающий эффект. Он также играет важную роль в синтезе коллагена, поэтому биологически активные добавки с коллагеном всегда идут в комбинации с этим витамином. Синтез коллагена жизненно необходим, так как обуславливает эластичность кожи, хрящевой и костной ткани, а также сосудов. Невозможно себе представить также укрепление иммунных сил организма человека без этого витамина, ведь он благотворно влияет на функции лейкоцитов крови, продуцируя выработку антител, снижая риск развития инфекций, что очень важно в сезон вирусных заболеваний. Известным фактом является также и его важная роль в правильном усвоении кроветворного микроэлемента железа, в том числе негемовой формы, содержащейся в растениях, благодаря чему удастся избежать железодефицитной

анемии. За счет своих противовоспалительных и антиоксидантных способностей витамин С облегчает течение ряда хронических заболеваний (артрит, заболевания сердечно-сосудистой системы) [88].

Из жирорастворимых антиоксидантов стоит отметить бета-каротин, который защищает клетки слизистых оболочек и кожных покровов организма человека от негативного воздействия свободных радикалов, предупреждает преждевременное их старение, снижает риск развития злокачественных заболеваний мочевого пузыря, желудочно-кишечного тракта, органов дыхания [97].

1.3 Полезные свойства растительного сырья

В структуре питания россиянина наблюдается продолжающийся дефицит потребления свежих фруктов и овощей, которые, в свою очередь, выступают в роли важного источника антиоксидантов, в том числе витаминов как жирорастворимых, так и водорастворимых. Значение антиоксидантов в жизни человека неоспоримо велико, так как они обладают свойством блокировать негативное действие на организм человека свободных радикалов, образующихся вследствие воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды, и тем самым повышают сопротивляемость организма [40, 97].

Повышение антиоксидантной ценности пищевых продуктов при ухудшении экологической обстановки играет ключевую роль в процессе проектирования новых рецептур и технологий, так как именно антиоксиданты помогают организму человека справиться с вытекающими, из-за этого негативными последствиями. Преимущество отдается антиоксидантам природного происхождения, так как они лучше усваиваются организмом человека [74, 117].

Роль корнеплодов при проектировании новых пищевых систем нельзя недооценивать, так как они богаты пищевыми волокнами и нутриентами,

обладающими антиоксидантными свойствами (витамин С, флавоноиды, бета-каротин и др.). Широко распространенными корнеплодами в Центрально-Черноземном регионе считаются свекла сахарная и столовая и если первая используется в основном для производства сахара, то вторая богата антиоксидантами группы флавоноидов и может эффективно использоваться при проектировании продуктов питания для функционального и профилактического питания [73, 121, 123]. Отечественные ученые активно занимаются вопросом вовлечения такого вида сырья в пищевые технологии.

В России свекла столовая нашла широкое применение в кулинарии благодаря хорошим вкусовым качествам, а наличие в ней природных пигментов (полифенолов) позволяет придать блюду яркий цвет и повысить антиоксидантную ценность. С применением свеклы готовят различные закуски, холодные блюда, супы, овощные соки и др. [28, 90, 92].

Из отходов производства сока из свеклы столовой, которые представляют интерес в качестве источника антиоксидантов и пищевых волокон, разработана широкая линейка продуктов питания: порошок, паста, термостабильная начинка, кондитерские изделия [52, 53].

Корнеплоды моркови столовой употребляются как в свежем, так и в переработанном виде. Из нее широко производят продукты детского питания, а также ее подвергают заморозке, консервированию и используют в кулинарии. Нежный, сладкий вкус и яркий окрас корнеплода улучшают органолептические свойства и придают привлекательность продуктам питания, изготовленным с его применением. Помимо этого, находят свое применение и продукты вторичной переработки моркови – выжимки от производства сока, из которых производят различные пасты, подварки, термостабильные начинки, рекомендуемые для производства кондитерских изделий с повышенным содержанием бета-каротина [55, 97].

Рябина черноплодная или арония ценится благодаря своим свойствам, обусловленным уникальным химическим составом. Издавна ягоды этой культуры применяли для приготовления целебных отваров, настоев, хорошо эти

ягоды себя проявили в компотах и варенье, так как придают новые нотки в аромате и привлекательный окрас конечному продукту. В медицинской практике аронию употребляют в сыром и сушеном виде, а также в виде соков. Пищевые вещества, содержащиеся в черноплодной рябине, благотворно влияют на уровень холестерина в крови, способствуют очищению организма от таких вредных веществ, как тяжелые металлы и радиоактивные элементы [4, 39, 46].

Распространенный в настоящее время дефицит микронутриентов приводит к существенному ослаблению резистентности организма человека к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды в результате неправильного функционирования систем антиоксидантной защиты и снижения иммунитета [97].

Поэтому важно вводить в рацион современного человека продукты богатые антиоксидантами или обогащенные ими. В качестве ингредиентов продуктов питания, содержащих антиоксиданты, можно рассматривать лекарственные растения.

Стоит отметить такое ценное сырье для пищевой промышленности с позиции антиоксидантного состава, как цветки ромашки аптечной. Уже в эпоху античности цветки ромашки аптечной ценили за лечебные свойства, обусловленные составом биологически активных веществ. Используют цветки ромашки в комплексной терапии ряда широко распространенных заболеваний желудочно-кишечного тракта (гастрит, колит, спазмы, язвенные болезни и др.), а также как успокоительное средство при избыточной тревожности, бессоннице и депрессиях. Хорошо ромашка аптечная справляется с воспалительными процессами мочевыделительной системы, кожных покровов и слизистых оболочек.

Полезные свойства ромашки аптечной обусловлены содержащимися в ней физиологически активными веществами: ароматическое вещество хамазулен (обуславливает горчинку в продуктах из ромашки), фитостерины, никотиновая кислота, витамин С, биофлавоноиды, дубильные вещества.

Учитывая полезные свойства цветков ромашки аптечной можно рассматривать этот вид лекарственного растения в качестве функциональной добавки при моделировании новых видов пищевых продуктов, обогащенных природными антиоксидантами.

Цветки липы обладают широким спектром полезных свойств для организма человека, которые определены ее биохимическим составом. Содержащиеся в липе эфирное масло, включающее в себя комплекс флавоноидов и гликозидов, обладает бактерицидным действием; аскорбиновая кислота, известная как сильное иммуномодулирующее вещество, способствует поддержанию проницаемости сосудистых стенок в нормальном состоянии; каротин важен для поддержания функций зрения и здорового состояния кожи [1, 25, 32].

Содержание флавоноидов, аскорбиновой кислоты и каротина в составе цветков липы влияет на ее антиоксидантную активность, которая важна при создании новых продуктов питания с ее использованием, так как именно антиоксиданты играют важную роль в защите современного организма человека от воздействия негативных факторов окружающей среды. Поэтому так важно изыскивать новые источники природных антиоксидантов среди малораспространенного сырья [17, 91, 101].

Бобовые культуры являются неотъемлемой частью рациона человека и позиционируются в качестве основного источника растительного белка, который отличается высокой биологической ценностью, и выступают в качестве альтернативы животным белкам. Бобы входят в состав многих кулинарных блюд, а также добавляются при производстве продуктов из мясного и рыбного фарша, что позволяет увеличить выход продукта и повысить экономическую эффективность такого производства [7, 8].

Из бобовых культур стоит отметить горох, который содержит в своем составе в среднем 20,5% белка, 6% сахаров, 44% крахмала и на долю пищевых волокон приходится 13% [87]. Помимо биологической ценности важно знать и антиоксидантную ценность продуктов растениеводства, в частности муки

гороховой, чтобы рекомендовать их к использованию при проектировании новых видов продуктов питания с направленностью на здоровое и функциональное питание [6, 18].

В заключении стоит отметить, что нетрадиционные для предприятий питания виды сырья растительного происхождения, включая фрукты, овощи, лекарственные растения, крупяные культуры, которые широко произрастают в ЦЧР нашей страны, отличаются уникальным составом физиологически активных веществ [27, 87]. Это дает основание, опираясь на литературном анализе, использовать продукты их переработки, в т.ч. вторичные, в качестве обогащающих добавок при производстве снеков, спрос на которые повышается. В свою очередь такое технологическое решение позволит расширить ассортимент снеков, предназначенных для здорового питания.

1.4 Технологические особенности производства снеков на основе растительного сырья для здорового питания

Если рассматривать организм человека как биологическую систему, то его питание должно отвечать закону сохранения молекулярного состава. Так, в процессе жизнедеятельности организм человека активно расходует питательные вещества, из-за обмена веществ, физических нагрузок, а в детском и подростковом возрасте в результате интенсивного роста. Поэтому так важно соблюдать балансный подход при выборе продуктов питания для ежедневного рациона, чтобы своевременно возмещать потери питательных веществ. Данный принцип компенсации питательных веществ заложен в теорию сбалансированного питания и, главным образом, ориентирован на сохранение молекулярного состава организма человека на постоянной основе в пределах определенного физиологического интервала.

Согласно теории сбалансированного питания рацион человека должен быть разнообразным и содержать в своем составе компоненты, играющие различные биологические роли [38].

Руководствуясь основными постулатами теории сбалансированного питания и зная необходимый для организма человека комплекс пищевых веществ, можно уверенно проектировать продукты питания, включение которых в ежедневный рацион будет обеспечивать нормальное функционирование и развитие организма. Важная роль в рационе питания человека отводится фруктам, овощам, крупам и продуктам их переработки, в том числе вторичной, из-за высокого содержания в них физиологически активных компонентов природного происхождения [12, 63, 64, 89, 114, 119, 126].

Для проектирования пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям к качеству, необходимо расширять источники сырья, позволяющие привнести новые свойства конечному продукту как по органолептическим показателям, так и по пищевой ценности. Последнее играет важную роль для адекватного функционирования организма человека, так продукт питания должен содержать в себе не только макронутриенты такие, как белки, жиры и углеводы, но и микронутриенты, в частности антиоксиданты, при дефиците которых страдают жизненные функции организма.

Так как популярность снеков среди российских потребителей растет, то перед их производителями стоит задача по повышению их качества и расширению ассортимента, отвечающего принципам здорового и сбалансированного питания.

Из-за возрастающего интереса населения России к здоровому питанию учеными и технологами разрабатываются новые технологии приготовления снеков, в том числе чипсов, на основе фруктов, овощей и продуктов их переработки в качестве альтернативы традиционным картофельным чипсам.

Литвяк В.В., Лобанов В.Г., Росляков Ю.Ф. и др. разработали инновационную технологию производства глазированных чипсов из тонко нарезанных различных фруктов и овощей, которые выдерживаются в сиропе или

меде, подсушиваются, глазируются. Другим технологическим решением является смешивание фруктового или овощного пюре с добавками, увлажнение массы, если это необходимо, формование, обжарку, резку, охлаждение и глазирование шоколадом или кондитерской глазурью, с помощью которых осуществляется регуляция соотношения белков, жиров, углеводов, макро- и микроэлементов, а также других физиологически ценных веществ и достигаются оптимальные показатели органолептической ценности готовых чипсов [14].

В Красноярском государственном аграрном университете ученые предложили использовать для приготовления ягодно-овощных чипсов выжимки из моркови, клюквы, свеклы, брусники, тыквы, которые наряду с исходным сырьем характеризуются высокой остаточной пищевой ценностью и являются, главным образом, источником пищевых волокон, а также сохранили выраженные цвет и вкус. По органолептическим показателям и содержанию пищевых волокон смоделированы оптимальные рецептуры чипсов при следующем соотношении овощной и ягодной части в массе: морковно-смородиновая - 40,17:59,8; свекольно-смородиновая – 49,9:50,1; тыквенно-брусничная – 50,82:49,18 [13].

Учеными Малковой Н.Н. и Битюцкой Г.Н. плоды рябины черноплодной использованы в приготовлении драже, для чего рябина высушивается при 37 °С поэтапно. На первом этапе при достижении сырьем влажности не более 10% проводится дробление и далее оно высушивается до массовой доли влаги равной 0,5-1,0%. Такое технологическое решение позволяет в конечном итоге получить массу с свойствами, требуемыми для процесса дражирования, а это однородность и сыпучесть, а также хорошая сохранность пищевых веществ (пектиновые вещества, аскорбиновая кислота, йод и др.). Полученная таким способом плодовая масса в несколько слоев (не менее четырех) накатывается на корпуса драже, благодаря чему на выходе продукт получается с высоким содержанием пищевых веществ, в частности аскорбиновой кислоты [41].

Разработкам в области расширения ассортимента продуктов из свеклы посвящены труды Квасенкова Олега Ивановича. Один из предложенных

способов производства пищевого продукта из этого вида сырья заключается в том, что нарезанная свекла, предварительно подготовленная по традиционной технологии, высушивается в два этапа: в конвективной установке до достижения промежуточной влажности; в поле СВЧ - до влажности около 15%. Особенностью этого способа является пропитывание свеклы жидкой двуокисью углерода с целью обеспечения давления до значения равного давлению насыщенных паров CO_2 при температуре пропитки. Дальнейший сброс давления до атмосферного провоцирует испарение CO_2 в частичном количестве, а оставшееся ее количество замораживается. В процессе возгонки CO_2 из сырья при контакте с газообразным теплоносителем свекла вспучивается. К свекле могут добавляться различные пищевые добавки, в частности соль и пряности. Хранить такой продукт рекомендуется в полимерной или комбинированной упаковке в бескислородной среде [42].

Яшонковым А.А. и Курдогло М.Э. проведены исследования влияния предварительного порообразования на кинетику процесса сушки при получении снеков из моркови. Авторами выдвинута гипотеза, что применение предварительного порообразования перед вакуумной сушкой измельченной моркови на частицы размером 0,2-0,5 мм позволит увеличить площадь поверхности испарения влаги и интенсифицировать сам процесс сушки при температуре 55 °С, при которой повышается сохранность термолабильных витаминов моркови. Данный метод предварительной обработки сырья способствует ускорению процесса его вакуумной сушки с порообразованием на 10% в период постоянной скорости сушки, а продолжительность процесса снижается на 11% [107].

Традиционно при производстве чипсов в качестве основного сырья используют пригодные для этой цели сорта картофеля и продукты его переработки, в частности сушеный картофель, натуральное и сухое пюре в виде хлопьев, гранул и крахмал. Известно, что в зависимости от сорта картофеля суммарное содержание антиоксидантов (ССА) по кверцетину в нем может составлять от 5 до 73 мг/100 г. Применение в технологии производства чипсов

обжарки при температуре 165-175 °С может негативно повлиять на сохранность термолабильных антиоксидантов, которые, в большинстве своем, и обуславливают антиоксидантную ценность, из-за большой поверхности соприкосновения продукта с горячим маслом, наличие масла также повышает калорийность продукта [21, 66, 110]. Поэтому необходима разработка технологий чипсов, позволяющих получить потребителю снэк с повышенным содержанием антиоксидантов, отвечающих современным принципам здорового питания.

Чипсы, как и другие продукты, отвечающие принципам здорового питания, должны содержать в своем составе не только белки, жиры и углеводы, но и ряд физиологически активных компонентов, к которым относятся антиоксиданты. В современном мире роль антиоксидантов высока, из-за их способности блокировать негативное влияние свободных радикалов на организм человека, накопление которых возрастает с ухудшением экологической обстановки, ростом стресса в обществе, УФ и радиационным излучением и др. [75, 96].

Калашниковым Г.В. и Литвиновым Е.В. предложена ресурсосберегающая технология фруктовых чипсов с применением конвективной и СВЧ-сушки. Определены тепловые и энергетические потоки для процессов конвективной сушки, предварительной СВЧ-сушки, гидротермической обработки и завершающей СВЧ-сушки растительного сырья, являющихся одними из главных стадий производства всех видов плодоовощных концентратов, в т.ч. фруктовых яблочных чипсов. Ресурсосберегающие способы влаготепловой обработки (гидратация, бланширование, сушка и т.д.) плодоовощного сырья при производстве пищевых концентратов предполагают снижение расхода теплоносителя с высокой степенью использования его энергopotенциала и СВЧ-источников [19].

Ученые Дагестанского государственного аграрного университета имени М.М. Джамбулатова предложили способ производства чипсов с использованием лаваша. Для производства чипсов вместо синтетических вкусо-ароматических

добавок используются натуральные пряности и приправы в смеси с растительным маслом и солью, которые наносятся на поверхность выпеченного лаваша из тестовой заготовки на основе пшеничной муки и отрубей влажность 38-40% и толщиной 1,8-2,2 мм [45].

Ковальчук Т.Г. из ООО «Хлебпром» разработал чипсы протеиновые цельнозерновые. Рецептурный состав таких чипсов разнообразен и содержит в основе рисовую, кукурузную крупы, бобы (горох, фасоль, чечевица, маш, нут, соя) в дробленном виде с частицами размером от 3 до 11 мм, увлажненные с помощью воды. Подготовленная таким способом зернобобовая смесь с добавлением морской соли дополнительно экструдирована при давлении 120-160 бар с одновременной выпечкой при температуре 220-240 °C между нагретыми пресс-формами. Готовые чипсы обогащены белком, выступают в качестве источника пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ [44].

Другой способ производства чипсов, разработанный Ковальчуком Т.Г., касается цельнозерновых чипсов, в состав которых входят также, как и в описанном выше варианте, крупа рисовая и кукурузная, растительные масла (оливковое или подсолнечное), экстракт розмарина и приправы натурального происхождения, а также вода питьевая. Подготовленная крупа увлажняется и экструдирована при одновременной выпечке и брикетировании с двойным прессованием. Вкусоароматическая добавка для напыления на поверхность чипсов готовится из растительного масла, розмарина и приправ. Такие чипсы обогащены пищевыми волокнами, витаминами и минералами [43].

Ученым Королевым А.А. из Всероссийского научно-исследовательского института консервной и овощесушильной промышленности в научной литературе освещена технология плодоовощных чипсов (из моркови, свеклы и яблок) высокого качества, в частности по вкусу, консистенции, для достижения которого показана необходимость температурного ограничения и временных температурных режимов гидротермообработки, а также обоснованы уникальные составы растворов для бланширования [26].

Иностранцами учеными Paulo F. Da Silva и Rosana G. Moreira проведены

исследования по производству снеков путем обжаривания сладкого картофеля, зеленых бобов, манго сорта Томми Аткинса и голубого картофеля по вакуумной технологии при температуре $120-130 \pm 1$ °C. Перед жаркой зеленую фасоль и ломтики манго замачивали в 50% растворе мальтодекстрина с 0,15% лимонной кислоты. Продукты также обжаривались в традиционной фритюрнице при температуре $160-165 \pm 1$ °C (при атмосферном давлении) в течение 4 мин. Группа потребителей из 30 человек оценила сенсорные качества двух видов жареных снеков, используя гедонистическую шкалу от 1 до 9. По сравнению с традиционной обжаркой содержание масла в чипсах из сладкого картофеля и зеленой фасоли, обжаренных по вакуумной технологии было на 24% и 16% ниже, соответственно. Чипсы из голубого картофеля и манго содержали на 6% и 5% больше масла, соответственно, чем образцы, обжаренные традиционным способом. Антоцианов в чипсах из голубого картофеля, обжаренных по вакуумной технологии было на 60% выше. Общее содержание каротиноидов было выше на 18% для зелёной фасоли, на 19% для манговых чипсов и на 51% для чипсов из батата. Члены комиссии подавляющим большинством голосов ($p < 0,05$) отдали предпочтение продуктам, обжаренным в вакууме, которые положительно отличились по цвету, текстуре, вкусу и общему качеству. Большинство снеков сохранили или усилили свой первоначальный цвет при обжарке в вакууме. Снеки, обжаренные традиционным способом показали чрезмерное потемнение и пригорание. Эти результаты подтвердили применимость технологии вакуумной жарки для производства высококачественных фруктовых и овощных снеков [120].

Учеными Lue-lue Huang, Min Zhang, Arun S. Mujumdar, Rui-xin Lim было изучено влияние микроволновой сублимационной сушки (МСС), сублимационной сушки (СС), микроволновой вакуумной сушки (МВС) и вакуумной сушки (ВС) на текстуру, цвет, регидратацию, сенсорные свойства, микроструктуру и другие параметры качества реструктурированных чипсов, полученных путем смешивания яблок и картофеля. Чипсы МСС имели наилучшее качество и эти продукты были предпочтительными для

потребителей. Время процесса МСС было короче, чем у СС. Время МВС было самым коротким, а потребление энергии также самым низким. Микроволновая сушка не только сокращает время сушки, но и улучшает качество высушенных продуктов. Было обнаружено, что оба метода МСС и МВС подходят для производства реструктурированных чипсов различных видов [118].

Учеными из КНР (Zheng-Wei Cui, Chun-Yang Li, Chun-Fang Song, Yun Song) было исследовано сочетание микроволновой вакуумной сушки (МВС) и сублимационной сушки в качестве потенциального способа сушки морковных и яблочных чипсов. Образец сначала высушивали в микроволновой вакуумной сушке для удаления некоторого количества свободной влаги, а затем подвергали сублимационной сушке до конечного содержания влаги менее 7% (в пересчете на сырой вес). Химические (сохранение каротина и витамина С) и физические свойства (усадка, цвет, текстура и коэффициент регидратации) морковных и яблочных ломтиков, высушенных этим методом, были оценены и сравнены с показателями, полученными только при сублимационной сушке, и только при микроволновой вакуумной сушке, и при обычной сушке горячим воздухом, соответственно. Сравнение показало, что степень сохранения каротина в морковных ломтиках и витамина С в яблочных ломтиках, высушенных данным методом близка к показателям сублимированных морковных и яблочных ломтиков и значительно превосходит показатели, полученные при обычной сушке горячим воздухом. Образцы, приготовленные данным методом, продемонстрировали очень близкую к сублимированным образцам способность к регидратации, сохранению цвета и текстуры, но с несколько большей усадкой. Однако образцы по-прежнему сохраняли привлекательный внешний вид без заметных деформаций [112].

Одним из фундаментальных постулатов классической теории сбалансированного питания считается, когда продукт питания создан из нескольких компонентов, различных по физиологической ценности, - нутриентов и балластных веществ (которые могут удаляться в процессе переработки) [38]. Поэтому производство поликомпонентных чипсов в

настоящее время является актуальным, так как сочетание в рецептуре различных растительных ингредиентов богатых физиологически активными веществами может обеспечивать содержание в готовом продукте комплекса физиологически активных компонентов.

Выводы по первой главе

За последние годы, в связи с повышением ритма жизни современного человека, спрос на перекусы увеличился, но покупатели стали отдавать предпочтение так называемым полезным перекусам. Наряду с этим для структуры питания населения России характерна положительная динамика по снижению доли потребления фруктов и овощей, которые являются основными источниками природных антиоксидантов, клетчатки, пектиновых веществ и витаминов.

Снеки, в том числе чипсы, являются излюбленным продуктом у людей всех возрастов, поэтому их производство должны отвечать современным вызовам. Необходимо вовлечение в технологический процесс чипсов растительного сырья, в том числе вторичной переработки, как основного источника антиоксидантов и пищевых волокон, а также применять способы обработки, оказывающие щадящее воздействие на сырье и позволяющие получить максимальных выход физиологически активных компонентов.

Комплексное использование продуктов переработки местных фруктов, овощей, крупяных культур и лекарственных трав в технологии чипсов позволит обеспечить синергизм содержащихся в них физиологически активных компонентов, в частности антиоксидантов.

Глава 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТА

2.1 Организация экспериментальных исследований

Структурная схема проведения эксперимента приведена на рисунке 2.1.

На первом этапе работы был проведен литературный и патентный обзор ассортимента снековой продукции в России, рассмотрены основные принципы проектирования продуктов питания, предназначенных для здорового питания, а также полезные свойства растительного сырья как объектов, используемых для обогащения конечных продуктов. Изучены технологические особенности производства снеков с применением растительного сырья, ориентированных на здоровое питания. В результате были поставлены цель и задачи диссертационного исследования, определены объекты, методы исследований, составлен план эксперимента.

Второй этап посвящен научному обоснованию применения растительного сырья для производства поликомпонентных растительных чипсов, предназначенных для здорового питания. Выбранные растительные объекты, а именно свежие овощи, фрукты, выжимки, лекарственные растения в виде порошков, нетрадиционные виды муки, исследованы на суммарное содержание антиоксидантов, наличие аскорбиновой кислоты, флавоноидов, бета-каротина, проведена комплексная оценка пищевой ценности сырья.

На третьем этапе проводилось моделирование рецептурного состава чипсов путем рецептурного комбинирования растительного сырья в различных пропорциях и оценки качества по органолептическим, физико-химическим и реологическим показателям качества, выбор оптимального процентного соотношения рецептурных ингредиентов.



Рисунок 2.1 – Структурная схема эксперимента

На четвертом этапе разработаны рецептуры и технология поликомпонентных растительных чипсов, обогащенных антиоксидантами, с

применением комплексной переработки яблочных выжимок и инфракрасно-конвективной сушки, проведены сравнительная оценка суммарного содержания антиоксидантов в зависимости от сортимента основного овощного или фруктового сырья, определено содержание основных питательных и физиологически активных компонентов, а также тестирование разработанных продуктов на простейших с целью оценки относительной биологической ценности и безопасности, а также их резистентности.

На пятом и шестом этапах проведен расчет экономической эффективности производства разработанных новых видов чипсов, разработана нормативно-техническая документация (СТО, РЦ, ТИ) и произведена опытная апробация результатов исследования.

2.2 Объекты исследований

Объектами исследования выступали:

- выжимки от производства яблочного сока прямого отжима на шнековом прессе (выход сока 45%);
- свекла столовая сортов Бордо 237, Египетская плоская, Цилиндра;
- морковь столовая сортов Витаминная 6, Нантская 4, Шантенэ Роял;
- тыква сортов Мичуринская, Красная малышка, гибрида Ажур медовый F1;
- черноплодная рябина сортов Черноплодная, Мулатка, Вениса;
- пюре из яблочных выжимок, черноплодной рябины, тыквы, свеклы и моркови столовых,
- порошок из цветков ромашки аптечной;
- порошок из соцветий календулы;
- порошок из соцветий липы;
- порошок из травы зверобоя;
- мука овсяная СТО 53548590-019-2013;

- мука кукурузная ГОСТ 14176-2022;
- мука гречневая ТУ 9293-002-43175543-03;
- мука гороховая ТУ 9293-009-89751414-10;
- опытные рецептурные композиции для чипсов и готовые чипсы;
- чипсы яблочные СТО 23706168-005-2019.

Свекла столовая, тыква, морковь столовая и календула были выращены в условиях УИТК «Роща» Мичуринского государственного аграрного университета. Рябина черноплодная была выращена в условиях Всероссийского научно-исследовательского института имени И.В. Мичурина (г. Мичуринск) и сельскохозяйственного перерабатывающего заготовительно-сбытового растениеводческого потребительского кооператива «Мир» (Тамбовский муниципальный округ, поселок совхоза «Селезневский»).

Цветки ромашки аптечной, соцветия липы и трава зверобоя были собраны на территории Мичуринского муниципального округа Тамбовской области.

Сорт свеклы Бордо 237. Сорт среднеспелый. Корнеплоды этого сорта имеют округлую или плоскоокруглую форму, в диаметре достигают 12-15 см, масса их колеблется от 232 до 513 г. Кожица по консистенции плотная и эластичная, по цвету матовая и темно-красная. Мякоть по цвету темно-красная, однородная на срезе (кольцеватость слабо заметна), по консистенции плотная и нежная, отличается высокой сахаристостью. Сорт характеризуется хорошей устойчивостью ко многим болезням, при достижении полной спелости не растрескивается, хорошо сохраняет товарные качества в течение всего периода хранения [23].

Сорт свеклы Египетская плоская. Сорт среднеспелый. Корнеплоды этого сорта имеют плоскую округлую форму, отличительной особенностью которой является сильная сплюснутость со стороны вершины и основания, в диаметре достигают 6,5-12,5 см, масса их колеблется от 200 до 300 г (встречается 520 г). Кожица гладкая, темно-красного цвета. Мякоть по цвету темно-розово-красная с фиолетовым оттенком, кольца не ярко выражены, без белых прожилок. По

консистенции мякоть достаточно плотная, средней нежности, сочная. Сорт характеризуется плохой устойчивостью к церкоспорозу, хорошо сохраняет товарные качества в осенне-зимний период хранения при соблюдении температурного и влажностного режимов [24].

Сорт свеклы Цилиндра. Сорт среднеспелый. Корнеплоды этого сорта имеют удлиненную цилиндрическую, ровную форму, встречается легкая изогнутость, кончик небольшой заостренный, в диаметре достигают 4-5 см, в длине от 16 см, масса их колеблется от 250 до 600 г. Кожица тонкая, по цвету темно-красная. Мякоть по цвету темно-красная, контрастные кольца отсутствуют, по консистенции нежная, очень сочная. Сорт характеризуется крепким иммунитетом, хорошо сохраняет товарные качества до 7 месяцев хранения [22].

Сорт моркови Витаминная 6 относится к среднеспелым. Для корнеплода данного сорта характерна цилиндрическая форма со слегка притупленным кончиком. Масса корнеплода колеблется в пределах от 100 до 170 г, длина достигает 15-17 см, в диаметре 4-5 см. Кора красно-оранжевого цвета, сердцевина корнеплода тонкая округлая. Мякоть по консистенции плотная, однородная, сочная, на вкус сладкая. Корнеплоды устойчивы к растрескиванию.

Сорт моркови Шантенэ Роял относится к среднеспелым. Для корнеплода данного сорта характерна коническая форма со слегка заостренным кончиком. Масса корнеплода колеблется в пределах от 75 до 250 г, длина достигает 15-16 см, в диаметре 5-6 см. Кора и сердцевина оранжевого цвета. Мякоть по консистенции плотная и сочная, на вкус сладкая. Корнеплоды устойчивы к растрескиванию.

Сорт моркови Нантская 4 относится к среднеспелым. Корнеплоды по форме цилиндрические тупоконечные. Масса корнеплода колеблется в пределах от 90 до 160 г, длина достигает 15-17 см, в диаметре 4-5 см. Кора и сердцевина оранжевого цвета. Сердцевина маленького размера. Мякоть по консистенции сочная и нежная, на вкус сладкая. Корнеплоды устойчивы к растрескиванию [15].

Тыква Мичуринская относится к раннеспелым сортам и имеет плотную мякоть оранжевого цвета, средней толщины, нежную по консистенции и сладкую на вкус. Для тыквы этого сорта характерно маленькое семенное гнездо и тонкая гнущаяся кора. Масса плода в среднем от 4000 до 7000 г.

Тыква Красная малышка относится к среднеспелым сортам и имеет плотную мякоть жёлтого цвета, средней толщины, сочную, хрустящую с приятным вкусом и умеренной сладостью. Для тыквы этого сорта характерно среднего размера семенное гнездо. Масса плода от 500 до 1200 г.

Тыква Ажур медовый F1 является гибридом среднеспелым и имеет средней плотности мякоть жёлто-оранжевого цвета, средней толщины, хрустящую со средней сочностью. Масса плода от 5000 до 9000 г. Для тыквы этого гибрида характерно большое семенное гнездо и упругая кожистая кора [29].

Рябина сорта Черноплодная зарекомендовала себя как надежный сорт, относящийся к скороплодным. Щитки характеризуются небольшим размером с ягодами в количестве, редко превышающем 20 штук. Вес одной ягоды составляет около 1 г. На вкус ягоды терпкие. Особенностью возделывания этого сорта является то, что растения плохо переносят засуху и не пригодны для кислых почв.

Рябина сорта Мулатка относится к современным и скороплодным. Несомненным достоинством сорта является то, что щиток насчитывает до 50 штук ягод. Вес одной ягоды составляет около 2 г. На вкус ягоды отличные, при разжевывании семена не чувствуются. Этот сорт хорошо размножается при помощи зеленого черенкования в теплице.

Рябина сорт Вениса занимает промежуточное положение между сортами Черноплодная и Мулатка. В щитке насчитывается не более 15 штук ягод массой, редко превышающей 1 г. Вкусовые свойства ягод посредственные, свойственен вяжущий эффект. Особенностью возделывания этого сорта является то, что растения сильно страдают от недостатка влаги и для нормального роста требуется только питательная почва [78].

Календула сорта Кальта является лекарственным, однолетним, садовым растением. В высоту растение может достигать 60-80 см. Соцветия у календулы по размеру относятся к крупным и в диаметре составляют 7-8 см. Соцветия махровые, для них характерны полушаровидная форма и окрас насыщенный оранжево-желтый [20].

Липа относится к семейству Липовых. В качестве лекарственного растительного сырья используют соцветия, представляющие собой сложный зонтик из 3-8 цветков [51].

Зверобой относится к роду цветковых растений семейства Зверобойные. В качестве лекарственного сырья используют верхние части стеблей с листьями, цветками, бутонами и недозрелыми плодами. Стебли имеют полую цилиндрическую форму, листья располагаются супротивно, сидячие, продолговатые или овально-продолговатые с гладкими краями. Цветки многочисленные, около 1-1,5 см в диаметре, собраны в щитковидную метелку. Стебли окрашены в оттенки от зеленовато-желтого до серовато-зеленого, листья варьируются от серовато-зеленого до темно-зеленого; лепестки ярко-желтые или желтые с темными точками; плоды имеют зеленовато-коричневый цвет [77].

Ромашка аптечная - однолетнее травянистое, лекарственное растение семейства Астровые. В лечебных целях используются цветочные корзинки, которые имеют полушаровидную или конусообразную форму и не имеют ребристых цветоносов, либо с их остатками длиной не более 3 см. Корзинка состоит из язычковых пестичных цветков по краям и обоеполых трубчатых цветков в центре. Диаметр корзинки (без язычковых цветков) составляет 4-8 мм. Цвет язычковых цветков белый, трубчатых - желтый, а обертки - желтовато-зеленый. Цветоносы варьируются от светло-зеленого до зеленовато-коричневого [76, 99].

2.3 Методы и условия проведения исследований

Экспериментальные исследования проводились в период с 2022 по 2025 гг. в условиях учебно-исследовательской лаборатории продуктов функционального питания, комплексной научно-испытательной лаборатории сельскохозяйственной и пищевой продукции Центра коллективного пользования «Селекция сельскохозяйственных культур и технологии производства, хранения и переработки продуктов питания функционального и лечебно-профилактического назначения», учебно-исследовательской лаборатории биотехнологии, учебной лаборатории хлебопечения «Биоздравпродукт» ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ (г. Мичуринск, Тамбовская область), ФГБОУ ВО ВГУИТ (г. Воронеж, Воронежская область).

В образцах растительного сырья и чипсов определяли суммарное содержание антиоксидантов с использованием жидкостного хроматографа Цвет Яуза-01-АА [106] при помощи градуировочного графика (рисунок 2.2).

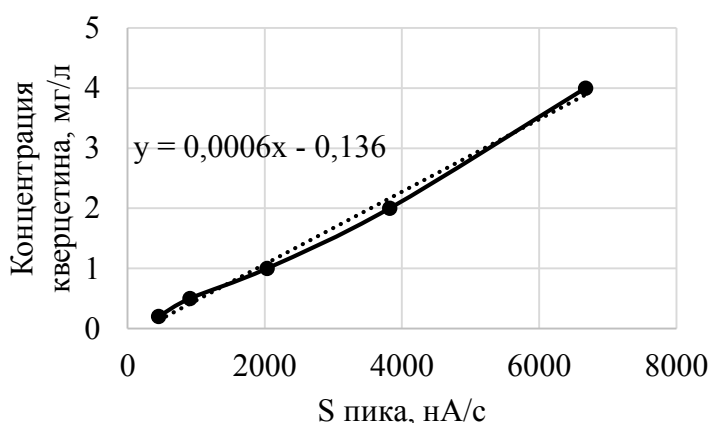


Рисунок 2.2 - Градуировочный график (по кверцетину)

Образцы растительного происхождения были подготовлены путем измельчения и извлечения с помощью водного или спиртового метода в зависимости от сырья с последующим фильтрованием. Каждая из трех параллельных проб была исследована.

Антиоксиданты такие, как аскорбиновая кислота и жирорастворимый бета-каротин определяли с помощью прибора Флюорат-02 методом ВЭЖХ по ГОСТ 34151-2017 и ГОСТ EN 12823-2-2014, растительные полифенолы такие, как флавонолы и катехины – колориметрическим методом в модификации Л.И. Вигорова, антоцианы по методике Никитского ботанического сада [9-11, 33].

Растительные объекты подлежали анализу на содержание следующих компонентов:

- сухие вещества по ГОСТ 28561-90;
- сахара по ГОСТ 8756.13-87;
- пектиновые вещества объемным методом по С. Я. Райк [71];
- клетчатка весовым методом по Петербургскому [108];
- органические кислоты по ГОСТ ISO 750-13;
- зола по ГОСТ 25555.4-91.

Анализ минерального состава растительных объектов проводился с использованием метода капиллярного электрофореза на приборе «Капель 105М» по ГОСТ Р 56374-2015, ГОСТ Р 56375-2015 и метода атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе МГА-915 МД по ГОСТ Р 56372-15.

Пищевые волокна в готовых чипсах определяли по ГОСТ Р 54014-2010.

В тесте для чипсов и в готовых изделиях определяли влажность термогравиметрическим методом по ГОСТ 28561-90, вязкость на вискозиметре VISCO, хрупкость на приборе Строгонова, колориметрические характеристики на спектроколориметре 3nh BS7016 по ГОСТ 33479-2015.

Пищевая ценность готовых чипсов определялась расчетным путем с использованием справочника химического состава пищевых продуктов под редакцией И.М. Скурихина [87]. Степень удовлетворения физиологической и адекватной потребностей в антиоксидантах и пищевых волокнах оценивалась с учетом методических рекомендаций МР 2.3.1. 0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».

Важная роль при проектировании новых пищевых продуктов отводится органолептическим показателям, для оценки которых у опытных образцов поликомпонентных растительных чипсов проводили дегустацию по 10-балльной шкале, разработанной на кафедре продуктов питания, товароведения и технологии переработки продукции животноводства (Приложение Б).

Исследование экспериментальных образцов чипсов на простейших осуществлялось согласно следующей методики:

Материалы и методы. «Для проведения биотестирования образцов в качестве тест-объекта применяли инфузории *Paramecium caudatum*. Использование тест-организмов в оценке пищевого сырья и продуктов при контроле численности популяции *Paramecium caudatum* позволяет получить исходные данные для расчета таких важных показателей как биотический потенциал и стандартизованная относительная биологическая ценность, позволяющих провести косвенную оценку энергетических затрат на переваривание продуктов по сравнению с эталонным (контрольным) объектом.

Метод биотестирования применим для оценки возможного биологического влияния различных компонентов пищевых продуктов. Результаты, полученные при тестировании на простейших рода *Paramecium caudatum*, сопоставимы с данными опытов *in vivo* на теплокровных животных» [103]. «Корректность межвидовой экстраполяции результатов анализа на инфузориях доказана рядом исследователей и обусловлена сходством основных параметров обмена веществ у этих организмов и высших животных. Комплексный анализ полученных экспериментальных данных позволяет сделать вывод о возможности функционирования живых систем при употреблении исследуемых образцов» [3, 5, 102].

«Расчет массы навески анализируемых продуктов для внесения их в инкубационную среду осуществляли с учетом установленного уровня минимального суточного поступления белков с пищевыми продуктами для мужчин и женщин в возрасте старше 18 лет – 0,75-1,0 г/кг массы тела» [103]. «В расчетах принимали значение поступления белка равное 1,0 г/кг массы тела, т.е.

75 г белка в сутки для человека массой 75 кг. Для пересчета количества белка на массу клетки протист использовали метод экстраполяции (коэффициент экстраполяции 2000), применение которого в данном случае корректно, так как не ожидается значимых внешних воздействий на изучаемый процесс, способных серьезно повлиять на тенденцию развития популяции протист. Образцы продуктов отбирали в соответствии с методикой таким образом, чтобы при последовательном разведении содержание белка в среде культивирования *P. caudatum* составляло 4, 2 и 1 мг/см³» [65, 102]. «Указанное содержание протеинов в водных суспензиях с учетом экстраполяции эквивалентно потреблению человеком 18,75; 37,50 и 75,00 г белка соответственно» [65, 103].

«В качестве стандарта при оценке перевариваемости и биологической ценности образцов водных суспензий из исследуемых образцов чипсов был выбран белок яйца (альбумин). Содержание белка яйца в контрольной среде составляло 1, 2, 4 мг/см³, что соответствует общепринятым концентрациям при исследовании переваримости и биологической ценности белка. Для приготовления культуральных сред применяли дистиллированную воду, дополнительные микро-, макроэлементы и витамины не вносили.

Подготовка культуральной среды для исследования заключалась в следующем: навески 0,1 г помещали в пробирки и заливали 10 мл дистиллированной воды. Смесь выдерживают в течение 24 часов, периодически встряхивая, затем центрифугировали в течение 15 минут при 3-5 тыс. об/мин. Для дальнейшей работы использовали центрифугат, представляющий собой раствор (экстракт) испытуемого вещества 1:100.

Известно, что наибольшее количество энергии расходуется на прием, переваривание и усвоение белков: на это требуется до 30-40 % энергии (от общей энергетической ценности ассимилированных белков). При усвоении 1 г куриного белка организм получает 4 ккал (17,2 кДж). Средний рекомендуемый уровень суточного потребления протеинов для человека составляет 75 г, следовательно, возможно получение из него 300 ккал энергии (75 г × 4 ккал = 300 ккал), из которых 30 % (90 ккал) организм потратит на переваривание и усвоение этого

белка» [72].

«Для сравнительной оценки продуктов по биологической ценности их компонентов использовали ряд показателей, в том числе биотический потенциал популяции (БП) и стандартизированную относительную биологическую ценность (СОБЦ), которые рассчитывали по отношению к яичному белку.

Биотический потенциал популяции (БП, ед.) характеризует внутреннюю потенциальную способность данной популяции к росту, причем данную величину понимают, как величину прироста данной популяции в единицу времени в расчете на 1 особь. Величина БП рассчитывается как отношение численности организмов *P. caudatum*, культивируемых в среде на основе яичного белка и экспериментального образца в определенное время инкубирования, к произведению продолжительности инкубирования (24; 48; 72 или 96 ч) с учётом снижения генеративной функции в лаг-фазе:

$$БП = \frac{N_t}{2000} / t, \quad (2.1)$$

где

N_t - численность организмов *P. caudatum*, культивируемых в среде на основе экспериментального образца за время t ;

2000 - численность организмов *P. caudatum*, культивируемых в среде на основе яичного белка за время t ;

t - продолжительность инкубирования.

Стандартизированная относительная биологическая ценность продукта (СОБЦ, %) – это отношение количества простейших, выросших на субстрате, содержащем исследуемый объект при определенной продолжительности инкубирования, к количеству простейших в стандартной среде с аналогичным количеством протеинов при той же продолжительности инкубирования, умноженное на 100:

$$СОБЦ = \frac{No_t}{Nc} 100, \quad (2.2)$$

где

No_t – количества простейших, выросших на субстрате, содержащем

исследуемый объект при определенной продолжительности инкубирования;

№с - количеству простейших в стандартной среде с аналогичным количеством протеинов при той же продолжительности инкубирования» [103].

«Определение биологического эффекта исследуемых объектов при воздействии повреждающего фактора на клетку тест-организма проводили также с помощью инфузорий *P. caudatum*. В эксперименте использовали культуру, содержащую не менее 2500 особей в 1 см³ субстрата. До начала непосредственного эксперимента простейшие инкубировались при температуре +20 °С в течение 24 ч в питательном субстрате, дополнительно содержащем экстракты исследуемых образцов чипсов.

Из экстрактов исследуемых образцов чипсов готовили растворы, которые вводили в культуру инфузорий в соотношениях 1:1000, 1:10000 и 1:100000. Затем осуществляли тест на стрессоустойчивость, для чего в культуру инфузорий вносили повреждающий фактор.

Стресс-фактором служил 10 %-ный раствор хлорида натрия, оказывающий повреждающее действие на клеточные структуры простейших. Его вводили в субстраты в нарастающем объёме: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 и 0,7 см³. После внесения в субстрат с простейшими повреждающего фактора вели наблюдение за изменениями в их поведении. Контроль гибели простейших осуществляли посредством микроскопирования и постоянного тайминга» [72].

Оценку микробиологической безопасности разработанных видов чипсов проводили по ГОСТ 31659-2012, ГОСТ 10444.12-13, ГОСТ 31747-2012 и ГОСТ 10444.15-94.

Для математической обработки результатов исследований был применен регрессионный анализ, в результате которого были выведены уравнения регрессии зависимости суммарного содержания антиоксидантов в образцах чипсов различного вида от пропорций пюре из яблочных выжимок и/или свеклы столовой, моркови столовой, тыквы и черноплодной рябины при выбранной оптимальной дозировке муки и порошка из лекарственных растений. Критерий Фишера был применен для оценки адекватности уравнения. Дисперсия

коэффициентов была оценена путем анализа значимости коэффициентов по критерию Стьюдента.

Все опыты выполнялись не менее, чем в трехкратной повторности. Результаты исследований обрабатывали методами математической статистики.

Глава 3 НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИКОМПОНЕНТНЫХ ЧИПСОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

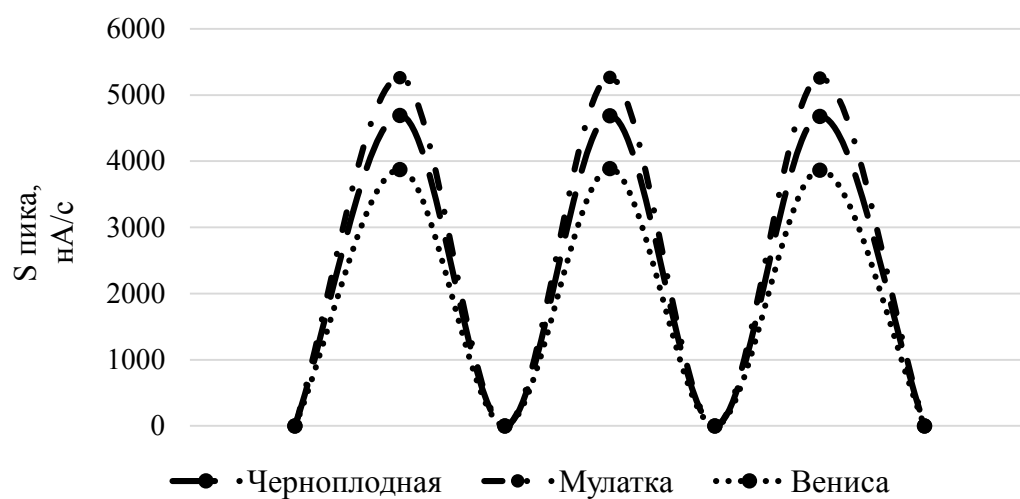
3.1 Оценка суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов по кверцетину в растительном сырье

Антиоксиданты - это вещества, которые защищают организм от окислительных процессов, вызванных свободными радикалами. Свободные радикалы могут быть твердыми, жидкими или газообразными нестабильными частицами, образующимися в ходе обменных процессов или поступающими в организм извне. Окисление свободными радикалами может повреждать клетки организма человека, и, хотя некоторые из них способны к восстановлению, другие могут быть разрушены навсегда.

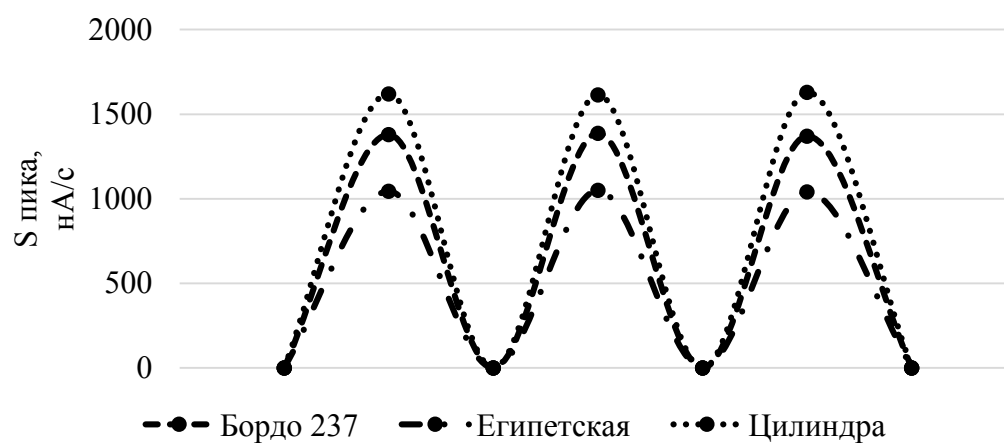
В последние годы антиоксиданты привлекают повышенное внимание: разрабатываются продукты питания, содержащие антиоксиданты, проводятся исследования их воздействия на здоровье человека. Результаты этих исследований освещаются в различных научных публикациях, а также и на телевидении.

Сравнение растительных объектов по суммарному содержанию антиоксидантов проводилось на основании их видовых и сортовых характеристик (рисунок 3.1-3.3).

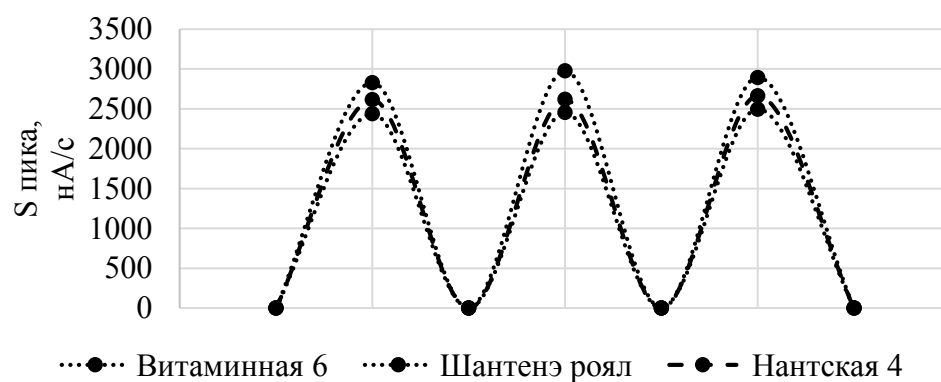
Площади пиков растительных объектов показывают прямую зависимость от суммарного содержания антиоксидантов в приготовленных пробах экстрактов.



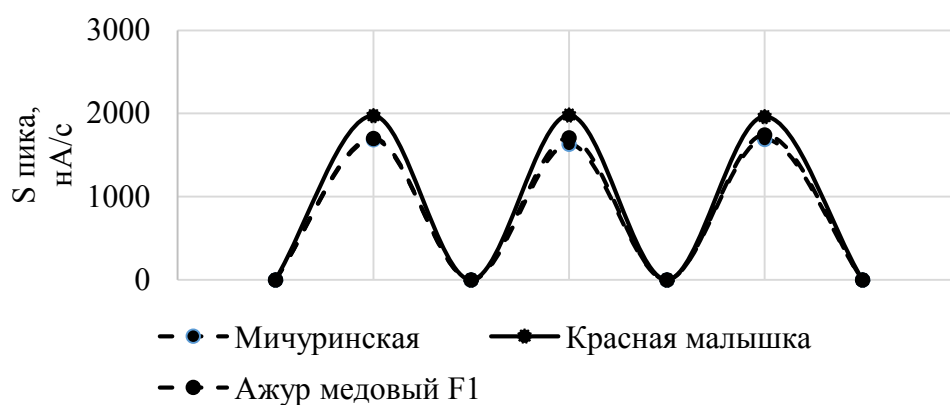
а)



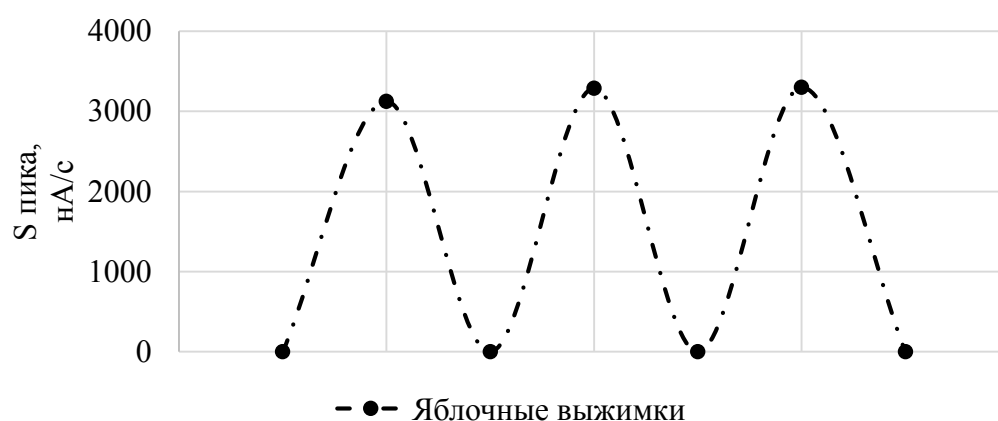
б)



в)



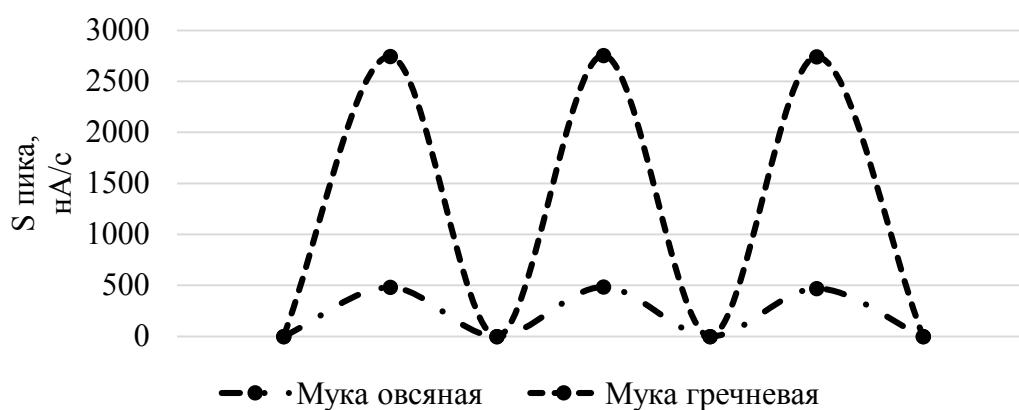
г)



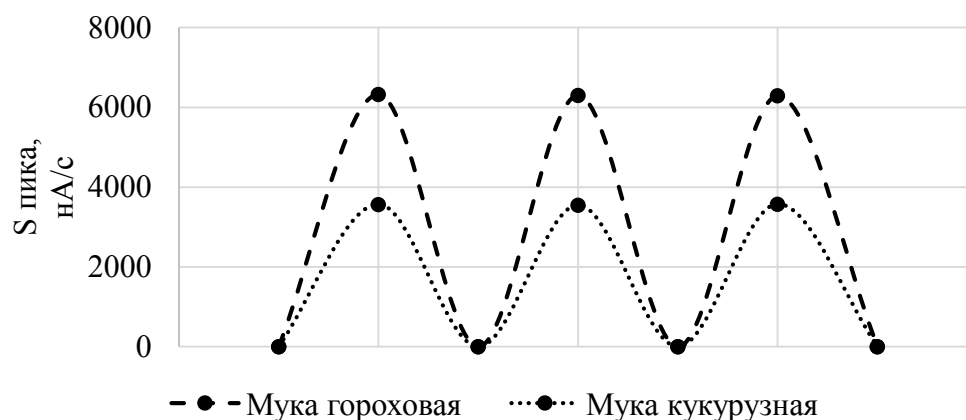
д)

Рисунок 3.1 - Хроматограммы суммарного содержания антиоксидантов во фруктовом и овощном сырье: а) рябина черноплодная Мулатка, Вениса, Черноплодная, б) свекла столовая Бордо 237, Египетская, Цилиндра, в) морковь Витаминная 6, Шантенэ Роял, Нантская 4, г) тыква Мичуринская, Красная малышка, Ажур медовый F1, д) яблочные выжимки

По суммарному содержанию антиоксидантов исследуемое фруктовое и овощное сырье выстраивается по убыванию в следующем порядке: рябина сорта Мулатка > рябина сорта Черноплодная > рябина сорта Вениса > свекла сорта Цилиндра > свекла сорта Бордо 237 > свекла сорта Египетская плоская > морковь сорта Витаминная 6 > морковь сорта Нантская 4 > морковь сорта Шантенэ Роял > яблочные выжимки > тыква сорта Красная малышка > тыква сорта Мичуринская > тыква гибрида Ажур медовый F1.



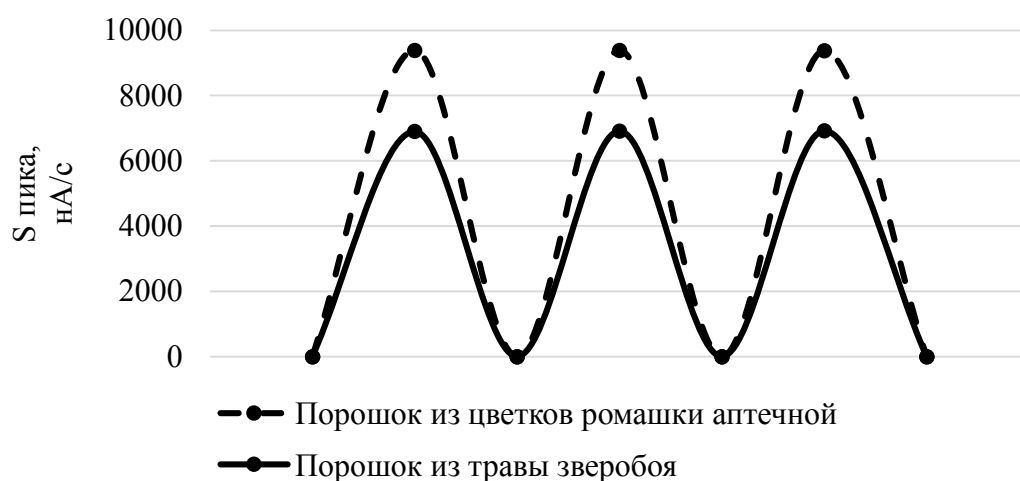
а)



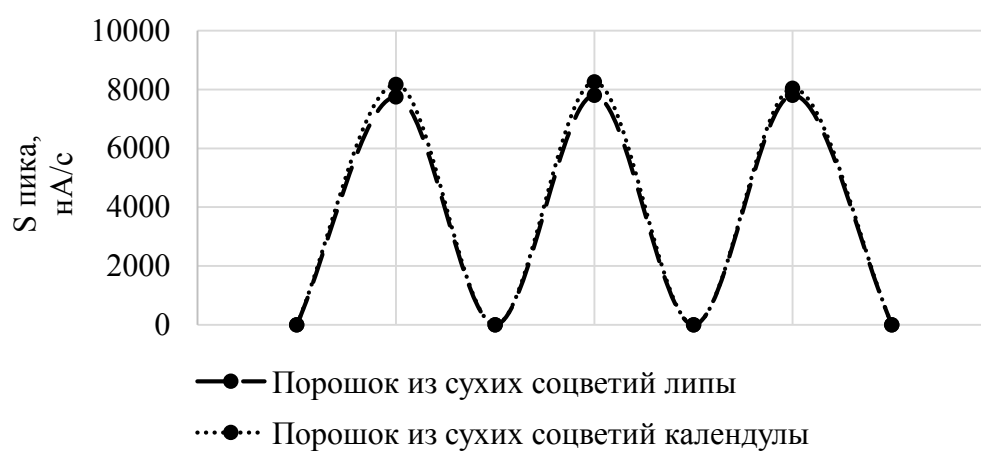
б)

Рисунок 3.2 - Хроматограммы суммарного содержания антиоксидантов в нетрадиционных видах муки: а) мука овсяная и гречневая, б) мука гороховая и кукурузная

По суммарному содержанию антиоксидантов исследуемые нетрадиционные виды муки выстраиваются по убыванию в следующем порядке: гречневая > гороховая > кукурузная > овсяная.



а)



б)

Рисунок 3.3 - Хроматограммы суммарного содержания антиоксидантов в порошках из лекарственных растений: а) цветки ромашки аптечной и трава зверобоя, б) соцветия липы и календулы

По суммарному содержанию антиоксидантов исследуемые порошки из лекарственных растений выстраиваются по убыванию в следующем порядке: соцветия календулы > соцветия липы > цветки ромашки аптечной > трава зверобоя.

В таблицах 3.1-3.3 представлены значения суммарного содержания антиоксидантов в исследуемых растительных объектах.

Таблица 3.1 – Суммарное содержание антиоксидантов в фруктовом и овощном сырье

Наименование растительных объектов	Суммарное содержание антиоксидантов (по кверцетину), мг/100 г
Свекла столовая: Бордо 237	82,8 $\pm$ 0,12
Египетская плоская	62,7 $\pm$ 0,15
Цилиндра	97,3 $\pm$ 0,17
Морковь столовая: Витаминная 6	43,4 $\pm$ 0,14
Шантенэ Роял	38,2 $\pm$ 0,13
Нантская 4	39,2 $\pm$ 0,12
Тыква: Мичуринская	21,4 $\pm$ 0,11
Красная малышка	27,3 $\pm$ 0,13
Ажур медовый F1	21,2 $\pm$ 0,11
Черноплодная рябина: Черноплодная	281,5 $\pm$ 0,16
Мулатка	316,0 $\pm$ 0,15
Вениса	232,7 $\pm$ 0,13
Яблочные выжимки	37,2 $\pm$ 0,12

Проведенные исследования выявили различия между сортами моркови. Максимальное значение ССА было установлено в моркови сорта Витаминная 6, наименьшее в моркови сорта Шантенэ Роял, среднее значение в сорте Нантская 4, причем разница значений по сравнению с максимальным значением составила 13,6 и 10,7%, соответственно.

Аналогично моркови в тыкве значения суммарного содержания антиоксидантов неодинаковы. Содержание антиоксидантов в тыкве Мичуринской и Ажур медовый F1 в среднем составило 21,4 и 21,2 мг/100 г, что на 27,6 и 28,8% ниже, чем у сорта Красная малышка (27,3 мг/100 г).

В свекле столовой разного сортимента разница значений между максимальным, средним и минимальным значениями составила 14,9 и 35,5%,

так, максимальное значение ССА отмечено у сорта Цилиндра (97,3 мг/100 г), среднее - у сорта Бордо 237 (82,8 мг/100 г), минимальное – у сорта Египетская плоская (62,7 мг/100 г).

Анализ исследований антиоксидантной ценности позволил установить отличия между сортами рябины черноплодной. Максимальное значение ССА было установлено в рябине черноплодной сорта Мулатка (316,0 мг/100 г), среднее в сорте Черноплодная (281,5 мг/100 г) и минимальное в сорте Вениса (232,7 мг/100 г), разница значений по сравнению с максимальным составила 10,9 и 26,4%, соответственно.

Яблочные выжимки являются вторичным сырьем сокового производства, но при этом анализ показал, что в него переходят определенная часть водорастворимых антиоксидантов и они могут служить в качестве источника данных физиологически активных веществ.

Таблица 3.2 – Суммарное содержание антиоксидантов в нетрадиционных видах муки

Наименование растительных объектов	Суммарное содержание антиоксидантов (по кверцетину), мг/100 г
Мука: овсяная	28,9±0,14
гречневая	164,7±0,17
гороховая	108,9±0,12
кукурузная	47,5±0,14

Среди крупяных продуктов достаточно высокими антиоксидантными свойствами обладают мука гречневая и гороховая, ниже показатели у муки кукурузной и овсяной. Разница между максимальным и минимальным значениями составляет 82,5%.

Таблица 3.3 – Суммарное содержание антиоксидантов в порошках из лекарственных растений

Наименование растительного объекта	Суммарное содержание антиоксидантов (по кверцетину), мг/100 г
Порошок из: цветков ромашки аптечной	563,2 $\pm$ 0,22
травы зверобоя	414,1 $\pm$ 0,15
соцветий липы	1147,7 $\pm$ 0,64
соцветий календулы	1337,5 $\pm$ 0,55

Самые высокие значения суммарного содержания антиоксидантов установлены в порошках из лекарственных растений, среди которых максимальные значения имели порошки из соцветий календулы и липы, в порошках из цветков ромашки аптечной и травы зверобоя данные значения ниже в 2-3 раза.

Таким образом, проведенные исследования на суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов (по кверцетину) показали, что морковь столовая, тыква, свекла столовая, черноплодная рябина, яблочные выжимки, порошок из сухих соцветий липы, календулы, цветков ромашки аптечной, травы зверобоя, мука гороховая, кукурузная, овсяная и гречневая могут служить перспективным источником природных антиоксидантов для производства обогащенных данными физиологически активными веществами продуктов питания, предназначенных для здорового питания.

3.2 Антиоксидантный состав растительного сырья: флавоноиды, витамин С и бета-каротин

Результаты анализа на содержание флавоноидов в растительных объектах представлены в таблице 3.4-3.6.

В зависимости от сорта свеклы столовой содержание флавонолов колеблется от 125,3 мг/100 г у Бордо 237 до 183,0 мг/100 г у Египетской плоской.

Сорт свеклы Цилиндра в данном ранжировании занимает среднее положение со значением 177,6 мг/100 г. Разница по содержанию флавонолов имеет максимальное значение между сортами Бордо 237 и Цилиндра - 42%, а минимальное между сортами Египетская плоская и Цилиндра - 3% и является незначительной.

Таблица 3.4 - Содержание флавоноидов в фруктовом и овощном сырье, мг/100 г

Наименование растительных объектов	Флавонолы	Антоцианы	Катехины	Суммарное содержание флавоноидов
Свекла столовая: Бордо 237	125,3±2,32	43,4±1,25	28,8±0,72	197,5±1,43
Египетская плоская	183,0±2,5	34,7±1,0	34,8±0,9	252,5±1,47
Цилиндра	177,6±2,11	77,2±2,13	28,1±0,51	282,9±1,58
Морковь столовая: Витаминная 6	36,8±0,17	2,7±0,08	24,2±0,39	63,7±0,21
Шантенэ Роял	39,9±0,19	1,3±0,03	23,8±0,33	65,0±0,18
Нантская 4	40,9±1,10	1,3±0,02	24,4±0,35	66,6±0,49
Тыква: Мичуринская	55,2±1,22	2,7±0,06	21,9±0,11	79,8±0,46
Красная малышка	44,8±1,15	4,4±0,11	22,4±0,23	71,6±0,50
Ажур медовый F1	75,3±2,14	2,7±0,05	29,8±0,50	107,8±0,90
Рябина черноплодная: Черноплодная	381,3±2,51	241,3±5,51	518,9±2,81	1141,5±3,61
Мулатка	469,6±2,89	285,0±4,98	550,0±2,0	1304,6±3,29
Вениса	415,6±2,75	196,0±4,33	483,3±3,14	1094,9±3,41
Яблочные выжимки	54,4±1,19	4,1±0,09	6,3±0,26	64,8±0,51

По содержанию антоцианов выделился сорт свеклы столовой Цилиндра, где данное значение составило 77,2 мг/100 г и превышает данные значения у свеклы Египетская плоская и Бордо 237 в среднем в 2 раза. Минимальное содержание антоцианов определено в свекле Египетская плоская – 34,7 мг/100 г и по сравнению с этим сортом в свекле Бордо 237 содержание антоцианов выше на 25%.

Свекла столовая сорта Бордо 237 и сорта Цилиндра характеризуются близкими значениями содержания катехинов в пределах 28,8 - 28,1 мг/100 г и только у сорта свеклы Египетская плоская содержание катехинов превышает перечисленные выше сорта в среднем на 22%.

Суммарное содержание исследуемых полифенольных соединений в свекле столовой в зависимости от сорта составило: Бордо 237 – 197,5 мг/100 г, Египетская плоская – 252,5 мг/100 г, Цилиндра – 282,9 мг/100 г. Таким образом, минимальное значение этого показателя характерно для свеклы сорта Бордо 237, где оно ниже по сравнению с сортами Египетская плоская и Цилиндра на 22 и 30%.

Исследуемые сорта свеклы столовой Бордо 237, Египетская плоская и Цилиндра могут выступать источниками флавонолов и антоцианов в качестве физиологически активных ингредиентов – антиоксидантов при проектировании новых продуктов питания.

По общему содержанию флавонолов, катехинов и антоцианов в исследуемых сортах моркови столовой существенных различий не установлено и данные значения колеблются в пределах от 63,7 мг/100г у сорта Витаминная 6 до 66,6 мг/100 г у сорта Нантская 4.

Из определенных флавоноидов во всех сортах моркови Витаминная 6, Шантенэ Роял и Нантская 4 преимущественно содержатся флавонолы и катехины в количестве, соответственно, 58-61% и 37-38% от общего содержания флавоноидов. Содержание антоцианов во всех сортах моркови низкое.

По суммарному содержанию указанных флавоноидов исследуемые гибриды и сорта тыквы выстраиваются по убыванию в следующей последовательности Ажур медовый F1, Мичуринская и Красная малышка. Содержание флавоноидов в гибриде Ажур медовый F1 выше, чем в сортах Мичуринская и Красная малышка в среднем на 42%, при этом минимальное значение данного вида антиоксидантов составило у сорта Красная малышка. Из данных таблицы 3.4 видно, что независимо от гибрида и сорта тыквы среди исследуемых флавоноидов преимущественно содержатся флавонолы, доля которых в общей

сумме флавоноидов составляет от 63 до 70%, а минимальное содержание отмечено по антоцианам от 3 до 6%. Существенных отличий по содержанию катехинов в разрезе гибрида и сортов тыквы не выявлено.

Как показано в таблице 3.4, исследуемые сорта и гибрид моркови и тыквы характеризуются недостаточным содержанием антоцианов и катехинов, если их рассматривать с точки зрения источников данных физиологически активных ингредиентов.

Рябина черноплодная отличается высоким содержанием флавонолов. Максимальное их количество отмечено у сорта Мулатка (469,6 мг/100 г), наименьшее – у сорта Черноплодная (381,3 мг/100 г), сорт Вениса имеет усредненное значение данного показателя по сравнению с перечисленными сортами (415,6 мг/100 г). Как и по содержанию флавонолов, лидером по содержанию антоцианов выступил сорт Мулатка, который превосходит по данному показателю сорта Черноплодная и Вениса соответственно на 18% и 45%. Сорт Мулатка выделяется среди остальных исследуемых по содержанию всех определенных флавоноидов. Так, разница по количеству катехинов у этого сорта черноплодной рябины по сравнению с сортами Черноплодная и Вениса составила 6% и 14% соответственно.

Таким образом, все исследуемые сорта рябины черноплодной (Черноплодная, Мулатка, Вениса) рекомендуются к использованию при проектировании новых продуктов питания с повышенным содержанием флавоноидов.

Яблочные выжимки могут выступать в качестве дополнительного источника флавонолов, содержание которых составляет 54,4 мг/100 г, что позволяет покрыть физиологическую потребность в этом функциональном компоненте на 181,3%. Содержание катехинов и антоцианов в яблочных выжимках незначительно и составляет 9,7% и 6,3% от общего количества флавоноидов соответственно.

Учитывая адекватные уровни потребления взрослым организмом человека антоцианов, флавонолов и катехинов - 50, 30 и 200 мг в сутки, соответственно,

можно сделать заключение, что исследуемые растительные объекты могут выступать в качестве источников физиологически активных ингредиентов – антиоксидантов (содержание в количестве более 15% от суточной потребности), таких как: флавонолы – все объекты; антоцианы - все объекты, за исключением моркови столовой, тыквы и яблочных выжимок; катехины – только свекла столовая сорта Египетская плоская, все сорта черноплодной рябины.

Таблица 3.5 - Содержание флавоноидов в нетрадиционных видах муки, мг/100 г

Наименование растительных объектов	Флавонолы	Антоцианы	Катехины	Суммарное содержание флавоноидов
Мука: овсяная	52,2 $\pm$ 1,14	15,0 $\pm$ 0,43	49,3 $\pm$ 0,51	116,5 $\pm$ 0,69
гречневая	205,9 $\pm$ 2,21	4,9 $\pm$ 0,14	39,8 $\pm$ 0,43	250,6 $\pm$ 0,93
гороховая	70,7 $\pm$ 1,30	6,3 $\pm$ 0,16	25,4 $\pm$ 0,27	102,4 $\pm$ 0,58
кукурузная	70,6 $\pm$ 1,28	1,5 $\pm$ 0,02	21,3 $\pm$ 0,11	93,4 $\pm$ 0,47

Из исследуемых флавоноидов в муке овсяной, гречневой, гороховой и кукурузной преимущественно содержатся флавонолы от 52,2 до 205,9 мг/100 г, что составляет от 44,8 до 69,0% от общего количества флавоноидов, далее по убыванию идут катехины – от 21,3 до 49,3 мг/100 г, что составляет 15,9-42,3% и наименьшее содержание отмечено у антоцианов – от 1,5 до 15,0 мг/100 г, что составляет 1,6-12,9% от общего количества флавоноидов.

Мука овсяная, гречневая, гороховая и кукурузная в количестве 100 г покрывают адекватную потребность в антоцианах на 30,0, 9,8, 12,6, 3%, катехинах – на 24,7, 19,9, 12,7, 10,7%, в количестве, соответственно, 57,5, 14,6, 42,4 и 42,5 г мука покрывает суточную потребность в флавонолах.

Из исследуемых флавоноидов в порошке из сухих цветков ромашки преимущественно содержатся флавонолы – 55,3% от общего количества определенных флавоноидов. Наименьшее содержание отмечено по антоцианам – 16,3% от общего количества определенных флавоноидов. Среднее положение в этом ряду занимают катехины – 28,5 % от общего количества определенных флавоноидов (табл. 3.6).

Таблица 3.6 - Содержание флавоноидов в порошках из лекарственных растений, мг/100 г

Наименование растительных объектов	Флавонолы	Антоцианы	Катехины	Суммарное содержание флавоноидов
Порошок из: цветков ромашки аптечной	322,6 $\pm$ 2,66	94,8 $\pm$ 2,53	166,0 $\pm$ 1,08	583,4 $\pm$ 2,09
травы зверобоя	201,8 $\pm$ 2,0	172,7 $\pm$ 3,76	190,0 $\pm$ 1,25	564,5 $\pm$ 2,34
соцветий липы	201,7 $\pm$ 1,97	77,6 $\pm$ 1,85	551,3 $\pm$ 3,5	830,6 $\pm$ 2,44
соцветий календулы	229,1 $\pm$ 1,75	80,3 $\pm$ 2,1	310,9 $\pm$ 2,03	620,3 $\pm$ 1,96

В порошке из травы зверобоя соотношение флавонолов, антоцианов и катехинов в общей их массе составляет, соответственно, 35,8:30,6:33,6, таким образом, разница данных значений незначительна.

В порошке из сухих соцветий липы преимущественно содержатся катехины в количестве 551,3 мг/100 г, что составляет 66 % от общего количества определенных флавоноидов. Наименьшее содержание отмечено по антоцианам 77,6 мг/100 г – 9% от общего количества определенных флавоноидов. Среднее положение в этом ряду занимают флавонолы 201,7 мг/100 г – 24 % от общего количества определенных флавоноидов.

В порошке из сухих соцветий календулы, как и в случае с липой, преимущественно содержатся катехины в количестве 310,9 мг/100 г, что составляет 50% от общего количества определенных флавоноидов. Наименьшее содержание отмечено по антоцианам 80,3 мг/100 г – 13% от общего количества определенных флавоноидов. Среднее положение в этом ряду занимают флавонолы 229,1 мг/100 г – 37% от общего количества определенных флавоноидов.

Учитывая адекватный уровень потребления антоцианов, флавонолов и катехинов (50, 30 и 200 мг в сутки), порошки из цветков ромашки аптечной, травы зверобоя, соцветий липы и календулы способны удовлетворить потребность в перечисленных антиоксидантах на 100% в количестве, соответственно: 53, 9, 121 г; 29, 15, 105 г; 64, 15, 36 г; 62, 13, 54 г.

В растительных объектах было определено также содержание таких нутриентов, обладающих антиоксидантным действием, как аскорбиновая кислота и бета-каротин (таблица 3.7-3.9).

Среди пищевых веществ тыквы и моркови столовой, являющихся вторичными растительными соединениями, обладающих антиоксидантной ценностью, важная роль в поддержании здоровья человека отводится бета-каротину. Дефицит бета-каротина в рационе питания может ослаблять иммунитет, вызывать кожные заболевания, а также могут проявляться офтальмологические симптомы (ксерофтальмия, нарушение сумеречного зрения) [97].

Таблица 3.7 – Содержание аскорбиновой кислоты и бета-каротина в фруктовом и овощном сырье

Наименование растительных объектов	Аскорбиновая кислота	Бета-каротин
	мг/100 г	
Свекла столовая:		
Египетская плоская	37,9±1,13	0,16±0,005
Цилиндра	33,5±1,05	0,18±0,008
Бордо 237	24,4±0,73	0,15±0,014
Морковь столовая:		
Витаминная 6	10,4±0,31	11,42±0,414
Шантенэ Роял	6,7±0,20	6,61±0,355
Нантская 4	6,6±0,17	13,33±0,511
Тыква:		
Мичуринская	25,6±0,65	13,70±0,495
Красная малышка	34,2±1,1	15,71±0,562
Ажур медовый F1	24,3±0,68	12,51±0,443
Рябина черноплодная:		
Черноплодная	51,9±1,55	8,95±0,385
Мулатка	30,8±0,91	4,12±0,210
Вениса	42,0±1,22	5,20±0,318
Яблочные выжимки	23,2±0,63	0,20±0,007

Среди изученного сортимента свеклы столовой по содержанию аскорбиновой кислоты в порядке убывания сорта выстраиваются следующим образом: Египетская плоская – Цилиндра – Бордо 237. Так, при физиологической потребности в аскорбиновой кислоте взрослого организма человека равной 100 мг в сутки, употребление 100 г свеклы Египетская плоская, Цилиндра и Бордо 237 покрывает данную потребность в среднем на 38%, 34% и 24%, соответственно. Таким образом, свекла столовая сортов Бордо 237, Египетская плоская и Цилиндра выступает в качестве источника водорастворимого антиоксиданта - аскорбиновая кислота и может использоваться при проектировании новых пищевых систем с целью обогащения данным нутриентом. Содержание бета-каротина во всех исследуемых сортах свеклы столовой низкое.

Как видно из таблицы 3.7, содержание аскорбиновой кислоты в моркови сорта Витаминная 6 выше, чем у сортов Шантенэ Роял и Нантская 4, у которых эти значения находятся на одном уровне 6,6-6,7 мг/100 г, на 56% и составило 10,4 мг/100 г. По содержанию бета-каротина прослеживается существенная зависимость от сорта моркови. Так, максимальное содержание бета-каротина было определено в моркови сорта Нантская 4 (13,33 мг/100 г), минимальное - у сорта Шантенэ Роял (6,61 мг/100 г) и среднее – у сорта Витаминная 6 (11,42 мг/100 г). Учитывая физиологическую норму потребления бета-каротина (5 мг в сутки) для ее удовлетворения достаточны следующие количества сырой моркови сортов Витаминная 6, Шантенэ Роял и Нантская 4, соответственно, 44, 76 и 38 г.

Максимальное содержание аскорбиновой кислоты обнаружено в тыкве Красная малышка, в сорте Мичуринская и гибриде Ажур медовый F1 данные значения ниже на 25 и 29% соответственно. Тыква Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1 покрывает физиологическую потребность в аскорбиновой кислоте на 25,6, 34,2, 24,3%, соответственно.

С учетом норм физиологической потребности взрослого организма мужчины и женщины в аскорбиновой кислоте и бета-каротине, 100 г рябины

черноплодной сортов Черноплодная, Мулатка и Вениса восполняет эту потребность, соответственно, на 31-52% и 82-179% и, как следствие, данные сорта могут быть использованы для обогащения продуктов питания по обозначенным нутриентам.

Яблочные выжимки, несмотря на то, что являются вторичным сырьем, остаются источником аскорбиновой кислоты, так 100 г покрывает суточную потребность на 23%, при этом по бета-каротину отмечено низкое содержание.

В силу того, что крупяные культуры, продуктами переработки которых являются исследуемые виды муки, не являются источниками аскорбиновой кислоты, в этих объектах было определено только содержание бета-каротина.

Таблица 3.8 – Содержание бета-каротина в нетрадиционных видах муки

Наименование растительных объектов	Бета-каротин, мг/100 г
Мука:	
овсяная	1,00±0,039
гречневая	5,00±0,226
гороховая	1,4±0,065
кукурузная	6,1±0,301

Все перечисленные в таблице 3.8 нетрадиционные виды муки покрывают физиологическую потребность взрослого человека в бета-каротине на 20-122%.

Таблица 3.9 – Содержание аскорбиновой кислоты и бета-каротина в порошках из лекарственных растений, мг/100 г

Наименование растительных объектов	Аскорбиновая кислота	Бета-каротин
	мг/100 г	
Порошки из:		
цветков ромашки аптечной	13,4±0,40	16,77±0,602
травы зверобоя	8,4±0,22	8,99±0,445
соцветий липы	12,1±0,35	14,3±0,517
соцветий календулы	23,8±0,65	21,3±0,688

Из исследуемых порошков только порошок из соцветий календулы может рассматриваться в качестве источника аскорбиновой кислоты, так как 100 г данной добавки восполняют физиологическую потребность взрослого человека в этом ингредиенте, независимо от пола, на 23,8%.

Добавление порошков из цветков ромашки аптечной, зверобоя травы, соцветий липы и календулы в рецептуры пищевых продуктов позволит обогатить их жирорастворимым антиоксидантом бета-каротином.

Таким образом, проведенные исследования антиоксидантного состава растительного сырья показали, что свекла столовая, морковь столовая, тыква, рябина черноплодная, яблочные выжимки, мука овсяная, гречневая, гороховая, кукурузная, порошки из цветков ромашки аптечной, травы зверобоя, соцветий липы и календулы обладают антиоксидантными свойствами и могут выступать в качестве сырья для производства обогащенных антиоксидантами пищевых продуктов.

3.3 Пищевая ценность фруктового и овощного сырья, нетрадиционных видов муки и порошков из лекарственных растений

На пищевую ценность готовых продуктов питания непосредственное влияние оказывают нутриенты исходного сырья. Поэтому в растительных объектах было определено содержание таких основных нутриентов, как пищевые волокна, углеводы, зола и минеральные вещества, органические кислоты, источниками которых они выступают (таблица 3.10-3.12).

Основная доля сухих веществ у свеклы столовой, моркови столовой, тыквы, черноплодной рябины и яблочных выжимок приходится на сахара и составила, соответственно, 47-60%, 63-66%, 61-75%, 60-64% и 48%, при этом у моркови столовой, тыквы, черноплодной рябины и яблочных выжимок, они преимущественно представлены редуцирующими сахарами.

Таблица 3.10 – Пищевая ценность фруктового и овощного сырья (г/100 г)

Наименование растительных объектов	СВ	Сахара		Клет- чатка	Пекти- новые вещества	ОК	Зола
		редуци- рующие сахара	сахар- роза				
Свекла столовая:							
Бордо 237	13,3± 0,06	2,5± 0,15	3,8± 0,20	1,7± 0,44	2,0± 0,05	0,04± 0,01	1,4± 0,06
Египетская плоская	14,1± 0,05	3,2± 0,19	5,3± 0,26	1,3± 0,40	1,6± 0,03	0,03± 0,01	1,1± 0,04
Цилиндра	13,0± 0,03	2,5± 0,13	4,6± 0,23	1,4± 0,42	1,7± 0,05	0,02± 0,01	1,2± 0,05
Морковь столовая:							
Витаминная 6	11,2± 0,07	4,3± 0,24	2,9± 0,13	1,0± 0,28	0,8± 0,02	0,20± 0,01	1,0± 0,04
Шантенэ Роял	12,1± 0,04	5,6± 0,31	2,4± 0,11	1,1± 0,30	0,6± 0,01	0,19± 0,01	1,2± 0,05
Нантская 4	10,8± 0,05	5,3± 0,28	1,5± 0,08	1,3± 0,34	0,6± 0,01	0,16± 0,01	0,9± 0,03
Тыква:							
Мичуринская	14,5± 0,06	6,5± 0,27	4,4± 0,24	0,4± 0,03	1,5± 0,04	0,12± 0,01	0,5± 0,01
Красная малышка	11,0± 0,04	6,2± 0,30	0,5± 0,03	0,8± 0,07	1,5± 0,03	0,15± 0,01	0,8± 0,03
Ажур медовый F1	10,7± 0,02	5,5± 0,22	1,3± 0,08	0,6± 0,05	1,7± 0,06	0,13± 0,01	0,4± 0,01
Рябина черноплодная сорта:							
Черноплодная	21,8± 0,11	8,4± 0,33	5,5± 0,30	2,5± 0,51	1,8± 0,05	1,25± 0,03	0,5± 0,01
Мулатка	23,1± 0,14	12,2± 0,41	1,6± 0,10	3,6± 0,65	2,5± 0,08	0,93± 0,02	0,8± 0,03
Вениса	23,4± 0,12	11,7± 0,39	2,9± 0,17	3,2± 0,60	2,2± 0,05	0,87± 0,02	0,7± 0,03
Яблочные выжимки	17,5± 0,08	7,1± 0,24	1,3± 0,05	1,8± 0,47	2,3± 0,06	0,6± 0,01	0,5± 0,01

Важное значение для организма человека среди углеводов имеют пищевые волокна, так как благотворным образом влияют на функции желудочно-кишечного тракта. В растительных объектах были определены клетчатка и пектиновые вещества. В свекле столовой, моркови столовой, тыкве, черноплодной рябине и яблочных выжимках в среднем содержание клетчатки составило 1,5, 1,1, 0,6, 3,1 и 1,8 г/100 г, соответственно.

Если клетчатка относится к нерастворимым пищевым волокнам, то пектиновые вещества являются растворимыми и содержатся в свекле столовой, моркови столовой, тыкве, черноплодной рябине и яблочных выжимках в количестве в среднем 1,8, 0,7, 1,6, 2,2 и 2,3 г/100 г, соответственно.

Органические кислоты из исследуемых растительных объектов в основном содержатся в черноплодной рябине от 0,87 до 1,25 г/100 г и яблочных выжимках – 0,6 г/100 г.

Максимальное содержание золы отмечено у свеклы столовой и моркови столовой и составило в среднем 1,2 и 1,0 г/100 г, в тыкве, черноплодной рябине и яблочных выжимках этот показатель в 2 раза ниже.

Таблица 3.11 – Пищевая ценность нетрадиционных видов муки (г/100 г)

Наименование растительных объектов	СВ	Сахара		Клетчатка	Пектиновые вещества	ОК	Зола
		редуцирующие сахара	сахара-роза				
Мука:							
овсяная	91,2± 0,42	0,4± 0,02	1,3± 0,08	2,9± 0,61	0,0	0,0	1,8± 0,08
гречневая	91,0± 0,50	0,3± 0,01	1,5± 0,10	2,6± 0,55	0,0	0,0	1,1± 0,05
гороховая	86,0± 0,40	3,0± 0,17	0,3± 0,01	7,5± 0,70	1,6± 0,05	0,0	2,4± 0,11
кукурузная	86,8± 0,44	0,6± 0,04	0,9± 0,06	5,0± 0,45	0,0	0,0	0,7± 0,02

Самое высокое содержание сахаров отмечено в муке гороховой 3,3 г/100 г, в овсяной, гречневой и кукурузной в среднем этот показатель находится на уровне 1,7 г/100 г, что в 2 раза ниже.

Все исследуемые виды муки характеризуются высоким содержанием клетчатки, при этом максимальное значение отмечено у гороховой муки – 7,5 г/100 г, а минимальное у гречневой – 2,6 г/100 г.

В муке пектиновые вещества отсутствуют, исключение относится к муке гороховой, где их содержание составило 1,6 г/100г.

Органически кислоты во всех видах муки не содержатся.

Из таблицы 3.12 следует, что в лекарственных растениях сахара содержатся в пределах 7,5-11,0 г/100 г, что соответствует 8,3-12,2% от массы сухих веществ, при этом доля редуцирующих сахаров составляет от 88 до 90%.

Порошки из лекарственных растений богаты пищевыми волокнами, как клетчаткой, так и пектиновыми веществами. Лидером по содержанию клетчатки является порошок из соцветий календулы, в порошке из травы зверобоя определено наименьшее содержание среди сравниваемых объектов, но показатель остаются высоким. По пектину картина иная, здесь первенство по этому показателю принадлежит порошку из соцветий липы, у остальных порошков значения находятся на одном уровне в среднем 3,6 г/100 г.

Таблица 3.12 – Пищевая ценность порошков из лекарственных растений (г/100г)

Наименование растительных объектов	СВ	Сахара		Клет- чатка	Пекти- новые вещества	ОК	Зола
		редуци- рующие сахара	сахара- роза				
Порошки из: цветков ромашки аптечной	86,3± 0,41	7,8± 0,33	1,1± 0,08	37,6± 1,90	3,8± 0,08	1,53± 0,04	10,5± 0,50
травы зверобоя	87,6± 0,43	7,3± 0,30	0,2± 0,02	27,6± 1,58	3,2± 0,05	1,58± 0,05	3,2± 0,16
соцветий липы	90,0± 0,50	10,9± 0,35	0,1± 0,01	41,8± 2,12	5,0± 0,10	1,19± 0,01	6,8± 0,33
соцветий календулы	90,2± 0,51	8,9± 0,33	0,1± 0,01	52,4± 2,65	3,7± 0,05	1,47± 0,03	9,5± 0,45

Количество органических кислот в порошках из лекарственных растений находится в пределах от 1,19 до 1,58 г/100 г.

Максимальное содержание золы определено в порошках из цветков ромашки аптечной и соцветий календулы, среднее – из соцветий липы и минимальное – из травы зверобоя.

Для адекватного функционирования организма человека необходимы минеральные вещества, которые относятся к двум группам: макро- и

микроэлементы. В растительных объектах из макроэлементов были определены кальций, магний, фосфор, натрий и калий, а из микроэлементов железо (таблицы 3.13-3.15).

Определено, что по содержанию макроэлемента Са среди сортов свеклы столовой выделяется Цилиндра, у моркови – Витаминная 6, у тыквы – Красная малышка, у черноплодной рябины разница среди сортов по этому показателю незначительная. Содержание Са у яблочных выжимок выше, чем у черноплодной рябины в среднем в 1,5 раза.

Таблица 3.13 - Содержание минеральных веществ в фруктовом и овощном сырье

Наименование растительных объектов	Ca	Mg	P	Na	K	Fe
	мг/100 г с.в.					мг/100 г с.в.
Свекла столовая сорта:						
Бордо 237	97,0± 4,47	250,2± 7,26	650,4± 22,76	200,2± 5,20	3256,9± 78,17	37,42± 0,94
Египетская плоская	76,8± 3,31	171,0± 5,13	819,1± 28,67	1256,0± 37,68	4097,3± 102,43	22,66± 0,50
Цилиндра	155,0± 7,13	255,7± 7,63	1004,3± 35,51	2851,6± 57,04	4556,0± 109,35	57,92± 1,45
Морковь столовая:						
Витаминная 6	590,9± 26,59	286,1± 10,03	1933,6± 58,01	<0,01	3399,0± 74,78	36,97± 1,13
Шантенэ Роял	544,4± 21,78	113,2± 3,06	1450,0± 40,60	19,2± 0,48	3352,2± 67,05	21,22± 0,43
Нантская 4	519,8± 20,28	214,1± 7,29	1240,2± 33,46	37,0± 0,82	3273,4± 65,44	19,98± 0,36
Тыква:						
Мичуринская	162,0± 6,48	123,3± 3,21	912,1± 27,37	<0,001	2308,8± 41,56	37,86± 0,98
Красная малышка	629,4± 28,33	154,0± 3,85	1055,0± 34,82	<0,001	3347,1± 66,95	30,71± 0,63
Ажур медовый F1	158,2± 6,65	120,0± 3,00	997,9± 30,93	<0,001	2065,0± 33,04	32,78± 0,72
Рябина черноплодная сорта:						
Черноплодная	185,0± 8,14	82,2± 1,74	645,4± 19,36	<0,001	660,2± 19,80	47,27± 1,33
Мулатка	179,1± 7,71	72,6± 1,46	400,9± 12,03	<0,001	698,0± 23,04	35,73± 1,05
Вениса	185,0± 7,40	72,3± 1,31	451,7± 14,91	<0,001	733,1± 21,25	42,62± 1,20
Яблочные выжимки	284,2± 12,50	142,2± 4,24	131,1± 4,59	165,0± 5,16	152,4± 3,82	30,21± 0,80

Самым высоким содержанием Mg характеризуются свекла и морковь столовые – в среднем 225,6 и 204,5 мг/100 г с.в., промежуточное положение в этом ряду занимают тыква и яблочные выжимки – в среднем 132,4 и 142,2 мг/100 г с.в., минимальное значение характерно для всех сортов черноплодной рябины – 75,7 мг/100 г с.в.

По содержанию Р лидируют овощи, которые в порядке убывания по средним значениям выстраиваются в следующей последовательности: морковь столовая (1541,3 мг/100 г с.в.) > тыква (988,3 г/100 г с.в.) > свекла столовая (824,6 мг/100 г с.в.). Среднюю позицию занимает черноплодная рябина (499,3 мг/100 г с.в.). Наименьшее содержание Р определено у яблочных выжимок (131,1 мг/100 г с.в.)

По содержанию К также, как и по Р, лидируют овощи, которые в порядке убывания по средним значениям выстраиваются в следующей последовательности: свекла столовая (3970,1 мг/100 г с.в.) > морковь столовая (3341,5 мг/100 г с.в.) > тыква (2573,6 мг/100 г с.в.). Среднюю позицию занимает черноплодная рябина (697,1 мг/100 г с.в.). Наименьшее содержание К определено у яблочных выжимок (152,4 мг/100 г с.в.).

Сорта свеклы столовой Бордо 237, Египетская плоская и Цилиндра, а также яблочные выжимки отличаются от исследуемого фруктового и овощного сырья содержанием Na.

В наибольшем количестве содержание кроветворного элемента Fe установлено для черноплодной рябины (в среднем 41,88 мг/100 г с.в.) и свеклы столовой (в среднем 39,34 мг/100 г с.в.). В среднем в исследуемых объектах содержание железа составило в пределах от 30,21 до 41,88 мг/100 г с.в.

Кальций в нетрадиционных видах муки в наибольшем количестве содержится в гороховой муке, наименьшее его количество определено в муке кукурузной (табл. 3.14).

Таблица 3.14 - Содержание минеральных веществ в нетрадиционных видах муки

Наименование растительных объектов	Ca	Mg	P	Na	K	Fe
	мг/100 г с.в.					мг/100 г с.в.
Мука:						
овсяная	261,2± 6,08	141,3± 3,41	1005,2± 30,16	6,1± 0,13	178,9± 4,11	28,81± 0,75
гречневая	104,4±	105,1±	498,9± 12,47	2,0± 0,04	178,2± 3,92	24,68± 0,62
гороховая	607,8± 16,42	123,2± 2,46	793,8± 22,24	15,0± 0,35	438,8± 10,54	17,52± 0,36
кукурузная	24,2± 0,64	46,7± 1,31	342,1± 8,55	5,2± 0,08	98,0± 2,90	20,88± 0,44

Овсяная мука по сравнению с другими видами муки отличается более высоким содержанием минералов магния, фосфора и железа, так разница составила в 1,2-3,0, 1,3-2,9 и 1,2-1,7 раза. Соли натрия в максимальном количестве отмечены у гороховой муки.

Таблица 3.15 - Содержание минеральных веществ в порошках из лекарственных растений

Наименование растительных объектов	Ca	Mg	P	Na	K	Fe
	мг/100 г с.в.					мг/100 г с.в.
Порошки из: цветков ромашки аптечной	1119,0± 20,15	348,6± 7,32	1877,1± 41,30	67,4± 1,52	4775,6± 119,32	189,9± 3,81
травы зверобоя	617,3± 11,11	157,4± 2,68	692,3± 15,65	<0,001	546,1± 9,29	55,7± 1,33
соцветий липы	1063,1± 23,93	252,1± 5,05	1412,1± 32,47	<0,001	1306,8± 28,74	70,9± 1,71
соцветий календулы	1014,2± 18,26	395,9± 8,71	1011,8± 21,25	272,3± 6,07	1313,2± 29,12	133,5± 2,60

В порошках из цветков ромашки аптечной, соцветий липы и календулы в среднем содержание Ca составило 1065,4 мг/100 г с.в., у порошка из травы зверобоя этот показатель на 42% ниже.

Количество Mg у порошков из цветков ромашки аптечной и соцветий календулы находится на одном уровне - в среднем 372,3 мг/100 г с.в., у порошков из травы зверобоя и соцветий липы этот показатель на 58 и 32% ниже.

По содержанию Р и К порошки из лекарственных растений выстраиваются в следующем порядке убывания: цветки ромашки аптечной > соцветия липы > соцветия календулы > трава зверобоя.

В наибольшем количестве содержание кроветворного элемента Fe установлено для порошка из цветков ромашки аптечной и соцветий календулы, в среднем 161,7 мг/100 г с.в., ниже значения у порошков из травы зверобоя и соцветий липы, в среднем 63,3 мг/100 г с.в.

Исследование пищевой ценности растительного сырья показало перспективность его применения в качестве источников углеводов, как усвояемых – сахаров, так и неусвояемых – пищевые волокна, а также оно может служить дополнительным источником минеральных веществ.

Выводы по третьей главе

Исследование растительных объектов, выступающих в качестве сырья для проектирования новых видов чипсов: морковь столовая, тыква, свекла столовая, черноплодная рябина, яблочные выжимки, порошок из сухих соцветий липы, календулы, цветков ромашки аптечной, травы зверобоя, мука гороховая, кукурузная, овсяная и гречневая, на суммарное содержание антиоксидантов показало, что они являются перспективным источником природных антиоксидантов. Выявлены различия по содержанию антиоксидантов в овощах и фруктах в зависимости от сорта.

Установленное количественное содержание в исследуемых растительных объектах содержание водо- и жирорастворимых антиоксидантов, а именно флавоноидов (флавонолы, антоцианы, катехины), аскорбиновой кислоты и бета-каротина, подтвердило перспективность применения исследуемого растительного сырья для обогащения чипсов указанными физиологически активными компонентами.

Анализ пищевой ценности растительных объектов показал, что основная доля сухих веществ приходится на углеводы: сахара, клетчатку и пектиновые вещества, что дает возможность исключить из проектируемых новых видов чипсов сахар белый, являющийся рафинированным продуктом, и дополнительно обогатить их пищевыми волокнами, что отвечает принципам здорового питания.

ГЛАВА 4 МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА ЧИПСОВ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ, РЕОЛОГИЧЕСКИХ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА

Для производства чипсов здорового питания было выбрано растительное сырье, характеризующееся высоким содержанием сахаров, что дает возможность не использовать в рецептуре сахар белый, а также являющееся источником водо- (аскорбиновая кислота), жирорастворимых антиоксидантов (бета-каротина) и пищевых волокон.

Моделирование рецептурного состава поликомпонентных растительных чипсов осуществлялось в четырех вариантах, учитывая вкусовые и цветовые характеристики компонентов:

I - пюре из яблочных выжимок : пюре из свеклы столовой : мука гречневая : порошок из цветков ромашки аптечной;

II - пюре из яблочных выжимок : пюре из моркови столовой : мука гороховая : порошок из соцветий липы;

III - пюре из яблочных выжимок : пюре из тыквы : мука кукурузная : порошок из соцветий календулы;

IV - пюре из яблочных выжимок : пюре из черноплодной рябины: мука овсяная: порошок из травы зверобоя.

4.1 Моделирование рецептурного состава чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и свеклы столовой с добавлением муки гречневой и порошка из цветков ромашки аптечной

Для приготовления опытных образцов чипсов яблочные выжимки и свеклу столовую перерабатывали в пюре.

Для приготовления пюре корнеплоды свеклы столовой сортируют по качеству и размерам, двукратно моют в моечных машинах последовательно:

вначале в барабанной, затем в вентиляторной моечных машинах чистой проточной водой до полного удаления загрязнений, далее очищают на паротермических или карборундовых машинах, снова моют, производят ручную доочистку, инспекцию, ополаскивание под душем и режут на куски. Резаную свеклу подвергают шпарке острым паром или развариванию при температуре 110 °С в течение 25-30 минут в дигесторах или шпарителях различных типов и затем протирают на сдвоенной протирачной машине с диаметром отверстий сит 1,5-1,2 мм и 0,8-0,4 мм [98].

Так как в яблочные выжимки при производстве сока попадают семена, перегородки и кожица, то с целью достижения однородной массы для чипсов предложено следующее новое технологическое решение: выжимки бланшируют и направляют в протирачную машину с отверстиями сит №1 - 1,2 мм и №2 - 0,8 мм, в результате чего получается пюре и вытерки, последние направляют в универсальный инфракрасный сушильный шкаф «Универсал-СД-4», где сушат при температуре 60 °С [53] до достижения влажности не более 10% в течение 120 мин, и далее после охлаждения выжимок до 20 °С их измельчают в молотковой дробилке в порошок, который после пропускания через магнитоуловитель смешивается с полученным пюре в месильной машине.

Ромашка аптечная в работе использована в виде порошка, полученного следующим образом: для получения порошка из ромашки аптечной собирали цветочные корзинки во время цветения и частичного раскрытия трубчатых цветков в сухую погоду вручную. Цветочные корзинки сортировали по качеству и проводили инспекцию, затем их равномерно укладывали в один слой на сетчатые поддоны для сушки в универсальном инфракрасном сушильном шкафу «Универсал-СД-4» при температуре 40 °С в течение 150 мин [27] до достижения конечной влажности сырья не более 10%. После этого сырье охлаждали и повторно сортировали, затем измельчали, просеивали и упаковывали.

Пюре из яблочных выжимок выступает в качестве источника пищевых волокон (4,5 г/100 г) и водорастворимых антиоксидантов (30 мг/100 г по кверцетину). Свекольное пюре и порошок из цветков ромашки аптечной

отличаются высоким содержанием флавоноидов (197,5-282,9 мг/100 г и 583,4 мг/100 г). Порошок из цветков ромашки аптечной выступает также в роли источника жирорастворимого антиоксиданта – β -каротина (16,77 мг/100 г) и пищевых волокон (41,4 г/100 г). Гречневая мука является источником водорастворимых антиоксидантов (164,7 мг на 100 г). Пюре яблочное из выжимок и свекольное являются основным источником сахаров, содержание которых составляет в среднем 9 и 7 г/100 г. [58, 62, 68, 76, 79, 87].

Рецептуры опытных образцов чипсов на основе яблочных выжимок с различными пропорциями растительных компонентов представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Опытные рецептуры поликомпонентных растительных чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и свеклы столовой

№ опытного образца	Пюре из яблочных выжимок, %	Пюре из свеклы столовой (сорт Цилиндра), %	Порошок из цветков ромашки аптечной, %	Гречневая мука, %
1	80	20	1	5
2	80	20	1	10
3	80	20	1	15
4	80	20	1	20
5	70	30	1	5
6	70	30	1	10
7	70	30	1	15
8	70	30	1	20
9	60	40	1	5
10	60	40	1	10
11	60	40	1	15
12	60	40	1	20
13	50	50	1	5
14	50	50	1	10
15	50	50	1	15
16	50	50	1	20

*Порошок из цветков ромашки аптечной и гречневая мука добавляются к массе фруктово-овощного пюре.

Пюре из яблочных выжимок смешивали со свекольным пюре в пропорциях 80:20, 70:30, 60:40 и 50:50 и взбивали в месильной машине до получения пышной, однородной массы, далее к полученной фруктово-овощной смеси добавляли гречневую муку для получения стабильной системы в дозировке от 5

до 20% с шагом 5% и порошок из сушеных цветков ромашки аптечной - 1%, которые предварительно смешивали, далее полученную смесь тщательно перемешивали. Добавка порошка из цветков ромашки аптечной более 1% отрицательно сказывается на вкусовых свойствах готовых чипсов, придавая им травянистый привкус.

Изменение влажности опытных образцов теста из яблочно-свекольной смеси с гречневой мукой и порошком из цветков ромашки аптечной для чипсов в зависимости от пропорций компонентов представлено в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Влажность опытных образцов теста для поликомпонентных растительных чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и свеклы столовой

Соотношение пюре из яблочных выжимок и свеклы столовой	Влажность опытных образцов теста, %			
	№1	№2	№3	№4
80:20	76,1±0,31	72,7±0,29	70,4±0,25	64,3±0,23
70:30	№5	№6	№7	№8
	76,8±0,33	74,1±0,31	72,8±0,28	68,8±0,26
60:40	№9	№10	№11	№12
	79,4±0,35	76,4±0,34	73,9±0,30	70,1±0,27
50:50	№13	№14	№15	№16
	81,6±0,38	77,3±0,35	75,2±0,32	71,6±0,30

При повышении дозировки свекольного пюре с 20 до 50% во фруктово-овощной массе влажность готового теста опытных образцов чипсов (№1-16) возрастает на 4,6 до 7,3%, что обусловлено меньшим содержанием сухих веществ в свекольном пюре по сравнению с пюре из яблочных выжимок. Во всех опытных образцах с повышением доли гречневой муки к фруктово-овощной массе с 5 до 20% влажность готового теста снижается на 8,0-11,8%, что также объясняется большим содержанием сухих веществ в гречневой муке в сравнении с фруктово-овощной массой.

Влияние различных пропорций растительных компонентов в рецептурной смеси чипсов на вязкость теста изображено на рисунке 4.1.

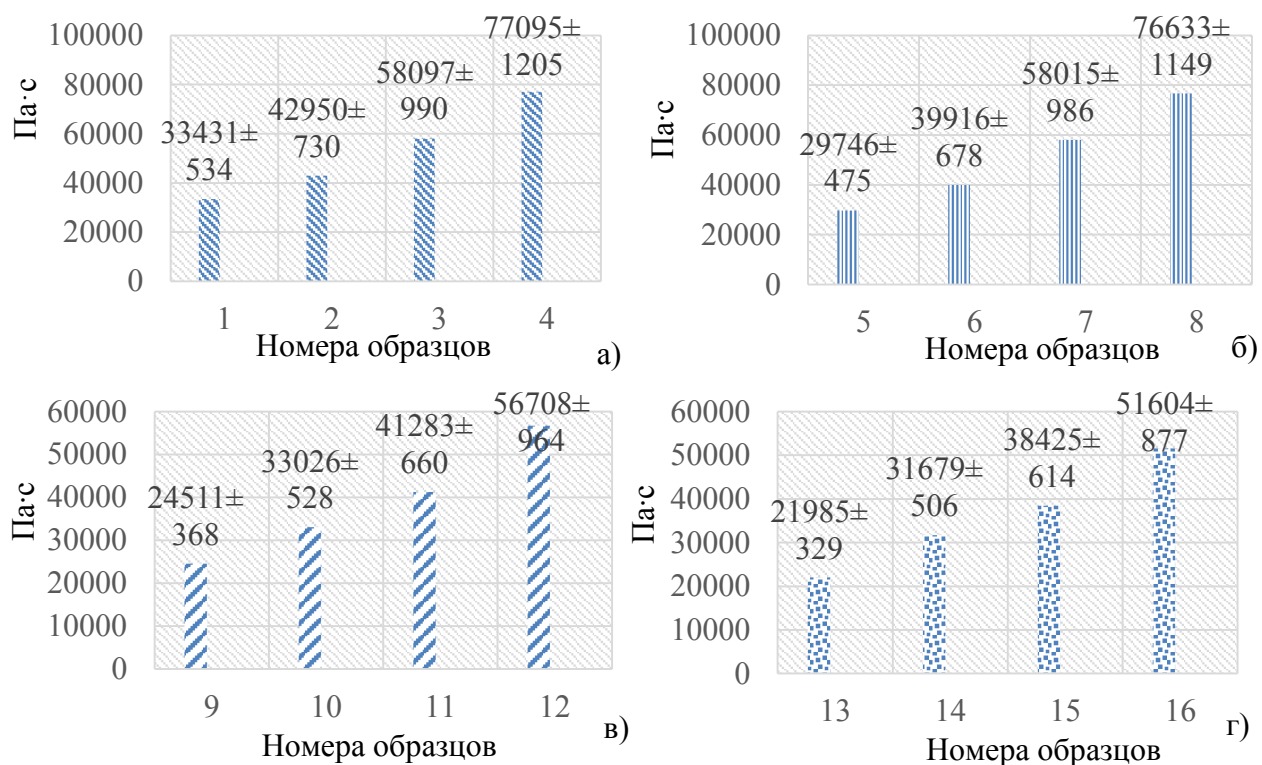


Рисунок 4.1 - Зависимость вязкости теста от пропорций растительных компонентов в рецептурной смеси чипсов при следующем соотношении пюре из яблочных выжимок и свеклы: а – 80:20, б - 70:30, в – 60:40, г – 50:50

С увеличением доли свекольного пюре во фруктово-овощной массе с 20 до 50% в опытных образцах теста для чипсов под номерами 1-16 вязкость снижалась в среднем на 32%, что обусловлено ростом содержания влаги в системе и снижением количества пищевых волокон, из-за частичной замены яблочных выжимок на свекольное пюре, в результате меньшее количество влаги поглощается и удерживается волокнами, изменяя вязкость системы и замедляя структурообразование массы. При этом с увеличением в рецептуре опытных образцов чипсов содержания гречневой муки с 5 до 20% наблюдалась противоположная тенденция, то есть вязкость теста увеличилась в среднем в 2,4 раза, из-за роста количества сухих веществ, в том числе пищевых волокон фруктово-овощной системы, а также крахмала и белка гречневой муки. Высокая вязкость данного вида теста для чипсов обусловлена наличием в составе порошка из ромашки аптечной слизи и камеди.

На следующем этапе исследований готовили опытные образцы чипсов по представленным в таблице 4.1 рецептурам. Приготовленную яблочно-свекольную массу с добавлением порошка из цветков ромашки аптечной и гречневой муки раскатывали в пласт толщиной не более 2 мм, нарезали на квадраты размером 50x50 мм и сушили инфракрасно-конвективным способом в универсальном инфракрасном сушильном шкафу «Универсал-СД-4» при температуре 50 °С до влажности 8%.

Готовые чипсы исследовали по показателю хрупкости, динамика которой представлена на рисунке 4.2.

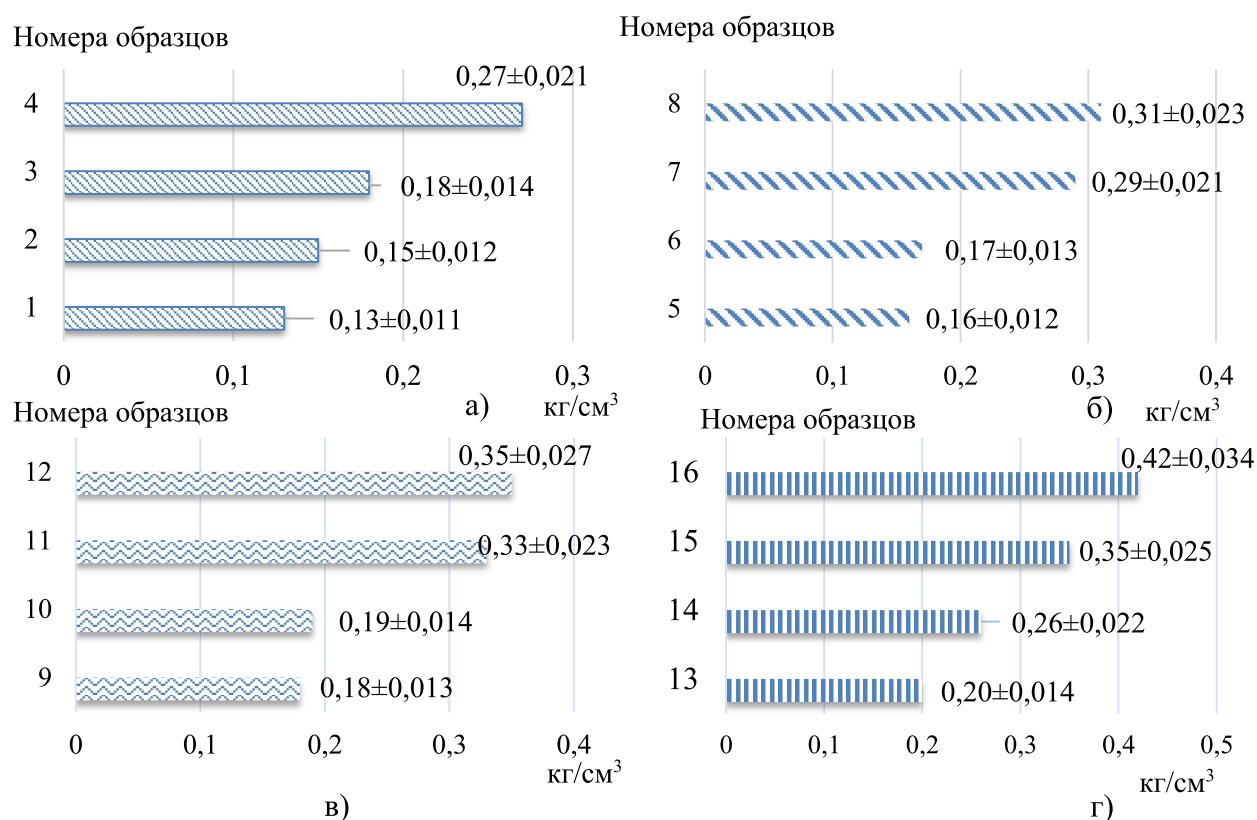


Рисунок 4.2 - Хрупкость чипсов в зависимости от пропорций растительных компонентов в рецептурной смеси при следующем соотношении пюре из яблочных выжимок и свеклы: а – 80:20, б - 70:30, в – 60:40, г – 50:50

С повышением доли в рецептуре чипсов свекольного пюре с 20 до 50% и, соответственно влажности массы, возрастает плотность изделий, из-за большего содержания пищевых волокон в набухшем состоянии и, тем самым значения

хрупкости изделий увеличиваются на 54-94%, т.е. с увеличением массовой доли свекольного пюре требуется большее усилие для разлома чипсов. Также отмечается ухудшение хрупкости с увеличением доли гречневой муки в рецептуре чипсов с 5 до 20%, что можно объяснить высокой концентрацией сухих веществ, в т.ч. клетчатки муки, способной к набуханию в воде, что приводит к переуплотнению массы, так значения хрупкости изделий увеличиваются на 94-110%. Оптимальные значения хрупкости достигаются при дозировке гречневой муки не более 15%, независимо от соотношения яблочного и свекольного пюре.

Важная роль при проектировании новых пищевых продуктов отводится органолептическим показателям, для оценки которых проводили дегустацию опытных образцов поликомпонентных растительных чипсов по 10-балльной шкале с учетом коэффициентов значимости, при этом максимальный балл за показатель составлял 5 баллов (рисунок 4.3).

По результатам дегустационной оценки по 10-балльной шкале с учетом коэффициентов значимости органолептических показателей наибольшее количество баллов от 9,1 и выше набрали образцы под номерами 3, 5, 6, 9, 10 и 13, при этом максимальное значение 9,8 баллов было отмечено у образца под номером 5 (соотношение яблочного и свекольного пюре 70:30, доля гречневой муки 5% и порошка из цветков ромашки аптечной 1%). Наименьшее количество баллов набрали образцы чипсов, где соотношение пюре из яблочных выжимок и свекольного составило 50:50 при добавлении 20% гречневой муки – 5 баллов. Следует отметить, что с увеличением доли гречневой муки цвет готовых чипсов темнеет и становится более тусклым. Для всех образцов чипсов с концентрацией свекольного пюре 20% характерен светло-коричневый цвет с красным оттенком, 30 и 40% - красно-коричневых цвет, 50% - красно-бордовый цвет. Наиболее гармоничный фруктово-овощной вкус наблюдался при концентрации свекольного пюре 30-50%, добавлении муки гречневой не более 10% и 1% порошка из цветков ромашки аптечной.

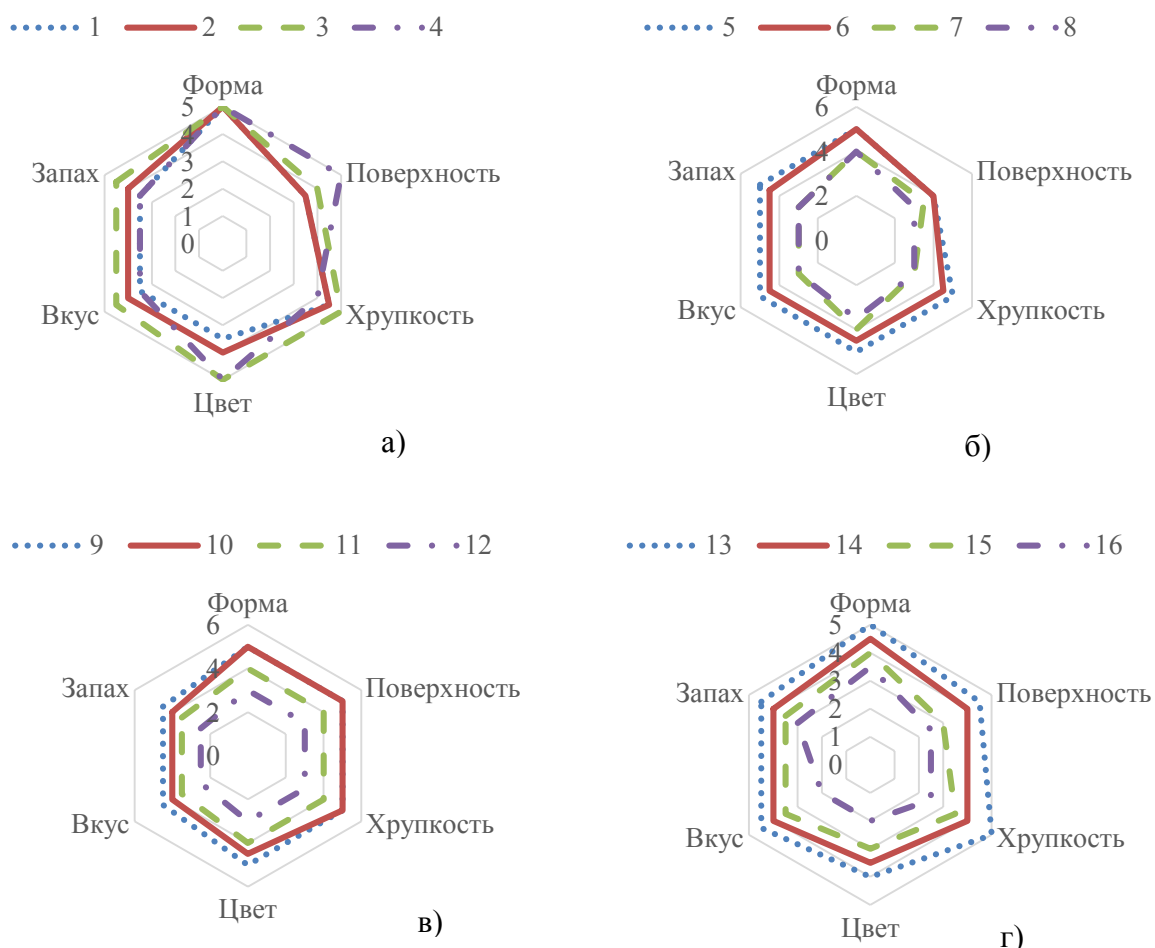


Рисунок 4.3 - Дегустационная оценка опытных образцов поликомпонентных растительных чипсов (№1-16) при соотношении пюре из яблочных выжимок и свеклы: а – 80:20, б - 70:30, в – 60:40, г – 50:50

Определение органолептических показателей опытных образцов чипсов не ограничилось только визуальной оценкой их цвета, так было проведено более точное измерение цветовых характеристик для объективного установления разницы по данному показателю среди опытных образцов. Измерение проводилось в цветовой системе $L^*a^*b^*$ путем описания цвета в универсальных единицах визуальной однородности. Колориметрические характеристики определяли на спектроколориметре 3nh BS7016.

Измерение колориметрических показателей образцов чипсов позволило определить различие в цветовых характеристиках между исследуемыми объектами (рисунок 4.4).

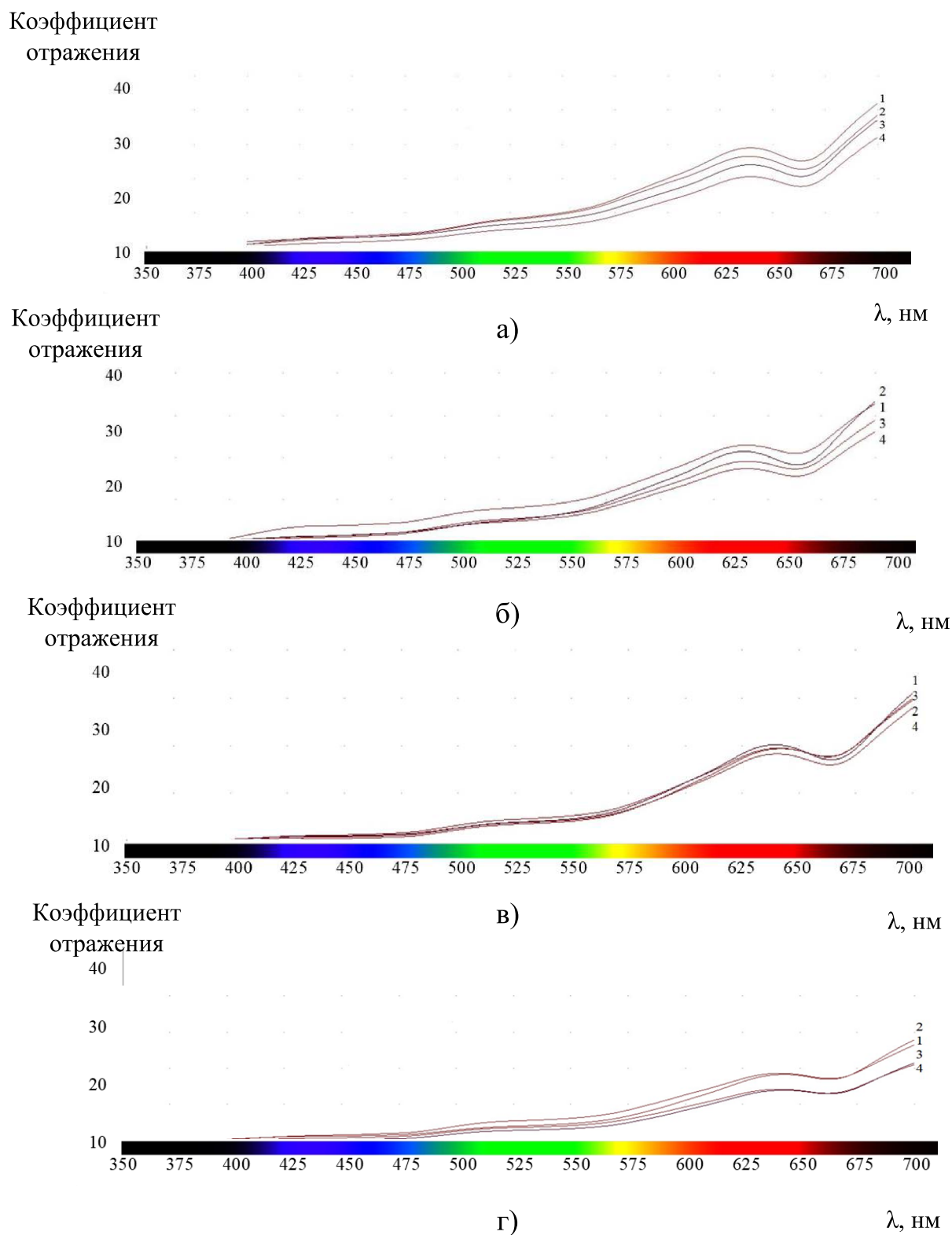


Рисунок 4.4 - Цветовые различия образцов чипсов в зависимости от соотношения пюре из яблочных выжимок и свекольного пюре, %: а) 80:20; б) 70:30; в) 60:40; г) 50:50 и гречневой муки: 1 - 5%, 2 – 10%, 3 – 15%, 4 – 20% (порошок из цветков ромашки аптечной – 1%)

На рисунке 4.4 показаны различия в цвете между экспериментальными образцами чипсов с различным соотношением яблочных выжимок и свекольного пюре (80:20%, 70:30%, 60:40%, 50:50%), концентрацией гречневой муки (5, 10, 15, 20%) и добавлением 1% порошка ромашки.

Измерение цвета при помощи спектроколориметра позволило получить точные значения цветовых параметров чипсов таких, как яркость, насыщенность и оттенок (таблица 4.3).

Таблица 4.3 - Показатели цветности опытных образцов чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и свеклы столовой

№ образца	Процентное соотношение пюре из яблочных выжимок: пюре из свеклы столовой: порошка из цветков ромашки: гречневой муки	Показатели цветности		
		L, ед.	a, ед.	b, ед.
1	80:20:1:5	40,4±0,04	17,7±0,06	35,8±0,01
2	80:20:1:10	39,5±0,01	18,3±0,02	35,0±0,01
3	80:20:1:15	38,8±0,08	18,5±0,06	35,3±0,01
4	80:20:1:20	37,7±0,08	18,9±0,09	34,8±0,04
5	70:30:1:5	38,5±0,01	18,8±0,01	34,3±0,08
6	70:30:1:10	37,84±0,04	19,0±0,08	34,0±0,05
7	70:30:1:15	36,9±0,01	19,34±0,04	33,3±0,08
8	70:30:1:20	35,2±0,01	20,0±0,06	33,1±0,07
9	60:40:1:5	35,9±0,02	19,4±0,04	33,0±0,06
10	60:40:1:10	34,6±0,04	20,4±0,01	32,6±0,06
11	60:40:1:15	33,8±0,07	20,9±0,08	32,0±0,03
12	60:40:1:20	32,0±0,03	21,7±0,01	31,4±0,01
13	50:50:1:5	30,2±0,01	19,9±0,05	32,2±0,02
14	50:50:1:10	29,7±0,03	20,6±0,03	31,8±0,05
15	50:50:1:15	28,2±0,01	21,3±0,05	31,3±0,03
16	50:50:1:20	27,4±0,04	22,8±0,03	30,7±0,04

Увеличение содержания в опытных образцах чипсов свекольного пюре с 20 до 50%, равно как и введение гречневой муки от 5 до 20% приводят

пропорционально к уменьшению L и b показателей, характеризующих ось светлости и желтизну соответственно, однако, a - показатель, напротив пропорционально увеличивается, что говорит об увеличении красного оттенка в чипсах. Так, при минимальном введении гречневой муки в количестве 5% эта разница составила 33,9, 11,2 и 11,0%, соответственно.

К уменьшению светлости приводит и повышение дозировки в рецептуре чипсов гречневой муки. Так, с увеличением дозировки муки с 5 до 20% при соотношении в чипсах яблочного и свекольного пюре 80:20 значение оси светлости и b показателя уменьшилось на 7,2 и 2,9%, при 70:30 – на 9,4 и 3,6%, 60:40 – на 12,2 и 5,1%, 50:50 – на 10,2 и 4,9%, а значения показателя a увеличились, соответственно, на 6,4, 6,0, 10,6, 12,7%.

В современном мире при оценке пищевой ценности продуктов особое внимание уделяется содержанию антиоксидантов, из-за их важной роли в поддержании жизненных функций организма человека.

Характер влияния различных пропорций растительных компонентов в рецептуре чипсов на суммарное содержание в них водорастворимых антиоксидантов (ССА) отображен на рисунке 4.5.

Из анализа рисунка 4.5 следует, что с увеличением содержания во фруктово-овощной массе свекольного пюре с 20 до 50% отмечается значительное повышение антиоксидантной ценности, из-за большего содержания водорастворимых антиоксидантов в свекольном пюре при добавлении гречневой муки, соответственно: 5% - на 37,8 %, 10% - на 14,7%, 15% - на 16,4% и 20% - на 25,8%.

Повышение дозировки гречневой муки в рецептурной смеси с 5 до 20% приводит к снижению содержания антиоксидантов в чипсах, так как, из-за повышения плотности массы эффективность высушивания снижается, что приводит к повышению разрушения термолабильных антиоксидантов, так процент снижения составил для образцов при соотношении яблочного и свекольного пюре 80:20, 70:30, 60:40 и 50:50 от 35 до 41%.

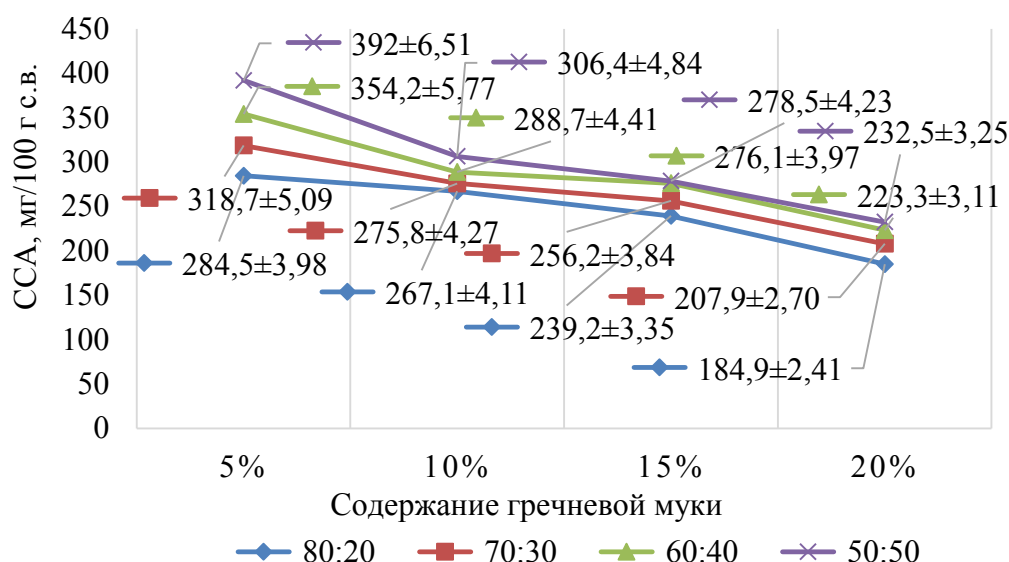


Рисунок 4.5 - Зависимость содержания антиоксидантов в чипсах от пропорций растительных компонентов в рецептурной смеси при следующем соотношении пюре из яблочных выжимок и свеклы столовой: 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 (порошок из цветков ромашки аптечной – 1%)

Основным показателем, характеризующим ценность чипсов является суммарное содержание антиоксидантов, результаты по его изменению, полученные экспериментальным путем, в зависимости от дозировки пюре из свеклы при равном количестве гречневой муки 5% и порошка из цветков ромашки аптечной 1%, подвергались статической обработке. Данные для получения искомой статической характеристики обрабатывали методом регрессионного анализа (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Данные для получения статической характеристики линейного одномерного объекта

Концентрация пюре из свеклы столовой, %	Значения ССА, полученные экспериментальным путем (в трех повторностях), мг/100 г с.в.			Средние значения ССА, мг/100 г с.в.	Количество повторностей, ед.	Значения ССА, полученные расчетным методом, мг/100 г с.в.
X	Y1	Y2	Y3	Y ср.	Pi	Y расч.
1	2	3	4	5	6	7
20	284,47	284,90	284,04	284,470	3	283,521

1	2	3	4	5	6	7
30	318,68	318,64	318,66	318,660	3	319,371
40	354,11	354,23	354,35	354,230	3	355,221
50	392,04	392,07	392,01	392,040	3	391,070

С помощью полученных результатов мы можем выявить зависимость средних данных, полученных экспериментальным путем, и расчетных данных ССА (рисунок 4.6).

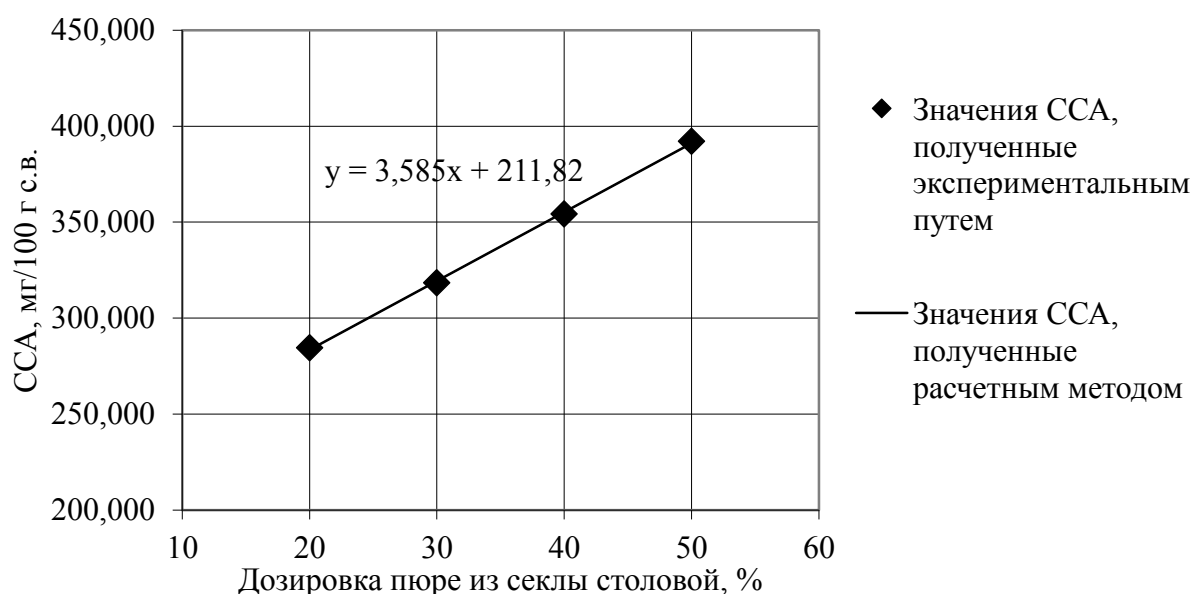


Рисунок 4.6 - График зависимости средних данных, полученных экспериментальным путем, и расчетных данных ССА

На данном рисунке отображено линейное уравнение регрессии, с помощью которого можно найти значение заданного суммарного содержания антиоксидантов при определенной концентрации пюре из свеклы. Так, значение ССА 395,0 мг/100 г с.в. будет достигнуто введением 51,1% пюре из свеклы.

Исследования по влиянию различных пропорций растительных компонентов в рецептуре чипсов на физико-химические, реологические и органолептические свойства теста и готовых изделий показали, что наилучшие результаты были достигнуты при соотношении пюре из яблочных выжимок и свеклы столовой равном 50:50, доле гречневой муки и порошка из цветков

ромашки аптечной 5% и 1% к фруктово-овощной смеси, при котором суммарное содержание антиоксидантов (по кверцетину) составило 360,7 мг/100 г (392,0 мг/100 г с.в.) [85].

4.2 Моделирование рецептурного состава чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и моркови столовой с добавлением муки гороховой и порошка из соцветий липы

Для приготовления опытных образцов чипсов яблочные выжимки и морковь столовую перерабатывали в пюре, соцветия липы в порошок.

Для приготовления пюре корнеплоды моркови столовой сортируют по качеству и размерам, двукратно моют в моечных машинах последовательно: вначале в барабанной, затем в вентиляторной моечных машинах чистой проточной водой до полного удаления загрязнений, далее очищают на паротермических или карборундовых машинах, снова моют, производят ручную доочистку, инспекцию, ополаскивание под душем и режут на куски. Резаную морковь подвергают шпарке острым паром или развариванию при температуре 110 °С в течение 25-30 минут в дигесторах или шпарителях различных типов и затем протирают на сдвоенной протирачной машине с диаметром отверстий сит 1,5-1,2 мм и 0,8-0,4 мм [98].

Яблочные выжимки перерабатывали в пюре способом, описанным выше.

Для получения порошка из соцветий липы собирали соцветия без повреждений, пожелтевших листьев и темно-бурых пятен с одинарным листом вручную. Соцветия сортировали по качеству с последующей инспекцией, далее укладывали их равномерно в один слой на сетчатые поддоны для дальнейшей сушки в универсальном инфракрасном сушильном шкафу «Универсал-СД-4» при температуре 40 °С в течение 190 мин [27] до достижения конечной влажности сырья не более 10% с последующим охлаждением, повторной сортировкой, заключающейся в удалении сырья, изменившего при сушке

окраску, измельчением, просеиванием и упаковкой. Сухой цвет липы измельчали в порошок в молотковой дробилке.

Пюре из яблочных выжимок выступает в качестве источника пищевых волокон (4,5 г/100 г) и водорастворимых антиоксидантов (30 мг/100 г по кверцетину). Морковное пюре и порошок из цвета липы отличаются высоким содержанием бета-каротина (10-14 мг/100 г). Гороховая мука является источником белка и водорастворимых антиоксидантов (21 г и 108,9 мг на 100 г). Пюре яблочное из выжимок и морковное являются основным источником сахаров, содержание которых составляет в среднем 9 и 7 г/100 г [25, 48, 49, 51, 87].

Рецептуры опытных образцов чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и моркови столовой с различными пропорциями растительных компонентов представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5- Опытные рецептуры поликомпонентных растительных чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и моркови столовой

№ опытного образца	Пюре из яблочных выжимок, %	Пюре из моркови столовой (сорт Витаминная 6), %	Порошок из соцветий липы, %	Гороховая мука, %
1	80	20	1	5
2	80	20	1	10
3	80	20	1	15
4	80	20	1	20
5	70	30	1	5
6	70	30	1	10
7	70	30	1	15
8	70	30	1	20
9	60	40	1	5
10	60	40	1	10
11	60	40	1	15
12	60	40	1	20
13	50	50	1	5
14	50	50	1	10
15	50	50	1	15
16	50	50	1	20

*Порошок из соцветий липы и гречневая мука добавляются к массе фруктово-овощного пюре.

Пюре из яблочных выжимок смешивали с пюре из моркови столовой в пропорциях 80:20, 70:30, 60:40 и 50:50 и взбивали в месильной машине до получения пышной, однородной массы, далее к полученной фруктово-овощной смеси добавляли гороховую муку для получения стабильной системы в дозировке от 5 до 20% с шагом 5% и порошок из соцветий липы - 1%, которые предварительно смешивали, далее полученную смесь тщательно перемешивали. Добавка порошка из соцветий липы более 1% отрицательно сказывается на вкусовых свойствах готовых чипсов, придавая им травянистый привкус.

Изменение влажности опытных образцов теста из яблочно-морковной смеси с гороховой мукой и порошком из соцветий липы для чипсов в зависимости от пропорций компонентов представлено в таблице 4.6.

Таблица 4.6 - Влажность опытных образцов теста для поликомпонентных растительных чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и моркови столовой

Соотношение пюре из яблочных выжимок и морковного	Влажность опытных образцов теста %			
	№1	№2	№3	№4
80:20	75,4 $\pm$ 0,32	71,4 $\pm$ 0,28	67,2 $\pm$ 0,25	64,3 $\pm$ 0,23
70:30	№5	№6	№7	№8
	81,0 $\pm$ 0,34	77,5 $\pm$ 0,33	71,8 $\pm$ 0,28	65,7 $\pm$ 0,25
60:40	№9	№10	№11	№12
	82,3 $\pm$ 0,37	78,0 $\pm$ 0,35	74,6 $\pm$ 0,30	73,0 $\pm$ 0,28
50:50	№13	№14	№15	№16
	82,7 $\pm$ 0,39	79,2 $\pm$ 0,36	75,6 $\pm$ 0,32	73,4 $\pm$ 0,31

При повышении дозировки морковного пюре с 20 до 50% во фруктово-овощной массе влажность готового теста опытных образцов чипсов (№1-16) возрастает на 7,3-9,1%, что обусловлено меньшим содержанием сухих веществ в морковном пюре по сравнению с пюре из яблочных выжимок. Во всех опытных образцах с повышением доли гороховой муки к фруктово-овощной массе с 5 до 20% влажность готового теста снижается на 9,3-15,3%, что также объясняется большим содержанием сухих веществ в гороховой муке в сравнении с фруктово-овощной массой.

Влияние различных пропорций растительных компонентов в рецептурной смеси чипсов на вязкость теста изображено на рисунке 4.7.

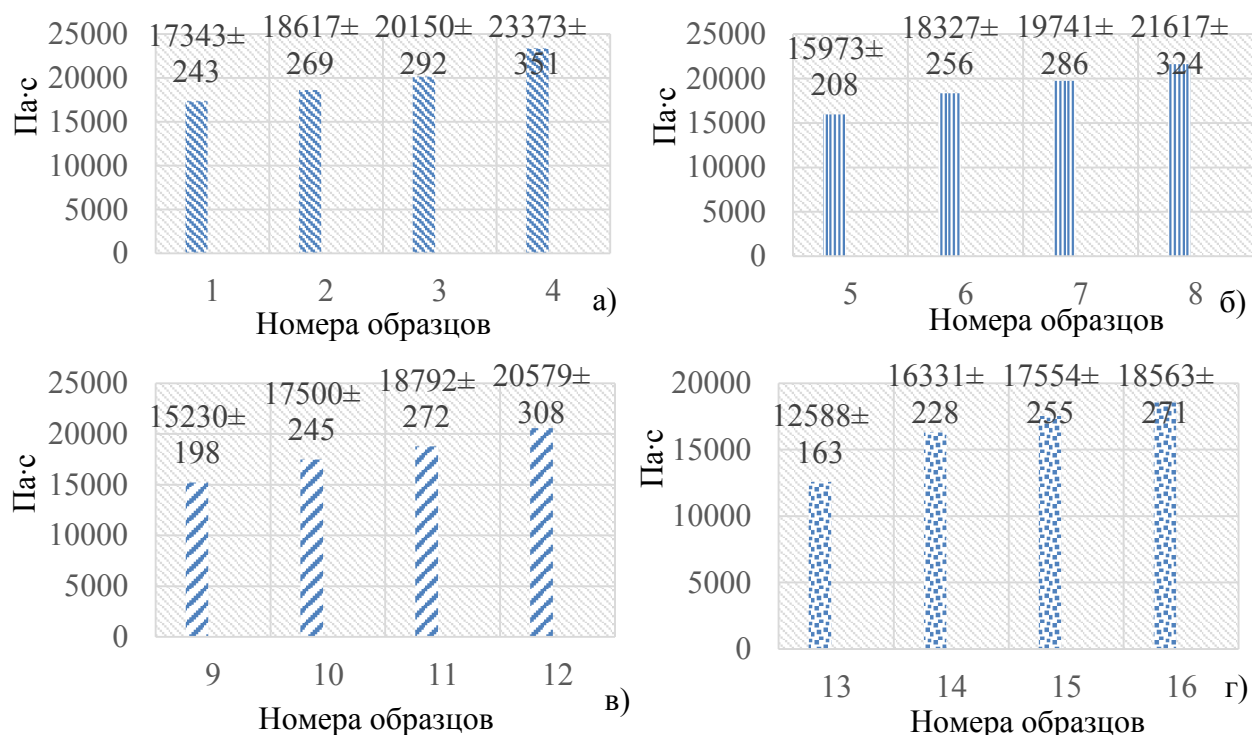


Рисунок 4.7 - Зависимость вязкости теста от пропорций растительных компонентов в рецептурной смеси чипсов при следующем соотношении пюре из яблочных выжимок и моркови: а – 80:20, б - 70:30, в – 60:40, г – 50:50

С увеличением доли пюре из моркови столовой во фруктово-овощной массе с 20 до 50% в опытных образцах теста для чипсов под номерами 1-16 вязкость снижалась в среднем на 18%, что обусловлено ростом содержания влаги в системе и снижением количества пищевых волокон, из-за частичной замены яблочных выжимок на пюре из моркови столовой, в результате меньшее количество влаги поглощается и удерживается волокнами, изменяя вязкость системы и замедляя структурообразование массы. При этом с увеличением в рецептуре опытных образцов чипсов содержания гороховой муки с 5 до 20% наблюдалась противоположная тенденция, то есть вязкость теста увеличилась в среднем на 38%, из-за роста количества сухих веществ, в том числе пищевых волокон, а также крахмала и белка гороховой муки.

На следующем этапе исследований готовили опытные образцы чипсов по представленным в таблице 4.5 рецептурам. Приготовленную яблочно-морковную массу с добавлением порошка из соцветий липы и гороховой муки раскатывали в пласт толщиной не более 2 мм, нарезали на квадраты размером 50x50 мм и сушили инфракрасно-конвективным способом в универсальном инфракрасном сушильном шкафу «Универсал-СД-4» при температуре 50 °С до влажности 8%.

Готовые чипсы исследовали по показателю хрупкости, динамика которой представлена на рисунке 4.8.

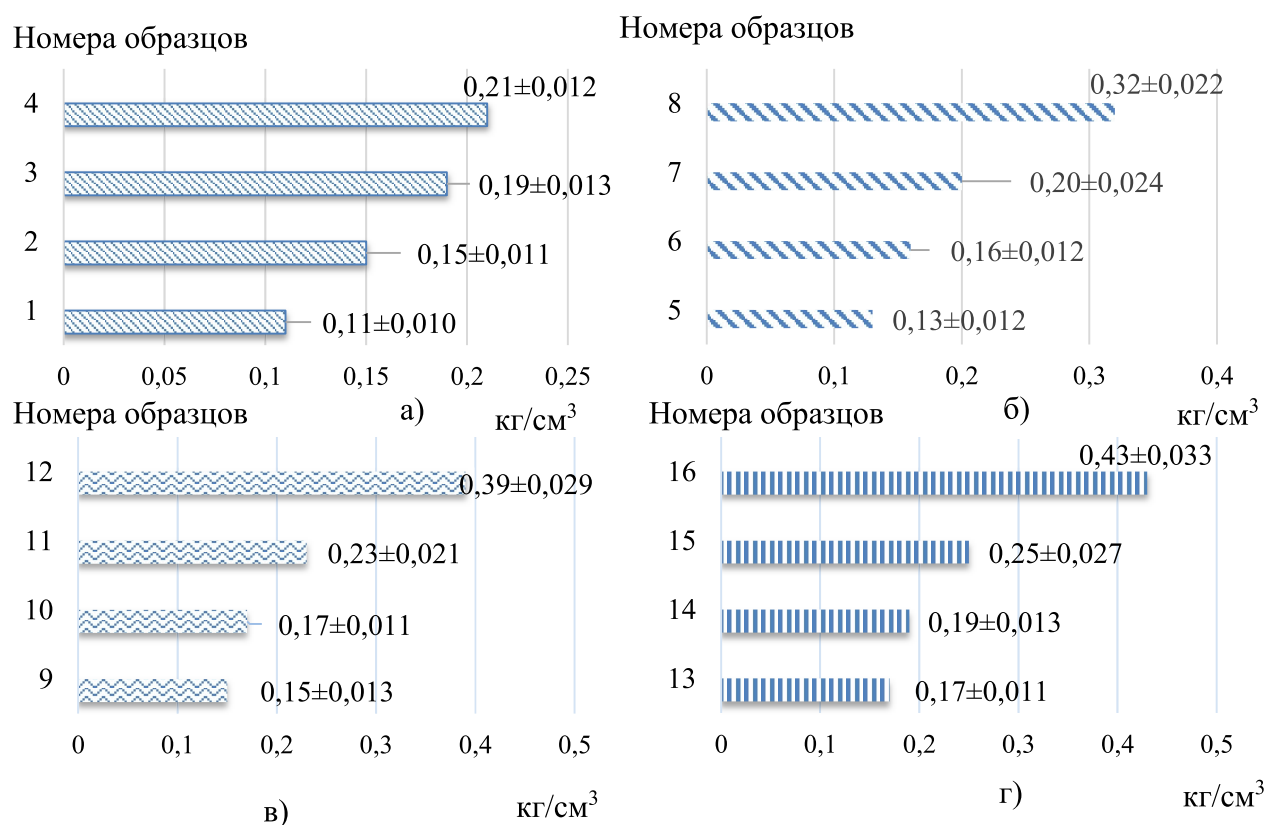
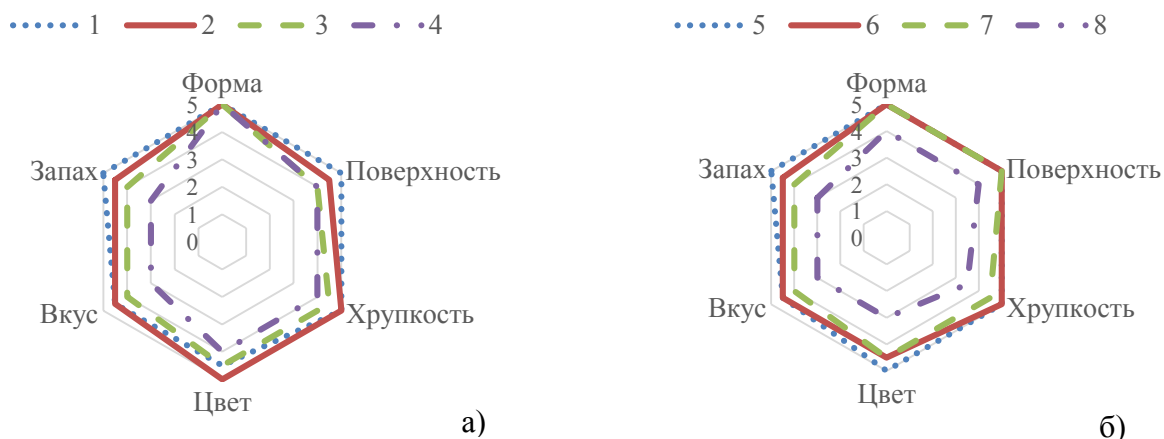


Рисунок 4.8 - Хрупкость чипсов в зависимости от пропорций растительных компонентов в рецептурной смеси при следующем соотношении пюре из яблочных выжимок и моркови столовой: а – 80:20, б - 70:30, в – 60:40, г – 50:50

С повышением доли в рецептуре чипсов пюре из моркови столовой с 20 до 50% и, соответственно, влажности массы возрастает плотность изделий, из-за

большого содержания белков гороховой муки в набухшем состоянии и, тем самым значения хрупкости изделий увеличиваются на 27-105%, т.е. с увеличением массовой доли пюре из моркови столовой требуется большее усилие для разлома чипсов. Также отмечается ухудшение хрупкости с увеличением доли гороховой муки в рецептуре чипсов с 5 до 20%, что можно объяснить увеличением концентрации белков муки, образующих с пищевыми волокнами фруктово-овощной массы белково-полисахаридные комплексы, способствующие упрочнению и последующему переуплотнению системы, так значения хрупкости изделий увеличиваются на 91-160%. Оптимальные значения хрупкости достигаются при дозировке гороховой муки не более 10% независимо от соотношения яблочного и морковного пюре.

Важная роль при проектировании новых пищевых продуктов отводится органолептическим показателям, для оценки которых проводили дегустацию опытных образцов поликомпонентных растительных чипсов по 10-балльной шкале с учетом коэффициентов значимости, при этом максимальный балл за показатель составлял 5 баллов (рисунок 4.9).



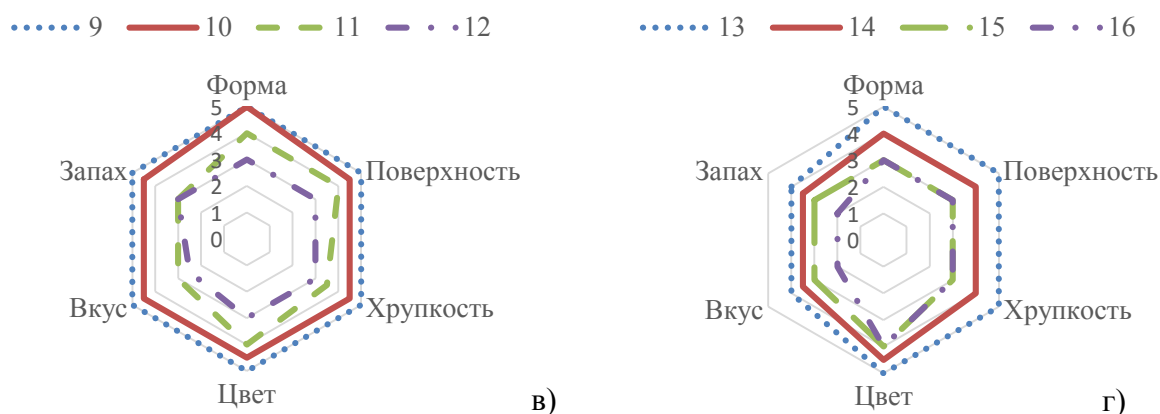


Рисунок 4.9 - Дегустационная оценка опытных образцов поликомпонентных растительных чипсов (№1-16) при соотношении пюре из яблочных выжимок и моркови столовой: а – 80:20, б - 70:30, в – 60:40, г – 50:50

По результатам дегустационной оценки по 10-балльной шкале с учетом коэффициентов значимости органолептических показателей максимальное количество баллов от 9,6 и 10 набрали образцы под номерами 1, 2, 5, 6 и 9. Образцы, где соотношение пюре из яблочных выжимок и моркови столовой составило 50:50 набрали от 9,2 до 5,5 баллов. Следует отметить, что с увеличением доли гороховой муки цвет готовых чипсов тускнеет. Для всех образцов чипсов характерен светло-коричневый цвет с оранжевым оттенком, который становится более насыщенным при увеличении концентрации морковного пюре. Наиболее гармоничный вкус с приятным карамельным привкусом наблюдался при соотношении яблочного и морковного пюре 60:40 и при добавлении 5% гороховой муки и 1% порошка из соцветий липы.

В процессе органолептической оценки новых видов чипсов осуществлялось не только визуальное определение их цвета, но и более подробное измерение цветовых характеристик с целью выявления отличий между образцами. Цветность была оценена путем измерения интенсивности цвета в трехмерном пространстве, которое состоит из трех характеристик цветового тона, насыщенности и светлоты. Эти характеристики измеряются в различных цветовых пространствах. Измерение происходит в цветовой системе

$L^*a^*b^*$ с использованием пары дополнительных цветов. Эта система позволяет описать цвет в универсальных единицах визуальной однородности. На приборе цвет описывается тремя величинами: L , a и b . Значение 100 соответствует белому цвету, а 0 - черному цвету. Размерности a и b обозначают красноту, серость, зелень и желтизну, серость, синеву, соответственно.

Измерение колориметрических показателей образцов чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и моркови столовой позволило определить различие в цветовых характеристиках между исследуемыми объектами (рисунок 4.10).

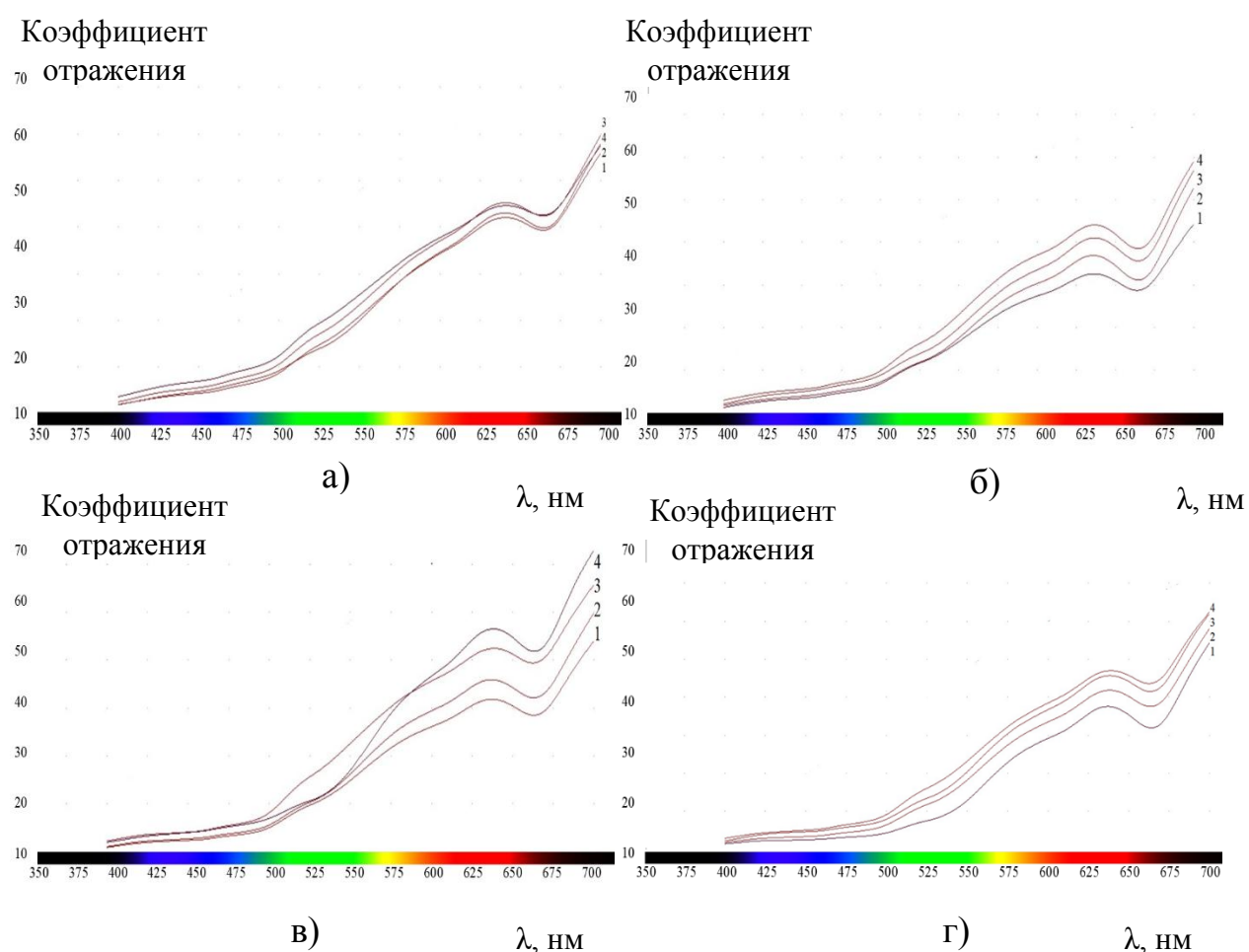


Рисунок 4.10 - Цветовые различия образцов чипсов в зависимости от соотношения пюре из яблочных выжимок и моркови столовой, %: а) 80:20; б) 70:30; в) 60:40; г) 50:50 и гороховой муки: 1 - 5%, 2 – 10%, 3 – 15%, 4 – 20% (порошок из соцветий липы – 1 %)

На рисунке 4.10 показаны различия в цвете между экспериментальными образцами чипсов с различным соотношением яблочных выжимок и морковного пюре (80:20%, 70:30%, 60:40%, 50:50%), концентрацией гороховой муки (5, 10, 15, 20%) и добавлением 1% порошка липы.

Измерение цвета при помощи спектроколориметра позволило получить точные значения цветовых параметров чипсов таких, как яркость, насыщенность и оттенок (таблица 4.7).

Таблица 4.7 - Показатели цветности опытных образцов чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и моркови столовой

№ образца	Процентное соотношение пюре из яблочных выжимок: пюре из моркови столовой: порошка из соцветий липы: гороховой муки	Показатели цветности		
		L, ед.	a, ед.	b, ед.
1	80:20:1:5	53,8±0,02	19,4±0,08	51,0±0,02
2	80:20:1:10	54,9±0,08	18,1±0,05	48,0±0,08
3	80:20:1:15	56,4±0,06	17,1±0,06	46,2±0,09
4	80:20:1:20	57,9±0,05	16,5±0,01	43,2±0,03
5	70:30:1:5	54,0±0,09	17,7±0,01	49,2±0,05
6	70:30:1:10	55,6±0,01	17,2±0,01	47,27±0,07
7	70:30:1:15	57,3±0,05	16,6±0,06	45,5±0,05
8	70:30:1:20	58,8±0,06	15,5±0,03	44,1±0,01
9	60:40:1:5	55,0±0,07	17,1±0,05	48,0±0,02
10	60:40:1:10	56,9±0,01	16,3±0,07	46,9±0,04
11	60:40:1:15	58,1±0,03	16,1±0,03	45,0±0,06
12	60:40:1:20	61,7±0,08	14,4±0,03	43,5±0,02
13	50:50:1:5	56,5±0,07	16,6±0,08	47,2±0,02
14	50:50:1:10	57,9±0,08	16,1±0,09	46,1±0,09
15	50:50:1:15	59,5±0,05	15,7±0,04	44,9±0,03
16	50:50:1:20	63,0±0,02	14,1±0,07	43,0±0,01

Увеличение содержания в опытных образцах чипсов пюре из моркови столовой с 20 до 50% приводит к снижению *a* и *b* показателей, так при

минимальном содержании гороховой муки в количестве 5% эта разница, соответственно, составила 14,4 и 7,5%, как следствие значение оси светлости (L) увеличилось на 5,0%.

К увеличению светлости приводит и повышение дозировки в рецептуре чипсов гороховой муки. Так, с увеличением дозировки муки гороховой с 5 до 20% при соотношении в чипсах яблочного и морковного пюре 80:20 значение оси светлости увеличилось на 7,6%, при 70:30 – на 8,9%, 60:40 – 12,2%, 50:50 – 11,5%, а значения показателей a и b уменьшились, соответственно, на 14,9 и 15,2%, 12,4 и 10,4%, 15,8 и 9,4%, 15,1 и 8,9%.

Значения b показателя для всех опытных образцов чипсов выше значений a показателя в 2,6-3 раза, что говорит о преобладании в изделиях желтизны, обусловленной наличием в продукте каротина и флавоноидов, которые известны как растительные пигменты, обуславливающие окраску фруктов, овощей и цветов. Красный, синий, фиолетовый цвета обусловлены наличием антоцианов, а желтый и оранжевый – каротином, флавонами, флавонолами, аурунами и халконами. Снижение значений показателей a и b с увеличением дозировки морковного пюре с 20% до 50%, вероятно, обусловлено большим содержанием в пюре из яблочных выжимок природных пигментов, обуславливающих цвета, описываемые данными показателями.

Характер влияния различных пропорций растительных компонентов в рецептуре чипсов на суммарное содержание в них водорастворимых антиоксидантов (ССА) отображен на рисунке 4.11.

Из анализа графика, изображенного на рисунке 4.11 следует, что с увеличением содержания во фруктово-овощной массе морковного пюре с 20 до 50% отмечается незначительное повышение антиоксидантной ценности, из-за большего содержания водорастворимых антиоксидантов в морковном пюре при добавлении гороховой муки, соответственно: 5% – на 6,4%, 10% – на 3,1%, 15% – на 3,6% и 20% – на 8,7%.

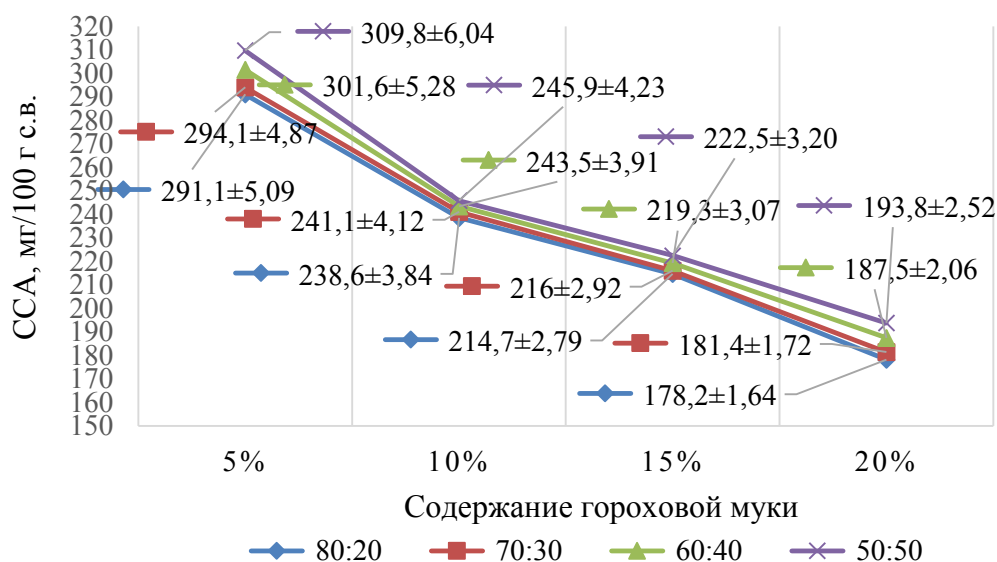


Рисунок 4.11 - Зависимость содержания антиоксидантов в чипсах от пропорций растительных компонентов в рецептурной смеси при следующем соотношении пюре из яблочных выжимок и моркови столовой: 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 (порошок из соцветий липы – 1%)

Повышение дозировки гороховой муки в рецептурной смеси с 5 до 20 % приводит к снижению антиоксидантной ценности чипсов, так как, из-за повышения плотности массы эффективность высушивания снижается, что приводит к повышению разрушения термолабильных антиоксидантов, так процент снижения составил для образцов при соотношении яблочного и морковного пюре 80:20, 70:30, 60:40 и 50:50 от 38,8 до 37,4%.

Исследование суммарного содержания антиоксидантов в опытных образцах чипсов влажностью 8% позволило выявить зависимость цветности от суммарного содержания антиоксидантов. Так, антиоксидантная ценность чипсов в большей степени определяется наличием в пюре из моркови столовой и яблочных выжимок, муке гороховой и порошке из соцветий липы водорастворимых природных полифенольных соединений, в частности флавоноидов.

Исследуемые образцы чипсов, лучшие по органолептическим характеристикам, имеют следующее суммарное содержание водорастворимых

антиоксидантов: №1 – 291,1 мг/100 г с.в. (267,8 мг/100 г); №2 – 238,6 мг/100 г с.в. (219,5 мг/100 г); №5 – 294,1 мг/100 г с.в. (270,6 мг/100 г); №6 – 241,1 мг/100 г с.в. (221,8 мг/100 г) и №9 – 301,6 мг/100 г с.в. (277,5 мг/100 г). Таким образом, максимальное содержание антиоксидантов отмечено у образца чипсов, где процентное соотношение пюре из яблочных выжимок и моркови столовой, порошка из соцветий липы и гороховой муки составило 60:40:1:5.

Основным показателем, характеризующим пищевую ценность чипсов является суммарное содержание антиоксидантов, результаты по его изменению, полученные экспериментальным путем, в зависимости от дозировки пюре из моркови столовой при равном количестве гороховой муки 5% и порошка из соцветий липы 1%, подвергались статической обработке. Данные для получения искомой статической характеристики обрабатывали методом регрессионного анализа (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Данные для получения статической характеристики линейного одномерного объекта

Концентрация пюре из моркови столовой, %	Значения ССА, полученные экспериментальным путем (в трех повторностях), мг/100 г с.в.			Средние значения ССА, мг/100 г с.в.	Количество повторностей, ед.	Значения ССА, полученные расчетным методом, мг/100 г с.в.
X	Y1	Y2	Y3	Y ср.	Pi	Y расч.
20	290,74	292,11	290,40	291,083	3	289,6300
30	294,09	294,51	293,68	294,093	3	295,9516
40	301,44	301,63	301,82	301,630	3	302,2733
50	309,75	309,64	309,54	309,643	3	308,5950

С помощью полученных результатов мы можем выявить зависимость средних данных, полученных экспериментальным путем, и расчетных данных ССА (рисунок 4.12).

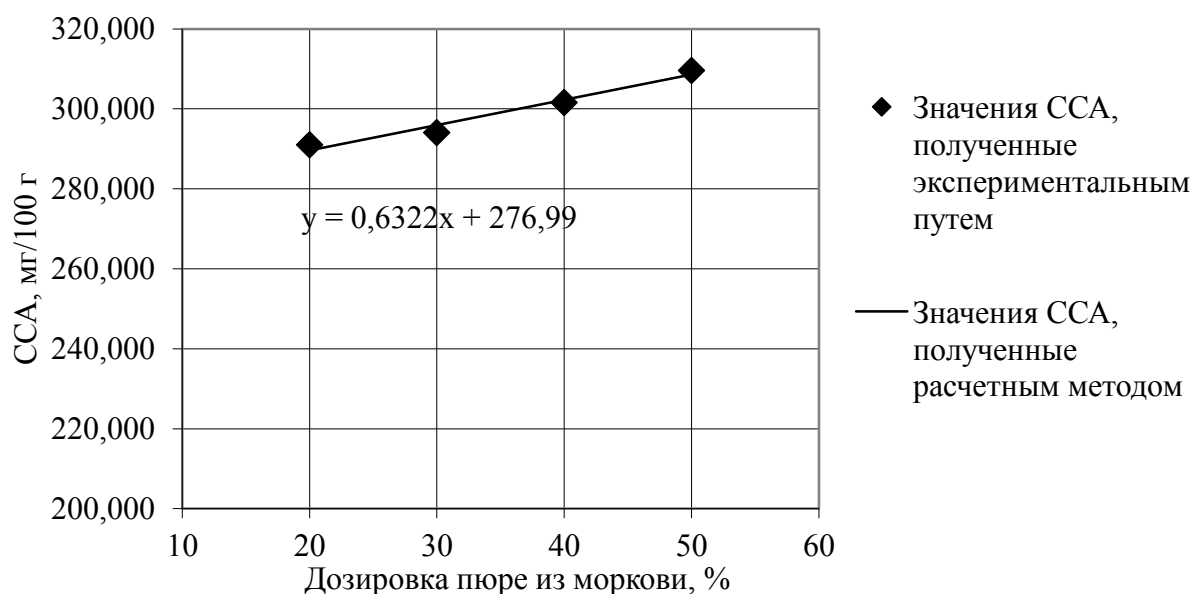


Рисунок 4.12 - График зависимости средних данных, полученных экспериментальным путем, и расчетных данных ССА

На данном рисунке отображено линейное уравнение регрессии, с помощью которого можно найти значение заданного суммарного содержания антиоксидантов при определенной концентрации пюре из моркови столовой. Так, значение ССА 305,0 мг/100 г с.в. будет достигнуто введением 44,3% пюре из моркови столовой.

Исследования по влиянию различных пропорций растительных компонентов в рецептуре чипсов на физико-химические, реологические и органолептические свойства теста и готовых изделий показали, что наилучшие результаты были достигнуты при соотношении пюре из яблочных выжимок и морковного равном 60:40, доле гороховой муки и порошка из соцветий липы 5% и 1% к фруктово-овощной смеси, при которых антиоксидантная ценность (по кверцетину) составила 277,5 мг/100 г (301,6 мг/100 г с.в.).

4.3 Моделирование рецептурного состава чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и тыквы с добавлением муки кукурузной и порошка из соцветий календулы

Для приготовления опытных образцов чипсов яблочные выжимки и тыкву перерабатывали в пюре, соцветия календулы в порошок.

Тыквенное пюре получали традиционным способом, для этого зрелые плоды сортировали, убирая непригодные для переработки, а также посторонние примеси, далее для удаления загрязнений с поверхности тыквы ее мыли вручную с помощью щеток в чистой проточной воде с последующим ополаскиванием и итоговой инспекцией сырья. Подготовленные плоды тыквы резали ножом – «гильотиной» на сегменты 50-70 мм, очищали от семян и внутренней пленки, затем измельчали на кусочки одинакового размера 20-30 мм в овощерезке и бланшировали. Для получения пюре размягченную тыкву пропускали через протирачную машину с диаметром отверстий сит 1,2...1,5 мм и 0,7...0,8 мм [98].

Яблочные выжимки перерабатывали в пюре способом, описанным выше.

Соцветия календулы заготавливали в начале распускания краевых цветков вручную, срезая ножницами или секаторами в сухую солнечную погоду. Соцветия сортировали по качеству с последующей инспекцией, далее укладывали их равномерно в один слой на сетчатые поддоны для дальнейшей сушки в универсальном инфракрасном сушильном шкафу «Универсал-СД-4» при температуре 40 °С в течение 165 мин [27] до достижения конечной влажности сырья не более 10% с последующим охлаждением, повторной сортировкой, заключающейся в удалении сырья, изменившего при сушке окраску, измельчением, просеиванием и упаковкой.

Пюре из яблочных выжимок выступает в качестве источника пищевых волокон (4,5 г/100 г) и водорастворимых антиоксидантов (30 мг/100 г по кверцетину). Тыквенное пюре и порошок из соцветий календулы отличаются высоким содержанием каротина (14 и 21 мг/100 г). Кукурузная мука является

источником селена (10,5 мкг/100 г), являющегося компонентом действующего в клетках организма человека антиоксидантного фермента и, соответственно, участвует в работе антиоксидантных систем. Пюре яблочное из выжимок и тыквенное являются основным источником сахаров, содержание которых составляет в среднем 9 и 8 г/100 г [16, 50, 59, 61, 87].

Опытные рецептуры поликомпонентных растительных чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и тыквы представлены в таблице 4.9.

Пюре из яблочных выжимок смешивали с тыквенным пюре в пропорциях 80:20, 70:30, 60:40 и 50:50 и взбивали в месильной машине до получения пышной, однородной массы, далее к полученной фруктово-овощной смеси добавляли кукурузную муку для получения стабильной системы в дозировке от 5 до 20% с шагом 5% и порошок из соцветий календулы - 1%, которые предварительно смешивали, далее полученную смесь тщательно перемешивали. Добавка порошка из соцветий календулы более 1% отрицательно сказывается на вкусовых свойствах готовых чипсов, придавая им горечь.

Таблица 4.9 – Опытные рецептуры поликомпонентных растительных чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и тыквы

№ опытного образца	Пюре из яблочных выжимок, %	Пюре из тыквы (сорт Мичуринская), %	Порошок из соцветий календулы, %	Кукурузная мука, %
1	80	20	1	5
2	80	20	1	10
3	80	20	1	15
4	80	20	1	20
5	70	30	1	5
6	70	30	1	10
7	70	30	1	15
8	70	30	1	20
9	60	40	1	5
10	60	40	1	10
11	60	40	1	15
12	60	40	1	20
13	50	50	1	5
14	50	50	1	10
15	50	50	1	15
16	50	50	1	20

* Порошок из соцветий календулы и кукурузная мука добавляются к массе фруктово-овощного пюре.

Изменение влажности опытных образцов теста из яблочно-тыквенной смеси с кукурузной мукой и порошком из соцветий календулы для чипсов в зависимости от пропорций компонентов представлено в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Влажность опытных образцов теста для поликомпонентных растительных чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и тыквы

Соотношение пюре из яблочных выжимок и тыквы	Влажность опытных образцов теста %			
	№1	№2	№3	№4
80:20	77,8 $\pm$ 0,32	71,4 $\pm$ 0,28	69,8 $\pm$ 0,26	65,9 $\pm$ 0,23
	№5	№6	№7	№8
70:30	81,0 $\pm$ 0,34	78,3 $\pm$ 0,33	74,8 $\pm$ 0,30	71,9 $\pm$ 0,27
	№9	№10	№11	№12
60:40	81,7 $\pm$ 0,35	78,5 $\pm$ 0,35	75,3 $\pm$ 0,31	72,6 $\pm$ 0,28
	№13	№14	№15	№16
50:50	82,5 $\pm$ 0,38	79,4 $\pm$ 0,36	75,8 $\pm$ 0,32	72,8 $\pm$ 0,32

При повышении дозировки тыквенного пюре с 20 до 50% во фруктово-овощной массе влажность готового теста опытных образцов чипсов (№1-16) возрастает на 4,7-8%, что обусловлено меньшим содержанием сухих веществ в тыквенном пюре по сравнению с пюре из яблочных выжимок. Во всех опытных образцах с повышением доли кукурузной муки к фруктово-овощной массе с 5 до 20% влажность готового теста снижается на 9,1-11,9%, что также объясняется большим содержанием сухих веществ в кукурузной муке в сравнении с фруктово-овощной массой.

Влияние различных пропорций растительных компонентов в рецептурной смеси чипсов на вязкость теста изображено на рисунке 4.13.

С увеличением доли тыквенного пюре во фруктово-овощной массе с 20 до 50% в опытных образцах теста для чипсов под номерами 1-16 вязкость снижалась в среднем на 32%, что обусловлено ростом влажности и снижением содержания пищевых волокон яблочных выжимок, приводящее к разжижению массы, что в свою очередь затрудняет процесс формования изделий.

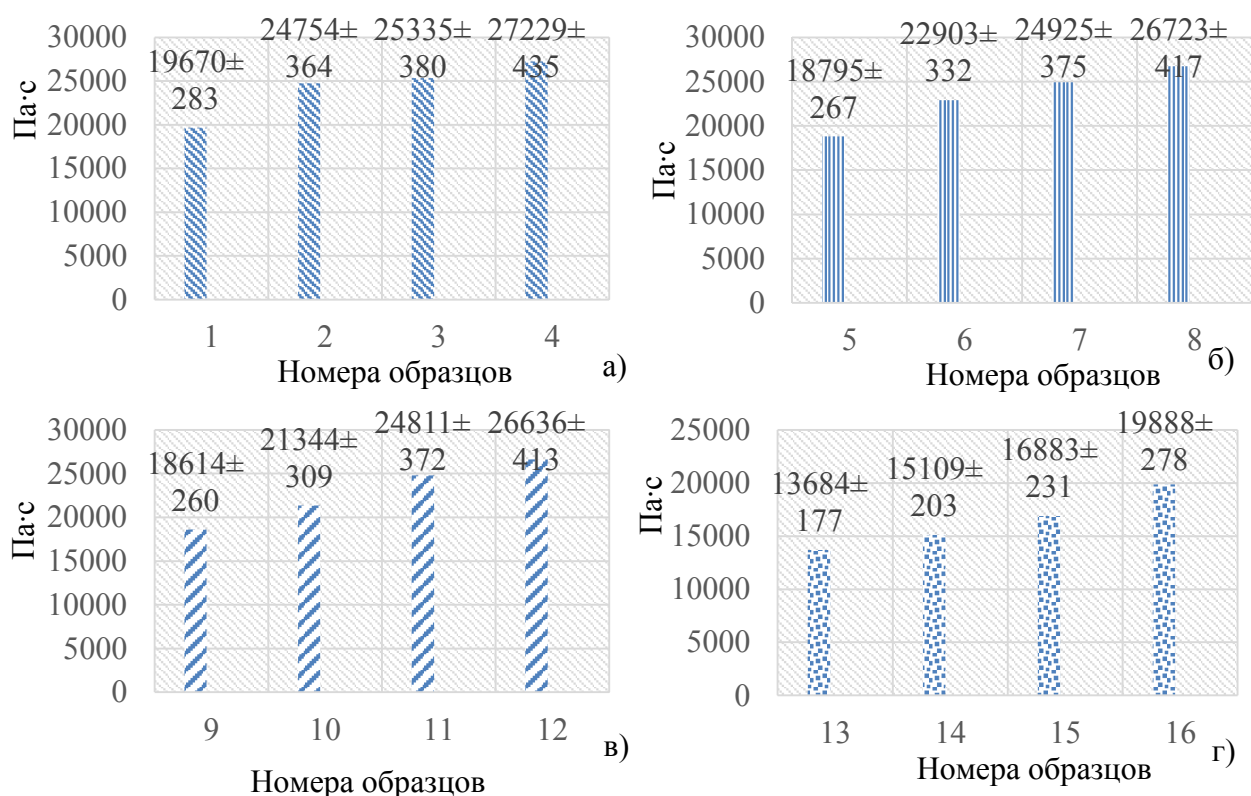


Рисунок 4.13 - Зависимость вязкости теста от пропорций растительных компонентов в рецептурной смеси чипсов при следующем соотношении пюре из яблочных выжимок и тыквы: а – 80:20, б - 70:30, в – 60:40, г – 50:50

При этом с увеличением в рецептуре опытных образцов чипсов содержания кукурузной муки с 5 до 20% наблюдалась противоположная тенденция, то есть вязкость теста увеличилась в среднем на 42%, из-за роста количества сухих веществ, в том числе пищевых волокон кукурузной муки.

На следующем этапе исследований готовили опытные образцы чипсов по представленным в таблице 4.9 рецептурам. Приготовленную яблочно-тыквенную массу с добавлением порошка из соцветий календулы и кукурузной муки раскатывали в пласт толщиной не более 2 мм, нарезали на квадраты размером 50x50 мм и сушили инфракрасно-конвективным способом в универсальном инфракрасном сушильном шкафу «Универсал-СД-4» при температуре 50 °С до влажности 8%.

Готовые чипсы исследовали по показателю хрупкости, динамика которой представлена на рисунке 4.14.

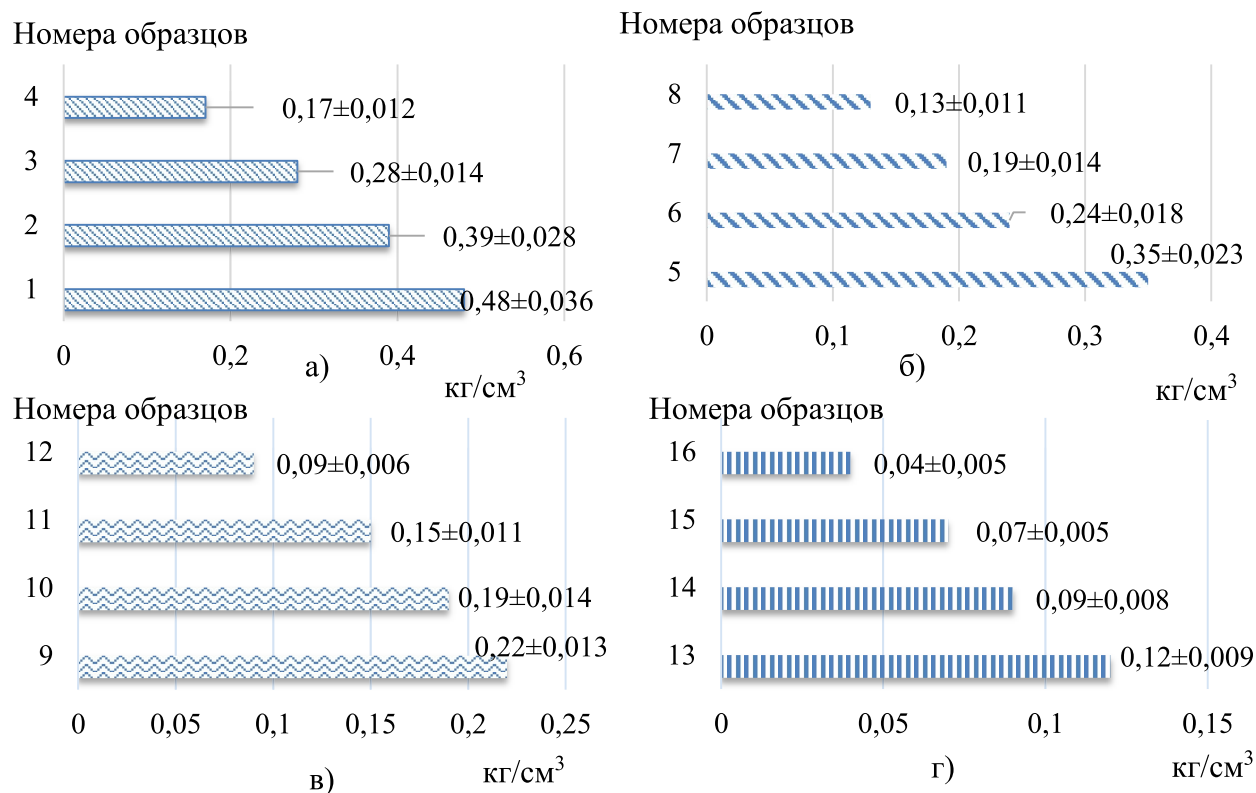


Рисунок 4.14 – Хрупкость чипсов в зависимости от пропорций растительных компонентов в рецептурной смеси при следующем соотношении пюре из яблочных выжимок и тыквы: а – 80:20, б - 70:30, в – 60:40, г – 50:50

С увеличением содержания кукурузной муки в рецептуре чипсов с 5 до 20% хрупкость изделий повышается в среднем на 63%, что обусловлено увеличением содержания сухих веществ, в том числе пищевых волокон в системе, которые участвуют в формировании пористой структуры изделий, но с увеличением дозировки до 20% наблюдается излишняя хрупкость, вызванная формированием на поверхности трещин различных размеров.

При увеличении доли тыквенного пюре во фруктово-овощной массе чипсов с 20 до 50% также наблюдается увеличение хрупкости в среднем на 76%, что обусловлено разжижением системы и снижением стабильности готовых изделий при внешнем воздействии, поэтому при дозировке 50% изделия получаются тонкими и очень хрупкими.

Важная роль при проектировании новых пищевых продуктов отводится органолептическим показателям, для оценки которых проводили дегустацию

опытных образцов поликомпонентных растительных чипсов по 10-балльной шкале с учетом коэффициентов значимости, при этом максимальный балл за показатель составлял 5 баллов (рисунок 4.15).

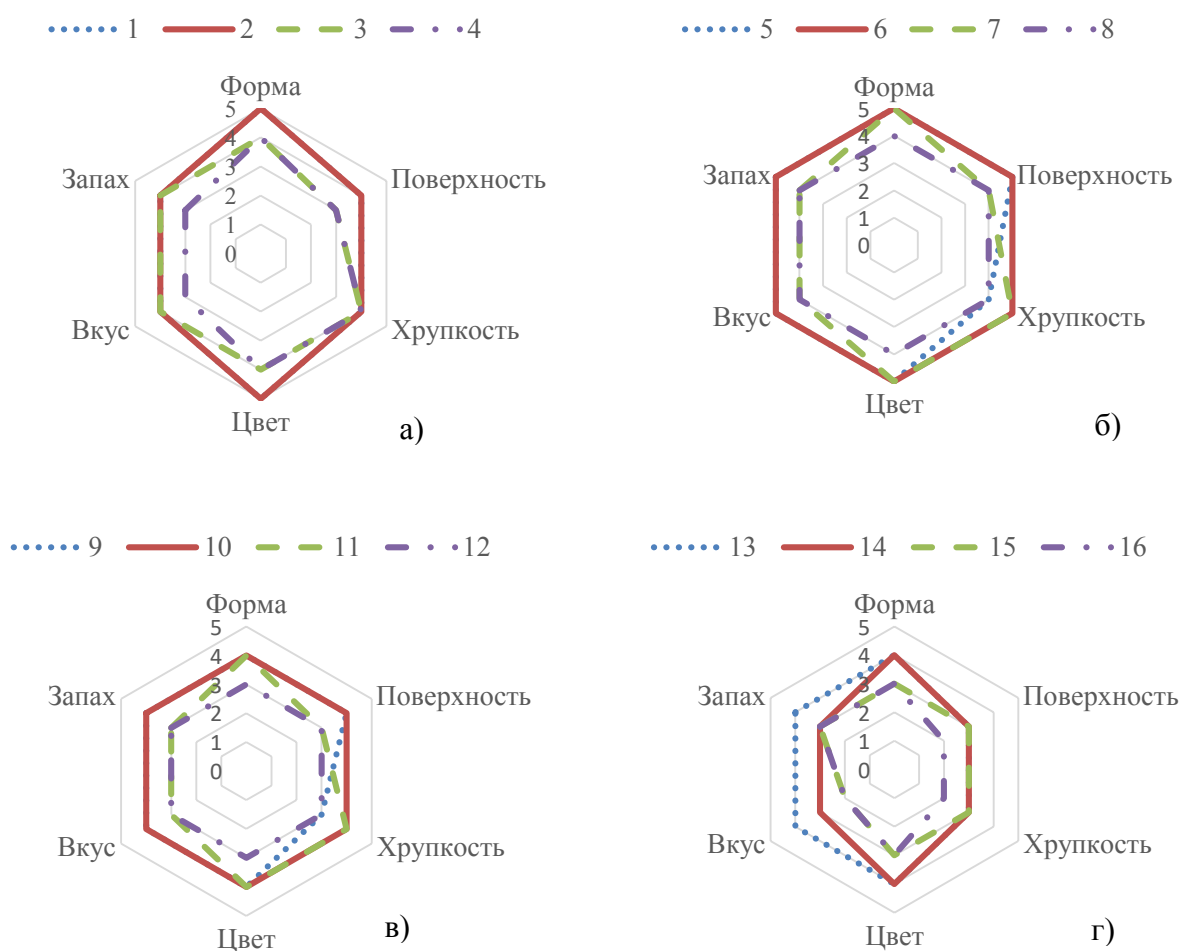


Рисунок 4.15 – Дегустационная оценка опытных образцов поликомпонентных растительных чипсов (№1-16) при соотношении пюре из яблочных выжимок и тыквы: а – 80:20, б - 70:30, в – 60:40, г – 50:50

По результатам дегустационной оценки по 10-балльной шкале с учетом коэффициентов значимости органолептических показателей максимальное количество баллов 9,5 и 10 набрали образцы под номерами 5 и 6, где соотношение пюре из яблочных выжимок и тыквенного составило 70:30, а доля кукурузной муки к фруктово-овощной массе – 5 и 10%, соответственно. Для всех образцов чипсов характерен светло-коричневых цвет с желтым оттенком,

который становится более насыщенным при увеличении концентрации тыквенного пюре.

В процессе органолептической оценки новых видов чипсов осуществлялось не только визуальное определение их цвета, но и более подробное измерение цветовых характеристик. Измерение колориметрических показателей образцов чипсов позволило определить различие в цветовых характеристиках между исследуемыми объектами (рисунок 4.16).

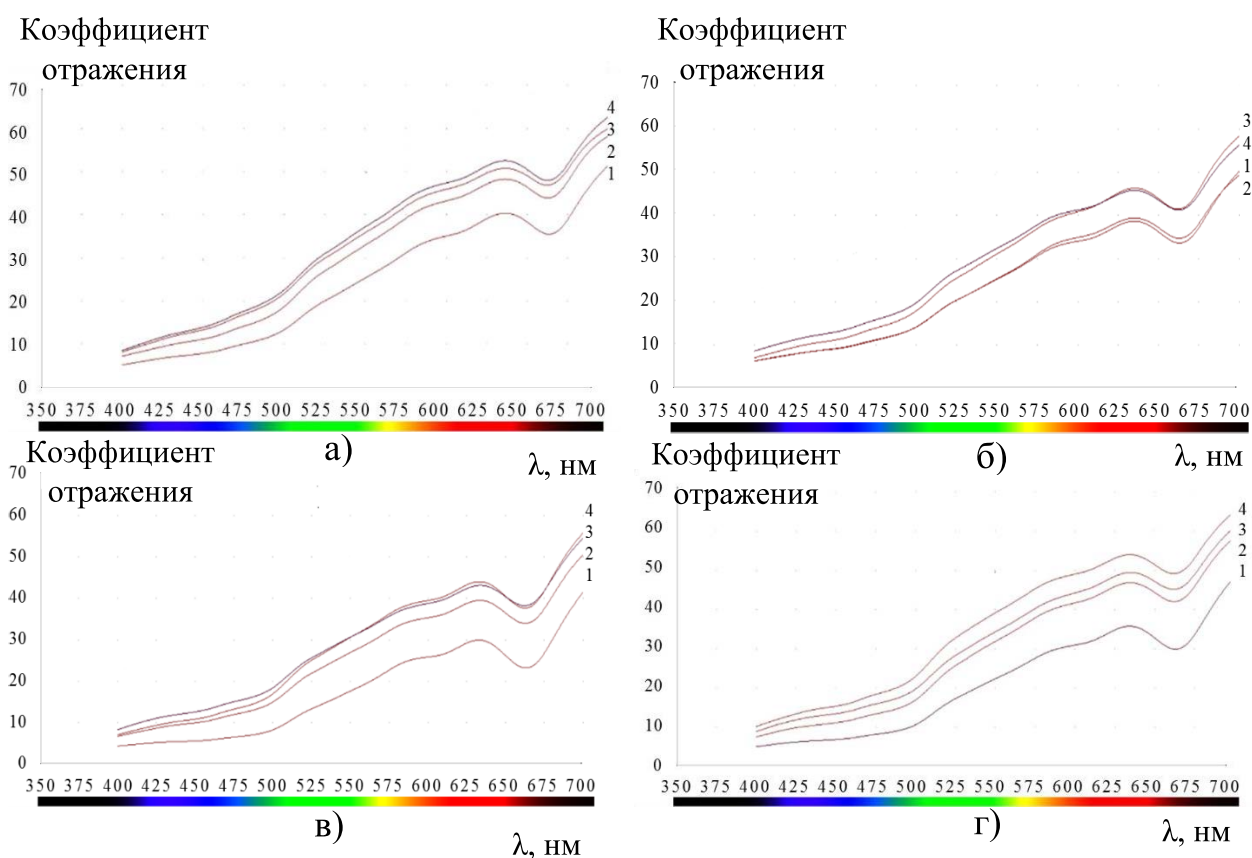


Рисунок 4.16 - Цветовые различия образцов чипсов в зависимости от соотношения пюре из яблочных выжимок и тыквы, %: а) 80:20; б) 70:30; в) 60:40; г) 50:50 и кукурузной муки: 1 - 5%, 2 – 10%, 3 – 15%, 4 – 20% (порошок из соцветий календулы – 1%)

На рисунке 4.16 показаны различия в цвете между экспериментальными образцами чипсов с различным соотношением яблочных выжимок и тыквенного пюре (80:20%, 70:30%, 60:40%, 50:50%), концентрацией кукурузной муки (5, 10,

15, 20%) и добавлением 1% порошка из соцветий календулы.

Измерение цвета при помощи спектроколориметра позволило получить точные значения цветовых параметров чипсов таких, как яркость, насыщенность и оттенок (таблица 4.11).

Таблица 4.11 - Показатели цветности опытных образцов чипсов на основе пюре яблочных выжимок и тыквы

№ образца	Процентное соотношение пюре из яблочных выжимок: пюре из тыквы: порошка из соцветий календулы: кукурузной муки	Показатели цветности		
		L, ед.	a, ед.	b, ед.
1	80:20:1:5	57,2 $\pm$ 0,08	12,7 $\pm$ 0,01	39,5 $\pm$ 0,07
2	80:20:1:10	63,6 $\pm$ 0,01	11,2 $\pm$ 0,06	38,8 $\pm$ 0,01
3	80:20:1:15	65,8 $\pm$ 0,05	10,9 $\pm$ 0,04	37,8 $\pm$ 0,08
4	80:20:1:20	66,8 $\pm$ 0,01	9,8 $\pm$ 0,03	37,0 $\pm$ 0,01
5	70:30:1:5	57,44 $\pm$ 0,04	11,7 $\pm$ 0,06	37,3 $\pm$ 0,06
6	70:30:1:10	59,2 $\pm$ 0,05	11,0 $\pm$ 0,05	37,0 $\pm$ 0,07
7	70:30:1:15	62,2 $\pm$ 0,03	10,1 $\pm$ 0,08	36,1 $\pm$ 0,01
8	70:30:1:20	63,2 $\pm$ 0,01	9,5 $\pm$ 0,05	35,0 $\pm$ 0,09
9	60:40:1:5	58,4 $\pm$ 0,05	11,3 $\pm$ 0,02	34,9 $\pm$ 0,02
10	60:40:1:10	60,9 $\pm$ 0,08	10,4 $\pm$ 0,08	34,2 $\pm$ 0,04
11	60:40:1:15	63,2 $\pm$ 0,06	9,9 $\pm$ 0,01	33,5 $\pm$ 0,01
12	60:40:1:20	63,4 $\pm$ 0,02	9,0 $\pm$ 0,06	33,4 $\pm$ 0,04
13	50:50:1:5	59,0 $\pm$ 0,08	10,8 $\pm$ 0,05	34,5 $\pm$ 0,06
14	50:50:1:10	62,6 $\pm$ 0,01	10,1 $\pm$ 0,08	34,0 $\pm$ 0,08
15	50:50:1:15	64,6 $\pm$ 0,08	9,7 $\pm$ 0,01	33,3 $\pm$ 0,09
16	50:50:1:20	68,0 $\pm$ 0,05	8,2 $\pm$ 0,01	32,0 $\pm$ 0,05

Увеличение содержания в опытных образцах чипсов тыквенного пюре с 20 до 50% приводит к снижению *a* и *b* показателей, так при минимальном содержании кукурузной муки в количестве 5% эта разница, соответственно, составила 15,0 и 12,7%, как следствие значение оси светлости (*L*) увеличилось на 3,2%.

К увеличению светлости приводит и повышение дозировки в рецептуре чипсов кукурузной муки. Так, с увеличением дозировки кукурузной муки с 5 до 20% при соотношении в чипсах яблочного и тыквенного пюре 80:20 значение оси светлости увеличилось на 16,8%, при 70:30 – на 10%, 60:40 – 8,6%, 50:50 – 15,3%, а значения показателей a и b уменьшились, соответственно, на 22,8 и 6,3%, 18,8 и 6,3%, 20,4 и 4,3%, 24,1 и 7,2 %.

Значения b показателя для всех опытных образцов чипсов выше значений a показателя в 3,1-3,9 раза, что говорит о преобладании в изделиях желтизны, обусловленной наличием в продукте каротина и флавоноидов, которые известны как растительные пигменты, обуславливающие окраску фруктов, овощей и цветов. Красный, синий, фиолетовый цвета обусловлены наличием антоцианов, а желтый и оранжевый – каротином, флавонами, флавонолами, аурунами и халконами. Снижение значений показателей a и b с увеличением дозировки тыквенного пюре с 20% до 50%, вероятно, обусловлено большим содержанием в пюре из яблочных выжимок природных пигментов, обуславливающих цвета, описываемые данными показателями.

Так как входящие в состав поликомпонентных растительных чипсов растительные ингредиенты являются источниками природных антиоксидантов, то целесообразным считали определение в них суммарного содержания антиоксидантов (по кверцетину) амперометрическим методом.

Характер влияния различных пропорций растительных компонентов в рецептуре чипсов на суммарное содержание в них водорастворимых антиоксидантов (ССА) отображен на рисунке 4.17.

Из рисунка 4.17 следует, что с увеличением содержания во фруктово-овощной массе тыквенного пюре с 20 до 50% отмечается снижение антиоксидантной ценности, из-за меньшего содержания водорастворимых антиоксидантов в тыквенном пюре и увеличения времени сушки заготовок чипсов, обусловленное повышением их влажности, что приводит разрушению термолабильных антиоксидантов, которое составило при добавлении кукурузной муки 5% - 41%, 10% - 52%, 15% - 59% и 20% - 61%.

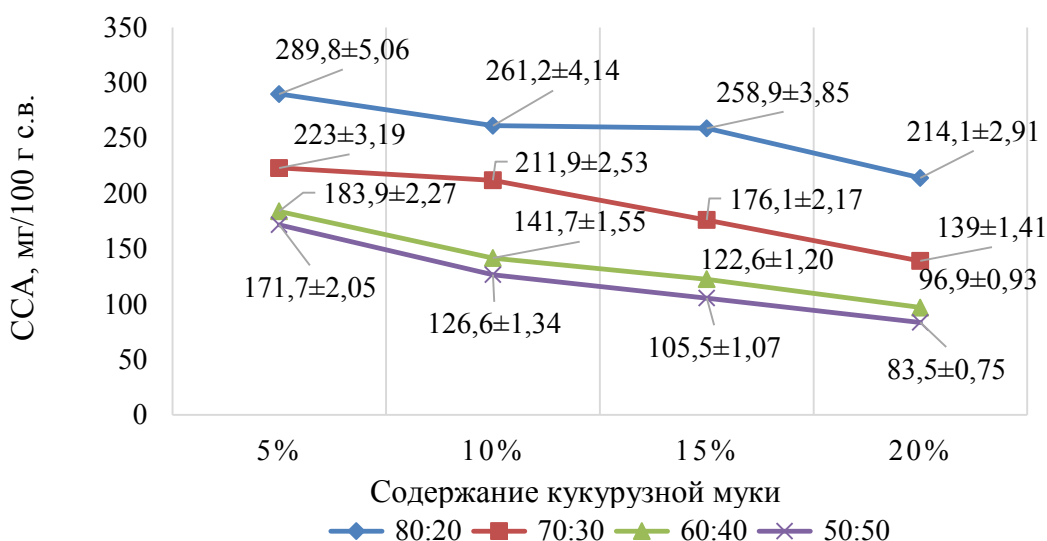


Рисунок 4.17 – Зависимость содержания антиоксидантов в чипсах от пропорций растительных компонентов в рецептурной смеси при следующем соотношении пюре из яблочных выжимок и тыквы: 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 (порошок из соцветий календулы – 1 %)

Повышение дозировки кукурузной муки в рецептурной смеси с 5 до 20 % также, из-за меньшего содержания в ней водорастворимых антиоксидантов по сравнению с пюре из яблочных выжимок, приводит к снижению содержания антиоксидантов в чипсах, так процент снижения составил 26, 38, 47 и 51% для образцов при соотношении яблочного и тыквенного пюре 80:20, 70:30, 60:40 и 50:50, соответственно.

Антиоксидантная ценность чипсов, в большей степени определяется наличием в пюре из тыквы, яблочных выжимок и порошке соцветий календулы водорастворимых природных полифенольных соединений, в частности флавоноидов, которые известны как растительные пигменты, обуславливающие окраску фруктов, овощей и цветов.

Сопоставление полученных экспериментальных данных по цветности и суммарному содержанию антиоксидантов показывает, что чем выше содержание

антиоксидантов в опытных образцах чипсов, тем большая концентрация в них флавоноидов и, соответственно, выше концентрация пигментов красного, желтого и синего цветов. Так, самым высоким содержанием антиоксидантов характеризуются образцы чипсов при соотношении пюре из яблочных выжимок и тыквы 80:20, дозировках кукурузной муки 5% и порошка из соцветий календулы 1%, где данное значение равняется 289,8 мг/100 г с.в. (266,6 мг/100 г), а самое низкое значение 83,5 мг/100 г с.в. (76,8 мг/100 г) определено у чипсов, в которых соотношении пюре из яблочных выжимок и тыквенного 50:50, дозировка кукурузной муки 20% и порошка из соцветий календулы 1%. Снижение содержания водорастворимых антиоксидантов, в частности флавоноидов, при увеличении дозировки пюре из тыквы и кукурузной муки обусловлено меньшим содержанием в них указанных антиоксидантов.

Основным показателем, характеризующим пищевую ценность чипсов является суммарное содержание антиоксидантов, результаты по его изменению, полученные экспериментальным путем, в зависимости от дозировки пюре из тыквы при равном количестве кукурузной муки 10% и порошка из соцветий календулы 1%, подвергались статической обработке. Данные для получения искомой статической характеристики обрабатывали методом регрессионного анализа (таблица 4.12).

Таблица 4.12 – Данные для получения статической характеристики линейного одномерного объекта

Концентрация пюре из тыквы, %	Значения ССА, полученные экспериментальным путем (в трех повторностях), мг/100 г с.в.			Средние значения ССА, мг/100 г с.в.	Количество повторностей, ед.	Значения ССА, полученные расчетным методом, мг/100 г с.в.
X	Y1	Y2	Y3	Y ср.	Pi	Y расч.
20	261,15	261,05	261,25	261,150	3	244,4164
30	211,71	211,85	211,99	211,850	2	203,4242
40	141,53	141,94	141,73	141,733	3	162,4320
50	126,62	127,47	125,77	126,620	3	121,4398

С помощью полученных результатов мы можем выявить зависимость средних данных, полученных экспериментальным путем, и расчетных данных ССА (рисунок 4.18).

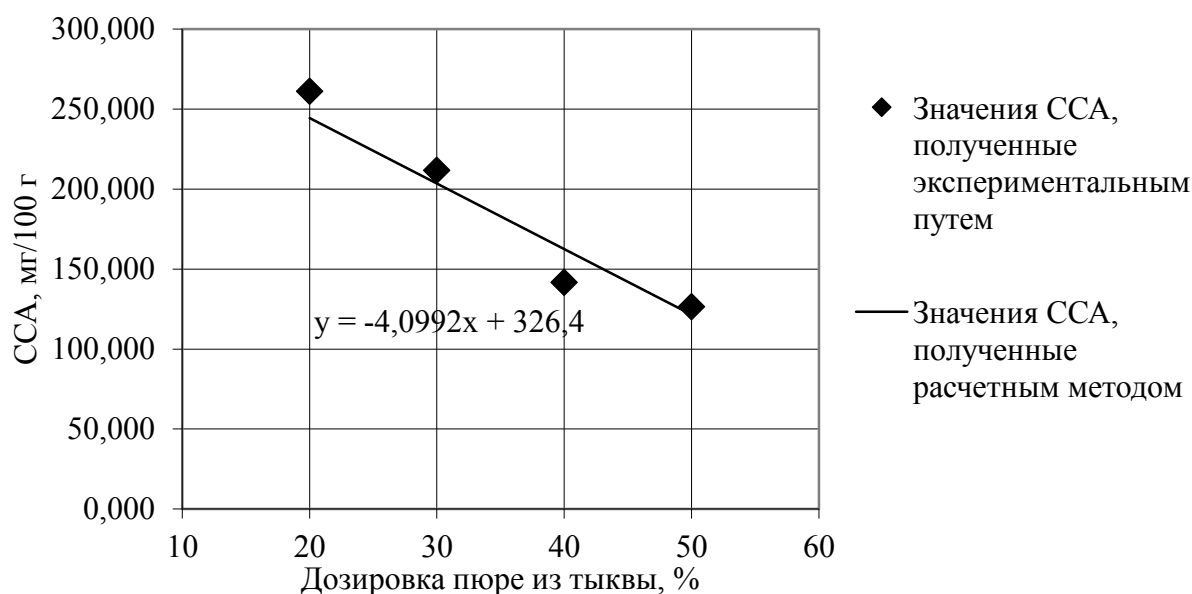


Рисунок 4.18 - График зависимости средних данных, полученных экспериментальным путем, и расчетных данных ССА

На данном рисунке отображено линейное уравнение регрессии, с помощью которого можно найти значение заданного суммарного содержания антиоксидантов при определенной концентрации пюре из тыквы. Так, значение ССА 220,0 мг/100 г с.в. будет достигнуто введением 26% пюре из тыквы.

Исследования по влиянию различных пропорций растительных компонентов в рецептуре чипсов на физико-химические, реологические и органолептические свойства теста и готовых изделий показали, что наилучшие результаты были достигнуты при соотношении пюре из яблочных выжимок и тыквы равном 70:30, доле кукурузной муки и порошка календулы 10% и 1% к фруктово-овощной смеси, при которых антиоксидантная ценность (по кверцетину) составила 194,9 мг/100г (211,9 мг/100 г с.в.).

4.4 Моделирование рецептурного состава чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и рябины черноплодной с добавлением муки овсяной и порошка из травы зверобоя

Для приготовления опытных образцов чипсов яблочные выжимки и черноплодную рябину перерабатывали в пюре.

Процесс производства пюре из черноплодной рябины включал следующие этапы: отделение от веточек, сортировка по качеству и инспекция на роликовом транспортере, мойка в чистой проточной воде с использованием специализированных моечных машин таких, как вибрационные. Далее подготовленные плоды подвергались бланшированию, после их размягчения протирались на протирачных машинах с диаметром отверстий сит № 1 - 1,2 мм и № 2 - 0,8 мм с целью отделения мякоти от кожицы, семян и получения пюре, которое затем подвергалось гомогенизации [98].

Трава зверобоя в работе использованы в виде порошка, полученного следующим образом: для получения порошка траву зверобоя заготавливали в фазе цветения до появления зрелых плодов в сухую погоду вручную ножницами, либо секатором. Далее траву сортировали по качеству и проводили инспекцию, затем ее равномерно укладывали в один слой на сетчатые поддоны для сушки в универсальном инфракрасном сушильном шкафу «Универсал-СД-4» при температуре 40 °С в течение 210 мин [27] до достижения конечной влажности сырья не более 10%. После этого сырье охлаждали и повторно сортировали, затем измельчали, просеивали и упаковывали.

Пюре из яблочных выжимок получали по технологии, описанной выше по тексту.

Пюре из яблочных выжимок выступает в качестве источника пищевых волокон (4,5 г/100 г) и водорастворимых антиоксидантов (30 мг/100 г по кверцетину). Пюре из черноплодной рябины и порошок из травы зверобоя отличаются высоким содержанием флавоноидов (1094,9-1304,6 мг/100 г и 564,5

мг/100 г) и жирорастворимого антиоксиданта – β -каротина (4,12-8,95 мг/100г и 8,99 мг/100 г). Овсяная мука является источником пищевых волокон (2,9 г на 100 г). Пюре яблочное из выжимок и из рябины черноплодной являются основным источником сахаров, содержание которых составляет в среднем 9 и 14 г/100 г [54, 60, 78, 87].

Рецептуры опытных образцов чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины с различными пропорциями растительных компонентов представлены в таблице 4.13.

Таблица 4.13 - Опытные рецептуры поликомпонентных растительных чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины

№ опытного образца	Пюре из яблочных выжимок, %	Пюре из черноплодной рябины (сорт Вениса), %	Порошок из травы зверобоя, %	Мука овсяная, %
1	80	20	1	5
2	80	20	1	10
3	80	20	1	15
4	80	20	1	20
5	70	30	1	5
6	70	30	1	10
7	70	30	1	15
8	70	30	1	20
9	60	40	1	5
10	60	40	1	10
11	60	40	1	15
12	60	40	1	20
13	50	50	1	5
14	50	50	1	10
15	50	50	1	15
16	50	50	1	20

Пюре из яблочных выжимок смешивали с пюре из рябины черноплодной в пропорциях 80:20, 70:30, 60:40 и 50:50 и взбивали в месильной машине до получения пышной, однородной массы, далее к полученной фруктово-ягодной смеси добавляли овсяную муку для получения стабильной системы в дозировке от 5 до 20% с шагом 5% и порошок из травы зверобоя - 1%, которые предварительно смешивали, далее полученную смесь тщательно перемешивали.

Добавка порошка из травы зверобоя более 1% отрицательно сказывается на вкусовых свойствах готовых чипсов, придавая им травянистый (лекарственный) привкус.

Изменение влажности опытных образцов теста из яблочно-рябиновой смеси с овсяной мукой и порошком из травы зверобоя для чипсов в зависимости от пропорций компонентов представлено в таблице 4.14.

Таблица 4.14 - Влажность опытных образцов теста для поликомпонентных растительных чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины

Соотношение пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины	Влажность опытных образцов теста %			
	№1	№2	№3	№4
80:20	89,7 $\pm$ 0,41	80,2 $\pm$ 0,36	70,0 $\pm$ 0,30	65,2 $\pm$ 0,28
	№5	№6	№7	№8
70:30	86,1 $\pm$ 0,37	75,0 $\pm$ 0,34	65,0 $\pm$ 0,25	63,8 $\pm$ 0,26
	№9	№10	№11	№12
60:40	77,5 $\pm$ 0,33	74,2 $\pm$ 0,32	64,8 $\pm$ 0,24	63,4 $\pm$ 0,22
	№13	№14	№15	№16
50:50	68,6 $\pm$ 0,28	67,6 $\pm$ 0,26	58,6 $\pm$ 0,20	57,5 $\pm$ 0,20

При повышении дозировки рябинового пюре с 20 до 50% во фруктово-ягодной массе влажность готового теста опытных образцов чипсов (№1-16) снижается на 21,1-7,7%, что обусловлено большим содержанием сухих веществ в рябиновом пюре по сравнению с пюре из яблочных выжимок. Во всех опытных образцах с повышением доли овсяной муки к фруктово-ягодной массе с 5 до 20% влажность готового теста снижается на 11,1-24,5%, что также объясняется большим содержанием сухих веществ в овсяной муке в сравнении с фруктово-ягодной массой.

Влияние различных пропорций растительных компонентов в рецептурной смеси чипсов на вязкость теста изображено на рисунке 4.19.

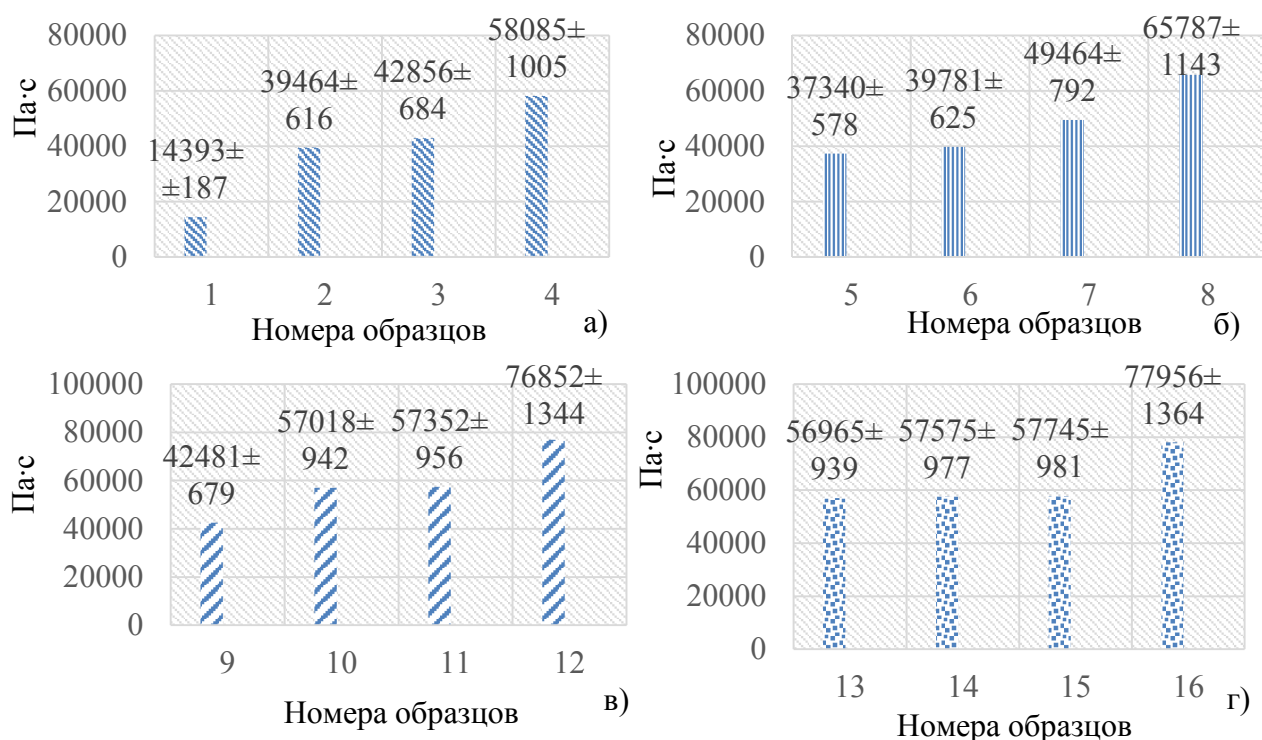


Рисунок 4.19 - Зависимость вязкости теста от пропорций растительных компонентов в рецептурной смеси чипсов при следующем соотношении пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины: а – 80:20, б - 70:30, в – 60:40, г – 50:50

С увеличением доли рябинового пюре во фруктово-ягодной массе с 20 до 50% в опытных образцах теста для чипсов под номерами 1-16 вязкость увеличивалась в 1,4-4 раза, что обусловлено ростом содержания сухих веществ в системе, из-за частичной замены пюре из яблочных выжимок на рябиновое пюре, где влажность ниже. При этом, с увеличением в рецептуре опытных образцов чипсов содержания овсяной муки с 5 до 20% наблюдалась такая же тенденция, то есть вязкость теста увеличилась в 1,4-4 раза, из-за роста количества сухих веществ и растворимой клетчатки овсяной муки – бета-глюкана, который образует при соединении с водой липкую текстуру.

На следующем этапе исследований готовили опытные образцы чипсов по представленным в таблице 4.13 рецептурам. Приготовленную яблочно-рябиновую массу с добавлением порошка из травы зверобоя и овсяной муки раскатывали в пласт толщиной не более 2 мм, нарезали на квадраты размером

50x50 мм и сушили инфракрасно-конвективным способом в универсальном инфракрасном сушильном шкафу «Универсал-СД-4» при температуре 50 °С до влажности 8%.

Готовые чипсы исследовали по показателю хрупкости, динамика которой представлена на рисунке 4.20.

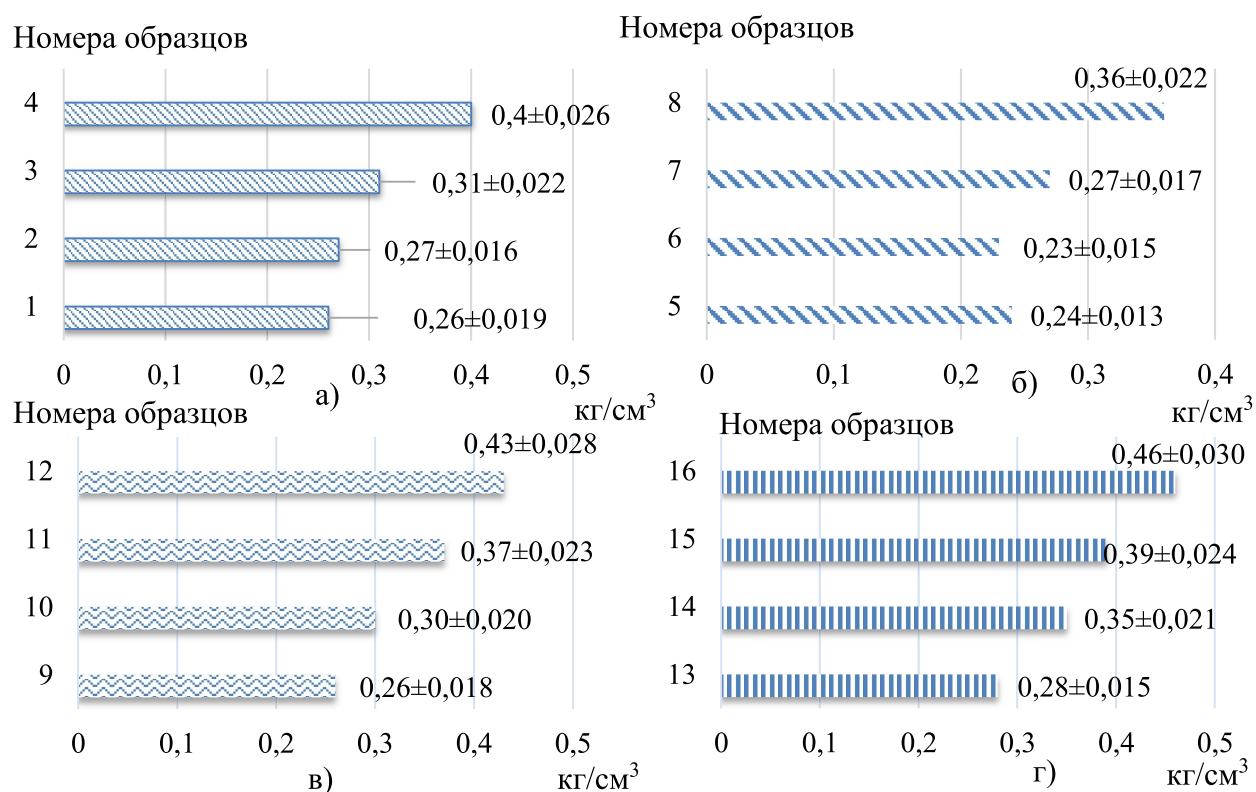


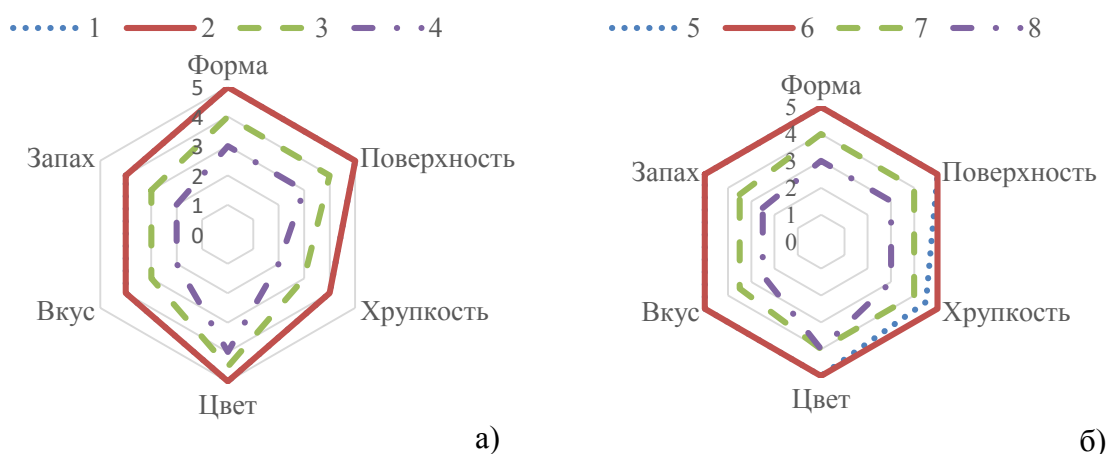
Рисунок 4.20 - Хрупкость чипсов в зависимости от пропорций растительных компонентов в рецептурной смеси при следующем соотношении пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины: а – 80:20, б - 70:30, в – 60:40, г – 50:50

При дозировке рябинового пюре 20% структура чипсов несколько пластичная, что ухудшает хрупкость готового изделия, при увеличении дозировки до 30% за счет повышения содержания сухих веществ обеспечивает достижение максимальной хрупкости 0,23 кг/см², дальнейшее повышение концентрации рябинового пюре приводит к переуплотнению массы и хрупкость ухудшается, готовые чипсы становятся твердыми с шершавой поверхностью

(значения хрупкости изделий максимально увеличиваются на 17-52%, т.е. с увеличением массовой доли рябинового пюре требуется большее усилие для разлома чипсов).

Также отмечается ухудшение хрупкости с увеличением доли овсяной муки, из-за ее высоких вязкостных свойств и увеличения содержания сухих веществ, из-за недостатка влаги консистенция переуплотняется, так при увеличении добавки муки с 5 до 20% значения хрупкости изделий увеличиваются на 50-65%. Оптимальные значения хрупкости достигаются при дозировке овсяной муки не более 15%, при концентрации рябинового пюре не более 30%.

Важная роль при проектировании новых пищевых продуктов отводится органолептическим показателям, для оценки которых проводили дегустацию опытных образцов поликомпонентных растительных чипсов по 10-балльной шкале с учетом коэффициентов значимости, при этом максимальный балл за показатель составлял 5 баллов (рисунок 4.21).



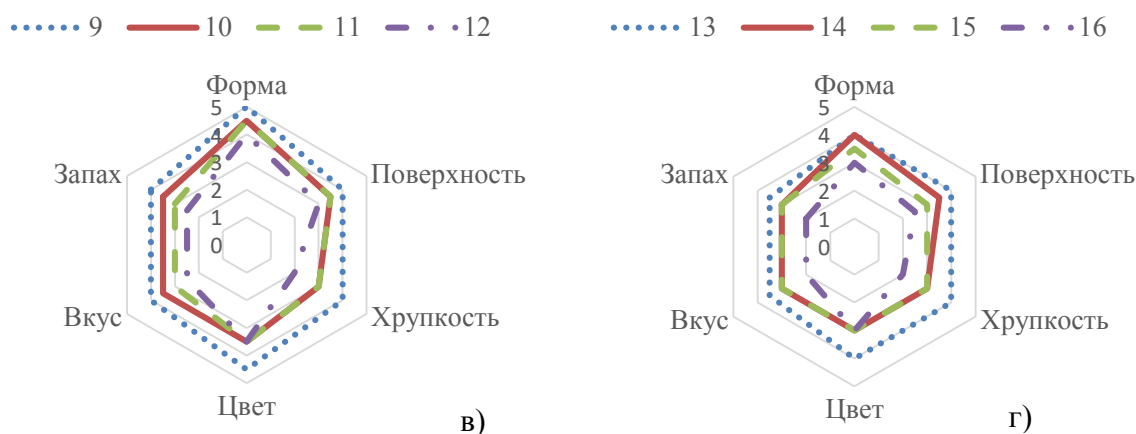


Рисунок 4.21 - Дегустационная оценка опытных образцов поликомпонентных растительных чипсов (№1-16) при соотношении пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины: а – 80:20, б - 70:30, в – 60:40, г – 50:50

По результатам дегустационной оценки по 10-балльной шкале с учетом коэффициентов значимости органолептических показателей наибольшее количество баллов набрали образцы под номерами 5 и 6, при этом максимальное значение 10 баллов было отмечено у образца под номером 6 (соотношение яблочного и рябинового пюре 70:30, доля овсяной муки 10% и порошка из травы зверобоя 1%). Наименьшее количество баллов набрали образцы чипсов, где соотношение пюре из яблочных выжимок и рябинового составило 50:50 при добавлении 20% овсяной муки – 4,6 баллов. Следует отметить, что с увеличением доли овсяной муки более 10% цвет готовых чипсов становился более тусклым, а при повышении доли рябинового пюре более 30% цвет приобретал черный оттенок. Для всех образцов чипсов с концентрацией рябинового пюре 20-30% характерен бордовый цвет различной интенсивности. Наиболее гармоничный фруктовый вкус наблюдался при концентрации рябинового пюре 20-30%, при повышении его дозировки наблюдалась горечь во вкусе.

Измерение колориметрических показателей образцов чипсов позволило определить различие в цветовых характеристиках между исследуемыми объектами (рисунок 4.22).

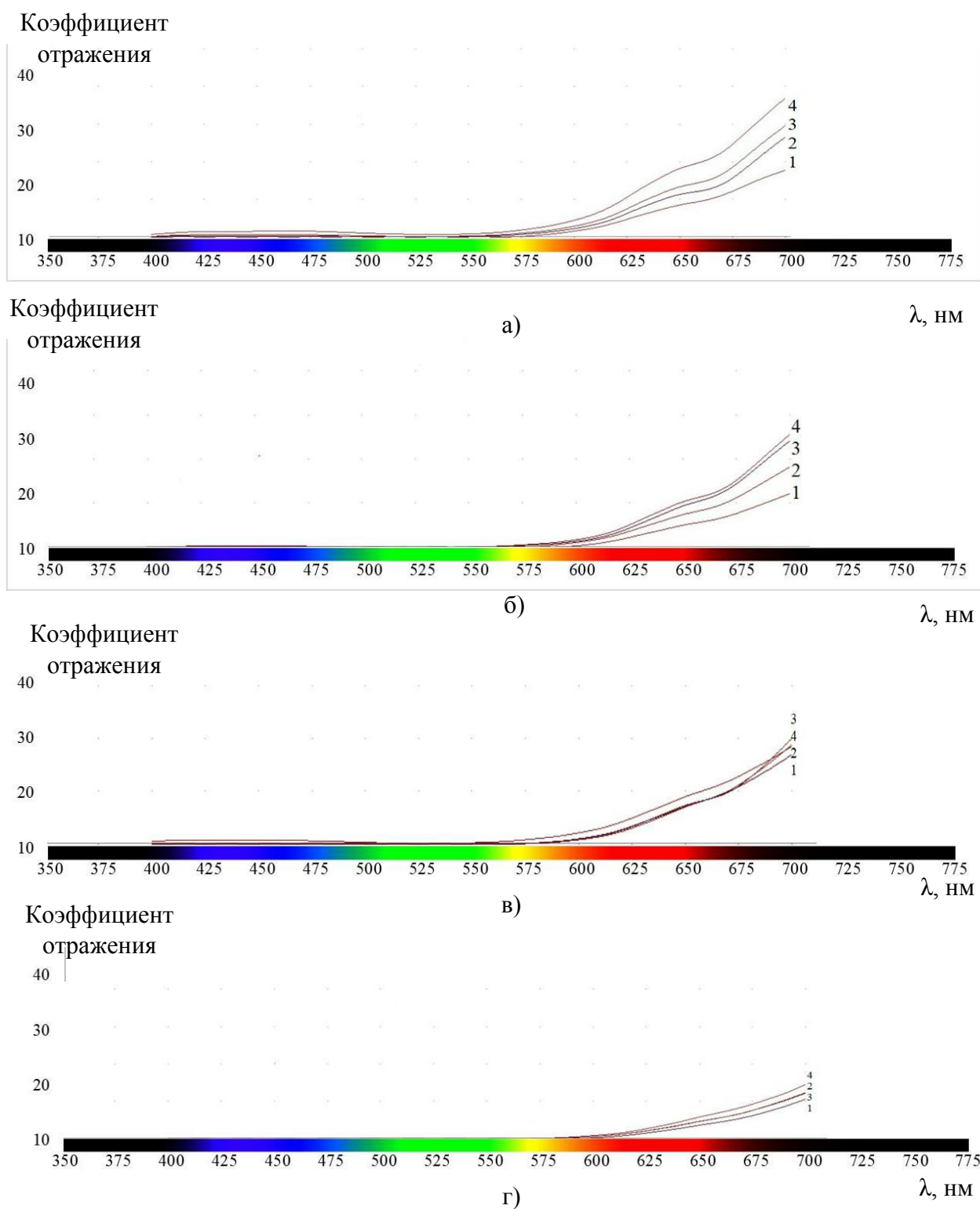


Рисунок 4.22 - Цветовые различия образцов чипсов в зависимости от соотношения пюре из яблочных выжимок и пюре из черноплодной рябины, %: а) 80:20; б) 70:30; в) 60:40; г) 50:50 и овсяной муки: 1 - 5%, 2 – 10%, 3 – 15%, 4 – 20% (порошок из травы зверобоя – 1%)

На рисунке 4.22 показаны различия в цвете между экспериментальными

образцами чипсов с различным соотношением яблочных выжимок и пюре из черноплодной рябины (80:20%, 70:30%, 60:40%, 50:50%), концентрацией овсяной муки (5, 10, 15, 20%) и добавлением 1% порошка зверобоя.

Измерение цвета при помощи спектроколориметра позволило получить точные значения цветовых параметров чипсов таких, как яркость, насыщенность и оттенок (таблица 4.15).

Таблица 4.15 - Показатели цветности опытных образцов чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины

№ образца	Процентное соотношение пюре из яблочных выжимок: пюре из черноплодной рябины: порошка из травы зверобоя : овсяной муки	Показатели цветности		
		L, ед.	a, ед.	b, ед.
1	80:20:1:5	6,5 $\pm$ 0,06	29,5 $\pm$ 0,05	11,3 $\pm$ 0,01
2	80:20:1:10	7,1 $\pm$ 0,07	31,0 $\pm$ 0,04	10,4 $\pm$ 0,04
3	80:20:1:15	8,6 $\pm$ 0,01	31,6 $\pm$ 0,09	9,9 $\pm$ 0,01
4	80:20:1:20	9,0 $\pm$ 0,09	32,4 $\pm$ 0,09	8,5 $\pm$ 0,07
5	70:30:1:5	5,9 $\pm$ 0,04	26,1 $\pm$ 0,04	8,5 $\pm$ 0,02
6	70:30:1:10	6,6 $\pm$ 0,08	27,3 $\pm$ 0,08	7,6 $\pm$ 0,01
7	70:30:1:15	8,1 $\pm$ 0,03	28,5 $\pm$ 0,03	6,2 $\pm$ 0,02
8	70:30:1:20	8,6 $\pm$ 0,09	29,3 $\pm$ 0,01	5,8 $\pm$ 0,02
9	60:40:1:5	4,4 $\pm$ 0,02	24,8 $\pm$ 0,07	6,7 $\pm$ 0,01
10	60:40:1:10	6,1 $\pm$ 0,08	26,7 $\pm$ 0,02	6,2 $\pm$ 0,01
11	60:40:1:15	7,0 $\pm$ 0,04	27,0 $\pm$ 0,03	5,3 $\pm$ 0,05
12	60:40:1:20	7,6 $\pm$ 0,01	28,0 $\pm$ 0,04	4,9 $\pm$ 0,06
13	50:50:1:5	3,8 $\pm$ 0,07	21,3 $\pm$ 0,03	6,2 $\pm$ 0,06
14	50:50:1:10	4,9 $\pm$ 0,07	22,8 $\pm$ 0,04	5,8 $\pm$ 0,02
15	50:50:1:15	5,9 $\pm$ 0,01	23,6 $\pm$ 0,02	5,0 $\pm$ 0,02
16	50:50:1:20	6,9 $\pm$ 0,02	25,7 $\pm$ 0,06	3,3 $\pm$ 0,01

При увеличении концентрации пюре из черноплодной рябины от 20 до 50% проявляется четкая зависимость уменьшения оси светлости (L) в среднем на 30,4-71,1%, что объяснимо цветом рябинового пюре, при этом введение большего количества муки приводит к увеличению данного показателя. Так, в образце №1 с концентрацией муки 5% значение составляет 6,5, а с концентрацией 20% - 9,0, разница значений составляет 27,8%. Данная зависимость сохраняется и в других образцах с более высокой концентрацией рябинового пюре (30-50%).

Такая же динамика прослеживается с показателем a , отвечающим за красный оттенок. При увеличении концентрации пюре красный оттенок уменьшается на 13,0-38,5%, однако увеличение концентрации муки способствует увеличению красноты. В образцах с соотношением пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины 80:20 увеличение концентрации муки с 5 до 20% приводит к возрастанию a показателя на 9,0%, в образцах 50:50 – на 17,1%.

Увеличение содержания в опытных образцах чипсов пюре из черноплодной рябины с 20 до 50% приводит к снижению показателя b , так при минимальном содержании овсяной муки в количестве 5% эта разница составила 33,0-82,3%, при максимальном содержании 20% - 46,6-157,6%.

В современном мире при оценке пищевой ценности продуктов особое внимание уделяется антиоксидантной ценности, из-за ее важной роли в поддержании жизненных функций организма человека.

Характер влияния различных пропорций растительных компонентов в рецептуре чипсов на суммарное содержание в них водорастворимых антиоксидантов (ССА) отображен на рисунке 4.23.

Из анализа рисунка 4.23 следует, что с увеличением содержания во фруктово-ягодной массе рябинового пюре с 20 до 50% отмечается значительное повышение антиоксидантной ценности, из-за большего содержания водорастворимых антиоксидантов в рябиновом пюре при добавлении овсяной муки, соответственно: 5% - на 62,4 %, 10% - на 86,2%, 15% - на 110,2% и 20% - на 104,9%.

Повышение дозировки овсяной муки в рецептурной смеси с 5 до 20 % приводит к снижению антиоксидантной ценности чипсов, из-за меньшей антиоксидантной ценности муки в сравнении с пюре яблочным и рябиновым, а также порошком из травы зверобоя, так процент снижения составил для образцов при соотношении яблочного и рябинового пюре 80:20, 70:30, 60:40 и 50:50 от 34 до 54%.

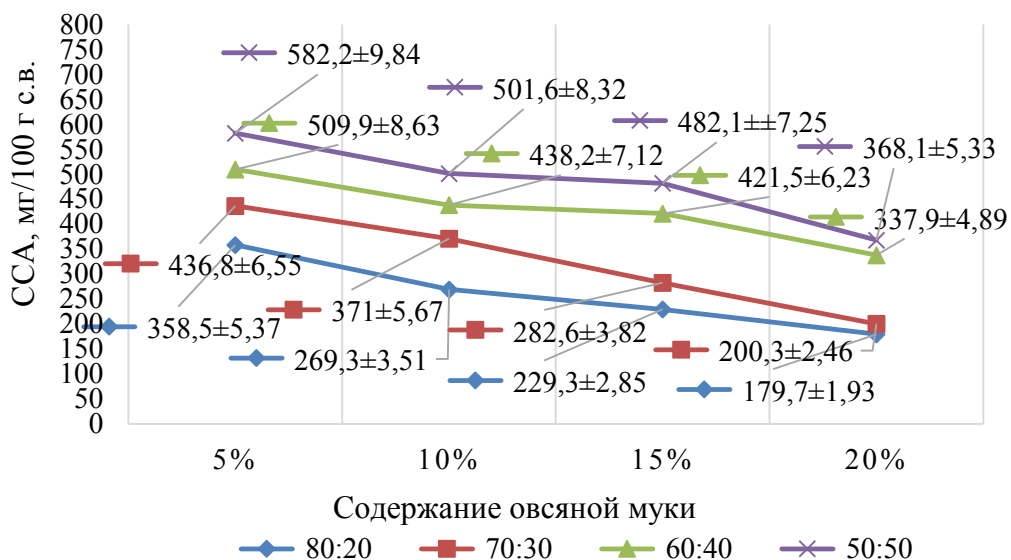


Рисунок 4.23 - Зависимость содержания антиоксидантов в чипсах от пропорций растительных компонентов в рецептурной смеси при следующем соотношении пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины: 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 (порошок из травы зверобоя – 1 %)

Основным показателем, характеризующим пищевую ценность чипсов является суммарное содержание антиоксидантов (ССА), результаты по его изменению, полученные экспериментальным путем, в зависимости от дозировки пюре черноплодной рябины при равном количестве овсяной муки 10% и порошка из травы зверобоя 1%, подвергались статической обработке. Данные для получения искомой статической характеристики обрабатывали методом регрессионного анализа (таблица 4.16).

С помощью полученных результатов мы можем выявить зависимость средних данных, полученных экспериментальным путем и расчетных данных ССА (рис. 4.24).

Таблица 4.16 – Данные для получения статической характеристики линейного одномерного объекта

Концентрация пюре из черноплодной рябины, %	Значения ССА, полученные экспериментальным путем (в трех повторностях), мг/100 г с.в.			Средние значения ССА, мг/100 г с.в.	Количество повторностей, ед.	Значения ССА, полученные расчетным методом, мг/100 г с.в.
X	Y1	Y2	Y3	Y ср.	Pi	Y расч.
20	269,33	269,45	269,22	269,333	3	280,432
30	369,90	371,00	372,10	371,000	3	356,842
40	438,23	439,00	437,47	438,233	3	433,253
50	501,55	501,72	501,60	501,623	3	509,663

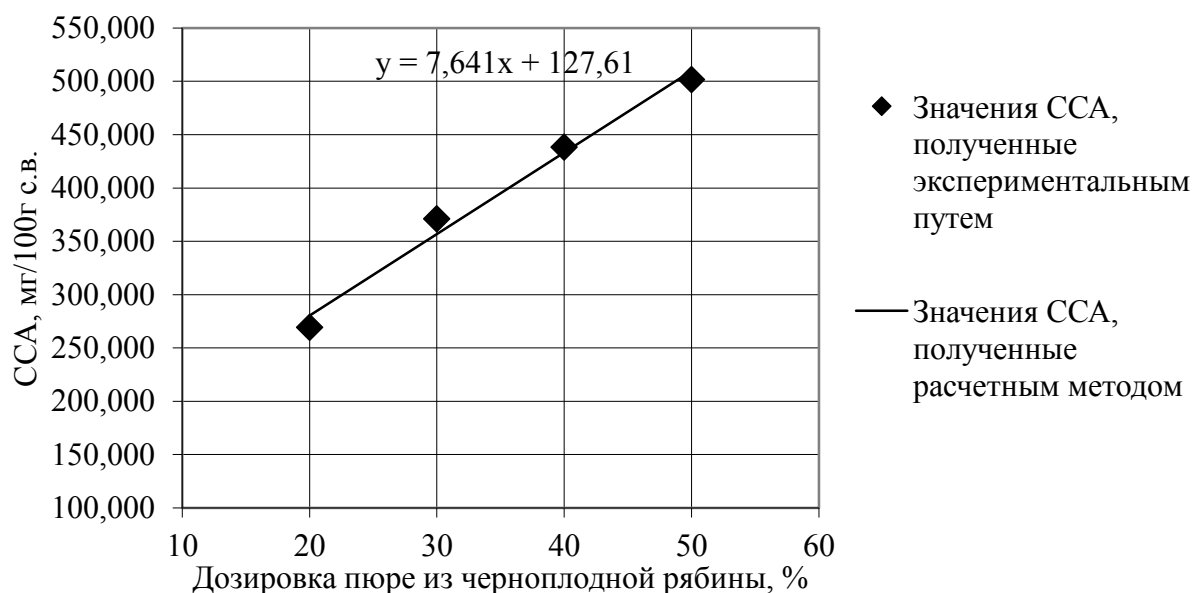


Рисунок 4.24 - График зависимости средних данных, полученных экспериментальным путем, и расчетных данных ССА

На рисунке 4.24 отображено линейное уравнение регрессии, с помощью которого можно найти значение заданного суммарного содержания антиоксидантов при определенной концентрации пюре из черноплодной рябины. Так, значение ССА 400,0 мг/100 г будет достигнуто введением 35,7 % пюре из черноплодной рябины.

Исследования по влиянию различных пропорций растительных компонентов в рецептуре чипсов на физико-химические, реологические и органолептические свойства теста и готовых изделий показали, что наилучшие результаты были достигнуты при соотношении пюре из яблочных выжимок и рябинового равном 70:30, доле овсяной муки и порошка из травы зверобоя 10% и 1% к фруктово-ягодной смеси, при которых антиоксидантная ценность (по кверцетину) составила 341,3 мг/100 г (371 мг/100 г с.в.) [83].

Выводы по четвертой главе

Технологической особенностью процесса приготовления новых видов чипсов является комплексная переработка яблочных выжимок от производства сока прямого отжима в пюре, позволяющая максимально полно использовать полезные свойства вторичного сырья.

В результате исследования влияния различных композиций рецептурных ингредиентов на влажность и вязкость теста для чипсов, а также колориметрические свойства, хрупкость готовых изделий, суммарное содержание антиоксидантов в них, дегустационной оценки были выбраны оптимальные соотношения растительных компонентов:

I вариант (№13) - 50% пюре из яблочных выжимок : 50% пюре из свеклы столовой : 5% мука гречневая : 1% порошок из цветков ромашки аптечной;

II вариант (№9) - 60% пюре из яблочных выжимок : 40% пюре из моркови столовой : 5% мука гороховая : 1% порошок из соцветий липы;

III вариант (№6) - 70% пюре из яблочных выжимок : 30% пюре из тыквы, 10% мука кукурузная : 1% порошок из соцветий календулы;

IV вариант (№6) - 70% пюре из яблочных выжимок : 30% пюре из черноплодной рябины : 10% мука овсяная : 1% порошок из травы зверобоя.

ГЛАВА 5 РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИКОМПОНЕНТНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЧИПСОВ, ОБОГАЩЕННЫХ АНТИОКСИДАНТАМИ

5.1 Рецептуры и технологическая схема производства поликомпонентных растительных чипсов

Технологическая особенность производства поликомпонентных растительных чипсов из исследуемого растительного сырья заключается в применении инфракрасно-конвективного способа сушки заготовок для чипсов, что позволяет исключить из рецептуры растительное масло, а также вести процесс сушки при невысокой температуре 50 °С непродолжительное время, что положительно сказывается на сохранности антиоксидантов по сравнению с традиционной конвективной сушкой. В результате инфракрасно-конвективной сушки поглощение ИК энергии происходит в верхнем слое высушиваемых заготовок для чипсов и в результате интенсивного испарения влаги происходит охлаждение данного слоя и в результате достигается равномерный баланс температур, что способствует снижению разрушения антиоксидантов. А при конвективном способе сушки идет прогрев полуфабриката по всей толще, и тем самым происходит перегрев продукта и в силу этого процент разрушения антиоксидантов выше [56, 57, 80].

Исследования по влиянию температурного фактора инфракрасно-конвективной сушки на сохранность антиоксидантов в поликомпонентных растительных чипсах приведены графически на рисунках 5.1-5.4. Сушку заготовок чипсов проводили при температурах 40 °С, 50 °С и 60 °С.

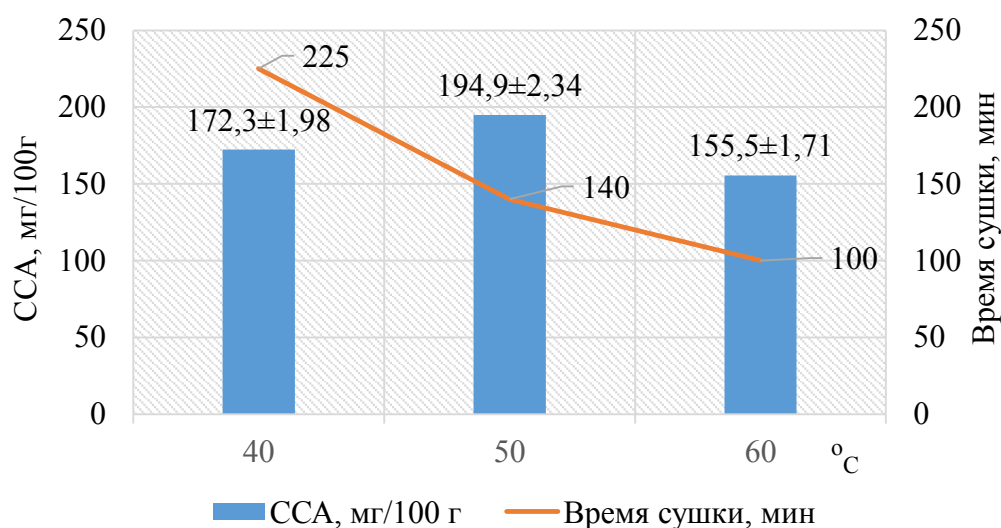


Рисунок 5.1 – Зависимость суммарного содержания антиоксидантов в чипсах (III вариант, №6 - пюре из яблочных выжимок : пюре из тыквы : мука кукурузная : порошок из соцветий календулы) от параметров инфракрасно-конвективной сушки: температуры и времени

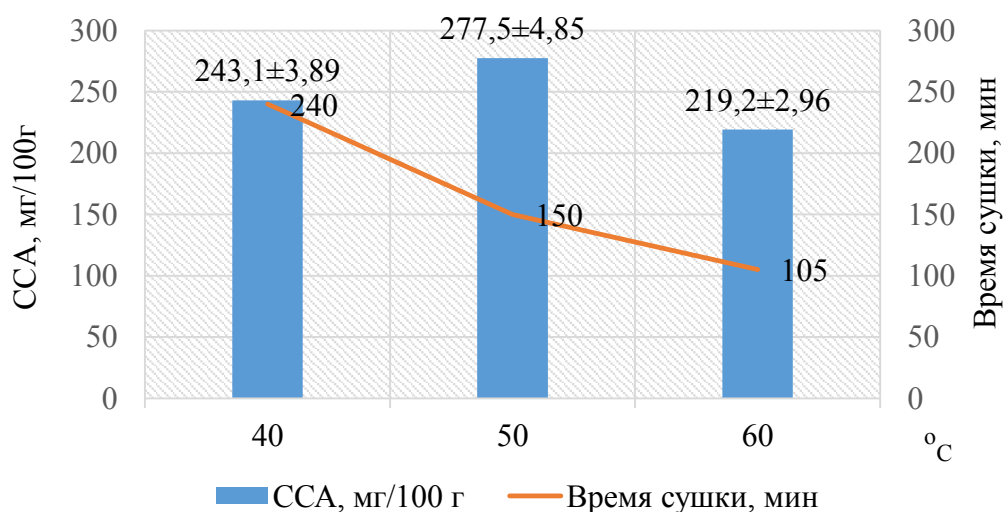


Рисунок 5.2 – Зависимость суммарного содержания антиоксидантов в чипсах (II вариант, №9 - пюре из яблочных выжимок : пюре из моркови столовой : мука гороховая : порошок соцветий липы) от параметров инфракрасно-конвективной сушки: температуры и времени

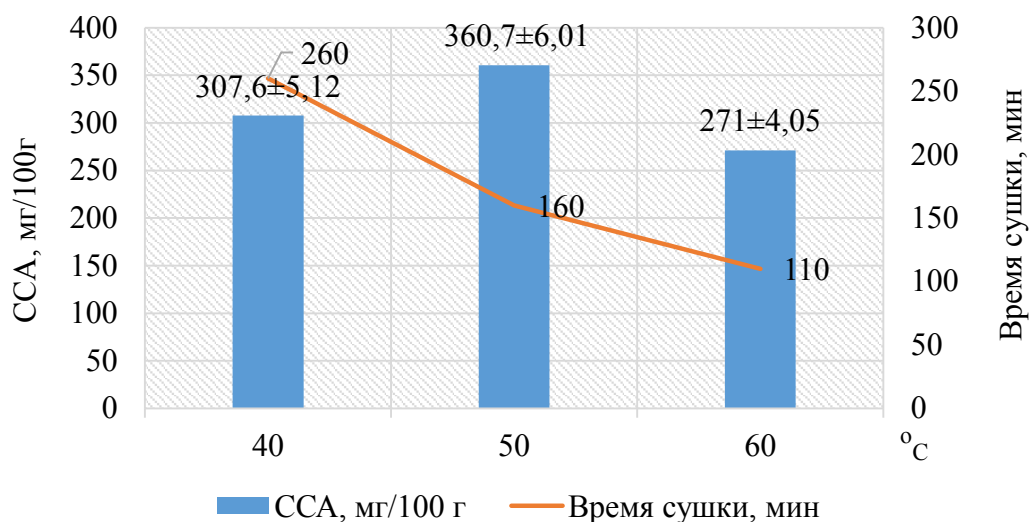


Рисунок 5.3 – Зависимость суммарного содержания антиоксидантов в чипсах (I вариант, №13 - пюре из яблочных выжимок : пюре из свеклы столовой : мука гречневая : порошок из цветков ромашки аптечной) от параметров инфракрасно-конвективной сушки: температуры и времени

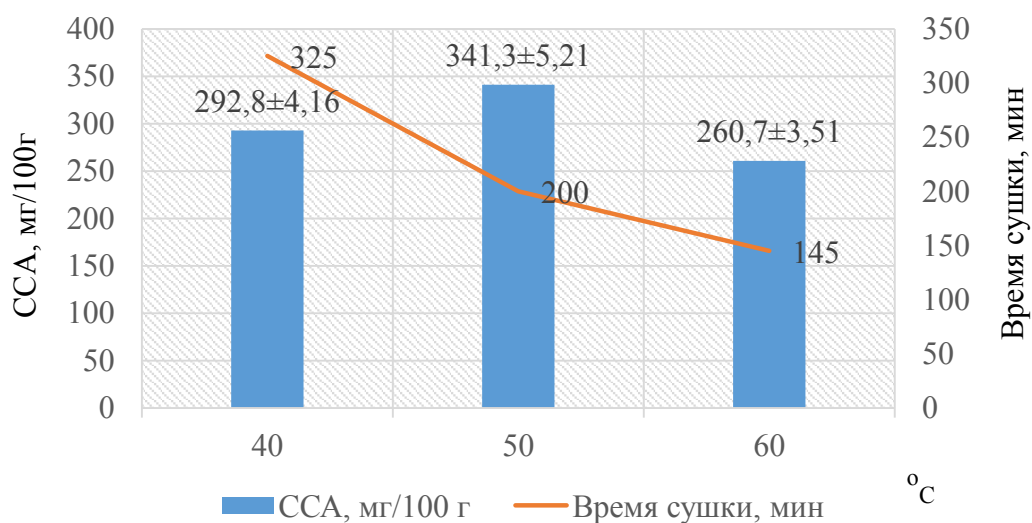


Рисунок 5.4 – Зависимость суммарного содержания антиоксидантов в чипсах (IV вариант - пюре из яблочных выжимок : пюре из черноплодной рябины : мука овсяная: порошок из травы зверобоя) от параметров инфракрасно-конвективной сушки: температуры и времени

Как видно из графиков, изображенных на рисунках 5.1-5.4, с увеличением температуры сушки растительных объектов – чипсов с 40 °С до 60 °С происходит сокращение продолжительности сушки на 125 - 180 мин (в среднем в 2,3 раза), в зависимости от вида чипсов. Наряду с сокращением продолжительности сушки чипсов наблюдается увеличение разрушения водорастворимых антиоксидантов, менее устойчивых к воздействию высоких температур, так по сравнению с чипсами, высушиваемыми при температуре 40 °С снижение суммарного содержания антиоксидантов составило от 9,8 до 11,9%. Максимальным содержанием антиоксидантов отличились чипсы, высушенные при температуре 50 °С в течении от 140 до 200 мин – 194,9-360,7 мг/100 г. При более низкой температуре 40 °С и продолжительном периоде сушки содержание антиоксидантов ниже на 11,6 – 14,7% по сравнению с максимально достигнутым их содержанием в чипсах при температуре сушке 50 °С, из-за увеличенного времени контакта продукта с кислородом воздуха, что приводит к частичному разрушению антиоксидантов.

В таблице 5.1 представлены исследования по влиянию способа сушки при выбранной оптимальной температуре 50 °С на сохранность термолабильных водорастворимых антиоксидантов.

Таблица 5.1 – Содержание водорастворимых антиоксидантов в поликомпонентных растительных чипсах при различных способах сушки

Вид чипсов	Конвективная сушка	Инфракрасно-конвективная сушка
	50 °С	
1	2	
I вариант, № 13 - пюре из яблочных выжимок (50%) : пюре из свеклы столовой сорта Цилиндра (50%) : мука гречневая (5%) : порошок из цветков ромашки аптечной (1%)	Время сушки, мин	
	265	160
	ССА, мг/100 г	
	285,0±4,28	360,7±6,01
	Витамин С, мг/100 г	
	64,2±1,03	98,8±1,58
	Флавоноиды (сумма значений содержания антоцианов, флавонолов, катехинов), мг/100 г	
	532,7±1,71	580,9±2,14

Продолжение табл. 5.1

1	2	
II вариант, № 9 - пюре из яблочных выжимок (60%) : пюре из моркови столовой сорта Витаминная 6 (40%) : мука гороховая (5%) : порошок из соцветий липы (1%)	Время сушки, мин	
	250	150
	ССА, мг/100 г	
	227,6 $\pm$ 3,14	277,5 $\pm$ 4,85
	Витамин С, мг/100 г	
	47,8 $\pm$ 0,86	69,8 $\pm$ 1,32
	Флавоноиды (сумма значений содержания антоцианов, флавонолов, катехинов), мг/100г с.в.	
	230,7 $\pm$ 0,93	259,8 $\pm$ 1,21
III вариант, № 6 - пюре из яблочных выжимок (70%) : пюре из тыквы сорта Мичуринская (30%) : мука кукурузная (10%) : порошок из соцветий календулы (1%)	Время сушки, мин	
	230	140
	ССА, мг/100 г	
	162,5 $\pm$ 1,83	194,9 $\pm$ 2,34
	Витамин С, мг/100г с.в.	
	49,7 $\pm$ 1,05	73,3 $\pm$ 1,47
	Флавоноиды (сумма значений содержания антоцианов, флавонолов, катехинов), мг/100 г	
	199,3 $\pm$ 0,71	219,7 $\pm$ 0,62
IV вариант, № 6 - пюре из яблочных выжимок (70%) : пюре из черноплодной рябины сорта Вениса (30%): мука овсяная (10%): порошок из травы зверобоя (1%)	Время сушки, мин	
	335	200
	ССА, мг/100 г	
	274,1 $\pm$ 3,83	341,3 $\pm$ 5,21
	Витамин С, мг/100 г	
	50,7 $\pm$ 0,92	77,2 $\pm$ 1,50
	Флавоноиды (сумма значений содержания антоцианов, флавонолов, катехинов), мг/100 г	
	647,9 $\pm$ 1,61	716,0 $\pm$ 2,12

Из таблицы 5.1 следует явное преимущество инфракрасно-конвективного способа сушки растительных чипсов над традиционным конвективным способом как по продолжительности процесса ведения сушки, так и по суммарному содержанию антиоксидантов. В зависимости от вида чипсов сокращение продолжительности сушки составило 90-135 мин, что положительно отразилось на сохранности водорастворимых антиоксидантов. Так, содержание антиоксидантов (ССА), витамина С и флавоноидов (антоцианы, флавонолы, катехины) при инфракрасно-конвективном способе сушки выше по сравнению с

традиционным конвективным способом сушки, соответственно, на 19,9-26,6%, 47,5-53,9%, 9,1-12,6%.

На основании полученных результатов исследований разработана рецептура чипсов «Заря» на основе пюре из яблочных выжимок и свеклы столовой (таблица 5.2) [84].

Для производства данного вида чипсов исследованы сорта свеклы столовой, допущенные к возделыванию в Центрально-Черноземном регионе и предназначенные для кулинарной обработки, консервирования, из-за высоких вкусовых качеств и полезных свойств: Бордо 237, Египетская плоская и Цилиндра.

Таблица 5.2 - Рецептура поликомпонентных растительных чипсов «Заря» на основе пюре из яблочных выжимок и свеклы столовой

Наименование сырья	СВ, %	Расход сырья, г	
		в натуре	в СВ
Пюре из яблочных выжимок	16,56	2224,3	368,3
Пюре из свеклы столовой	12,00	2224,3	266,9
Мука гречневая	88,00	222,6	195,9
Порошок из цветков ромашки аптечной	90,00	44,3	39,9
Итого	-	4715,5	871,0
Выход	92,00	1000,0	920,0

Рецептурный состав новых видов поликомпонентных растительных чипсов подобран с целью обеспечения эффекта синергизма по антиоксидантной ценности. Среди антиоксидантов пюре из свеклы столовой и порошок из цветков ромашки аптечной являются, в первую очередь, источником водорастворимых антиоксидантов – флавоноидов и витамина С, последние выступают также в качестве источника жирорастворимого антиоксиданта – бета-каротина, являющегося вторичным растительным соединением. Гречневая мука, используемая в качестве загустителя, в сравнении с крахмалом и мукой пшеничной отличается более высоким содержанием белка, пищевых волокон и водорастворимых антиоксидантов и хорошо сочетается с ингредиентами чипсов по вкусу, цвету и имеет приятные аромат и привкус.

Разработанная рецептура поликомпонентных растительных чипсов «Дары осени» на основе пюре из яблочных выжимок и моркови столовой представлена в таблице 5.3 [70].

Для производства данного вида поликомпонентных растительных чипсов исследованы сорта моркови столовой, допущенные к возделыванию в Центрально-Черноземном регионе и предназначенные для кулинарной обработки, консервирования, из-за высоких вкусовых качеств и полезных свойств: Витаминная 6, Шантенэ Роял и Нантская 4.

Таблица 5.3 - Рецептура поликомпонентных растительных чипсов «Дары осени» на основе пюре из яблочных выжимок и моркови столовой

Наименование сырья	СВ, %	Расход сырья, г	
		в натуре	в СВ
Пюре из яблочных выжимок	16,56	2943,3	487,4
Пюре из моркови столовой	9,00	1962,3	176,6
Мука гороховая	86,00	245,5	211,1
Порошок из соцветий липы	90,00	48,9	44,0
Итого	-	5200,0	919,10
Выход	92,00	1000,0	920,0

Рецептурный состав новых видов поликомпонентных растительных чипсов подобран с целью обеспечения эффекта синергизма по антиоксидантной ценности. Среди антиоксидантов пюре из моркови столовой и порошок из соцветий липы являются, в первую очередь, источником жирорастворимого антиоксиданта — бета-каротина, являющегося вторичным растительным соединением. Антиоксидантные свойства этих продуктов определяются также полифенольным комплексом, в состав которого входят катехины, антоцианы, флавонолы, и аскорбиновой кислотой, которые относятся к группе водорастворимых антиоксидантов. Гороховая мука, используемая в качестве загустителя, в сравнении с крахмалом и мукой пшеничной, отличается более высоким содержанием белка и водорастворимых антиоксидантов [2] и хорошо сочетается с ингредиентами чипсов по вкусу, цвету и имеет приятные аромат и привкус.

Разработанная рецептура поликомпонентных растительных чипсов «Мичуринские» на основе пюре из яблочных выжимок и тыквы представлена в таблице 5.4 [70].

Для производства данного вида поликомпонентных растительных чипсов исследованы сорта и гибрид крупноплодной тыквы, допущенные к возделыванию в Центрально-Черноземном регионе и предназначенные для кулинарной обработки, консервирования, из-за высоких вкусовых качеств и полезных свойств: Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1.

Таблица 5.4 - Рецептура поликомпонентных растительных чипсов «Мичуринские» на основе пюре из яблочных выжимок и тыквы

Наименование сырья	СВ, %	Расход сырья, г	
		в натуре	в СВ
Пюре из яблочных выжимок	16,56	2673,9	442,8
Пюре из тыквы	10,00	1145,9	114,6
Мука кукурузная	86,00	382,8	329,2
Порошок из соцветий календулы	90,00	38,2	34,4
Итого	-	4240,8	921,0
Выход	92,00	1000,00	920,0

Рецептурный состав новых видов поликомпонентных растительных чипсов подобран с целью обеспечения эффекта синергизма по антиоксидантной ценности. Среди антиоксидантов пюре из тыквы и порошок из соцветий календулы являются, в первую очередь, источником жирорастворимого антиоксиданта – бета-каротина, являющегося вторичным растительным соединением. Антиоксидантные свойства этих продуктов определяются также полифенольным комплексом, в состав которого входят катехины, антоцианы, флавонолы, и аскорбиновой кислотой, которые относятся к группе водорастворимых антиоксидантов. Кукурузная мука, используемая в качестве загустителя, в сравнении с крахмалом и мукой пшеничной, отличается более высоким содержанием водорастворимых антиоксидантов и хорошо сочетается с ингредиентами чипсов по вкусу, цвету и не имеет выраженного аромата и привкуса.

Разработанная рецептура поликомпонентных растительных чипсов «Рябиновый цвет» на основе пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины представлена в таблице 5.5 [69].

Для производства данного вида поликомпонентных растительных чипсов исследованы сорта черноплодной рябины, допущенные к возделыванию в Центрально-Черноземном регионе и предназначенные для кулинарной обработки, консервирования, из-за высоких вкусовых качеств и полезных свойств: Черноплодная, Мулатка и Вениса.

Таблица 5.5 - Рецептура поликомпонентных растительных чипсов «Рябиновый цвет» на основе пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины

Наименование сырья	СВ, %	Расход сырья, г	
		в натуре	в СВ
Пюре из яблочных выжимок	16,56	2320,6	384,3
Пюре из рябины черноплодной	21,00	994,7	208,9
Мука овсяная	90,00	331,6	298,4
Порошок из травы зверобоя	90,00	33,1	29,8
Итого	-	3680,0	921,4
Выход	92,00	1000,0	920,0

Рецептурный состав новых видов поликомпонентных растительных чипсов подобран с целью обеспечения эффекта синергизма по антиоксидантной ценности. Среди антиоксидантов пюре из черноплодной рябины и порошок из травы зверобоя являются, в первую очередь, источником водорастворимых антиоксидантов – флавоноидов и жирорастворимого антиоксиданта – бета-каротина, пюре выступает также в качестве источника витамина С. Овсяная мука, используемая в качестве загустителя, в сравнении с крахмалом и мукой пшеничной, отличается более высоким содержанием пищевых волокон и водорастворимых антиоксидантов и хорошо сочетается с ингредиентами чипсов по вкусу, цвету и имеет приятные аромат и привкус.

Разработана технологическая схема по производству новых видов поликомпонентных растительных чипсов (рис. 5.5.). Внешний вид разработанных видов чипсов отражен на фото в Приложении В.

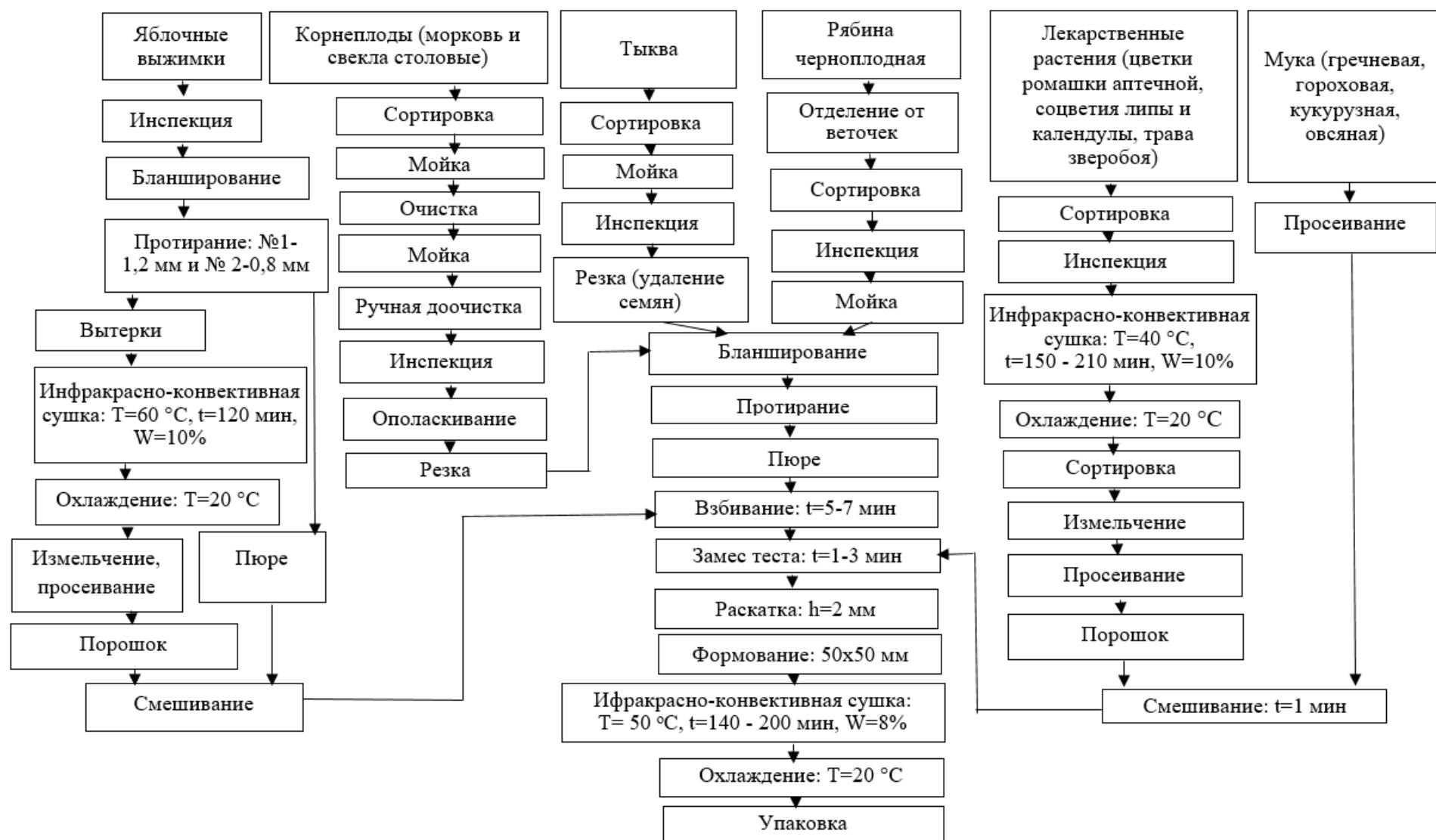


Рисунок 5.5 - Технологическая схема производства поликомпонентных растительных чипсов: «Заря», «Дары осени», «Мичуринские», «Рябиновый цвет»

Для производства созданных поликомпонентных чипсов по новой технологии в промышленных условиях разработано СТО 00493534-001-2025 «Чипсы растительные поликомпонентные» (Приложение В, Д), где, в том числе, даны рекомендации по использованию сортов и гибридов фруктов, овощей и рекомендации по употреблению готовых чипсов (в одной потребительской упаковке 10 г чипсов) для обеспечения сбалансированного поступления в организм взрослого человека антиоксидантов.

5.2 Определение физиологически активной и пищевой ценности разработанных поликомпонентных чипсов

Проведены исследования по влиянию ассортимента овощей и ягод на содержание антиоксидантов в готовых чипсах.

Влияние сорта свеклы столовой на содержание антиоксидантов (по кверцетину) и аскорбиновой кислоты в поликомпонентных чипсах представлено графически на рисунке 5.6.

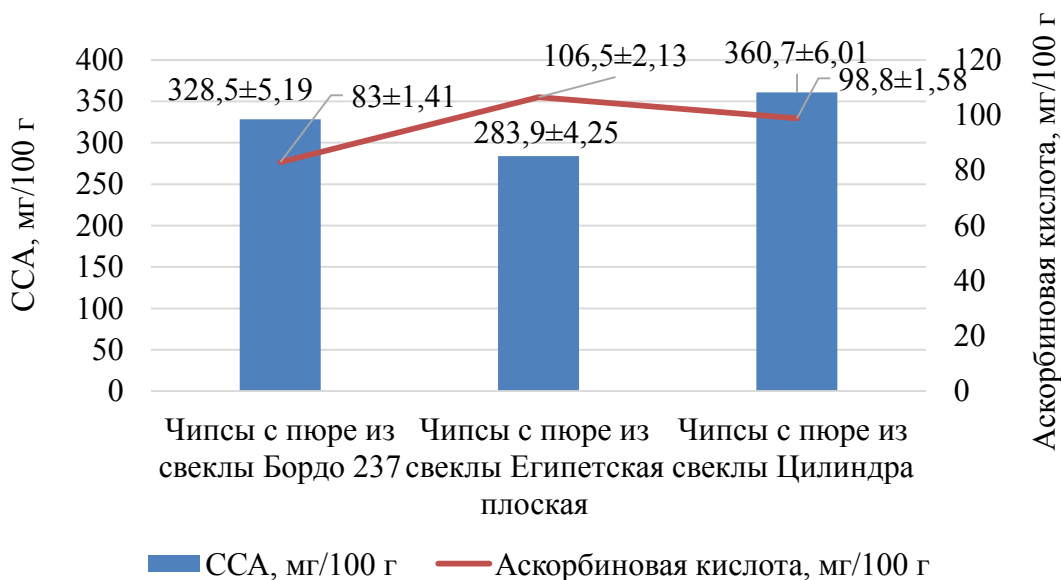


Рисунок 5.6 - Динамика суммарного содержания антиоксидантов и аскорбиновой кислоты в поликомпонентных чипсах «Заря» в зависимости от сорта свеклы столовой

График, изображенный на рисунке 5.6, показывает, что максимальные показатели суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов по кверцетину характерны для чипсов с применением пюре из свеклы столовой сорта Цилиндра, а в чипсах с пюре из свеклы сортов Бордо 237 и Египетская плоская — эти значения ниже на 10 и 27% соответственно.

В поликомпонентных чипсах отмечено высокое содержание аскорбиновой кислоты, относящейся к группе неферментных антиоксидантов. С учетом физиологической потребности взрослого человека в аскорбиновой кислоте употребление 100 г чипсов с пюре из свеклы Бордо 237, Египетская плоская и Цилиндра покрывает эту потребность, соответственно, на 83, 107 и 99%. Если по общему содержанию водорастворимых антиоксидантов лидируют чипсы из пюре свеклы Цилиндра, то по аскорбиновой кислоте чипсы из пюре свеклы Египетская плоская.

Содержание ряда фенольных соединений в новых видах поликомпонентных чипсов в зависимости от применяемого сорта свеклы столовой представлено в таблице 5.6.

Таблица 5.6 - Фенольные соединения поликомпонентных чипсов «Заря» на основе пюре из яблочных выжимок и свеклы столовой с добавлением муки гречневой и порошка из цветков ромашки аптечной (на 100 г)

Компоненты	Чипсы поликомпонентные растительные с пюре из свеклы столовой:		
	Бордо 237	Египетская плоская	Цилиндра
Флавоноиды, мг:	405,1±1,48	530,3±1,71	580,9±2,14
антоцианы	81,5±1,05	75,1±0,73	136,8±2,60
флавонолы	252,9±2,81	323,5±3,50	316,9±3,19
катехины	70,7±0,57	80,7±0,90	69,6±0,62

Из данных таблицы 5.6 следует, что при употреблении взрослым человеком 100 г чипсов с пюре из свеклы столовой Бордо 237, Египетская плоская и Цилиндра адекватная суточная потребность в антоцианах (50 мг)

покрывается на 150-274%, катехинах (200 мг) - на 35-40%. Для удовлетворения адекватной потребности взрослого человека в флавонолах (30 мг) достаточно 9-12 г чипсов, произведенных с пюре из свеклы столовой сортов Бордо 237, Египетская плоская и Цилиндра.

Отдельно было исследовано содержание жирорастворимого антиоксиданта бета-каротина в готовом продукте (рисунок 5.7).

Известно, что физиологическая норма потребления бета-каротина для взрослого человека в сутки равняется 5 мг. Анализируя данные графика, изображенного на рисунке 5.7, определено, что в зависимости от применяемого сорта свеклы столовой, в частности Бордо 237, Египетская плоская и Цилиндра, при употреблении 100 г чипсов суточная потребность в данном антиоксиданте покрывается в среднем на 27%.

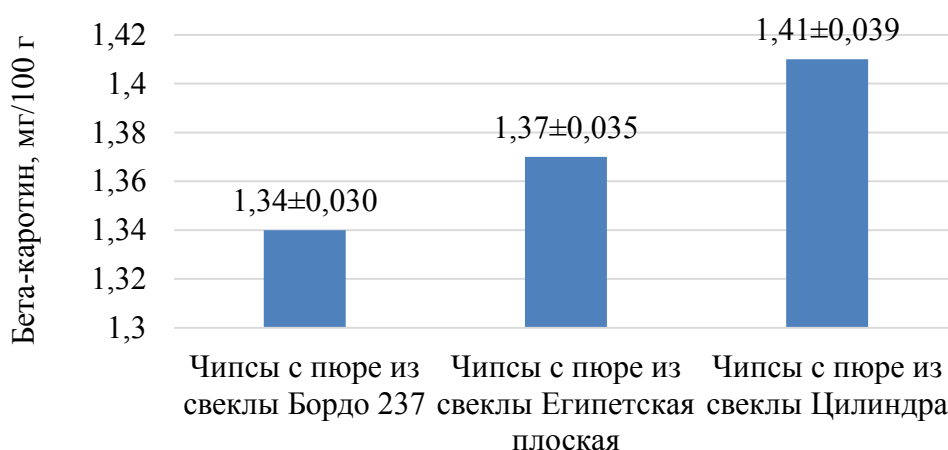


Рисунок 5.7 - Динамика содержания бета-каротина в поликомпонентных чипсах «Заря» с добавлением пюре из свеклы столовой различных сортов

Так как свекла столовая, в первую очередь, рассматривается как источник водорастворимых антиоксидантов, то рекомендуемую норму потребления разработанных чипсов определяли с учетом адекватного содержания для организма человека. Рекомендуемая норма потребления для взрослого человека чипсов составляет – 10 г, при которой обеспечивается высокое содержание в одной порции водорастворимых антоцианов и флавонолов, так степень

удовлетворения в этих функциональных ингредиентах, соответственно, составит в зависимости от сорта свеклы столовой для чипсов с пюре из свеклы: Бордо 237–16 и 84%, Египетская плоская – 15 и 108% и Цилиндра – 27 и 106%.

Все исследуемые в работе сорта свеклы столовой, выращиваемые в условиях ЦЧР и рекомендуемые для консервирования, а именно Бордо 237, Египетская плоская и Цилиндра в виде пюре в сочетании с рецептурными компонентами чипсов такими, как пюре из яблочных выжимок, порошок из цветков ромашки аптечной, и мука гречневая, обеспечивают содержание в готовых изделиях физиологически активных ингредиентов – антоцианов и флавонолов на уровне более 15% от адекватного уровня потребления в сутки.

Пищевая ценность новых видов чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и пюре из свеклы столовой представлена в таблице 5.7.

Таблица 5.7 - Пищевая ценность разработанных чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и свеклы столовой с добавлением муки гречневой и порошка из цветков ромашки аптечной (на 100 г продукта)

Наименование продукта	Бел, г	Жир, г	Угл, г	Зола, г	ПВ, г	ОК, г	Энергетическая ценность, кДж (ккал)
Чипсы «Заря»	7,7	2,9	56,4	4,9	18,7	1,4	1178,6 (281,7)

Как видно из таблицы 5.7 новый вид чипсов обогащен пищевыми волокнами, так 10 г чипсов удовлетворяет минимальную физиологическую потребность в этом пищевом веществе (20-25 г в сутки) на 9%.

Влияние сорта моркови столовой на содержание антиоксидантов (по кверцетину) и аскорбиновой кислоты в поликомпонентных чипсах представлено графически на рисунке 5.8.

График, изображенный на рисунке 5.8 показывает, что максимальные показатели суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов по кверцетину характерны для чипсов с применением пюре из моркови столовой сорта Витаминная 6, а в чипсах с пюре из моркови сортов Шантенэ Роял и

Нантская 4 — эти значения ниже в среднем на 3%, таким образом, разница незначительна.

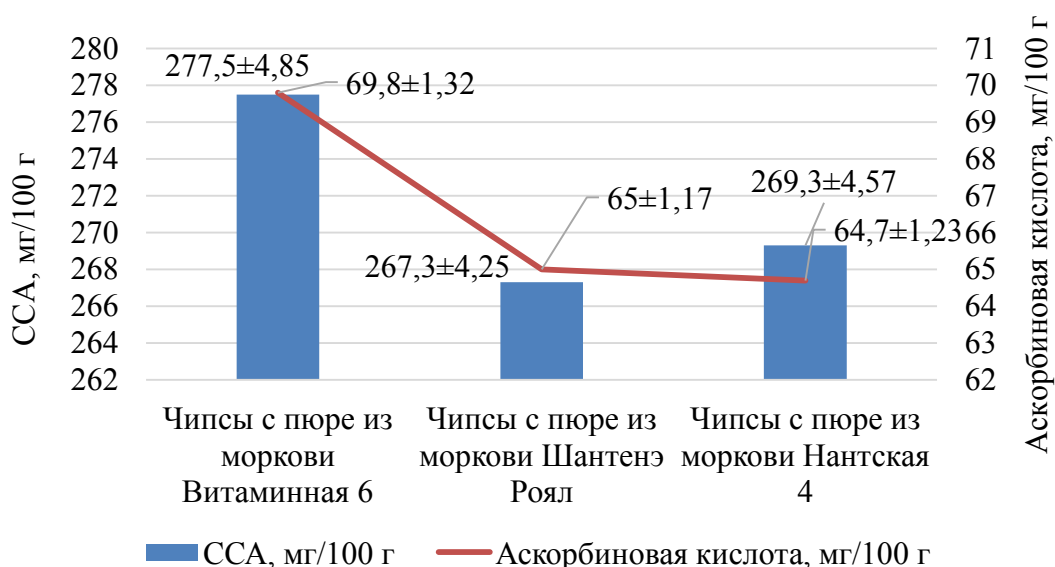


Рисунок 5.8 - Динамика содержания антиоксидантов и аскорбиновой кислоты в поликомпонентных чипсах «Дары осени» в зависимости от сорта моркови столовой

В поликомпонентных чипсах отмечено высокое содержание аскорбиновой кислоты, относящейся к группе неферментных антиоксидантов. С учетом физиологической потребности взрослого человека в аскорбиновой кислоте употребление 100 г чипсов с пюре из моркови Витаминная 6, Шантенэ Роял и Нантская 4 покрывает эту потребность в среднем на 70 и 65%, соответственно. Как и по общему содержанию водорастворимых антиоксидантов, так и по наличию аскорбиновой кислоты среди исследуемых образцов чипсов выделяются чипсы с пюре из моркови столовой сорта Витаминная 6.

Содержание ряда фенольных соединений в новых видах поликомпонентных чипсов представлено в таблице 5.8.

Из данных таблицы 5.8 следует, что при употреблении взрослым человеком 100 г чипсов с пюре из моркови столовой Витаминная 6, Шантенэ

Роял и Нантская 4 адекватная суточная потребность в антоцианах (50 мг) покрывается на 33-29%, катехинах (200 мг) - на 37%.

Таблица 5.8 - Фенольные соединения поликомпонентных чипсов «Дары осени» на основе пюре из яблочных выжимок и моркови столовой с добавлением гороховой муки и порошка из соцветий липы (на 100 г продукта)

Компоненты	Чипсы поликомпонентные растительные с пюре из моркови столовой:		
	Витаминная 6	Шантенэ Роял	Нантская 4
Полифенолы, мг:	259,8 $\pm$ 1,21	261,1 $\pm$ 1,26	263,2 $\pm$ 1,32
антоцианы	16,7 $\pm$ 0,33	14,6 $\pm$ 0,28	14,6 $\pm$ 0,22
флавонолы	168,7 $\pm$ 2,83	172,7 $\pm$ 3,13	173,9 $\pm$ 3,29
катехины	74,4 $\pm$ 0,48	73,8 $\pm$ 0,38	74,7 $\pm$ 0,44

Для удовлетворения адекватной потребности взрослого человека в флавонолах (30 мг) достаточно 18 г чипсов, произведенных с пюре из моркови столовой сортов Витаминная 6, Шантенэ Роял и Нантская 4.

В рецептурный состав поликомпонентных чипсов входит сырье богатое бета-каротином, поэтому отдельно было исследовано содержание этого жирорастворимого антиоксиданта в готовом продукте (рисунок 5.9).

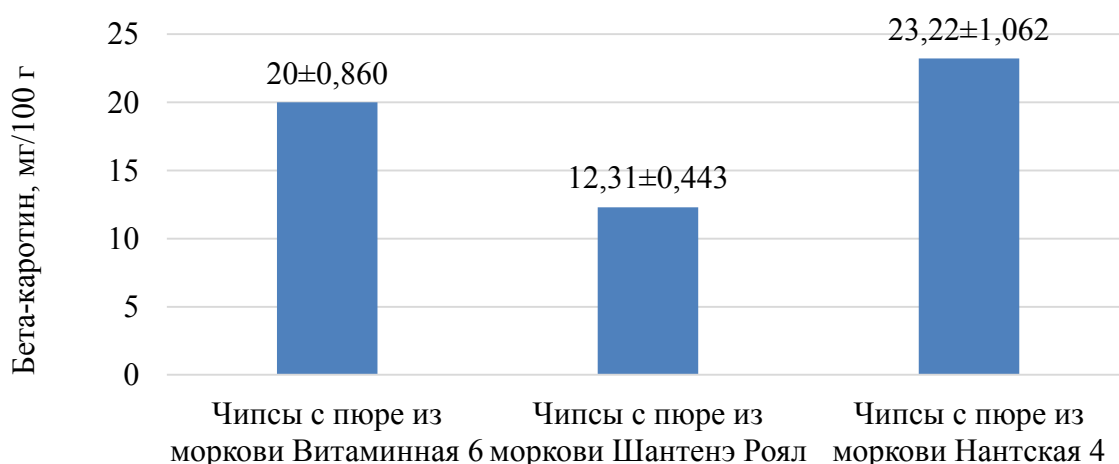


Рисунок 5.9 - Динамика содержания бета-каротина в поликомпонентных чипсах «Дары осени» с добавлением пюре из моркови столовой различных сортов

Исходя из данных графика, изображенного на рисунке 5.9 определено, что в зависимости от применяемого сорта моркови столовой, в частности Витаминная 6, Шантенэ Роял и Нантская 4, для удовлетворения нормы по бета-каротину достаточны порции чипсов равные 22-41 г.

Так как морковь столовая, в первую очередь, рассматривается как источник жирорастворимого антиоксиданта, то рекомендуемую норму потребления разработанных чипсов определяли с учетом физиологической потребности организма человека в бета-каротине. Рекомендуемая норма потребления для взрослого человека чипсов составляет – 10 г, при которой обеспечивается не только высокое содержание в одной порции бета-каротина, но и водорастворимых флавонолов, так степень удовлетворения в этих физиологически активных ингредиентах, соответственно, составит в зависимости от сорта моркови столовой для чипсов с пюре из моркови: Витаминная 6 – 40 и 56%, Шантенэ Роял – 25 и 58% и Нантская 4 – 46 и 58%. Таким образом, существенное различие между образцами чипсов с добавлением пюре из различных сортов моркови столовой по физиологически активным ингредиентам выявлено только по бета-каротину.

Пищевая ценность новых видов чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и моркови столовой представлена в таблице 5.9.

Таблица 5.9 - Пищевая ценность разработанных чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и моркови столовой с добавлением муки гороховой и порошка из соцветий липы (на 100 г продукта)

Наименование продукта	Бел, г	Жир, г	Угл, г	Зола, г	ПВ, г	ОК, г	Энергетическая ценность, кДж (ккал)
Чипсы «Дары осени»	8,7	4,1	59,6	4,4	20,1	2,2	1297,5 (310,1)

Как видно из таблицы 5.9, новый вид чипсов обогащен пищевыми волокнами, так 10 г чипсов удовлетворяет минимальную физиологическую потребность в этом пищевом веществе (20-25 г в сутки) на 10%.

Влияние гибрида и сорта тыквы на содержание антиоксидантов (по кверцетину) и аскорбиновой кислоты в поликомпонентных чипсах представлено графически на рисунке 5.10.

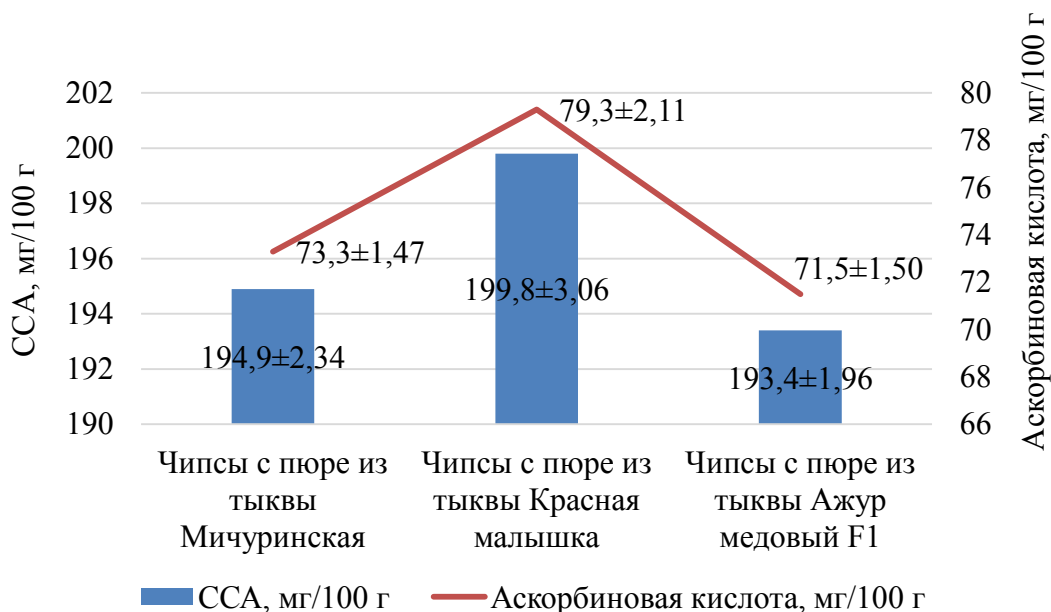


Рисунок 5.10 - Динамика содержания антиоксидантов и аскорбиновой кислоты в поликомпонентных чипсах «Мичуринские» в зависимости от сорта и гибрида тыквы

График, изображенный на рисунке 5.10 показывает, что максимальные показатели суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов по кверцетину характерны для чипсов с применением пюре из тыквы сорта Красная малышка, а в чипсах с пюре из тыквы сорта Мичуринская и гибрида Ажур медовый F1 — эти значения ниже в среднем на 3%, таким образом разница незначительна.

В поликомпонентных чипсах отмечено высокое содержание аскорбиновой кислоты, относящейся к группе неферментных антиоксидантов. С учетом физиологической потребности взрослого человека в аскорбиновой кислоте употребление 100 г чипсов с пюре из тыквы Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1 покрывает эту потребность в среднем на 73, 79 и 72%, соответственно. Как и по общему содержанию водорастворимых

антиоксидантов, так и по наличию аскорбиновой кислоты среди исследуемых образцов чипсов выделяются чипсы с пюре из тыквы сорта Красная малышка.

Содержание ряда фенольных соединений новых видов поликомпонентных чипсов представлено в таблице 5.10.

Таблица 5.10 - Фенольные соединения поликомпонентных чипсов «Мичуринские» на основе пюре из яблочных выжимок и тыквы с добавлением кукурузной муки и порошка из соцветий календулы (на 100 г продукта)

Компоненты	Чипсы поликомпонентные с пюре из тыквы:		
	Мичуринская	Красная малышка	Ажур медовый F1
Полифенолы, мг:	219,7 $\pm$ 0,62	212,9 $\pm$ 0,59	241,2 $\pm$ 0,71
антоцианы	13,2 $\pm$ 0,24	14,4 $\pm$ 0,28	13,1 $\pm$ 0,19
флавонолы	158,9 $\pm$ 1,31	151,2 $\pm$ 1,20	173,9 $\pm$ 1,57
катехины	47,6 $\pm$ 0,31	47,3 $\pm$ 0,29	54,2 $\pm$ 0,36

Из данных таблицы 5.10 следует, что при употреблении взрослым человеком 100 г чипсов с пюре из тыквы Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1 адекватная суточная потребность в антоцианах (50 мг) покрывается на 26-29%, катехинах (200 мг) - на 24-27%. Для удовлетворения адекватной потребности взрослого человека в флавонолах (30 мг) достаточны порции чипсов равные 17-20 г, произведенных с пюре из тыквы Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1.

В рецептурный состав поликомпонентных чипсов входит сырье богатое бета-каротином, поэтому отдельно было исследовано содержание этого жирорастворимого антиоксиданта в готовом продукте (рисунок 5.11).

Исходя из данных графика, изображенного на рисунке 3 определено, что в зависимости от применяемого сорта и гибрида тыквы, в частности Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1, для удовлетворения физиологической нормы по бета-каротину достаточны 28-33 г чипсов.

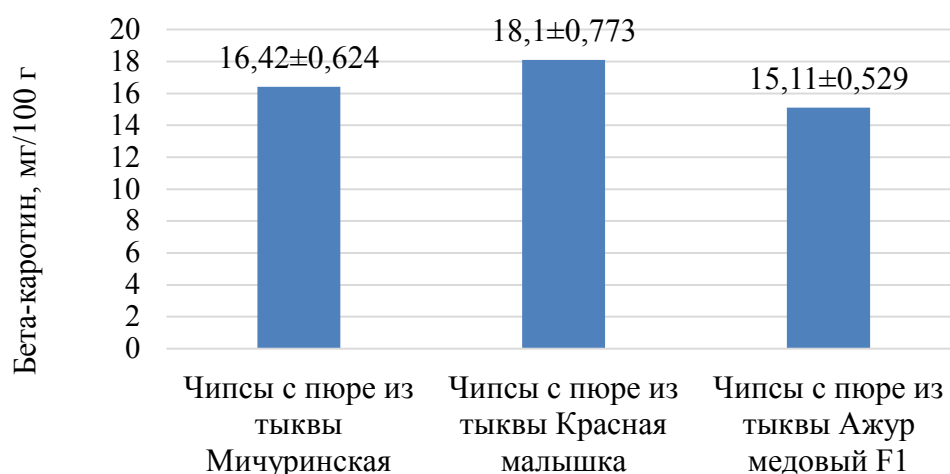


Рисунок 5.11 - Динамика содержания бета-каротина в поликомпонентных чипсах «Мичуринские» с добавлением пюре из тыквы различных сортов и гибрида

С учетом высокой пищевой ценности разработанных видов чипсов определена рекомендуемая норма потребления для взрослого человека – 10 г, при которой степень удовлетворения в физиологически активных ингредиентах бета-каротине и флавонолах будет составлять для чипсов с пюре из тыквы Мичуринская – 33 и 53%, Красная малышка – 36 и 50% и Ажур медовый F1 – 30 и 58%. Таким образом, чипсы, приготовленные из исследованных сортов и гибрида тыквы, обеспечивают высокое содержание таких физиологически активных ингредиентов, как бета-каротин и флавоноиды.

Пищевая ценность новых видов чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и тыквы представлена в таблице 5.11.

Таблица 5.11 - Пищевая ценность разработанных чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и тыквы с добавлением муки кукурузной и порошка из соцветий календулы (на 100 г продукта)

Наименование продукта	Бел, г	Жир, г	Угл, г	Зола, г	ПВ, г	ОК, г	Энергетическая ценность, кДж (ккал)
Чипсы «Мичуринские»	5,5	3,6	66,6	2,7	17,5	1,8	1343,1 (321,0)

Как видно из таблицы 5.11, новый вид чипсов обогащен пищевыми волокнами, так 10 г чипсов удовлетворяет минимальную физиологическую потребность в этом пищевом веществе (20-25 г в сутки) на 9%.

Влияние сорта черноплодной рябины на содержание антиоксидантов (по кверцетину) и аскорбиновой кислоты в поликомпонентных чипсах представлено графически на рисунке 5.12.

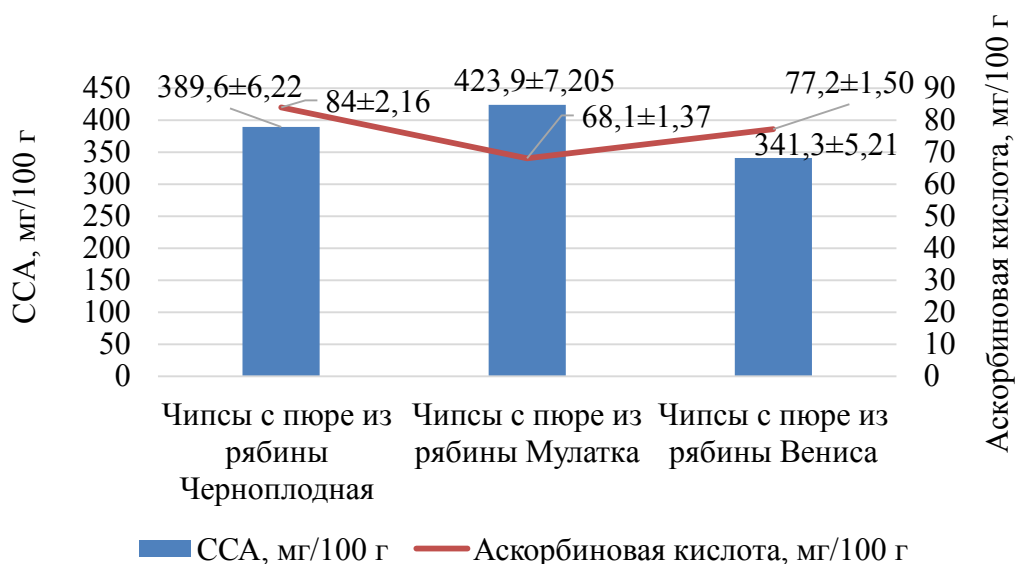


Рисунок 5.12 - Динамика содержания антиоксидантов и аскорбиновой кислоты в поликомпонентных чипсах «Рябиновый цвет» в зависимости от сорта черноплодной рябины

График, изображенный на рисунке 5.12 показывает, что максимальные показатели суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов по кверцетину характерны для чипсов с применением пюре из черноплодной рябины сорта Мулатка, а в чипсах с пюре из черноплодной рябины сортов Черноплодная и Вениса — эти значения ниже на 8 и 19%, соответственно.

В поликомпонентных чипсах отмечено высокое содержание аскорбиновой кислоты, относящейся к группе неферментных антиоксидантов. С учетом физиологической потребности взрослого человека в аскорбиновой кислоте употребление 100 г чипсов с пюре из рябины сортов Черноплодная, Мулатка и Вениса покрывает эту потребность, соответственно, на 84, 68 и 77%. Если по общему содержанию водорастворимых антиоксидантов лидируют чипсы из

пюре рябины сорта Мулатка, то по аскорбиновой кислоте чипсы из пюре рябины сорта Черноплодная.

Содержание ряда фенольных соединений новых видов поликомпонентных чипсов представлено в таблице 5.12.

Таблица 5.12 - Фенольные соединения поликомпонентных чипсов «Рябиновый цвет» на основе пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины с добавлением овсяной муки и порошка из травы зверобоя (на 100 г продукта)

Компоненты	Чипсы поликомпонентные с пюре из черноплодной рябины:		
	Черноплодная	Мулатка	Вениса
Полифенолы, мг:	749,8 $\pm$ 2,45	838,5 $\pm$ 2,88	716,0 $\pm$ 2,12
антоцианы	169,1 $\pm$ 2,95	197,4 $\pm$ 3,56	139,9 $\pm$ 2,05
флавонолы	254,2 $\pm$ 2,26	296,3 $\pm$ 2,67	270,5 $\pm$ 2,30
катехины	326,5 $\pm$ 2,13	344,8 $\pm$ 2,42	305,6 $\pm$ 2,02

Из данных таблицы 5.12 следует, что при употреблении взрослым человеком 100 г чипсов с пюре из рябины Черноплодная, Мулатка и Вениса суточная потребность в антоцианах (50 мг) покрывается на 280-395%, катехинах (200 мг) - на 153-172%. Для удовлетворения адекватной потребности взрослого человека в флавонолах (30 мг) достаточны порции чипсов равные 10-12 г, произведенных с пюре из черноплодной рябины перечисленных сортов.

Отдельно было исследовано содержание жирорастворимого антиоксиданта бета-каротина в готовом продукте (рисунок 5.13).

Исходя из данных графика, изображенного на рисунке 5.13, определено, что в зависимости от применяемого сорта рябины, в частности Черноплодная, Мулатка и Вениса, при употреблении 100 г чипсов суточная потребность в данном антиоксиданте покрывается на 89-172%.

Так как черноплодная рябина рассматривается как источник водорастворимых антиоксидантов, то рекомендуемую норму потребления

разработанных чипсов определяли с учетом адекватного содержания для организма человека.

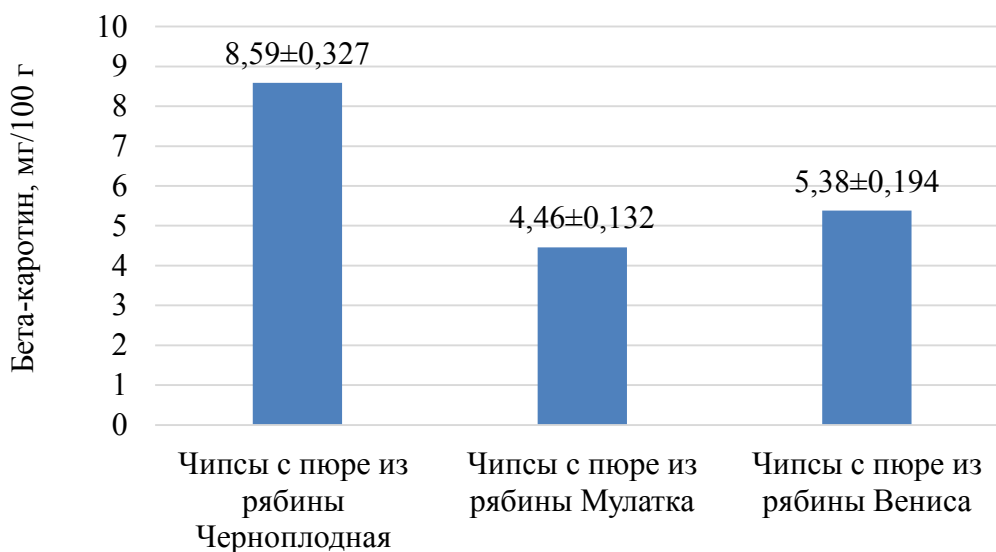


Рисунок 5.13 - Динамика содержания бета-каротина в поликомпонентных чипсах «Рябиновый цвет» с добавлением пюре из черноплодной рябины различных сортов

Рекомендуемая норма потребления для взрослого человека чипсов составляет – 10 г, при которой обеспечивается высокое содержание в одной порции водорастворимых антиоксидантов антоцианов, катехинов и флавонолов, так степень удовлетворения в этих физиологически активных ингредиентах, соответственно, составит в зависимости от сорта черноплодной рябины для чипсов с пюре из рябины: Черноплодная – 34, 16 и 109%, Мулатка – 39, 17 и 115% и Вениса – 28, 15 и 102%. При установленной норме потребления разработанных чипсов степень удовлетворения суточной потребности в бета-каротине составит в зависимости от сорта черноплодной рябины от 9 до 17%.

Все исследуемые в работе сорта черноплодной рябины, выращиваемые в условиях ЦЧР и рекомендуемые для консервирования, а именно Черноплодная, Мулатка и Вениса, в виде пюре в сочетании с рецептурными компонентами чипсов такими, как пюре из яблочных выжимок, порошок из травы зверобоя и мука овсяная, обеспечивают содержание в готовых изделиях физиологически

активных ингредиентов – антоцианов, катехинов и флавонолов на уровне более 15% от нормы потребления в сутки.

Пищевая ценность новых видов чипсов представлена в таблице 5.13.

Таблица 5.13 - Пищевая ценность разработанных чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины с добавлением муки овсяной и порошка из травы зверобоя (на 100 г продукта)

Наименование продукта	Бел, г	Жир, г	Угл, г	Зола, г	ПВ, г	ОК, г	Энергетическая ценность, кДж (ккал)
Чипсы «Рябиновый цвет»	5,8	3,7	60,5	2,8	16,7	2,5	1246,5 (297,9)

Как видно из таблицы 5.13, новый вид чипсов обогащен пищевыми волокнами, так 10 г чипсов удовлетворяет минимальную физиологическую потребность в этом пищевом веществе (20-25 г в сутки) на 8%.

5.3 Относительная биологическая ценность и безопасность разработанных видов поликомпонентных растительных чипсов

Разработанные новые виды поликомпонентных чипсов подлежали оценке на переваримость и по биологической ценности, для контроля были выбраны чипсы яблочные классические:

№ 1 - чипсы яблочные;

№ 2 - чипсы «Заря» на основе пюре из яблочных выжимок и свеклы столовой с добавлением муки гречневой, порошка из цветков ромашки аптечной;

№ 3 - чипсы «Рябиновый цвет» на основе пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины с добавлением муки овсяной, порошка из травы зверобоя;

№ 4 - чипсы «Мичуринские» на основе пюре из яблочных выжимок и тыквы с добавлением муки кукурузной и порошка из соцветий календулы;

№ 5 - чипсы «Дары осени» на основе пюре из яблочных выжимок и

моркови столовой, муки гороховой, порошка из соцветий липы.

«В качестве стандарта выступал белок яйца (альбумин). Стандартная среда содержала белок яйца в концентрациях, принятых при определении переваримости и биологической ценности белка (1, 2, 4 мг/мл). Растворителем являлась дистиллированная вода. Дополнительные микро-, макроэлементы и витамины в субстрат для культивирования инфузорий не вносились. Таким образом, в стандарте было исключено влияние на усвоение белка небелковых компонентов.

Мониторинг состояния популяции *P. caudatum*, развивавшейся в экспериментальных субстратах с содержанием протеинов 1, 2 и 4 мг/мл показал отсутствие биоцидного действия по отношению к инфузориям (таблица 5.14). Подсчёт численности инфузорий культивировавшихся на субстрате, содержащем исследуемые образцы разработанных чипсов относительно субстрата на основе яичного белка, выявил меньшую генеративную функцию и более высокую относительно субстрата на основе яблочных чипсов на всех контрольных точках при исследуемых концентрациях» [72].

Таблица 5.14 - Численность популяции *P. caudatum*, культивируемой в среде на основе яичного белка и исследуемых образцов чипсов ($P < 0,05$)

№ п/п	№ образца	Содержание белка, мг/мл		
		1	2	4
1	Яичный белок	28355±1118	36822±1306	44389±1295
2	1	10686±656	13648±944	16116±963
3	2	13348±788	20746±1211	23445±1022
4	3	14128±911	21929±1224	25216±1303
5	4	11175±834	14081±1025	16708±1100
6	5	12530±795	15786±992	20961±1081
В % к яичному белку				
7	1	37,7	37,1	36,3
8	2	47,1	56,3	52,8
9	3	49,8	59,6	56,8
10	4	39,4	38,2	37,6
11	5	44,2	42,9	47,2

Биотический потенциал инфузорий, культивируемых на субстрате,

содержащем исследуемые образцы чипсов № 2-5, был выше, чем на субстрате, содержащем контрольный образец чипсов №1 на протяжении всего жизненного цикла (таблица 5.15).

Таблица 5.15 - Биотический потенциал *P. caudatum*, культивировавшейся в среде на исследуемых образцах чипсов ($P < 0,05$)

№ п/п	№ образца	Содержание белка, мг/мл		
		1	2	4
1	1	0,111	0,142	0,168
2	2	0,139	0,216	0,244
3	3	0,147	0,228	0,263
4	4	0,127	0,157	0,195
5	5	0,151	0,248	0,291

Переваримость и биологическую ценность исследуемых объектов рассчитывали через 48 ч инкубации при уровне белка в среде культивирования 4 мг/мл, т.к. на данном этапе биотический потенциал достигал максимума.

Стандартизованную относительную биологическую ценность исследуемых объектов рассчитывали по отношению к яичному белку (таблица 5.16).

Таблица 5.16 - Биологическая ценность исследуемых образцов по результатам оценки на *P. Caudatum* ($P < 0,05$)

№ п/п	№ образца	Стандартизованная относительная биологическая ценность, %
1	Яичный белок	100
2	1	37,7
3	2	47,1
4	3	49,8
5	4	39,4
6	5	44,2

«При расчете показателей биологической ценности учитывалось отсутствие биоцидного воздействия исследуемого объекта на *P. caudatum*. По результатам исследования установлено, что СОБЦ исследуемых объектов

уступает биологической ценности яичного белка.

Проведены исследования по оценке влияния на тест-культуру *Parametium caudatum* субстратов, полученных на основе контрольного и экспериментальных образцов чипсов №1-5. В ходе эксперимента выявлена обратная зависимость продолжительности жизни инфузорий от содержания хлорида натрия в исследуемой культуре. Отмечено существенное увеличение сопротивляемости тест-организмов стресс-фактору во всех проанализированных рабочих концентрациях насыщенных растворов исследуемых образцов чипсов (1:1000, 1:10000 и 1:100000). В таблице 5.17 показано, что продолжительность жизни тест-организмов возрастала по сравнению с контролем (№1) при внесении гипертонического раствора хлорида натрия в количестве от 0,1 до 0,4 см³, а также наблюдалось сохранение их жизненных функций при его более высокой дозировке» [72].

Таблица 5.17 - Результаты стресс-теста на *P. Caudatum*, культивировавшейся в среде на основе контрольного и экспериментальных образцов чипсов

№ п/ п	№ образца	Концентрация исследуемого вещества	Объём раствора натрия хлорида 10%, мл						
			0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
1	1	1:1000	8,8	7,7	3,1	1,0	0	0	0
		1:10000	8,7	3,6	1,0	0	0	0	0
		1:100000	8,7	1,4	0	0	0	0	0
2	2	1:1000	8,8	6,6	4,1	2,9	1,0		0
		1:10000	8,6	6,7	3,0	1,2	0	0	0
		1:100000	8,5	6,5	2,0	0	0	0	0
3	3	1:1000	8,9	6,4	4,3	3,2	1,5	1,0	0
		1:10000	8,8	7,3	3,7	2,4	1,0	0	0
		1:100000	8,8	6,9	3,3	1,5	0	0	0
4	4	1:1000	8,8	6,1	3,8	2,7	1,0		0
		1:10000	8,6	5,8	2,9	1,0	0	0	0
		1:100000	8,4	6,1	2,0	0	0	0	0
5	5	1:1000	8,9	6,4	4,4	3,4	1,6	1,0	0
		1:10000	8,8	7,2	4,0	2,3	1,0	0	0
		1:100000	8,8	6,7	3,3	1,4	0	0	0

«Наименьшее отличие продолжительности жизни инфузорий экспериментальных образцов и контрольного отмечено при минимальной

дозировке стресс-фактора (0,1-0,2 см³).

Максимальное количество стресс-фактора, которое выдерживали контрольные тест-организмы составило 0,4 см³, тогда как у инфузорий, инкубированных в средах с экстрактами образцов № 3 и 5 его величина достигала 0,6; 0,5 и 0,4 см³ при разведениях, соответственно, 1:1000, 1:10000 и 1:100000, а у инфузорий, инкубированных в средах с экстрактами образцов № 2 и 4 – 0,5; 0,4 и 0,3 см³.

Таким образом, введение в культуральную среду субстратов, полученных на основе экспериментальных образцов чипсов, при соотношении 1:1000 приводит к увеличению стресс-устойчивости организмов.

Как показали проведённые исследования все разработанные образцы поликомпонентных чипсов не обладают биоцидным действием и, соответственно, являются безопасными продуктами.

Исследуемые образцы относительно субстрата на основе яичного белка выявляли меньшую генеративную функцию на всех контрольных точках при исследуемых концентрациях.

По результатам исследования установлено, что стандартизованная относительная биологическая ценность исследуемых образцов уступает биологической ценности яичного белка.

Исследование стресс устойчивости *P. Caudatum* показало, что введение в культуральную среду субстратов, полученных на основе экспериментальных образцов чипсов при соотношении 1:1000, приводит к увеличению стресс-устойчивости экспериментальных организмов» [72].

При установлении рекомендуемого срока годности разработанных чипсов – не более 12 месяцев со дня изготовления руководствовались ГОСТ 35059-2024. По истечении 12 месяцев хранения чипсов в крафт пакетах при температуре – не более 25 °С и относительной влажности воздуха – не более 75% образцы чипсов были проанализированы на показатели микробиологической безопасности (табл. 5.18).

Таблица 5.18 – Требования к микробиологическим показателям качества растительных поликомпонентных чипсов

КМА- ФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются		Плесени КОЕ/г, не более	Дрожжи, КОЕ/г, не более
	БГКП (колиформы)	Патогенные, в том числе сальмонеллы		
Гигиенический норматив				
5*10 ⁴	0,1	25	1*10 ²	5*10 ²
Чипсы «Заря»				
1700	Не обнаружены	Не обнаружены	20	44
Чипсы «Дары осени»				
1100	Не обнаружены	Не обнаружены	17	52
Чипсы «Мичуринские»				
700	Не обнаружены	Не обнаружены	15	37
Чипсы «Рябиновый цвет»				
550	Не обнаружены	Не обнаружены	12	66

По микробиологическим показателям чипсы растительные поликомпонентные удовлетворяют требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), утвержденным решением Комиссии таможенного союза от 9.12.2011 г. № 880.

5.4 Экономическая эффективность производства поликомпонентных растительных чипсов

Проведена экономическая оценка локального проекта по разработке поликомпонентных чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и/или моркови столовой, свеклы столовой, тыквы, черноплодной рябины с добавлением нетрадиционных видов муки и порошков из лекарственных растений [37].

Расчет затрат на сырье и экономической эффективности производства разработанных новых видов поликомпонентных растительных чипсов представлен в таблицах 5.19 и 5.20.

Таблица 5.19 – Расчет затрат на сырье при производстве поликомпонентных растительных чипсов

Наименование сырья и полуфабрикатов	Расход сырья на 1000 кг готовых чипсов, кг	Цена единицы сырья (кг), руб.	Стоимость сырья на 1000 кг готовых чипсов, руб.
Чипсы «Заря» на основе пюре из яблочных выжимок и свеклы столовой			
Пюре из яблочных выжимок	2224,3	70,0	155701,0
Пюре из свеклы столовой	2224,3	50,0	111215,0
Мука гречневая	222,6	53,0	11797,8
Порошок из цветков ромашки аптечной	44,3	280,0	12404,0
Итого:	-	-	291117,8
Чипсы «Дары осени» на основе пюре из яблочных выжимок и моркови столовой			
Пюре из яблочных выжимок	2943,3	70,0	206031,0
Пюре из моркови столовой	1962,3	60,0	117738,0
Мука гороховая	245,5	46,0	11293,0
Порошок из соцветий липы	48,9	455,0	22249,5
Итого:	-	-	357311,5
Чипсы «Мичуринские» на основе пюре из яблочных выжимок и тыквы			
Пюре из яблочных выжимок	2673,9	70,0	187173,0
Пюре тыквенное	1145,9	55,0	63024,5
Мука кукурузная	382,8	42,0	16077,6
Порошок из соцветий календулы	38,2	308,0	11765,6
Итого:			278040,7
Чипсы «Рябиновый цвет» на основе пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины			
Пюре из яблочных выжимок	2320,6	70,0	162442,0
Пюре из черноплодной рябины	994,7	85,0	84549,5
Мука овсяная	331,6	59,0	19564,4
Порошок из травы зверобоя	33,1	210,0	6951,0
Итого	-	-	273506,9

Из таблицы 5.19 следует, что сырьевой расход зависит от видов рецептурных ингредиентов чипсов и, соответственно, их стоимости. Максимальные затраты на сырье составили у чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и моркови столовой, что на 22,7-30,6% выше по сравнению с другими

видами чипсов. Минимальные затраты на сырье приходятся на чипсы на основе пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины.

Таблица 5.20 – Экономическая эффективность производства поликомпонентных растительных чипсов

Показатели	Поликомпонентные растительные чипсы			
	«Заря»	«Дары осени»	«Мичуринские»	«Рябиновый цвет»
План производства, кг	1000	1000	1000	1000
Затраты на сырье, руб.	291117,8	357311,5	278040,7	273506,9
Затраты на упаковку, руб.	630000,0	630000,0	630000,0	630000,0
Общепроизводственные расходы, руб.	139736,5	171509,5	133459,5	131283,3
Общехозяйственные расходы, руб.	119358,3	146497,7	111216,3	112137,8
Внепроизводственные расходы, руб.	61134,7	75035,4	58388,6	57436,5
Полная себестоимость, руб.	1241347,3	1380354,1	1211105,1	1204364,5
Оптово-отпускная цена за ед. продукта (20 г), руб.	32,20	35,88	31,46	31,20
Выручка, руб.	1613751,5	1794460,3	1574436,6	1565673,9
Прибыль, руб.	372404,2	414106,2	363331,5	361309,4
Уровень рентабельности, %	30,0	30,0	30,0	30,0

Расчет экономической эффективности производства новых видов поликомпонентных растительных чипсов показал, что при установленном уровне рентабельности равном 30% оптово-отпускная цена единицы продукции равной 20 г, упакованной в крафт пакет дой-пак, составит для чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и: свеклы столовой («Заря») – 32 руб. 20 коп., моркови столовой («Дары осени») – 35 руб. 88 коп., тыквы («Мичуринские») – 31 руб. и 46 коп., черноплодной рябины («Рябиновый цвет») – 31 руб. 20 коп. К примеру, средняя рыночная цена натуральных яблочных чипсов, в зависимости от производителя и упаковки, составляет 70 руб. 92 коп. Выручка от продажи

1000 кг разработанных поликомпонентных чипсов, в зависимости от их вида, составит от 1565673,9 до 1794460,3 руб.

Выводы по пятой главе

Разработана новая технология производства чипсов «Заря», «Дары осени», «Мичуринские» и «Рябиновый цвет», согласно которой предлагается комплексная переработка яблочных выжимок в пюре и использовать инфракрасно-конвективный способ сушки заготовок чипсов, в результате чего исключается необходимость применения растительного масла для их термической обработки.

Определена зависимость суммарного содержания антиоксидантов в чипсах от параметров сушки: температуры и времени. Ведение инфракрасно-конвективной сушки заготовок чипсов при установленной оптимальной температуре 50 °С позволяет сократить продолжительность данного процесса и увеличить сохранность водорастворимых антиоксидантов в чипсах по сравнению с традиционным конвективным способом сушки.

Установлена зависимость содержания антиоксидантов (ССА), аскорбиновой кислоты, флавоноидов и бета-каротина в чипсах от применяемого сорта свеклы и моркови столовых, тыквы и черноплодной рябины с целью определения возможности его рекомендации для овощесушильных предприятий.

Анализ пищевой ценности с учетом адекватного уровня потребления антиоксидантов взрослым организмом человека позволил установить рекомендуемую норму потребления разработанных видов чипсов равную 10 г в сутки.

Определен рекомендуемый срок годности чипсов – 12 месяцев со дня их изготовления, при котором чипсы отвечают гигиеническому нормативу по

показателям безопасности. Относительная безопасность чипсов установлена и в ходе исследований с применением *Paramecium caudatum*.

Рассчитана оптово-отпускная цена единицы продукции равной 20 г, которая, в зависимости от вида чипсов, колеблется от 31 руб. 20 коп. до 35 руб. 88 коп.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Определена максимальная разница по ССА между исследуемым сортиментом свеклы и моркови столовых – 35,6%, тыквы – 22,3% и черноплодной рябины – 26,4%, наибольшие значения составили, соответственно, 97,3 мг (Цилиндра), 43,4 мг (Витаминная 6), 27,3 мг (Красная малышка), 316,0 мг (Мулатка) на 100 г продукта. Для нетрадиционных видов муки, порошков из лекарственных растений и яблочных выжимок данный показатель находится в следующих пределах 28,9-164,7 мг/100 г, 414,1-1337,5 мг/100 г и 37,2 мг/100 г. Установлено, что в свекле столовой, черноплодной рябине преимущественно содержатся флавоноиды и аскорбиновая кислота, моркови столовой и тыкве – бета-каротин; порошки из лекарственных растений богаты флавоноидами и бета-каротином; яблочные выжимки и нетрадиционные виды муки выступают дополнительным источником перечисленных антиоксидантов.

Основная доля сухих веществ фруктового и овощного сырья приходится на сахара – 47-75%, содержание клетчатки и пектиновых веществ находится в пределах 0,6-3,1 и 0,7-2,3%. Источником пищевых волокон выступают также исследуемые виды муки (2,6-7,5%) и порошки из лекарственных растений (30,8-56,1%). Исследованное сырье служит дополнительным источником минеральных веществ и органических кислот, в зависимости от вида.

2. С учетом влияния пропорций растительных компонентов в рецептурах чипсов на физико-химические, реологические, колориметрические и органолептические свойства теста и готовых изделий определены оптимальные соотношения: I вариант - пюре из яблочных выжимок и свеклы столовой 50:50%, гречневая мука и порошок из цветков ромашки аптечной 5% и 1% (ССА 360,68 мг/100 г); II вариант - пюре из яблочных выжимок и моркови столовой 60:40%, гороховая мука и порошок из соцветий липы 5% и 1% (ССА 277,5 мг/100 г); III вариант - пюре из яблочных выжимок и тыквы 70:30%, кукурузная мука и порошок из соцветий календулы 10% и 1% (ССА 194,90 мг/100 г); IV вариант - пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины 70:30%, овсяная мука и порошок из травы зверобоя 10% и 1% (ССА 341,32 мг/100 г). Разработаны рецептуры поликомпонентных растительных чипсов «Заря», «Дары осени», «Мичуринские», «Рябиновый цвет».

3. Комплексная переработка яблочных выжимок в пюре, содержащее образующиеся в процессе производства вытерки в виде порошка, обеспечивает гомогенную систему и, соответственно, высокие вкусовые качества и хрупкость чипсов. Инфракрасно-конвективная сушка чипсов при температуре 50 °С в течение от 140 до 200 мин, в зависимости от вида, обеспечивает максимальное суммарное содержание антиоксидантов 194,9-360,7 мг/100 г по сравнению с сушкой при температурах 40 и 60 °С.

4. Разработана новая технология поликомпонентных растительных чипсов с применением инфракрасно-конвективной сушки, показавшей преимущество перед конвективным способом сушки по сохранности витамина С и флавоноидов (антоцианы, флавонолы, катехины), которая выше, соответственно, на 47,5-53,9% и 9,1-12,6%.

5. С учетом физиологической и адекватной потребностей взрослого организма человека в антиоксидантах рекомендуемая норма потребления поликомпонентных чипсов, в зависимости от применяемого сорта фруктов и овощей, составила 10 г. Так, суточная потребность в антиоксидантах покрывается на 15% и более при употреблении чипсов «Заря» (антоцианы и флавонолы), «Дары осени» (флавонолы и бета-каротин), «Мичуринские» (флавонолы и бета-каротин) и «Рябиновый цвет» (антоцианы, катехины и флавонолы).

6. Энергетическая ценность разработанных поликомпонентных растительных чипсов, в зависимости от вида, находится в пределах 1178,6-1343,1 кДж (281,73-321,02 ккал). Чипсы выступают дополнительным источником пищевых волокон, так порция обеспечивает минимальную физиологическую потребность взрослого человека на 8-10%. Исследование стресс устойчивости *P. Caudatum* показало, что введение в культуральную среду субстратов, полученных на основе поликомпонентных чипсов при соотношении 1:1000, приводит к максимальному увеличению стресс-устойчивости организмов по сравнению с контролем. Установлена безопасность новых видов чипсов.

7. Экономический расчет показал, что выручка от продажи 1000 кг разработанных поликомпонентных растительных чипсов оптовой стоимостью от 31 руб. 20 коп. до 35 руб. 88 коп., в зависимости от их вида, составит от 1565673,9 до 1794460,3 руб.

8. Разработана нормативно-техническая документация СТО 00493534-001-2025 «Чипсы растительные поликомпонентные» и проведена опытно-промышленная апробация новых видов чипсов в ООО «Экспериментальный центр «М-КОНС-1» (Тамбовская обл., г. Мичуринск).

Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы

1. Разработанные уникальные рецептуры и технология поликомпонентных растительных чипсов, обогащенных физиологически активными компонентами, с вовлечением в производственный процесс вторичного сырья – яблочных выжимок и местного растительного сырья – моркови и свеклы столовых, тыквы и черноплодной рябины предлагаются к применению на овощесушильных предприятиях.

2. Результаты научных исследований будут применены при проектировании новых видов чипсов с применением пюре из яблочных выжимок, вырабатываемого по предложенной технологии в комбинации с растительными ингредиентами, обеспечивающими синергизм по антиоксидантному действию.

3. Материалы диссертации будут использованы в лекционных курсах дисциплин «Технология продуктов профилактического питания», «Основы проектирования продуктов питания функционального назначения» обучающихся по направлению подготовки 19.04.04 Технология продукции и организация общественного питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антиоксидантные свойства аскорбиновой кислоты и ализарина в процессах радикально-цепного окисления / С. Л. Хилько, Р. Г. Семенова, Р. А. Макарова, А. И. Помещенко // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. - 2018. - № 4. - С. 173-180.
2. Барабай, В. А. Растительные фенолы и здоровье человека / В. А. Барабай. – М.: Наука, 1984. – 160 с.
3. Биотестирование рыбных продуктов с пищевыми добавками / Л. Ю. Лаженцева, Л. В. Шульгина, Г. И. Загородная, О. В. Зимина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2009. - № 1. – С. 108-110.
4. Блинникова, О. М. Использование плодов черноплодной рябины в рецептуре нектаров / О. М. Блинникова, И. М. Новикова, М. Ю. Табачков // Инновации в АПК - как стратегические приоритеты технологического суверенитета: материалы научно-практической конференции. – Воронеж, 2022. - С. 22-25.
5. Богданов, В. Д. Исследование безопасности и биологической ценности сухого концентрата трепанга биотестированием / В. Д. Богданов, О. В. Сахарова, Т. Г. Сахарова // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2016. - № 37. – С. 93-98.
6. Брыксин, Д. М. Сравнительная оценка качества ягод голубики высокой в условиях ЦЧР / Д. М. Брыксин, И. Б. Кирина, Т. Е. Бочарова // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. - 2012. - № 5. - С. 10-12.
7. Василенко, З. В. Сравнительная характеристика аминокислотного состава белков муки из зерен гороха сорта "Фараон" и гороховой муки марки "РЕАТЕХ" / З. В. Василенко, А. В. Акулич, О. А. Ветошкина // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. - 2018. - № 1(24). - С. 17-21.

8. Василенко, З. В. Сравнительная характеристика функционально-технологических свойств гороховой муки марки "РЕАТЕХ" и муки из зерен гороха сорта "Фараон" / З. В. Василенко, П. А. Ромашихин, О. А. Ветошкина // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. - 2016. - № 1(20). - С. 46-50.
9. Вигоров, Л. И. Биоактивные вещества и лечебное садоводство / Л. И. Вигоров // Сб. трудов 3 –го Всесоюз. семинара по БАВ (лечебным) веществам плодов и ягод. – Свердловск, 1968. - С. 7–18.
10. Вигоров, Л. И. Определение полифенолов / Л. И. Вигоров // Сб. трудов 2-го Всесоюз. семинара по БАВ плодов и овощей. – Свердловск, 1964. – 88 с.
11. Вигоров, Л. И. Методы определения флавонолов и флавононов в плодах и ягодах / Л. И. Вигоров, А. Я. Трибунская // Сб. трудов 3-го Всесозн. семинара по БАВ (лечебным) веществам плодов и ягод. – Свердловск, 1968. – С. 492–506.
12. Витаминная ценность плодов некоторых видов и сортов боярышника / И. Б. Кирина, Л. В. Титова, Ф. Г. Белосохов, К. С. Акимова // Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера: материалы Всероссийской научно-практической конференции. - Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2020. - С. 64-66.
13. Ермош, Л. Г. Использование отходов сокового производства для рецептурного состава ягодно-овощных чипсов / Л. Г. Ермош, Н. В. Присухина, К. А. Фадеев // Вестник КрасГАУ. - 2021. - № 6. - С. 163–169.
14. Инновационная технология производства глазированных чипсов / В. В. Литвяк, В. Г. Лобанов, Ю. Ф. Росляков [и др.] // Вестник КрасГАУ // 2020. - № 12. - С. 238–248.
15. Интернет-энциклопедия о сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://7ogorod.ru/>, свободный. – (дата обращения: 18.10.2023).

16. Исследование содержания антиоксидантов в растительном сырье - ингредиентах для поликомпонентных чипсов функционального назначения / О. В. Перфилова, З. Ю. Родина, К. В. Брыксина, А. С. Ильинский // Новые технологии. – 2023. – Т. 19, № 4. – С. 134-143. – DOI 10.47370/2072-0920-2023-19-4-134-143.
17. Исследование и анализ физико-химического состава ирги и черноплодной рябины / Г. Н. Жакупова, К. К. Макангали, А. Т. Сағандык, Г. М. Тоқышева // Вестник Алматинского технологического университета. – 2023. – № 2. – С. 167-176. – doi: 10.48184/2304-568X-2023-2-167-176.
18. Исследования товарных качеств и комплекса биологически активных веществ ягод малины (*Rubus Idaeus* L.) в условиях ЦЧР / Л. В. Титова, И. Б. Кирина, А. А. Обьедков, Е. Г. Титова // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVI Международной научной конференции. - Брянск: Брянский государственный аграрный университет. 2019, С. 429-433.
19. Калашников, Г. В. Оценка тепловой эффективности технологической схемы производства яблочных чипсов и сушеных плодов / Г. В. Калашников, Е. В. Литвинов // Вестник ВГУИТ. – 2014. -№ 3. – С. 11-17.
20. Календула - декоративная, лекарственная и пряная [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.botanichka.ru/article/kalendula-dekorativnaya-lekarstvennaya-i-pryanaya/>, свободный– (дата обращения: 18.10.2023).
21. Калина, В.С. Анализ существующих технологий производства картофельных чипсов / В. С. Калина, А. М. Вечеря // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2019. –Т. 19. - №2.- С. 146-152. - doi: 10.31388/2078-0877-19-2-146-152.
22. Каталог сортов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sortoved.ru/svekla/sort-svekly-cilindra.html>, свободный. – (дата обращения: 20.12.2023).

23. Каталог сортов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sortoved.ru/svekla/sort-svekly-bordo-237.html>, свободный. – (дата обращения: 20.12.2023).

24. Каталог сортов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sortoved.ru/svekla/sort-svekly-egipetskaya-ploskaya.html>, свободный. – (дата обращения: 20.12.2023).

25. Ключко, М. В. Биологическая активность и химический состав сырья липы сердцевидной и липы широколистной / М. В. Ключко, М. Н. Родин, Д. О. Боков // Известия ГГТУ. Медицина, фармация. - 2022. - № 4. - С. 73-78.

26. Королев, А. А. Разработка технологии плодоовощных чипсов: специальность 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства» / Королев Алексей Александрович; Всероссийский научно-исследовательский институт консервной и овощесушильной промышленности. - Видное, 2013. – 24 с. – Библиогр.: с. 4-5. – Место защиты: Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского. – Текст: непосредственный.

27. Комаров, В. Л. Сбор, сушка и разведение лекарственных растений в России : справочник / В. Л. Комаров. — Петроград : тип. бр. В. и. И. Линник, 1915. — 88 с., 55 л.

28. Кургузова, К. С. Столовая свекла - ценный компонент для создания продуктов здорового питания / К. С. Кургузова, Е. Ю. Гораш, Е. В. Великанова // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: материалы Международной научно-практической конференции. - Краснодар: Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий Российской академии сельскохозяйственных наук, 2015. - С. 33-36.

29. Лучшие сорта тыквы из коллекции Садов России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sad-i-ogorod.ru/blog/luchshie-sorta-tykvy-iz-nashej-kollekcii/>, свободный. – (дата обращения: 16.10.2023).
30. Магазин исследований [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://marketing.rbc.ru/articles/14723/?ysclid=m8pkoajj7a760311725> - Заглавие с экрана. – (дата обращения 22.03.2025).
31. Мажаева, Т. В. Анализ изменения пищевых предпочтений и заболеваний (состояний), связанных с питанием, у населения Российской Федерации / Т. В. Мажаева // ЗНиСО. - 2020. - №9(303). - С. 19-25.
32. Малявина, В. В. Перспективы расширения спектра медицинского применения бета-каротина / В. В. Малявина, Е. А. Швидко, А. М. Сампиев // Кубанский научный медицинский вестник. - 2010. - № 3-4(117-118). - С. 122-125.
33. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав / Всероссийская ордена Ленина и ордена Трудового Красного знамени академия сельскохозяйственных наук им В.И. Ленина. Государственный ордена Трудового Красного Знамени Никитского ботанический сад. – Ялта, 1982. – С. 15-17.
34. Мировой рынок снеков: статистика и тенденции [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://foodsmi.com/statistika-i-issledovaniya-/mirovoy-rynok-snekov-statistika-i-tendentsii/?ysclid=m8pkou7hf5218336790> - Заглавие с экрана. – (дата обращения 14.03.2025).
35. Молчанова, О. В. Значение потребления белка в профилактике ожирения, артериальной гипертензии и рака молочной железы (обзор литературы) / О. В. Молчанова, Г. Ф. Андреева // Профилактическая медицина. - 2015. - Т.18. - № 1. - С. 46-53.
36. Морозова, А. Л. Свободные радикалы, антиоксиданты и старение / А. Л. Морозова, З. Э. С. Рамазанова // Молодой учёный года 2022: материалы Международного научно-исследовательского конкурса. - Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. – С.133-135.

37. Магомедов, М. Д. Экономика отраслей пищевых производств: Учебное пособие / М. Д. Магомедов, А. В. Заздравных — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2005. — 264 с.
38. Научные основы здорового питания / В. А. Тутельян [и др.]. Москва: Издательский дом «Панорама», 2010. - 816 с.
39. Необходимость использования плодов рябины при производстве продуктов для профилактического питания / О. М. Блинникова, И. М. Новикова, Д. А. Блинникова, Л. Г. Елисеева // Технологии и продукты здорового питания: сборник статей XII Национальной научно-практической конференции с международным участием. - Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2021. - С. 73-77.
40. Нутрициология и клиническая диетология: национальное руководство / под ред. В. А. Тутельяна, Д. Б. Никитюка. – 2-е издание. М.: ТАР Медиа, 2022. - 1008 с.
41. Пат. 2362314. Российская Федерация, МПК A23G 3/34. Способ производства драже из плодов черноплодной рябины / Малкова Н. Н., Битюцкая Г. Н.: заявитель и патентообладатель Малкова Надежда Николаевна. – № 2008109679/13 ; заявл. 11.03.2008 ; опубл. 27.07.2009, Бюл. № 21.
42. Пат. 2484668 Российская Федерация, МПК A23L 1/214. Способ производства пищевого продукта из свеклы / Квасенков О. И. : заявитель и патентообладатель О. И. Квасенков. - № 20212136364/10 ; заявл. 27.08.2012 ; опубл. 20.06.2013, Бюл. №17.
43. Пат. 2696897 Российская Федерация, МПК A23L 7/139. Чипсы цельнозерновые и способ их производства / Ковальчук Т. Г. ; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Хлебпром» - 2018144841 ; заявл. 18.12.2018 ; опубл. 07.08.2019, Бюл. № 22.
44. Пат. 2732917 Российская Федерация, МПК A23L 7/117. Чипсы протеиновые цельнозерновые и способ их производства / Ковальчук Т. Г. ; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Хлебпром» - 2019133783 ; заявл. 23.10.2019 ; опубл. 24.09.2020, Бюл. № 27.

45. Пат.2616822 Российская Федерация, МПК A21D 8/06. Способ производства чипсов из лаваша / Исригова Т. А., Исригов С. С., Салманов М. М., Курбанова А. Б. : заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО ДагГАУ. – 2015102670 ; заявл. 27.01.2015 ; опубл. 18.04.2017, Бюл. № 11.

46. Перспективы использования плодов рябины в рецептуре йогурта / О. М. Блинникова, И. М. Новикова, Т. В. Зарапина, Н. Н. Григорьевская // Достижения и перспективы в сфере производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Материалы IV национальной научно-практической конференции, посвященной 45-летию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. - С. 344-347.

47. Перспективы развития функциональных продуктов питания / К. В. Парусова [и др.] // Сборник научных трудов, посвященный 85-летию Мичуринского государственного аграрного университета: Сборник научных трудов. В 4-х томах. Под редакцией В.А. Бабушкина. Том IV. - Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2016. - С. 249-252.

48. Перфилова, О. В. Антиоксидантная ценность моркови столовой различного сортимента как ингредиента продуктов для здорового питания / О. В. Перфилова, З. Ю. Родина, К. В. Брыксина // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство : Материалы IX Международной научно-технической конференции, Воронеж, 08 декабря 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2024. – С. 22-27.

49. Перфилова, О. В. Гороховая мука с позиции антиоксидантной ценности / О. В. Перфилова, З. Ю. Родина // Наука и Образование. – 2023. – Т. 6, № 4.

50. Перфилова, О. В. Использование нетрадиционного растительного сырья для рецептурной композиции чипсов / О. В. Перфилова, К. В. Брыксина, З. Ю. Родина // Новые технологии. – 2023. – Т. 19, № 3. – С. 68-77. – DOI 10.47370/2072-0920-2023-19-3-68-77.

51. Перфилова, О. В. Исследование антиоксидантной ценности порошка из цветков липы / О. В. Перфилова, З. Ю. Родина // Наука и Образование. - 2023. - Т. 6. - № 4. URL: <http://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/6349/6409> (дата обращения: 20.08.2024).

52. Перфилова, О. В. Исследование влияния СВЧ-нагрева свекольных и тыквенных выжимок на содержание в них витаминов / О. В. Перфилова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. - 2019. - № 2(55). - С. 93-97.

53. Перфилова, О. В. Переработка вторичного фруктово-овощного сырья с использованием электрофизических методов: расширение ресурсного потенциала и ассортимента продуктов повышенной пищевой ценности, разработка инновационных технологических решений : специальность 05.18.01 "Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Перфилова Ольга Викторовна, 2019. – 437 с.

54. Перфилова, О. В. Оценка физиологически активной ценности сорта черноплодной рябины / О. В. Перфилова, З. Ю. Родина // Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Майкоп, 26–27 ноября 2024 года. – Майкоп: Магарин Олег Григорьевич, 2024. – С. 239-243.

55. Перфилова, О. В. Применение СВЧ-, ИК-нагрева в технологии получения морковного порошка из выжимок / О. В. Перфилова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – Т. 81, № 1(79). – С. 144-148.

56. Перфилова, О. В. Разработка поликомпонентных чипсов с применением вторичного сырья сокового производства для здорового питания / О. В. Перфилова, З. Ю. Родина // Пищевые системы: новые виды ресурсов, инновационные технологии хранения и переработки, управление качеством :

коллективная монография, посвященная 25-летию кафедры технологии пищевых продуктов и организации питания и 30-летию Майкопского государственного технологического университета. – Майкоп : Издательство "Магарин Олег Григорьевич", 2023. – С. 41-50.

57. Перфилова, О. В. Рецептурная композиция для производства чипсов с применением яблочных выжимок / О. В. Перфилова, З. Ю. Родина, К. В. Брыксина // Пищевая промышленность. – 2024. – № 12. – С. 26-31. – DOI 10.52653/PPI.2024.12.12.005.

58. Перфилова, О. В. Свекла столовая - источник полифенолов при проектировании продуктов питания / О. В. Перфилова, З. Ю. Родина // Наука и Образование. – 2023. – Т. 6, № 4.

59. Перфилова, О. В. Содержание природных антиоксидантов в нетрадиционном растительном сырье, используемом в пищевой промышленности / О. В. Перфилова, К. В. Брыксина, З. Ю. Родина // Наука и Образование. – 2023. – Т. 6, № 4.

60. Перфилова, О. В. Сравнительный анализ антиоксидантной ценности растительного сырья как рецептурных компонентов пищевых продуктов / О. В. Перфилова, К. В. Брыксина, З. Ю. Родина // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2024. – № 4. – С. 100-106. – DOI 10.24412/2311-6447-2024-4-100-106.

61. Перфилова, О. В. Сырье с повышенным содержанием бета-каротина и перспективы его применения для рационального питания / О. В. Перфилова, З. Ю. Родина, Т. В. Шамшина // Экологические проблемы в отечественном садоводстве (V Потаповские чтения): материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора сельскохозяйственных наук, профессора, лауреата Государственной премии В.А. Потапова. - Мичуринск: Общество с ограниченной ответственностью "БИС", 2023. - С. 255-259.

62. Перфилова, О. В. Яблочные выжимки как источник биологически активных веществ в технологии продуктов питания / О. В. Перфилова // Новые технологии. – 2017. – № 4. – С. 65-71.

63. Перфилова, О.В. Технологические особенности производства фруктового полуфабриката из вторичного сырья сокового производства // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2017. - № 4. - С. 56-60.

64. Попова, Е. И. Нетрадиционное растительное сырье в решении продовольственной безопасности / Е. И. Попова, Н. В. Хромов // Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях: сборник научных статей 9-й Международной научно-практической конференции. – Курск, 2021. - С. 367-370.

65. Применение инфузорий тетрахимена пириформис для оценки качества и безопасности продуктов птицеводства / В. А. Долгов, С. А. Лавина, Т. С. Арно, Е. А. Семенова, С. С. Козак, И. Г. Серегин // Птица и птицепродукты. – 2014. - № 6. – С. 50-52.

66. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и влияние их на здоровье и старение человека / Я. И. Яшин, В. Ю. Рыжнев, А. Я. Яшин, Н. И. Черноусова. - Москва: Издательство «ТрансЛит», 2009. - 205 с.

67. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и влияние их на здоровье и старение человека / Я. И. Яшин [и др.]. М.: ТрансЛит, 2009. - 186 с.

68. Перспективы применения продуктов переработки свеклы столовой в технологии продуктов здорового питания / О. В. Перфилова, З. Ю. Родина, К. В. Брыксина, Л. М. Пренко // Наука и Образование. – 2025. – Т. 8, № 2.

69. Перфилова, О. В. Разработка поликомпонентных чипсов с повышенным содержанием антиоксидантов на основе пюре из яблочных выжимок и черноплодной рябины различного сортимента / О. В. Перфилова, З. Ю. Родина // Новое в технологии и технике функциональных продуктов

питания на основе медико-биологических воззрений : сборник научных статей и докладов XII Международной научно-технической конференции, Воронеж, 03–04 октября 2025 года. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2025. – С. 123-128.

70. Перфилова, О. В. Ассортимент растительных чипсов и технологическое решение их производства / О. В. Перфилова, З. Ю. Родина // Материалы пула научно-практических конференций : Материалы VII Международной научно-практической конференции, X Международной научно-практической конференции и VII Международной научно-практической конференции, Керчь, 23–27 января 2026 года. – Керчь: Керченский государственный морской технологический университет, 2026. – С. 509-513.

71. Плешков, Б. П. Практикум по биохимии растений / Б. П. Плешков. - М.: «Колос», 1976 – 266 с.

72. Родина, З. Ю. Относительная биологическая ценность и безопасность новых видов поликомпонентных растительных чипсов / З. Ю. Родина, О.В. Перфилова, А.В. Гребенщиков // Наука и Образование. – 2026. – Т.9., № 1.

73. Расширение ассортимента кондитерских изделий для здорового питания с применением свекольных выжимок / О. В. Перфилова, В. А. Бабушкин, А. А. Потапова [и др.] // Наука и Образование. - 2020. - Т. 3, № 2. - С. 324.

74. Расширение ассортимента продуктов для лечебнопрофилактического питания из фруктов и овощей / В. Ф. Винницкая, Д. В. Акишин, А. С. Давыдов, К. В. Брыксина // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. - 2022. - № 2. - С. 130-137. - doi 10.24412/2311-6447-2022-2-130-137.

75. Рекша, В. Э. Антиоксиданты и свободные радикалы / В. Э. Рекша // Декада экологии: материалы XI Международного конкурса. - Омск: Омский государственный технический университет, 2017. – С. 126-129.

76. Родина, З. Ю. Антиоксидантный состав порошка из цветков ромашки аптечной / З. Ю. Родина, О. В. Перфилова // Наука и Образование. – 2024. – Т. 7, № 4.

77. Родина, З. Ю. Зверобоя трава - перспективный рецептурный компонент продуктов функционального назначения / З. Ю. Родина, О. В. Перфилова // Наука и Образование. – 2024. – Т. 7, № 4.

78. Родина, З. Ю. Рябина черноплодная - перспективный ингредиент для проектирования продуктов питания с повышенной антиоксидантной ценностью / З. Ю. Родина, О. В. Перфилова // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции. В 5 томах, Благовещенск, 18–19 апреля 2024 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. – С. 214-220. – DOI 10.22450/978-5-9642-0637-8-214-220.

79. Родина, З. Ю. Современные тенденции применения свеклы в пищевых технологиях / З. Ю. Родина, О. В. Перфилова // Наука и Образование. – 2024. – Т. 7, № 1.

80. Родина, З. Ю. Рецептура и технология поликомпонентных чипсов, обогащенных антиоксидантами, с использованием различного сортамента моркови столовой / З. Ю. Родина, О. В. Перфилова, А. С. Ильинский // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2025. – № 4. – С. 16-24. – DOI 10.24412/2311-6447-2025-4-16-24.

81. Роль нутригенетики и нутригеномики и профилактики хронических неинфекционных заболеваний / С. И. Мазиллов, А. Н. Микеров, Н. Е. Комлева, И. В. Заикина // Вопросы питания. - 2022. - Т.91. - №1(539). - С 9-18.

82. Российский рынок мясных и рыбных снеков. 2024. От рассвета до заката. Исследования компании Step by Step // Российский продовольственный рынок. - 2024. - №2 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://foodmarket.spb.ru/archive/2024/223064/223076/?ysclid=m8pko7vxs2866700>
44 - Заглавие с экрана. – (дата обращения 16.03.2025).

83. Разработка поликомпонентных чипсов путем рационального использования растительного сырья / З. Ю. Родина, О. В. Перфилова, А. А. Дерканосова, К. К. Полянский // Вестник ВГУИТ. – 2026. – Т.88. - № 1. – С. 32-39. – doi: 10.20914/2310-1202-2026-1-32-39.

84. Разработка рецептуры чипсов, обогащенных природными антиоксидантами / З. Ю. Родина, О. В. Перфилова, А. А. Дерканосова, К. К. Полянский // Вестник ВГУИТ. – 2026. – Т.88. - № 2. – С. 52-69 – doi: 10.20914/2310-1202-2026-2-52-60.

85. Родина, З. Ю. Исследование свойств поликомпонентных чипсов, произведенных по новой технологии / З. Ю. Родина, О. В. Перфилова, К. В. Брыксина // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2026. – № 2. – С. 88-96 – doi: 10.24412/2311-6447-2026-2-88-96.

86. Семенова, Е. С Флавоноиды: антиоксидантные свойства и профилактический потенциал / Е. С. Семенова, С. В. Симоненко, Е. С. Симоненко, А. В. Бегунова, С. А. Дербенева // Пищевая промышленность. – 2024. - №6. – С. 64-67.

87. Скурихин, И. М. Химический состав российских пищевых продуктов / И. М. Скурихин. - М. : Колос, 2000. - 236 с.

88. Соболева, М. Методы профилактики недостатка витамина С в организме человека / М. Соболева, А. А. Буланкин. – Н. Новгород, 2024. – 19 с.

89. Совершенствование технологии получения порошков из растительного сырья / С. И. Данилин, Ю. Ю. Родионов, Ю. В. Родионов, Ю. А. Чумиков, А. И. Скоморохова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. - 2020. - № 4. - С. 150-159.

90. Соловьев, С. В. Сочетание различных приемов агротехники для повышения продуктивности свекловичных посевов / С. В. Соловьев, С. И. Данилин, А. Г. Абросимов // Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения): Материалы Национальной научно-практической

конференции, посвященной 85-й годовщине со дня рождения профессора, доктора сельскохозяйственных наук, лауреата Государственной премии Потапова Виктора Александровича. - Мичуринск: Мичуринский ГАУ, 2019. - С. 260-262.

91. Сравнительная оценка биохимического состава ягод перспективных сортов смородины черной / Л. В. Титова, И. Б. Кирина, Г. С. Усова, А. С. Ратушный // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. - 2019. - № 2 (28). - С. 16-21.

92. Столовая свекла как основной компонент для создания продуктов питания функционального назначения / Д. В. Котвицкая, К. М. Заречнева, В. А. Кравченко, М. В. Анискина // Технические науки: проблемы и решения : материалы XXXIII международной научно-практической конференции. - Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Интернаука», 2020. - С. 39-42.

93. Сергунов, В. П. Пищевые системы оздоровительного питания: биологически активный комплекс для нормализации функциональных расстройств вегетативной нервной системы / В. П. Сергунов, Д. Д. Агеенко, В. М. Позняковский // Пищевая промышленность. – 2024. - №2. – С. 10-15. – doi: 10.52653/PPI.2024.2.2.002.

94. Тенденции индустрии: рынок снеков [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://nielseniq.com/global/ru/insights/analysis/2022/trendy-industrii-rynok-snekov/> - Заглавие с экрана. – (дата обращения 20.03.2025).

95. Тенденции рынка снеков [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://sfera.fm/articles/sneki/tendentsii-rynka-snekov?ysclid=m8pko54v4g991202343> - Заглавие с экрана. – (дата обращения 16.03.2025).

96. Теоретические и практические аспекты разработки пищевых продуктов, обогащенных эссенциальными нутриентами / Е. А. Смирнова, [и др.] // Пищевая промышленность. - 2012. - №11. - С. 8-12.

97. Томиловская, Н. Е. Бета-каротин - незаменимый провитамин для нормальной работы организма / Н. Е. Томиловская // Научные исследования молодых учёных: сборник статей XX Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2022. - С. 8-10.
98. Технология консервирования растительного сырья: учебник / Э. С. Гореньков, А. Н. Горенькова, О. И. Кутина, Т. В. Шленская. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2014. - 320 с.
99. Фармакопей.рф. Все о регистрации лекарственных средств в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pharmacopoeia.ru/fs-2-5-0037-15-romashki-aptechnoj-tsvetki/>, свободный. – (дата обращения: 20.11.2024).
100. Федин, А. И. Интенсивная терапия ишемического инсульта / А. И. Федин, С.А. Румянцева. – М. : Медицинская книга, 2004. – 284 с.
101. Формирование потребительских свойств ягод земляники садовой органического производства как безопасного сырья для производства продуктов здорового питания / И. М. Новикова, Г. С. Усова, О. М. Блинникова, А. Г. Елисеева // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. - 2019. - № 4. - С. 60-66.
102. Хребтова, О. М. Биотестирование глауконита на инфузориях / О. М. Хребтова // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. – 2016. - № 2. – С. 73–76.
103. Черемных, Е. Г. Биотестирование пищевых добавок на инфузориях / Е.Г. Черемных, А.В. Кулешин, О.Н. Кулешина // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2011. -№ 3. –С. 5-12.
104. Шванская, И. А. Перспективные направления создания продуктов функционального назначения на основе растительного сырья : науч. аналит. обзор / И. А. Шванская. - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. - 144 с.
105. Экспериментальные исследования по изучению изменения антиоксидантной ценности мяты перечной при сушке в поле СВЧ / О. В. Перфилова, К. В. Брыксина, Е. П. Иванова, Н. Ю. Толстова // Технологии

пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2021. – № 3. – С. 172-176.

106. Яшин, А. Я. Методика выполнения измерений содержания антиоксидантов в напитках и пищевых продуктах, биологически активных добавках, экстрактах лекарственных растений амперометрическим методом / А. Я. Яшин, Н. И. Черноусова. - М.: «Химавтоматика», 2007. - 14 с.

107. Яшонков, А. А. Исследование влияния предварительного порообразования на кинетику процесса сушки при получении снеков из моркови / А. А. Яшонков, М. Э. Курдогло // Ползуновский вестник. - 2018;. -№4. – С. 64-67.

108. Ягодин, Б. А. Практикум по агрохимии / Б. А. Ягодин. – М.: «Колос», 1987. - 243 с.

109. A comprehensive review on flavanones, the major citrus polyphenols / Khan M.K. [et al.] // Journal of food composition and analysis. - 2014. - Vol. 33. - №. 1. - P. 85-104.

110. Baharinikoo, L. Detecting the amount of acrylamide in potato chips using cdte surface functionalized quantum dots by fluorescence spectroscopy / L. Baharinikoo, M. Chaichi, M. Ganjali // Zurnal Prikladnoj Spektroskopii. – 2020. –Т. 87. -№ 3. С. 439-447.

111. Cavalcante, G. M. Leishmanicidal Activity of Flavonoids Natural and Synthetic: A Minireview / G. M. Cavalcante, A. E. da Silva Cabral, C. C. Silva // Mintage Journal of Pharmaceutical and Medical Sciences. – 2018. – Vol. 7. - №. 1. P. 25-34.

112. Combined Microwave-Vacuum and Freeze Drying of Carrot and Apple Chips / Zheng-Wei Cui, Chun-Yang Li, Chun-Fang Song, Yun Song // Drying Technology: An international Journal. – 2008. – Vol. 26. - № 12. - P. 1517-1523 (www.tandfonline.com/loi/ldrt20).

113. Comparison of lipoxygenase, cyclooxygenase, xanthine oxidase inhibitory effects and cytotoxic activities of selected flavonoids / X. Shan [et al.] //

DEStech Transactions on Environment. Energy and Earth Sciences. - 2017. - Vol.10. - P.33.

114. Food technology management based on the implementation of innovative principles and approaches / E. I. Krivenko, V. B. Malitskaya, M. B. Chirkova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Yekaterinburg, 15–16 октября 2021 года. – Yekaterinburg, 2022. – P. 012124. – doi: 10.1088/1755-1315/949/1/012124.

115. Flavonoid intake and cardiovascular disease risk / R. P. Feliciano [et al.] // Current Opinion in Food Science. - 2015. - Vol. 2. - P. 92-99.

116. Flavonoids as antioxidants in plants: location and functional significance / Agati G. [et al.] // Plant science. - 2012. - Vol. 196. - P. 67-76.

117. Leaves of non-traditional crops in the production of food for a healthy diet / E. I. Popova, K. V. Bryksina, A. Y. Medelyaeva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Michurinsk, 2021. - P. 012083. - doi 10.1088/1755-1315/845/1/012083.

118. Lue-lue, Huang Comparison of four drying methods for re-structured mixed potato with apple chips / Lue-lue Huang, Min Zhang, Arun S. Mujumdar, Rui-xin Lim // Journal of Food Engineering. - 2011. – Vol. 103. – P. 279-284 (www.elsevier.com/locate/jfoodeng).

119. Modeling a formulation and assessment of the consumer properties of the special purpose starch drink / O. M. Blinnikova, V. A. Babushkin, L. G. Eliseeva, G. S. Usova // Sarhad Journal of Agriculture. - 2020. - T. 36. - № 3. - C. 939-948.

120. Paulo F. Da, Silva Vacuum frying of high-quality fruit and vegetable-based snacks / Paulo F. Da Silva, Rosana G. Moreira // LWT –Food Science and Technology. – 2008. – Vol. 41. – P. 1758-1767. (www.sciencedirect.com).

121. Perfilova, O. V. The effect of microwave heating of fruit and vegetable raw materials on the water-soluble antioxidants content / O. V. Perfilova, V. A. Babushkin, K. V. Bryksina // Journal of Physics: Conference Series. - Vol. 1679. - Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. - P. 42055. - doi 10.1088/1742-6596/1679/4/042055.

122. Pancrazi, R. Subsidise fruits and vegetables to encourage healthy and sustainable diets / R. Pancrazi, T. Van Rens, M. Vukotic // TheScienceBreaker. – 2023. – Vol. 9, No. 2. – doi: 10.25250/thescbr.brk710.

123. Physical methods in innovative technological solutions of beet refuse processing / O. V. Perfilova, V. A. Babushkin, O. M. Blinnikova, K. V. Bryksina // Journal of Physics: Conference Series. Vol. 1679. Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited. - 2020. - P. 42031. - doi 10.1088/1742-6596/1679/4/042031.

124. Polyphenols of mulberry fruits as multifaceted compounds: Compositions, metabolism, health benefits, and stability – A structural review / I. Khalifa [et al.] // Journal of functional foods. - 2018. - Vol. 40. - P. 28-43.

125. Stocker, R. Role of oxidative modifications in atherosclerosis / R. Stocker, Jr. J. F. Keaney // Physiological reviews. - 2004. - Vol. 84. - № 4. - P. 1381-1478.

126. Use of vegetable and fruit powder in the production technology of functional food snacks // O. V. Perfilova, D. V. Akishin, V. F. Vinnitskaya, S. I. Danilin, O. V. Olikainen // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. – Krasnoyarsk, 2020. - P. 82071.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное)

Список сокращений

АЗЗ – алиментарно-зависимые заболевания
АФК – активная форма кислорода
БП – биотический потенциал
Бел – белки
Витамин С – аскорбиновая кислота
ВС – вакуумная сушка
МСС – микроволновая сублимационная сушка
МВС – микроволновая вакуумная сушка
ОК – органические кислоты
ПВ – пищевые волокна
ССА – суммарное содержание антиоксидантов
СОБЦ – стандартизованная относительная биологическая ценность
СВ – сухие вещества
СС – сублимационная сушка
СВЧ – сверхвысокие частоты
Угл – углеводы
УФ – ультрафиолетовый
ЦЧР – Центрально-Черноземный регион

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное)

Шкала дегустационной оценки поликомпонентных растительных чипсов

Таблица Б1 – Характеристика балльной оценки органолептических показателей качества поликомпонентных растительных чипсов

Показатели	Баллы	Характеристика показателя
1	2	3
Форма	5	Пластинки правильной квадратной формы с ровными краями и легкой изогнутостью
	4	Пластинки правильной квадратной формы с легкой изогнутостью краев и наличием небольшой выпуклости
	3	Пластинки достаточно правильной квадратной формы с наличием небольшой выпуклости в основании и с легкой изогнутостью краев
	2	Пластинки недостаточно правильной формы, приближающейся к квадратной, с наличием выраженной выпуклости в основании и изогнутых краев
	1	Пластинки неправильной формы, приближающейся к квадратной, с наличием ярко выраженной выпуклости в основании и сильно изогнутых краев
Поверхность	5	Шероховатая без трещин
	4	Шероховатая с едва заметными единичными трещинами
	3	Шероховатая с едва заметными трещинами не более 1/3 поверхности
	2	Шероховатая, грубая с заметными трещинами до 1/2 поверхности
	1	Шероховатая, грубая с заметными трещинами по всей поверхности
Хрупкость	5	Изделия хрупкие, хрустящие, легко разламываются
	4	Изделия достаточно хрупкие, менее хрустящие, легко разламываются
	3	Изделия недостаточно хрупкие, слабохрустящие, разламываются или чрезмерно хрупкие, слабохрустящие, легко разламываются
	2	Изделия твердые, нехрустящие, разламываются с усилием или чрезмерно хрупкие, нехрустящие, при разломе сильно рассыпаются
	1	Изделия твердые, нехрустящие, разламываются с усилием или чрезмерно хрупкие, нехрустящие, при разломе сильно рассыпаются
Цвет	5	Равномерный и насыщенный цвет от светло-коричневого до темно-бордового в зависимости от фруктового и овощного ингредиентов с некоторым вкраплением сушеных лекарственных растений и яблочных вытерок. Без признаков подгорания.
	4	Достаточно равномерный и насыщенный цвет от светло-коричневого до темно-бордового в зависимости от фруктового и овощного ингредиентов с некоторым вкраплением сушеных лекарственных растений и яблочных вытерок. Без признаков подгорания.

1	2	3
	3	Недостаточно равномерный и насыщенный цвет от светло-коричневого до темно-бордового в зависимости от фруктового и овощного ингредиентов с некоторым вкраплением сушеных лекарственных растений и яблочных вытерок. Без признаков подгорания.
	2	Неравномерный и слабо выраженный цвет коричневого и бордового оттенков в зависимости от фруктового и овощного ингредиентов с некоторым вкраплением сушеных лекарственных растений и яблочных вытерок. Наличие признаков подгорания.
	1	Неравномерный и очень бледный цвет от светло-коричневого до темно-бордового оттенков в зависимости от фруктового и овощного ингредиентов с некоторым вкраплением сушеных лекарственных растений и яблочных вытерок. Наличие подгорания.
Вкус	5	Насыщенный, сладковатый с гармоничным вкусовым сочетанием входящих в состав фруктов, овощей, муки и лекарственных растений
	4	Выраженный, сладковатый, с приятным вкусовым сочетанием входящих в состав фруктов, овощей, муки и лекарственных растений
	3	Свойственный входящим в состав фруктам, овощам, муке и лекарственным растениям со сладким послевкусием и крахмалистым привкусом не отягощающими общее впечатление
	2	Без сладости с неприятным вкусовым сочетанием входящих в состав фруктов, овощей, муки и лекарственных растений с наличием крахмалистого вкуса
	1	Без сладости с неприятным вкусовым сочетанием входящих в состав фруктов, овощей, муки и лекарственных растений с выраженным крахмалистым вкусом
Запах	5	Ярко выраженный, в зависимости от фруктового, овощного, мучного ингредиента, а также лекарственных растений, сбалансированный, очень приятный
	4	Выраженный, в зависимости от фруктового, овощного, мучного ингредиента и лекарственных растений, приятный
	3	Слабовыраженный, в зависимости от фруктового, овощного мучного ингредиента и лекарственного растения, несбалансированный с наличием легких несвойственных ноток
	2	Слабовыраженный, в зависимости от фруктового, овощного, мучного ингредиента и лекарственного растения, неприятный с наличием сильно выраженных несвойственных ноток
	1	Неприемлемый, неприятный

Таблица Б2 – Коэффициенты значимости 10-балльной дегустационной шкалы оценки поликомпонентных растительных чипсов

Наименование показателя	Коэффициент значимости
Форма	0,2
Поверхность	0,2
Хрупкость	0,5
Цвет	0,3
Вкус	0,5
Запах	0,3

ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное)

Внешний вид поликомпонентных растительных чипсов

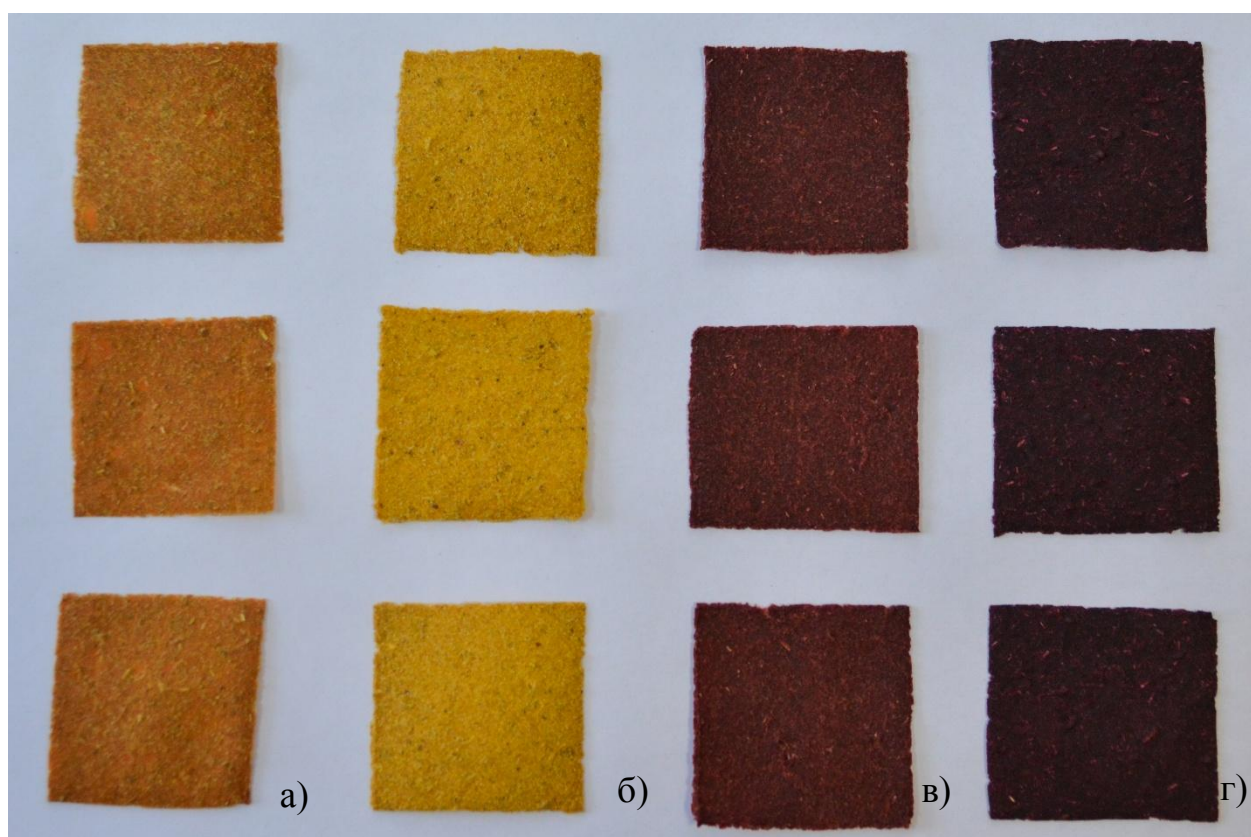


Рисунок В1 – Внешний вид чипсов на основе пюре из яблочных выжимок и: а) моркови столовой – «Дары осени», б) тыквы – «Мичуринские», в) свеклы столовой – «Заря», г) черноплодной рябины – «Рябиновый цвет» с добавлением нетрадиционных видов муки и порошков из лекарственных растений

ПРИЛОЖЕНИЕ Г (обязательное)

Акты производственных испытаний поликомпонентных растительных чипсов

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный Директор

ООО «Экспериментальный центр «М-КОНС-1»

Поняфилкин Алексей Вячеславович

подпись,

27 сентября 2025 г.



АКТ

производственной выработки опытной партии новых видов

поликомпонентных растительных чипсов

В производственных условиях ООО «Экспериментальный центр «М-КОНС-1» (г. Мичуринск) по рецептурам и технологиям, разработанным профессором Перфиловой О.В. и аспирантом Родиной З.Ю. кафедры продуктов питания, товароведения и технологии переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ были произведены выработки чипсов следующего компонентного состава:

- поре из яблочных выжимок: поре из моркови столовой: порошок из соцветий липы: гороховая мука;
- поре из яблочных выжимок: поре из тыквы: порошок из соцветий календулы: кукурузная мука.

Образцы поликомпонентных растительных чипсов были представлены на дегустационный совет предприятия и одобрены по всем регламентируемым органолептическим и физико-химическим показателям качества.

Разработанные профессором Перфиловой О.В. и аспирантом Родиной З.Ю. в рамках Государственного задания Минобрнауки РФ (№ госрегистрации FESU-2023-0004) «Разработка новых технологических решений производства и рецептур продуктов здорового питания с использованием растительного сырья» рецептуры и технологии поликомпонентных растительных чипсов экономически эффективны и получили положительную оценку технологической службы предприятия.

На основании этого рекомендуем разработать нормативно-техническую документацию (СТО) и поставить разработанные новые виды поликомпонентных растительных чипсов на производство.

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный Директор

ООО «Экспериментальный центр «М-КОНС-1»

Понафидин Алексей Вячеславович

 _____ подпись,
"23" сентября 2025 г.


АКТ

**производственной выработки опытной партии новых видов
поликомпонентных растительных чипсов**

В производственных условиях ООО «Экспериментальный центр «М-КОНС-1»(г. Мичуринск) по рецептурам и технологиям, разработанным профессором Перфиловой О.В. и аспирантом Родиной З.Ю. кафедры продуктов питания, товароведения и технологии переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ были произведены выработки чипсов следующего компонентного состава:

-поре из яблочных выжимок: поре из свеклы столовой: порошок из цветков ромашки аптечной: гречневая мука;

- поре из яблочных выжимок: поре из черноплодной рябины: порошок травы зверобоя: овсяная мука.

Образцы поликомпонентных растительных чипсов были представлены на дегустационный совет предприятия и одобрены по всем регламентируемым органолептическим и физико-химическим показателям качества.

Разработанные профессором Перфиловой О.В. и аспирантом Родиной З.Ю. в рамках проекта «Разработка технологии поликомпонентных снеков на основе яблочных выжимок с добавлением местного высокоантиоксидантного растительного сырья для здорового питания» областного конкурса «Гранты для поддержки прикладных научных исследований молодых учёных в 2023 году» (№ МУ2023-02/10) рецептуры и технологии поликомпонентных растительных чипсов экономически эффективны и получили положительную оценку технологической службы предприятия.

На основании этого рекомендуем разработать нормативно-техническую документацию (СТО) и поставить разработанные новые виды поликомпонентных растительных чипсов на производство.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное)

Нормативно-техническая документация (СТО) для промышленного
производства поликомпонентных растительных чипсов

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
МИЧУРИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ОКПД2 10.39

Группа Н51
(ОКС 67.080.01)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной и
инновационной работе
Р.В. Папихин
06 октября 2025 г.

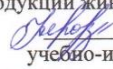
СТАНДАРТ
ОРГАНИЗАЦИИ

СТО 00493534 - 001 - 2025

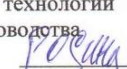
ЧИПСЫ РАСТИТЕЛЬНЫЕ ПОЛИКОМПОНЕНТНЫЕ

Технические условия

Разработано: профессор кафедры продуктов
питания, товароведения и технологии
переработки продукции животноводства

технолог  О.В. Перфилова
учебно-исследовательской
лаборатории продуктов функционального
питания

 К.В. Брыксина
аспирант кафедры продуктов питания,
товароведения и технологии переработки
продукции животноводства

 З.Ю. Родина

Мичуринск - наукоград РФ
Тамбовской области
2025 г.

Приложение Е (справочное)

Сертификаты и дипломы





ДИПЛОМ

ПОБЕДИТЕЛЯ II МЕСТО

IV Международной научно-практической
конференции

«АГРАРНАЯ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

*Перспективные технологии возделывания с/х культур
пищевого назначения, повышающие качество получаемой
продукции. Инновационные подходы к хранению и пере-
работке с/х пищевой продукции.*

секция _____

Родина
Злата Юрьевна

И.о. ректора
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

С.А. ЖИДКОВ

Мичуринский ГАУ, 2024



БЛАГОДАРСТВЕННОЕ ПИСЬМО

Родиной Злате Юрьевне

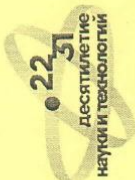
*за активное участие в подготовке к
Всероссийской выставке День садовода - 2025*

Проректор по научной
и инновационной работе



Р.В. ПАПИХИН

Мичуринский ГАУ, 2025



СЕРТИФИКАТ

участника

V Международной научно-практической конференции

«АГРАРНАЯ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

29-30 АПРЕЛЯ 2025 г.

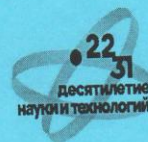
Родина Злата Юрьевна

Врио ректора ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ



Р.А. ЧМИР

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Мичуринский государственный аграрный университет»



СЕРТИФИКАТ

участника

*Всероссийской (национальной) научно-практической конференции
с международным участием*

**«ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В
ОТЕЧЕСТВЕННОМ САДОВОДСТВЕ»,**

*посвященной памяти доктора сельскохозяйственных наук,
профессора, лауреата Государственной премии
В.А.Потапова (V Потаповские чтения)*

16 ноября 2023 года

**РОДИНА
ЗЛАТА ЮРЬЕВНА**

И.о ректора
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ



С.А.Жидков



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Мичуринский государственный аграрный университет»

СЕРТИФИКАТ УЧАСТНИКА

76-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ
«ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
И НАУЧНОГО СУВЕРЕНИТЕТА:
РОЛЬ УНИВЕРСИТЕТСКОГО СООБЩЕСТВА»

Родина Злата Юрьевна

Руководитель: Чернылова О.В.

И.О. РЕКТОРА

ФГБОУ ВО МИЧУРИНСКИЙ ГАУ



С.А. ЖИДКОВ

Мичуринский ГАУ, 2024

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ЭКОНОМИКИ И ТОРГОВЛИ
ИМЕНИ МИХАИЛА ТУГАН-БАРАНОВСКОГО»

СЕРТИФИКАТ УЧАСТНИКА КОНФЕРЕНЦИИ

НАСТОЯЩИМ УДОСТОВЕРЯЕТ, ЧТО

***Родина
Злата Юрьевна***

**принял(а) участие в X Международной
научно-практической конференции
«Современные процессы в пищевых производствах
и инновационные технологии обеспечения качества
пищевых продуктов»**

23-27 января 2026 г.

г. Сочи (Адлер, ФТ Сириус)

**Ректор ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ»
имени Михаила Туган-Барановского»**



С.В. Дрожжина

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (справочное)

Акт о внедрении материалов диссертации в учебный процесс

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-воспитательной
работе и молодежной политике
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

 Р.А. Чмир

3 сентября 2025 г.

АКТ

внедрения в учебный процесс результатов диссертационной работы
Родиной Златы Юрьевны на тему «Разработка технологии и рецептур
поликомпонентных растительных чипсов, обогащенных антиоксидантами»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 4.3.3. Пищевые системы

Мы, нижеподписавшиеся, директор института фундаментальных и прикладных агrobiотехнологий имени И.В. Мичурина, д. с.-х. н., профессор Григорьева Л.В., начальник методического отдела, к. э. н., доцент Кириллова С.С., начальник учебного отдела, к. филол. н., доцент Синепупова О.С. составили настоящий акт о том, что с целью методического, информационного обеспечения и совершенствования основной профессиональной образовательной программы по направлению 19.04.04 Технология продукции и организация общественного питания, профилю Технология продуктов функционального и профилактического питания, в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников, результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс, используются в лекционных курсах дисциплин «Пищевые добавки функционального назначения», «Технология продуктов функционального питания», в практике НИР.

Директор института фундаментальных и прикладных агrobiотехнологий имени И.В. Мичурина, д. с.-х. н., профессор



Григорьева Л.В.

Начальник методического отдела, к.э.н., доцент



Кириллова С.С.

Начальник учебного отдела, к. филол. н., доцент



Синепупова О.С.