

На правах рукописи

Алексашина Софья Анатольевна

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЧИПСОВ
ИЗ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО И ОВОЩНОГО СЫРЬЯ
С ПОВЫШЕННЫМ АНТИОКСИДАНТНЫМ ДЕЙСТВИЕМ**

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Краснодар – 2021

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный технический университет»

Научный руководитель: доктор химических наук, профессор
Макарова Надежда Викторовна

Официальные оппоненты: **Родионова Людмила Яковлевна,**
доктор технических наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет им. И.Т. Трубилина»,
кафедра технологии хранения и переработки
растениеводческой продукции, профессор

Дрофичева Наталья Васильевна,
кандидат технических наук, ФГБНУ
«Северо-Кавказский федеральный научный
центр садоводства, виноградарства,
виноделия», лаборатория хранения и
переработки плодов и ягод, старший
научный сотрудник

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
технологический университет»

Защита диссертации состоится «___» _____ 2021 г. в _____ часов
на заседании диссертационного совета Д 006.056.01 в ФГБНУ
«Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия» по адресу: 350901, г. Краснодар,
ул. им. 40-летия Победы, 39.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте
ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия» <http://www.kubansad.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2021 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью
организации, с указанием почтового адреса, телефона, электронной почты
организации, фамилии, имени, отчества, должности лица, подготовившего
отзыв, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета
по адресу: 350901, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39,
тел./факс: 8(861) 257-57-02; e-mail: kubansad@kubannet.ru

Ученый секретарь
Диссертационного совета Д 006.056.01
кандидат с.-х. наук



В.В. Соколова

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

1.1 Актуальность работы. В настоящее время одной из важнейших проблем человечества является прогрессивное старение населения. На здоровье организма человека и его преждевременное увядание оказывают влияние множество причин. Из наиболее весомых можно выделить: нерациональное питание, вредные привычки, хронический стресс, неблагоприятные условия труда. Уровень питания населения говорит о социально-экономическом развитии страны, демонстрирует благосостояние граждан и их социальный потенциал. Так же существуют доказательства влияния рациона питания на здоровье человека, в том числе и на развитие хронических неинфекционных заболеваний, являющиеся причинами преждевременной смертности не только в России, но и в большинстве развитых стран мира.

Среди биологических регуляторов, которые могут повышать защитные возможности организма, значимое место занимают природные антиоксиданты. Они являются ингибиторами окислительных процессов, происходящих в организме человека на клеточном уровне, и защищают мембраны клеток от повреждений.

Однако употребление продуктов, содержащих антиоксиданты должно носить систематический характер для очевидного эффекта воздействия на организм человека. В связи, с чем встает острый вопрос об использовании таких продуктов общественного питания, которые возможно потреблять «на ходу» и повсеместно.

Снековая продукция – вариант быстрого утоления голода и перекуса между основными приемами пищи. В настоящее время она занимает значительное место в рационе питания человека. Согласно маркетинговым исследованиям агентства FDFgroup лидером на рынке снеков считаются картофельные чипсы. Однако помимо известного вреда обжаренных в масле продуктов представленный рыночный сегмент переполнен однотипной продукцией. Альтернативным сырьем для производства снеков могут стать, плоды, ягоды и овощи (Литвяк В.В., Королева Д.Д., Росляков Ю.Ф., Овчинников А.С., Вершинина О.Л., Suji O., Karna R и др.).

В связи с этим на данный момент стоит актуальная задача – создание инновационного продукта, который имел бы популярность среди населения и был способен не только быстро утолять голод, но и поставлять в организм человека ингибиторы свободнорадикального окисления – антиоксиданты. Таким продуктом могут стать плодово-ягодно-овощные чипсы, технология изготовления которых подразумевает использование плодово-ягодных и овощных пюре с последующим обогащением продукта вкусоароматической смесью из высушенных трав, цветов и плодов.

1.2 Цель исследований. *Целью* настоящей диссертационной работы является обоснование рецептур и технологических режимов производства плодово-ягодно-овощных чипсов с повышенным антиоксидантным

действием из местного плодово-ягодного и овощного сырья с внесением инновационных вкусо-ароматических смесей из высушенных трав, цветов и плодов.

1.3 Задачи исследований:

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи диссертационной работы:

- анализ Российского рынка снековой продукции, а так же исследование химического состава и антиоксидантной активности плодово-ягодного и овощного сырья Самарского региона с целью обоснования выбранного направления исследования;
- исследование технологических режимов предварительной тепловой обработки плодово-ягодного и овощного сырья для производства полуфабриката «пюре» с целью максимальной сохранности антиоксидантной активности;
- исследование вязкости тестовой массы с помощью универсальной модели вискозиметра с дальнейшим анализом многофакторного эксперимента в программе STATISTICA. Систематизация экспериментальных данных и обоснование оптимальных параметров для замеса тестовой массы;
- разработка технологии плодово-ягодно-овощных чипсов с повышенным антиоксидантным действием за счет внесения вкусо-ароматической смеси из высушенных трав, цветов и плодов;
- исследование влияния вида упаковки и времени хранения на антиоксидантную активность разрабатываемого продукта;
- промышленная апробация предложенной технологии и разработка комплекта технической документации на способ получения плодово-ягодно-овощных чипсов с повышенным антиоксидантным действием.

1.4 Научная новизна. Получены новые сведения об антиоксидантной активности плодово-ягодного, овощного и растительного сырья, произрастающего на территории Самарской области. Научно обоснована технология получения новых видов снековой продукции – плодово-ягодно-овощных чипсов, вырабатываемых из смеси жидких (пюре) и сухих компонентов (мука, крахмал картофельный). Смоделированы и реализованы новые рецептурные варианты разрабатываемого продукта с оптимальным соотношением ингредиентов. Впервые в качестве вкусо-ароматической смеси предложены композиции из высушенных трав, цветов и плодов, повышающие антиоксидантную активность готовой продукции. Научно обоснован выбор варианта упаковки для наилучшей сохранности антиоксидантной активности плодово-ягодно-овощных чипсов. Установлено, что пакет-подушка сохраняет до 83 % анализируемых показателей.

1.5 Практическая значимость. Разработана технология получения чипсов, получаемых на основе плодово-ягодных и овощных пюре. Разработаны технические условия (Приложение А): ТУ 11.07.19.133-001-02068396-2020 «Плодово-ягодно-овощные чипсы «Тыква»», ТУ 11.07.19.133-002-

02068396-2020 «Плодово-ягодно-овощные чипсы «Тыква-малина»», ТУ 11.07.19.133-003-02068396-2020 «Плодово-ягодно-овощные чипсы «Свекла-вишня»», ТУ 11.07.19.133-004-02068396-2020 «Плодово-ягодно-овощные чипсы «Морковь-клубника»», ТУ 11.07.19.133-005-02068396-2020 «Плодово-ягодно-овощные чипсы «Капуста-смородина»». Разработаны технологические инструкции на способ получения плодово-ягодно-овощных чипсов с повышенным антиоксидантным действием (Приложение Б): ТИ 11.07.19.133-001-02068396-2020 по производству плодово-ягодно-овощных чипсов «Тыква», ТИ 11.07.19.133-002-02068396-2020 по производству плодово-ягодно-овощных чипсов «Тыква-малина», ТИ 11.07.19.133-003-02068396-2020 по производству плодово-ягодно-овощных чипсов «Свекла-вишня», ТИ 11.07.19.133-004-02068396-2020 по производству плодово-ягодно-овощных чипсов «Морковь-клубника», ТИ 11.07.19.133-005-02068396-2020 по производству плодово-ягодно-овощных чипсов «Капуста-смородина».

Новизна технических решений подтверждена патентом РФ № 2738968 «Способ получения ягодно-овощных чипсов с повышенным антиоксидантным действием».

1.6 Реализация результатов исследования. Способ производства плодово-ягодно-овощных чипсов внедрен в производство на ООО «Технология» (г. Самара).

Внедрение способа производства плодово-ягодно-овощных чипсов, вырабатываемых на основе пюре, позволяет использовать полуфабрикат с его максимальным выходом в любое время года. Нанесение вкусоароматической смеси на горячие чипсы обеспечило наилучшее ее сцепление с поверхностью продукта.

1.7 Личное участие автора. Выбор направления исследований и формулировка цели и задач проводились совместно с научным руководителем профессором Н.В. Макаровой. Диссертантом был сформирован план исследований, проведены эксперименты, осуществлена статическая обработка и проанализированы полученные результаты.

Работа выполнена в рамках государственного задания на фундаментальные исследования Самарского государственного технического университета № 0778-2020-0005.

1.8 Основные положения, выносимые на защиту

- методологический подход к выбору плодово-ягодного, овощного и растительного сырья для получения чипсов с внесением вкусоароматической смеси из высушенных трав, цветов и плодов, основанный на сравнительном анализе химического состава, антиоксидантной активности и средней рыночной стоимости;
- технологические режимы производства плодово-ягодного, овощного пюре и чипсов на его основе;
- показатели качества и микробиологическая безопасность плодово-ягодно-овощных чипсов.

1.9 Методология исследований. Для решения поставленной цели применен системно-технологический подход, включающий анализ разрабатываемой продукции на важнейших этапах ее производственного цикла.

1.10 Степень достоверности и апробация результатов исследований. Результаты исследований и выводы, сформулированные в диссертационной работе, обоснованы значительным объемом экспериментальных исследований, проведенных в лабораторных и производственных условиях, и подтверждены полученным патентом, публикациями основных результатов работы в рецензируемых печатных изданиях.

Результаты исследований доложены, обсуждены и одобрены на: Пятой международной научной конференции с элементами научной школы для молодежи «Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов и производств» (Тверь, 2017), Десятой международной научно-практической конференции «Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг» (Орел, 2019), Четырнадцатой международной научно-практической конференции «Качество продукции, технологий и образования» (Магнитогорск, 2019).

1.11 Публикации. По результатам исследований, изложенных в диссертационной работе, опубликована 21 печатная работа, в том числе 5 статей в журналах, рекомендованных для опубликования основных результатов исследований ВАК при Минобрнауки России, 2 статьи опубликованы в российских журналах, включенных в международную базу цитирования SCOPUS, и 1 статья опубликована в российском журнале, включенном в международную базу цитирования Web of Science.

1.12 Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического описания, включающего 108 источников и 7 приложений; изложена на 162 страницах машинописного текста, содержит 42 рисунка и 17 таблиц.

2 ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

2.1 Введение. Обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, раскрыта научная новизна и приведена научная значимость разрабатываемой технологии.

2.1.1 Аналитический обзор. В данной главе исследован Российский рынок снековой продукции. Наиболее востребованным товаром в данной категории продуктов питания являются картофельные чипсы. Однако потребитель желает видеть товар не только утоляющий голод, но и не наносящий вред организму. Проведен анализ отечественных и зарубежных литературных источников, посвященных современным способам производства чипсов из сухого растительного сырья методом формования. При этом большинство публикаций посвящено технологиям производства картофельных чипсов с добавлением крахмала и последующей обжаркой в растительном масле. Сделан вывод о практически полном отсутствии данных

об использовании высушенных трав, цветов и плодов в качестве вкусоароматической смеси для снеков. Рассмотрены основные группы природных антиоксидантов и их роль в организме человека. Для достижения профилактического эффекта от неинфекционных хронических заболеваний употребление продуктов, обладающих антиоксидантными свойствами должно носить регулярный характер. Таким образом, доказана необходимость разработки технологии производства плодово-ягодно-овощных чипсов с повышенным антиоксидантным действием.

2.1.2 Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследования выбраны: кабачки свежие (Гепард, Белые Росы), баклажаны свежие (Блэк Бьюти, Мурзик), перец сладкий свежий (Братец Лис, Белоснежка, Звезда Востока Оранжевый), капуста цветная свежая (Барышня F1, Линда, Лиловый шар), тыква продовольственная свежая (Изящная, Барбара F1, Россиянка), морковь столовая свежая (Амстердамска, Лаура F1), свекла столовая свежая (Бордо 237, Валя F1), картофель свежий продовольственный (Ред Леди, Леони), абрикосы свежие (Хабаровский, Погремок, Круглый), плоды шиповника (Самарский, Самарский Юбилейный, Десертный), жимолость свежая съедобная (Сова, Самарская, Бирюза), малина свежая (Бальзам, Любительская, Вольница), смородина черная свежая (Перун, Орловия, Лентяй), земляника садовая свежая (Блестящая, Кама, Фестивальная), вишня свежая (Десертная, Маяк, Элита 1-6-2); высушенные травы и цветки, выращенные на территории Самарского региона; экспериментально полученные однокомпонентные образцы пюре из капусты цветной свежей, тыквы продовольственной свежей, моркови столовой свежей, свеклы столовой свежей, малины свежей, смородины черной свежей, земляники садовой свежей, вишни свежей; образцы плодово-ягодно-овощных чипсов.

При проведении эксперимента применяли следующие методы анализа: определение массовой концентрации фенольных веществ – фотоколориметрическим методом с использованием реактива Folin-Ciocalteu's; флавоноидов – фотоколориметрическим методом с использованием хлорида алюминия и нитрита натрия; антоцианов – фотоколориметрическим методом путем измерения коэффициента поглощения при двух различных pH согласно ГОСТ 32709; восстанавливающей силы – по методу FRAP (ferric reduce antioxidant power) с использованием реактива 2,4,6-трипиридил-5-триазин; антирадикальной активности – по методу DPPH со стабильным хромоген-радикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом; титруемой кислотности (в пересчете на яблочную, лимонную кислоты) по ГОСТ ISO 750 – потенциометрическим методом; массовой доли редуцирующих сахаров по ГОСТ 8756.13 – фотоколориметрическим методом; содержание витамина С по ГОСТ 24556 – титриметрическим методом; содержание каротина по ГОСТ 8756.22 – фотоколориметрическим методом (в качестве экстрагирующих веществ использовали ацетон и гексан).

Результаты исследования антирадикальной активности (DPPH тест) выражены в показателе Ec_{50} – концентрация экстракта образца, необходи-

мая для улавливания 50 % свободных радикалов 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила.

Испытания микробиологической безопасности разрабатываемых продуктов проводили в Федеральном бюджетном учреждении «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Самарской области».

Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием компьютерных программ Microsoft Excel 2010 и Statistika 12.

Структурная схема исследований приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структурная схема проведения исследований

3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Обзор и анализ научно-технической и патентной литературы по теме диссертационной работы Анализ ассортимента картофельных и плодово-ягодных чипсов г. Самара. Изучен рынок снековой продукции России, проанализирован ассортимент закусок г. Самара. Был сделан вывод о необходимости разработки технологии производства плодово-ягодно-овощных чипсов с повышенным антиоксидантным действием.

3.2 Обоснование выбора исходного сырья для получения плодово-ягодных и овощных пюре. При планировании рецептуры разрабатываемого продукта наряду с овощными пюре предполагается использовать и плодово-ягодные. Данное решение основано на идеи придания готовому изделию оригинального цвета за счет природных красящих веществ, а так же для повышения антиоксидантной активности плодово-ягодно-овощных чипсов.

Среди плодово-ягодного сырья наименьшие показатели антиоксидантной активности зафиксированы у трех образцов абрикоса: фенольные вещества от 178 до 195 мг/100 г; флавоноиды от 61 до 113 мг/100 г; антирадикальная активность от 86 до 101 мг/см³; восстанавливающая сила от 0,54 до 5,95 ммоль/кг. При этом образцы не обладали ярко-выраженной пигментацией, что доказывается отсутствием веществ – антоцианов, придающих плодам и ягодам цвет от красного до сине-фиолетового.

Так как плодово-ягодно-овощные чипсы предполагается получать на основе овощного пюре, то образцы с низким содержанием сухих растворимых веществ могут потребовать дополнительные тепловые затраты на уваривание, что может негативно сказаться на себестоимости изделия. В связи с чем использование кабачков (в анализируемых сортах содержание сухих растворимых веществ колеблется от 1,3 до 1,5 %) является нежелательным при производстве разрабатываемого продукта. Высокое содержание витамина С в трех анализируемых плодах шиповника (от 183,0 до 501,0 мг/100 г) сравнимо с его содержанием в цитрусовых, вместе с тем плоды имеют своеобразный оранжево-красный цвет и кисловатый вкус, что позволит использовать их в качестве компонента вкусо-ароматической смеси.

По результатам исследования сравнительного анализа стоимости плодово-ягодного и овощного сырья в течение года было выявлено, что наиболее экономически невыгодно работать с такими растительными объектами, как баклажан, перец сладкий, жимолость: их средняя цена соответственно в 5, 8 и 10 раз выше, чем у корнеплодов.

Анализируя все перечисленные выше показатели, в качестве основного сырья для получения экономически выгодного продукта с высокими антиоксидантными свойствами и оригинальными органолептическими характеристиками возможно использование: капусты цветной свежей, тыквы продовольственной свежей, моркови столовой свежей, свеклы столовой

свежей, малины свежей, смородины черной свежей, земляники садовой свежей, вишни свежей, в качестве дополнительного сырья – плодов шиповника.

3.3 Разработка технологии производства плодово-ягодно-овощных чипсов. На основании проведенных исследований по разработке технологии производства плодово-ягодно-овощных чипсов была сформирована технологическая схема, представленная на рисунке 2.

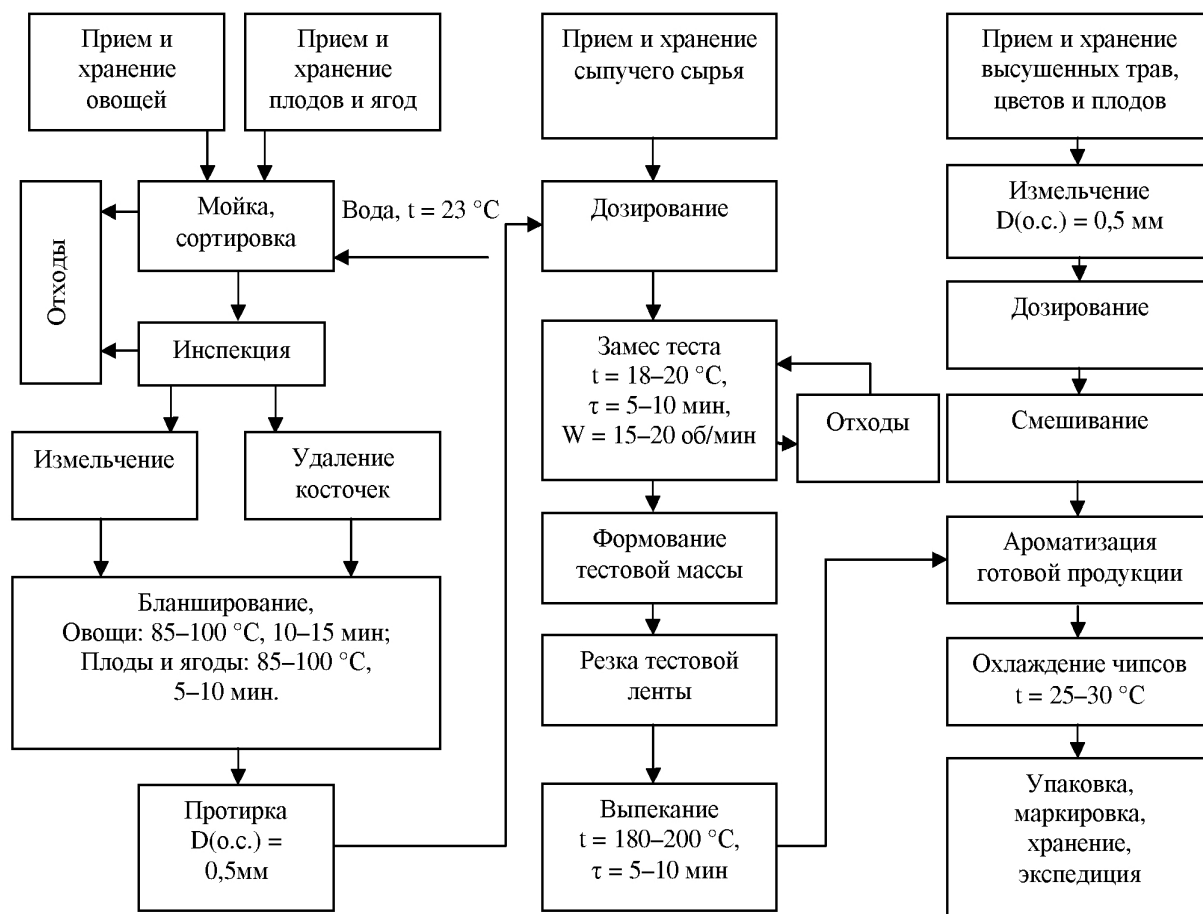


Рисунок 2 – Технологическая схема изготовления плодово-ягодно-овощных чипсов

За основу выбрана технология изготовления чипсов и паллет из сухого картофеля. Разработанная схема имеет ряд существенных отличий, а именно: в качестве компонентов вкусо-ароматической смеси выбраны высушенные травы, цветки и плоды, что значительно увеличило антиоксидантную активность разрабатываемого продукта; сухие картофелепродукты заменены на смесь однокомпонентных пюре, что дает большой хозяйственный и экономический эффект за счет стабильной ценовой позиции в течение года; введение в рецептуру пюреобразных продуктов позволило увеличить сроки хранения полуфабриката в сравнении со свежим плодово-ягодным и овощным сырьем; замена тепловой обработки «обжарка» на «выпекание» тестовых заготовок позволила снизить калорийность разрабатываемой продукции.

Покрывание чипсов вкусо-ароматической смесью осуществляли на горячую поверхность изделий, что обеспечило наилучшее сцепление частичек.

Внесение существенных технологических изменений позволило получить товар, который возможно позиционировать, как продукт для здорового питания с высокой антиоксидантной активностью и оригинальными органолептическими характеристиками.

3.3.1 Изучение влияния предварительной тепловой обработки на плодово-ягодное и овощное сырье. Важным этапом технологии производства плодово-ягодных и овощных пюреобразных полуфабрикатов является предварительная тепловая обработка сырья.

Ткани объектов переработки размягчаются, облегчая процесс протирания. За счет этого изменяется объем и масса продукта, что является результатом удаления воздуха и воды. При подобных способах теплового воздействия происходит потеря некоторого количества ценных питательных веществ, которые частично мигрируют в водный раствор либо разрушаются под действием высоких температур.

В работе проведено исследование влияния бланширования в горячей воде (85–100 °С) и бланширования паром (100–110 °С) на показатели антиоксидантной активности и показатели физико-химического состава овощного и плодово-ягодного сырья. В результате осуществленных экспериментов получены данные, указывающие на различие в содержании определяемых показателей в зависимости от вида теплового воздействия (таблица 1 и таблица 2).

Таблица 1 – Химические показатели, влияющие на антиоксидантную активность плодово-ягодного и овощного пюре

Объект	Определяемый показатель				
	Фенольные вещества мг/100 г	Флавоноиды, мг/100 г	Антирадикальная активность, мг/см ³	Восстанавливающая сила, ммоль/кг	Антоцианы, мг/100 г
Образцы, подвергнутые бланшированию в горячей воде					
Цветная капуста	86,0	154	126,0	1,62	–
Тыква	45,0	94	27,0	6,12	–
Свекла	99,0	194	Не обнар.	1,35	–
Морковь	38,0	136	99,0	6,30	–
Малина	146,0	129	8,4	16,38	154,47
Смородина черная	205,0	177	4,3	16,02	613,90
Земляника сад.	83,0	73	3,8	7,74	69,36
Вишня	118,0	143	1,8	15,12	105,80
Образцы, подвергнутые бланшированию паром					
Цветная капуста	73,0	132	182,0	2,43	–
Тыква	27,0	78	39,0	16,56	–
Свекла	62,0	154	Не обнар.	3,42	–
Морковь	23,3	108	150,0	6,84	–
Малина	108,0	108	9,2	16,74	100,78
Смородина черная	172,0	142	5,8	18,09	415,84
Земляника садовая	64,0	62	4,2	7,29	50,48
Вишня	96,0	127	2,0	13,86	90,92

Таблица 2 – Физико-химические показатели плодово-ягодных и овощных пюре

Объект	Показатель				
	Титруемая кислотность, %	Редуцирующие сахара, %	Сухие растворимые вещества, %	Витамин С, мг/100г	Каротин, мг/100г
Образцы, подвергнутые бланшированию в горячей воде					
Цветная капуста	0,1	10,0	16,9	162,6	–
Тыква	0,1	9,5	15,9	1,9	5,09
Свекла	0,1	9,9	16,0	9,6	–
Морковь	0,1	8,1	16,3	4,0	3,89
Малина	0,6	12,5	16,3	28,0	–
Смородина черная	2,5	24,5	13,0	54,0	–
Земляника садовая	0,5	10,0	14,8	28,0	–
Вишня	1,7	34,2	16,2	18,0	–
Образцы, подвергнутые бланшированию паром					
Цветная капуста	0,1	9,7	17,0	148,3	–
Тыква	0,1	12,2	16,3	1,7	4,99
Свекла	0,1	8,7	16,5	7,9	–
Морковь	0,1	8,1	16,8	1,4	3,77
Малина	1,3	12,4	16,6	24,0	–
Смородина черная	2,8	24,5	14,1	36,0	–
Земляника садовая	0,8	12,7	15,0	20,0	–
Вишня	1,9	34,0	16,2	7,0	–

Содержание антоцианов, благодаря которым сырье имеет цвет от красного до темно-фиолетового, в среднем в 1,5 раза выше у образцов, бланшированных в горячей воде.

Установлено, что антиоксидантная активность для образцов, подвергнутых бланшированию паром, в среднем в 1,5 раза ниже для пюре из плодово-ягодного сырья и в 1,2 раза ниже для пюре из овощного сырья.

Отмечено, что содержания витамина С в нативных ягодах, плодах и овощах превышает данный показатель в образцах, подвергнутых термической обработке (таблица 2).

Вместе с тем массовая доля редуцирующих сахаров несколько больше, в бланшированном сырье – максимальный результат зафиксирован у образца вишневого пюре (34,18 %).

По показателям титруемых кислот возможно прогнозирование вкуса плодово-ягодно-овощных чипсов. Так для образцов с «кислинкой» рекомендовано использование пюре из черной смородины.

Таки образом, были сделаны следующие выводы: обработка овощей горячей водой (бланширование при $t = 85\text{--}100\text{ }^{\circ}\text{C}$, в течении 5–15 мин) позволяет получить пюре с большей сохранностью определяемых показателей антиоксидантной активности и физико-химического состава, чем обработка острым паром (шпарение при температуре $100\text{--}110\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течении 5–10 мин).

3.3.2 Определение параметров замеса тестовой массы. Для технологического процесса замеса теста представляет интерес влияние следующих факторов: температура, продолжительность механического воздействия, скорость замеса, содержание сухих веществ.

Исследования по изучению изменения вязкости полуфабриката «тесто» проводили на универсальной модели вискозиметра HBDV-II+Pro. Замес теста осуществляли в тестомесильной машине Hurakan HKN-20SN2V.

При анализе данных большое значение имеет построение визуализации, с помощью которой возможно судить о качестве модели с точки зрения регрессии, а так же математическими методами на основе полученных экспериментальных данных подобрать адекватную модель исследуемого процесса.

Проведенные статистические исследования показали, что наиболее влияющим фактором на замес полуфабриката «тесто» является его скорость замеса: наблюдалось уменьшение показателя вязкости с ростом скорости. После скорости по значимости согласно данным дисперсионного анализа на замес оказывает влияние температура и время замеса. Содержание сухих веществ оказывает наименьшее значение. При этом наибольшее значение на замес тестовой массы оказывает взаимодействие таких факторов как температура замеса и содержание сухих веществ смеси.

Анализ графических зависимостей влияния параметров замеса теста на его динамическую вязкость представлены на рисунке 3.

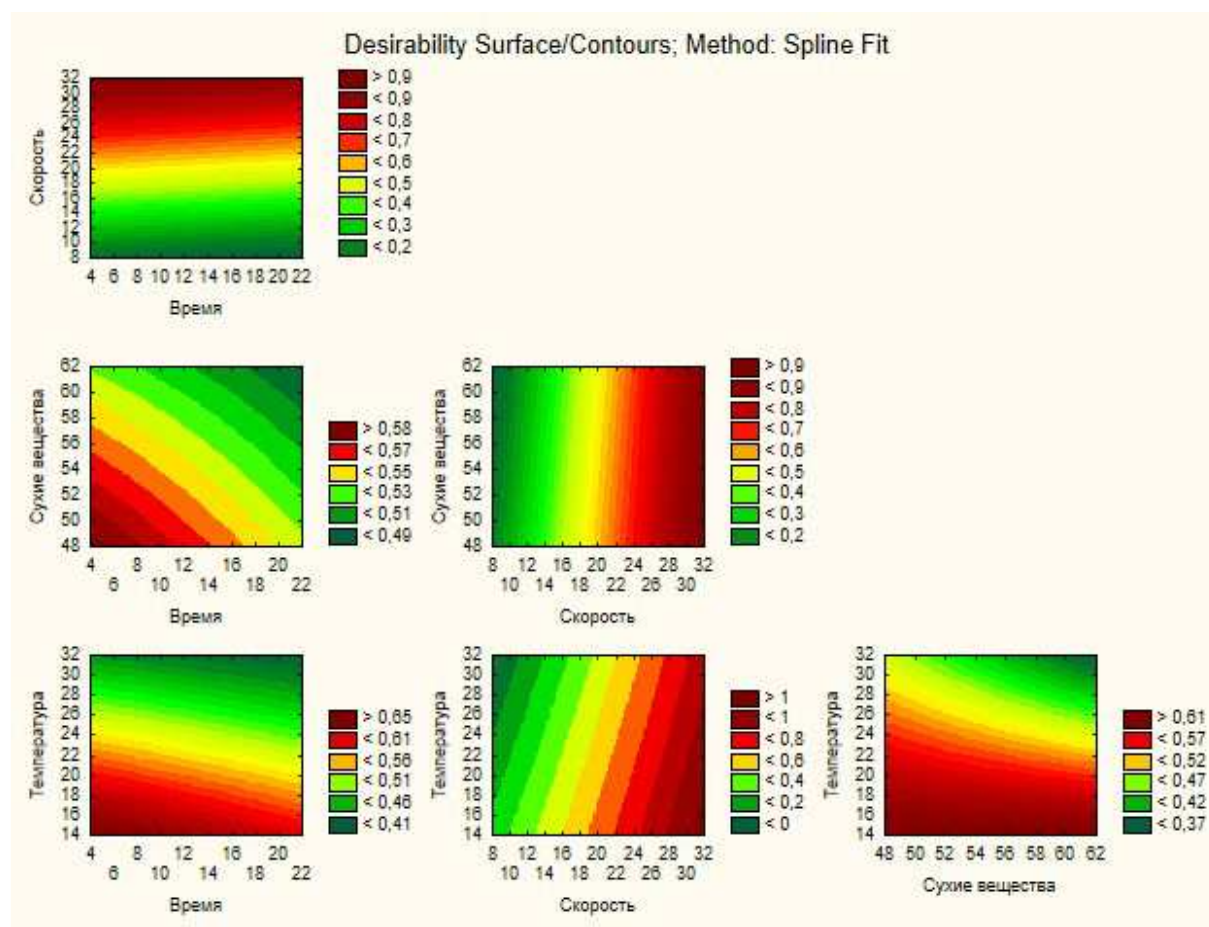


Рисунок 3 – Анализ графиков влияния параметров замеса теста на его динамическую вязкость

По результатам математического анализа оптимизации параметров процесса выявлены следующие характеристики рационального ведения замеса теста: температура замеса – 22,5 °С, содержание сухих веществ – 55 %, время замеса – 12,5 мин, скорость замеса – 20 об/мин.

3.3.3 Разработка рецептур плодово-ягодно-овощных чипсов. При реализации рецептур плодово-ягодно-овощных чипсов, отвечающих определенным органолептическим требованиям, был осуществлен предварительный подбор сухих компонентов – муки и крахмала для различных комбинаций плодово-ягодного и овощного пюре. В результате получено 33 варианта тестовых заготовок, 5 из которых не поддавались формовке. По результатам органолептического анализа наиболее предпочтительны следующие варианты рецептур: № 2 (Тыква), № 12 (Тыква-малина), № 24 (Свекла-вишня), № 26 (Морковь-клубника), № 30 (Капуста-смородина) (рисунок 4а – рисунок 4г).

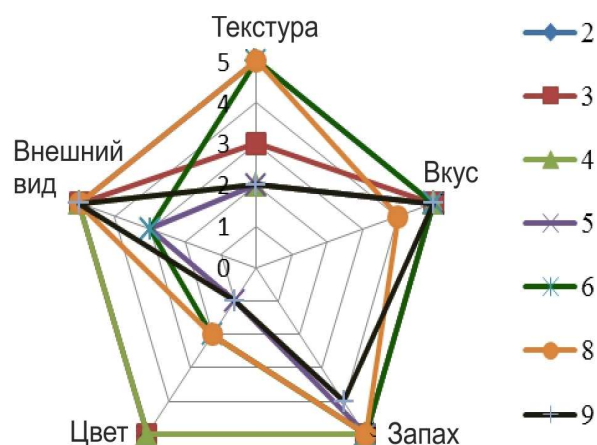


Рисунок 4а – Результаты органолептического исследования показателей качества опытных образцов плодово-ягодно-овощных чипсов

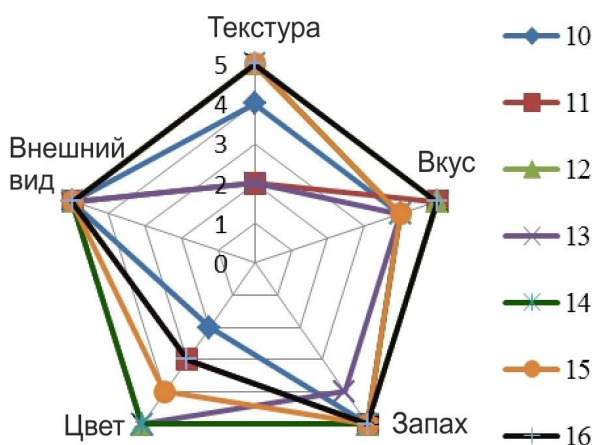


Рисунок 4б – Результаты органолептического исследования показателей качества опытных образцов плодово-ягодно-овощных чипсов

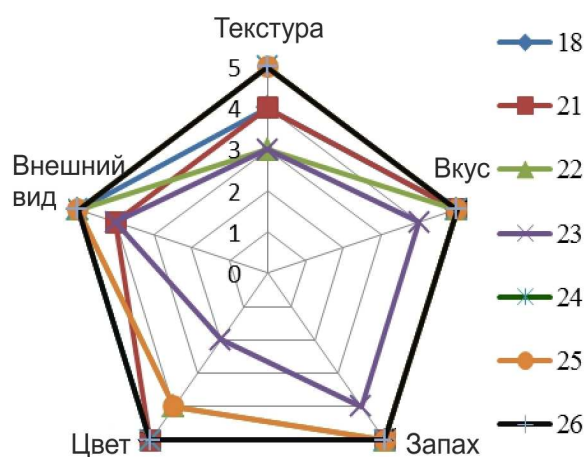


Рисунок 4в – Результаты органолептического исследования показателей качества опытных образцов плодово-ягодно-овощных чипсов

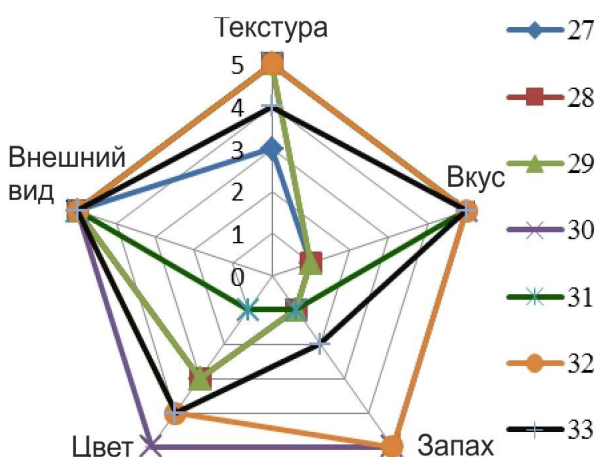


Рисунок 4г – Результаты органолептического исследования показателей качества опытных образцов плодово-ягодно-овощных чипсов

Важной особенностью в технологическом процессе производства полуфабриката «тесто» является установление оптимальной консистенции. При раскатке в пласт тесто не должно растекаться и прилипать к транспортной ленте, а в процессе формования сохранять заданные параметры.

Для обоснования выбора рецептуры плодово-ягодно-овощных чипсов с учетом вкусо-ароматической смеси в системе Statistica использовали модуль анализа планов для смесей. В качестве критериев оптимизации выбраны влажность готового изделия и его органолептическая оценка. Согласно результатам поиска точки оптимума для рецептур плодово-ягодно-овощных чипсов установлено, что функция отклика достигает максимальной величины при определенных значениях соотношения компонентов.

На рисунке 5 представлены функции желательности для чипсов «Тыква».

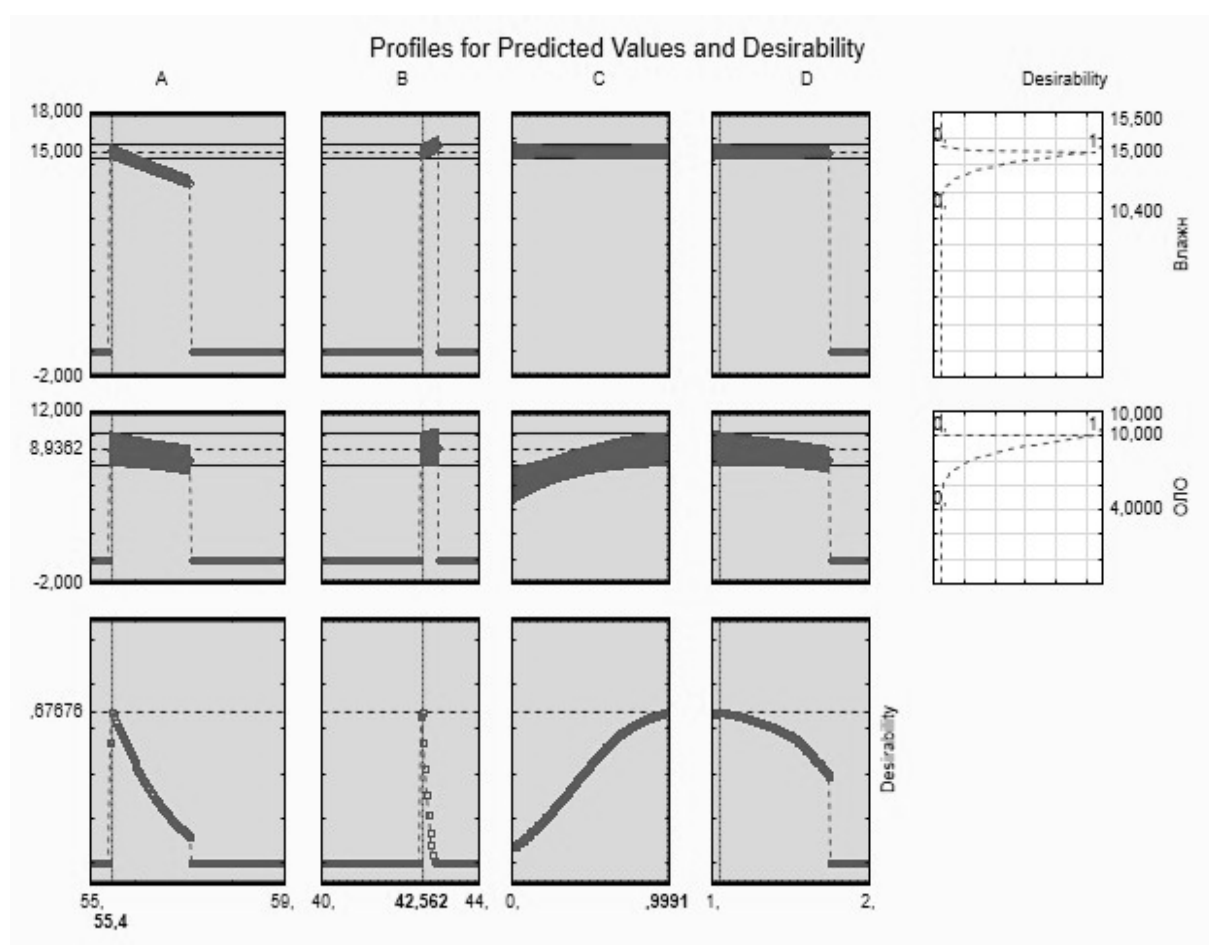


Рисунок 5 – Профили предсказанных значений и функций желательности для рецептуры чипсов «Тыква»: А – сухие компоненты (мука, крахмал); В – жидкие компоненты (пюре); С, D – компоненты вкусо-ароматической смеси

Согласно рисунку 5 первая строка показывает графики влажности и описывает, как ведет себя отклик заданной характеристики в зависимости от варьирования рецептурных компонентов. Вторая строка показывает аналогичное действие для графиков органолептической оценки желаемой продукции. При помощи математического расчета программа переводит фактиче-

ские значения в значения желательности. В итоге с помощью геометрического среднего получается общая желательность по двум заданным ранее характеристикам (влажность и органолептическая оценка готовой продукции) – третья строка (рисунок 5).

Аналогичная работа выполнена для всех пяти предложенных рецептов разрабатываемого продукта. Спрогнозированные рецептуры плодово-ягодно-овощных чипсов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Оптимальные соотношения рецептурных компонентов плодово-ягодно-овощных чипсов

Наименование продукта	Ингредиент	Норма закладки, %
Чипсы Тыква	Мука пшеничная в/с	30
	Крахмал картофельный	25,4
	Пюре тыквенное	42,6
	Липы цветки	1,0
	Земляники листья	1,0
Чипсы Тыква-малина	Мука пшеничная в/с	30
	Крахмал картофельный	25
	Пюре малиновое	22
	Пюре тыквенное	20
	Шалфея цветки	1,5
	Фруктоза	1,5
Чипсы Свекла-вишня	Мука пшеничная в/с	30
	Крахмал картофельный	25
	Пюре свекольное	20
	Пюре вишневое	22
	Винограда листья	1
	Соль поваренная пищевая	2
Чипсы Морковь-клубника	Мука пшеничная в/с	30
	Крахмал картофельный	25
	Пюре морковное	17
	Пюре клубничное	25,3
	Земляники листья	1,2
	Плоды шиповника	1,5
Чипсы Капуста-смородина	Мука пшеничная в/с	30
	Крахмал картофельный	25
	Пюре капусты	20
	Пюре черносмородное	22
	Донника цветки	1
	Смородины листья	2

3.4 Промышленная апробация результатов работы. Способ производства плодово-ягодно-овощных чипсов внедрен в производство на ООО «Технология» (г. Самара). Согласно расчетам экономической эффективности производства плодово-ягодно-овощных чипсов доказана целесообразность ввода в производство разрабатываемого продукта на основании положительного процента рентабельности (в среднем 27 %).

3.5 Определение качественных характеристик полученного продукта и его изменений в процессе хранения. В главе описаны показатели антиоксидантной активности и химического состава разрабатываемых продуктов. Установлено, что плодово-ягодно-овощные чипсы в среднем на 20 % опережают популярные марки чипсов по содержанию ингибиторов свободнорадикального окисления.

Для изучения влияния вида упаковки на определяемые показатели чипсы были заложены на хранение в 3-х вариантах: бумажные пакеты Dou Pack с замком типа zip-lock, картонные коробки (КК) и пакеты подушки из пленки-металла BOPP в среде с инертным газом. Были выбраны контрольные точки – 3, 6, 9 и 12 месяцев хранения.

Оценка изменения антиоксидантной активности плодово-ягодно-овощных чипсов в зависимости от вида упаковки представлена на рисунках 6 и 7 на примере изменения динамики фенольных веществ и флавоноидов для образца чипсов Капуста-смородина.

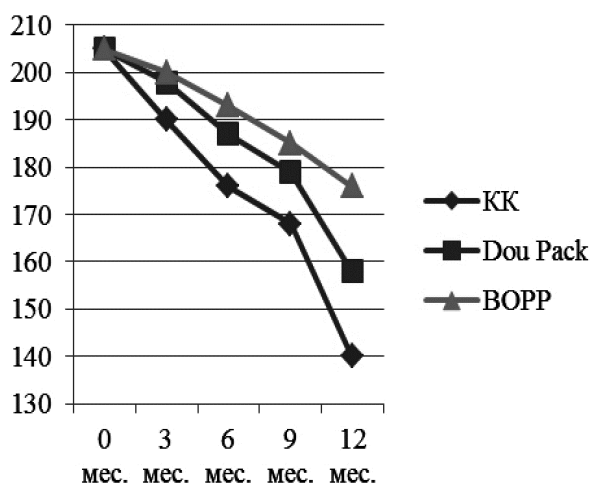


Рисунок 6 – Изменение общего содержания фенольных веществ при хранении чипсов Капуста-смородина в различных вариантах упаковки

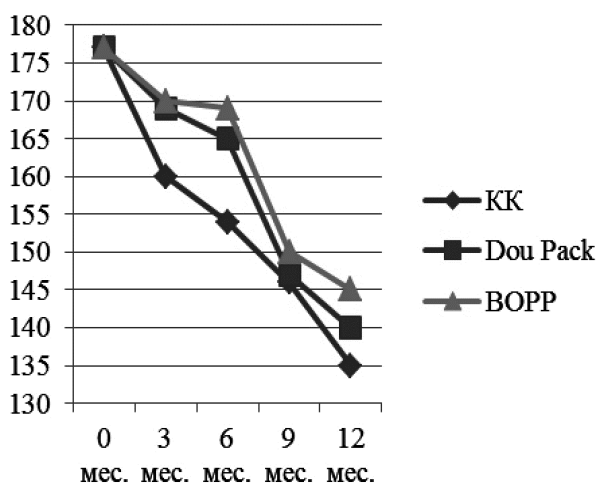


Рисунок 7 – Изменение содержания флавоноидов при хранении чипсов Капуста-смородина в различных вариантах упаковки

В течение всего срока хранения при любых вариантах упаковки наблюдали постепенное снижение определяемых показателей антиоксидантной активности. Однако хранение продукта в пакете подушке BOPP в среде с инертным газом позволяет обеспечить сохранность фенольных веществ на 85 %, флавоноидов на 81 %. Упаковка Dou Pack сохраняет фе-

нольных веществ и флавоноидов до 77 % и 79 % соответственно, а картонная коробка до 68 % и 76 % соответственно.

Согласно полученным данным в качестве упаковки для наилучшей сохранности анализируемых показателей антиоксидантной активности разрабатываемого продукта рекомендован пакет подушка ВОРР.

Была определена пищевая и энергетическая ценность плодово-ягодно-овощных чипсов. По многим показателям разрабатываемый продукт не уступает популярным картофельным и кукурузным образцам из торговых сетей г. Самара. Так отмечено минимальное содержание жира (0,3–0,4 г/100 г продукта) и низкая калорийность плодово-ягодно-овощных чипсов (189–199,49 ккал).

Оценка микробиологических показателей образцов чипсов проводилась непосредственно после изготовления продукта и по истечению 12 месяцев. Образцы хранили при температуре не выше 25 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %. Анализируя полученные данные были сделаны выводы, что по истечению 12 месяцев хранения микробиологические показатели плодово-ягодно-овощных чипсов существенно не изменяются. Полученные результаты говорят о безопасности употребления разрабатываемого продукта.

Таким образом гарантированный срок хранения чипсов составит 12 месяцев при температуре не выше 25 °С и относительной влажности воздуха не более 75 % в упаковке подушке из пленки-металла ВОРР в среде с инертным газом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено, что наиболее востребованным товаром на рынке снековой продукции являются картофельные чипсы, однако потребитель хочет получить товар не только утоляющий голод, но и не наносящий вред организму. Осуществлен подбор основного плодово-ягодного и овощного сырья Самарского региона: изучаемые образцы обладают антиоксидантной активностью и подходят для переработки в пюреобразный полуфабрикат. В качестве ингредиентов вкусо-ароматической смеси предложены плоды шиповника, цветки липы, донника, шалфея, листья земляники, смородины черной, винограда.

2. Установлено, что бланширование в горячей воде ($t = 85\text{--}100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 10\text{--}15$ мин) является более щадящим режимом для показателей антиоксидантной активности и химического состава анализируемого сырья, чем бланширование паром ($t = 100\text{--}110\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 5\text{--}10$ мин).

3. Установлено, что наиболее влияющим фактором на замес тестовой массы является скорость замеса: наблюдалось уменьшение показателей вязкости с увеличением скорости. По результатам математического анализа оптимизации параметров процесса в программе STATISTICA вы-

явлены оптимальные характеристики рационального процесса замеса теста: температура замеса теста – 22,5 °С, содержание сухих веществ – 55 %, время замеса – 12,5 мин, скорость замеса – 20 об/мин.

4. Разработана технология получения плодово-ягодно-овощных чипсов на основе изготовления чипсов и паллет из сухого картофеля. Замена сухих картофелепродуктов на пюреобразные позволила получить больший хозяйственный и экономический эффект, за счет стабильной ценовой позиции в течение года и увеличении сроков хранения полуфабриката в сравнении со свежим овощным и плодово-ягодным сырьем. Внесение композиций из высушенных трав, цветков и плодов позволило увеличить антиоксидантную активность разрабатываемого продукта. Замена тепловой обработки «обжарка» на «выпекание» тестовых заготовок снизила калорийность разрабатываемой продукции. Покрытие чипсов вкусо-ароматической смесью на горячую поверхность изделий обеспечило наилучшее сцепление ее частичек.

5. Установлено, что пакет подушка ВОРР позволяет обеспечить сохранность фенольных веществ на 85 %, флавоноидов на 81 %. Упаковка Dou Pack сохраняет фенольные вещества и флавоноиды до 77 % и 79 % соответственно, а картонная коробка до 68 % и 76 % соответственно.

6. Разработаны рецептуры производства плодово-ягодно-овощных чипсов на основе пюре с вкусо-ароматической смесью из высушенных плодов, цветков и трав. По результатам получена опытно-производственная выработка партии плодово-ягодно-овощных чипсов с повышенным антиоксидантным действием на базе комбината питания ООО «Технология». Разработаны технические условия и технологические инструкции на способ получения плодово-ягодно-овощных чипсов с повышенным антиоксидантным действием: ТУ 11.07.19.133-001-02068396-2020 «Плодово-ягодно-овощные чипсы «Тыква»», ТУ 11.07.19.133-002-02068396-2020 «Плодово-ягодно-овощные чипсы «Тыква-малина»», ТУ 11.07.19.133-003-02068396-2020 «Плодово-ягодно-овощные чипсы «Свекла-вишня»», ТУ 11.07.19.133-004-02068396-2020 «Плодово-ягодно-овощные чипсы «Морковь-клубника»», ТУ 11.07.19.133-005-02068396-2020 «Плодово-ягодно-овощные чипсы «Капуста-смородина»», ТИ 11.07.19.133-001-02068396-2020 по производству плодово-ягодно-овощных чипсов «Тыква», ТИ 11.07.19.133-002-02068396-2020 по производству плодово-ягодно-овощных чипсов «Тыква-малина», ТИ 11.07.19.133-003-02068396-2020 по производству плодово-ягодно-овощных чипсов «Свекла-вишня», ТИ 11.07.19.133-004-02068396-2020 по производству плодово-ягодно-овощных чипсов «Морковь-клубника», ТИ 11.07.19.133-005-02068396-2020 по производству плодово-ягодно-овощных чипсов «Капуста-смородина». Рентабельность производства в среднем составит 27 % при рекомендуемой для продвижения новых товаров наценке (30 %). Итоговая стоимость плодово-ягодно-овощных чипсов составит в среднем 815 руб. за 1 кг готовой продукции.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Научные статьи в журналах БД Scopus и Web of Science

1. **Алексашина С.А.** Антиоксидантный потенциал плодов шиповника / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова, Л.Г. Деменина // Вопросы питания. – 2019. – Т. 88. – № 3. – С. 92–97.
2. **Алексашина С.А.** Сравнительное изучение антиоксидантной активности, фенольных соединений и флавоноидов цветков липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.), шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.), донника лекарственного (*Melilotus officinalis* L.), листьев смородины (*Ribes nigrum* folia), земляники лесной (*Fragaria vesca* L.), винограда (*Vitis labrusca*), произрастающих в Самарском регионе / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова // Химия растительного сырья. – 2019. – № 3. – С. 153–159.
3. **Алексашина С.А.** Влияние предварительной тепловой обработки сырья на химический состав и антиоксидантную активность овощного пюре / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2020. – № 1. – С. 19–26.

Научные статьи в журналах, включенных в перечень ВАК при Минобрнауки России для публикации результатов диссертационных исследований

4. **Алексашина С.А.** Исследование антиоксидантной активности и химического состава овощей / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2016. – № 5. – С. 28–32.
5. **Алексашина С.А.** Исследование химического состава и антиоксидантной активности моркови, свеклы и тыквы / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2016. – № 6. – С. 29–32.
6. Быкова Т.О. Сравнительный анализ химического состава плодов вишни и черешни различных сортов, выращенных в Самарской области / Т.О. Быкова, **С.А. Алексашина**, А.В. Демидова, Н.В. Макарова, Л.Г. Деменина // Известия ВУЗов. Пищевая промышленность. – 2017. – № 1. – С. 32–35.
7. **Алексашина С.А.** Жимолость съедобная как перспективный интродуцент Самарской области / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова, Г.И. Соболев // Известия ВУЗов. Пищевая промышленность. – 2017. – № 4. – С. 18–20.
8. **Алексашина С.А.** Ягоды и косточковые плоды Самарского региона урожая 2016 года из коллекции НИИ «Жигулевские сады», как перспективное сырье в пищевой промышленности / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова, Л.Г. Деменина // Вестник ВГУИТ. – 2018. – № 2. – С. 229–235.

Материалы конференций и другие издания

9. **Алексашина С.А.** Изучение антиоксидантной активности овощей, как исходного сырья для производства сухих полуфабрикатов / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова // Материалы конференции «Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России». – Орел, 2015. – С. 411–414.

10. **Алексашина С.А.** Влияние различных видов сушки на содержание антиоксидантов в овощном сырье / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова // Материалы II Международной науч.-практ. конф. «Явление переноса в процессах и аппаратах химических и пищевых производств». – Воронеж : ВГУИТ, 2016. – С. 357–359.

11. **Алексашина С.А.** Исследование изменения содержания антиоксидантов в овощах при конвекционной сушке / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова // Материалы конференции «Инновационные решения при производстве продуктов питания из растительного сырья». – Воронеж : ФГБОУ ВО «ВГУИТ», 2016. – С. 395–396.

12. **Алексашина С.А.** Влияние сублимационной сушки на содержание биологически активных веществ овощного сырья Самарского региона / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова // Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием «Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности». – Бийск : БТИ им. И.И. Ползунова, 2016. – С. 523–525.

13. **Алексашина С.А.** Содержание витамина С в цветной капусте Самарского региона / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова // Тез. докл. IV Международной научной конференции «Пищевые инновации и биотехнологии». – Кемерово, 2016. – С. 16–17.

14. **Алексашина С.А.** Содержание витамина С в сладком перце различных сортов / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова // Тез. докл. III Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Инновационные технологии в пищевой промышленности». – Самара : СамГТУ, 2016. – С. 135–137.

15. **Алексашина С.А.** Химический состав и антиоксидантная активность овощей, как исходного сырья для производства сухих полуфабрикатов / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова // Тез. докл. VI Международной молодежной научной конференции «Молодежь и XXI век». – Курск, 2016. – С. 156–161.

16. **Алексашина С.А.** Исследование антиоксидантной активности и химического состава овощей Среднего Поволжья, как сырья для для получения продуктов функционального назначения / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова // Тез. докл. Научно-практическая конф. «Приоритетные направления развития пищевой индустрии». – Ставрополь, 2016. – С. 33–36.

17. **Алексашина С.А.** Исследование технологических показателей овощей Самарского региона: кабачок, баклажан, сладкий перец, как сырья для получения сухих полуфабрикатов / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова // Тез. докл. III Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Инновационные технологии в пищевой промышленности». – Самара: СамГТУ, 2016. – С. 53–55.

18. **Алексашина С.А.** Биологически активные вещества плодов шиповника Самарского региона / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова // Тез. докл. V Международной научной конференции с элементами научной школы для молодежи «Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов и производств». – Тверь, 2017. – С. 100–103.

19. **Алексашина С.А.** Антиоксидантный потенциал картофельных, кукурузных и яблочных чипсов / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова // X международная научно-практическая конференция «Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг». – Орел, 2019. – С. 168–171.

20. **Алексашина С.А.** Антиоксидантная активность овощного сырья Самарского региона при вакуумном сублимационном обезвоживании / **С.А. Алексашина**, Н.В. Макарова // Материалы XIV Международной научно-практической конференции «Качество продукции, технологий и образования». – Магнитогорск, 2019. – С. 111–113.

Авторские свидетельства и патенты РФ

21. Патент РФ № 2738968, Способ получения ягодно-овощных чипсов с повышенным антиоксидантным действием / Алексашина С.А., Макарова Н.В., Быков Д.Е. – № 2738968, заявлен 19.02.2020.

Алексашина Софья Анатольевна

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 20.04.2021.

Печать трафаретная. Формат 60×84 ¹/₁₆.

Усл. печ. л. 1,0. Тираж 120 экз. Заказ № 2248

Отпечатано в ООО «Издательский Дом – Юг»

350072, г. Краснодар, ул. Зиповская, 9, литер «Г», оф. 41/3,

Тел. +7(918) 41-50-571

e-mail: id.yug2016@gmail.com

Сайт: www.id-yug.com