

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I»

На правах рукописи

ЛУПАНОВА ОКСАНА АЛЕКСАНДРОВНА

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОЦЕНКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ
СВОЙСТВ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С КРАСИТЕЛЯМИ ИЗ
АМАРАНТА**

Специальность: 05.18.01.

Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодовоощной продукции и виноградарства

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель –
д.т.н., профессор
Дерканосова Наталья
Митрофановна

Воронеж – 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	13
1.1. Тенденции рынка кондитерских изделий и пищевых красителей, как фактора формирования потребительских свойств кондитерских изделий.....	13
1.2 Классификация пищевых красителей и требования к ним.....	21
1.3 Способы получения и применения натуральных пищевых красителей в кондитерской технологии.....	25
1.4 Амарант. Состав, свойства и направления использования.....	33
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	41
2.1 Организация работы и методы проведения эксперимента.....	41
2.2 Сырье и методы его исследования.....	43
2.3 Методы получения и исследования экстрактов из листовой массы амаранта.....	43
2.4 Способы получения проб зефира.....	48
2.5 Способы получения проб карамели.....	50
2.6 Методы анализа кондитерских изделий.....	52
2.7 Методы математического планирования и обработки экспериментальных данных.....	55
ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	56
3.1 Изучение происхождения пищевых красителей в составе кондитерских изделий на региональном потребительском рынке.....	56
3.2 Изучение потребительских предпочтений в отношении кондитерских изделий.....	60
3.3 Разработка способа получения водного и водно-спиртового экстракта из листовой массы амаранта.....	67
3.4 Исследование сохраняемости водно-спиртового экстракта амаранта.....	74
3.5 Разработка способа получения спиртового экстракта из листовой	

массы амаранта.....	77
3.6 Исследование сохраняемости спиртового экстракта амаранта...	81
3.7 Исследование антиоксидантной активности и содержания витаминов в экстрактах.....	83
3.8 Исследование микробиологических характеристик экстрактов из листовой массы амаранта.....	87
3.9 Оптимизация рецептуры зефира с красителем из амаранта.....	89
3.10 Исследование показателей качества пастильных изделий с красителем на основе водно-спиртового экстракта в процессе хранения.....	98
3.11 Динамика показателей качества пастильных изделий с красителем на основе спиртового экстракта амаранта в процессе хранения.....	104
3.12 Оптимизация рецептуры карамели с красителями из амаранта...	106
3.13 Исследование антиоксидантных свойств и содержания витаминов в сахаристых кондитерских изделиях с красителями из листовой массы амаранта.....	116
3.14 Исследование микробиологических характеристик сахаристых кондитерских изделий с красителями из листовой массы амаранта...	118
3.15 Аппаратурно-технологические схемы производства натуральных пищевых красителей из амаранта и многоцветных кондитерских изделий.....	123
3.16 Оценка уровня потребительских свойств пастильных изделий с натуральными пищевыми красителями из листовой массы амаранта с использованием методов классификации.....	125
Выводы.....	134
Список использованных источников.....	137
Приложение 1. Анкета удовлетворенности потребителей кондитерских изделий.....	151
Приложение 2. Зависимость цвета водного экстракта из амаранта от	153

кислотности среды.....	
Приложение 3. Зависимость цвета спиртового экстракта из амаранта от кислотности среды.....	154
Приложение 4. Акт опытно-промышленных испытаний способа получения зефира с использованием красителя из амаранта сорта Валентина.....	155
Приложение 5. Рецептура зефира «Ванильный новый».....	159
Приложение 6. Акт опытно-промышленных испытаний способа получения карамели с использованием красителя из амаранта сорта Валентина.....	162
Приложение 7. Рецептура карамель «Малиновая радость».....	166
Приложение 8. Рецептура карамель «Яблоко здоровья».....	169
Приложение 9. Машино - аппаратурные схемы производства красителей, зефира, карамели.....	172
Приложение 10. Расчет уровня потребительских свойств зефира методом k- средних.....	175
Приложение 11. Протокол испытаний экстрактов на содержание витаминов B ₂ , C	179
Приложение 12. Апробация результатов исследований.....	180

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. Одной из основных задач обеспечения продовольственной безопасности страны независимо от изменения внешних и внутренних условий, определенных Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации, является устойчивое развитие отечественного производства и сырья для безопасных пищевых продуктов.

Одной из наиболее обсуждаемых проблем в области обеспечения безопасности продуктов питания и защищенности от импорта сырьевых ингредиентов является применение в пищевых технологиях пищевых добавок, в том числе красителей. Отмечая существенную роль красителей в формировании потребительских предпочтений, необходимо отметить, что их существенная доля представлена ингредиентами синтетического происхождения. Известно, что синтетические красители могут оказывать негативное воздействие на организм человека. Исследованиями последних лет установлено, что они вызывают гиперактивность у детей, снижают их познавательные способности. Подтверждением чему является требование нанесения соответствующей предупреждающей надписи на кондитерские изделия с рядом синтетических красителей, установленное Техническими регламентами Таможенного Союза. Присутствующие на рынке красители натурального происхождения, как правило, получают из сырьевых источников продовольственного назначения, например моркови, столовой свеклы и др., использование которых более целесообразно по назначению.

Кондитерская отрасль – одна из наиболее крупных потребителей пищевых красителей. Это обстоятельство объясняется тем, что среди всего многообразия продуктов питания именно кондитерские изделия выделяются богатым разнообразием цветов и оттенков. К поиску новых цветовых решений специалистов подталкивают требования современного рынка кондитерской продукции, одной из тенденций которого является «натурализация» продуктов питания.

Существенный вклад в теоретическую разработку и практическую реализацию различных аспектов этого направления внесли отечественные ученые С.В. Траубенберг, В.К.Гинс, М.С.Гинс, В.М.Болотов, А.В.Зубченко, Г.О.Магомедов, С.Я.Корячкина, Е.В.Алексеенко и др. Однако рынок по-прежнему насыщен интенсивно окрашенными кондитерскими изделиями с синтетическими красителями.

В связи с чем, в последние годы все большее внимание уделяется поиску альтернативных, натуральных по происхождению сырьевых источников, перспективных как по содержанию пигментов, так и по пищевой и биологической ценности и, соответственно, обеспечению потребительских свойств кондитерских изделий посредством применения натуральных пищевых красителей. Что обуславливает актуальность настоящей работы.

Цель и задачи исследования.

Целью исследований является решение комплекса научно-практических задач, направленных на разработку ресурсосберегающего способа получения натуральных пищевых красителей из отечественного сырьевого источника и повышения потребительских свойств многоцветных кондитерских масс.

В рамках поставленной цели решались следующие **задачи**:

- исследование регионального потребительского рынка кондитерских изделий;
- изучение лояльности потребителей к потребительским свойствам сахаристых кондитерских изделий;
- исследование факторов, влияющих на процесс экстрагирования пигментов из листовой массы амаранта сорта Валентина;
- обоснование параметров способа получения натуральных пищевых красителей из листовой массы амаранта сорта Валентина;
- исследование процесса хранения пищевых красителей из листовой массы амаранта;
- оптимизация рецептур многоцветных кондитерских изделий – зефира и карамели с использованием натуральных красителей из амаранта;

- изучение сохраняемости свойств пастильных изделий и карамели с красителем из амаранта;
- обоснование повышения потребительских свойств кондитерских изделий, в том числе в части состава и микробиологических характеристик;
- оценка уровня потребительских свойств пастильных изделий с натуральными пищевыми красителями с методов классификации;
- апробация разработанных способов и рецептурных составов в опытно-промышленных условиях; разработка проектов технической документации на новые виды изделий.

Научная новизна. Установлена тенденция роста натуральных по происхождению пищевых красителей в составе кондитерских изделий по сравнению с синтетическими. Подтверждена лояльность потребителей к натуральным по происхождению пищевым красителям в составе кондитерских изделий.

Теоретически обоснован и экспериментально продемонстрирован способ получения пищевых красителей из листовой массы амаранта сорта Валентина. Установлены значения факторов, повышающих эффективность процесса экстрагирования пигментов из листовой массы амаранта. Показана возможность последовательного извлечения пигментов посредством применения различных экстрагентов.

Определена pH-устойчивость красителей. Доказано, что бетацианины устойчивы в более широком интервале активной кислотности по сравнению с хлорофиллом.

Установлены закономерности изменения цветности красителей в процессе хранения. Доказано, что хлорофилл более устойчив к воздействию света по сравнению с бетацианином.

Определено влияние пищевых красителей из листовой массы амаранта на потребительские свойства пастильных и карамельных изделий. Доказано повышение витаминной ценности и антиоксидантной активности кондитерских изделий с красителями из листовой массы амаранта.

Установлена микробиологическая безопасность красителей из листовой массы амаранта сорта Валентина и кондитерских изделий с их применением.

Установлены закономерности изменение цветности кондитерских изделий с пищевыми красителями из листовой массы амаранта в процессе хранения.

Показана перспективность разработанных способов и рецептурных составов посредством применения методов кластеризации.

Новизна подтверждена зарегистрированными заявками на выдачу патентов РФ на изобретение № 2014138300 «Способ производства зефирной массы» от 22.09.2014 г., № 2014143221 «Способ производства многоцветной карамельной массы окрашенной в вишнево-красный и зеленый цвет» от 27.10.2014 г.

Практическая значимость работы. Результаты исследований позволили:

- установить тенденции регионального потребительского рынка в части реализации кондитерских изделий с пищевыми красителями и отношения потребителей к из применению в составе кондитерских изделий;
- разработать способ получения пищевых красителей в вишнево-красной и зеленой цветовой гамме последовательной экстракцией пигментов из листовой массы амаранта сорта Валентина;
- установить параметры хранения натуральных пищевых красителей из листовой массы амаранта;
- разработать рецептурные составы многоцветных пастильных и карамельных изделий с натуральными пищевыми красителями из листовой массы амаранта;
- установить параметры сохранности потребительских свойств кондитерских изделий с пищевыми красителями из листовой массы амаранта сорта Валентина;

- определить уровень качества и перспективность выработки и реализации кондитерских изделий с пищевыми красителями из листовой массы амаранта.

На кондитерские изделия с пищевыми красителями разработана и утверждена техническая документация: РЦ 00492894-017-2015 Карамель «Малиновая радость», РЦ 00492894-016-2015 Карамель «Яблоко здоровья», РЦ 492894-009-2014 Зефир «Ванильный новый».

Результаты исследований апробированы в условиях учебно-производственного комплекса Воронежского ГАУ.

Положения, выносимые на защиту. Результаты маркетинговых исследований регионального потребительского рынка окрашенных сахаристых кондитерских изделий.

Теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение способа получения натуральных пищевых красителей последовательной двухступенчатой экстракцией пигментов из листовой массы амаранта сорта Валентина.

Результаты оптимизации рецептурных составов многоцветных пастильных и карамельных изделий с красителями из листовой массы амаранта сорта Валентина.

Параметры хранения красителей из листовой массы сорта Валентина и кондитерских изделий с их использованием.

Экспериментальные доказательства повышения потребительских свойств пастильных и карамельных изделий с красителями из листовой массы амаранта сорта Валентина.

Результаты кластеризации зефира с красителями из амаранта с целью прогнозирования реакции потребителей на новые рецептуры зефира и разработки маркетинговых мероприятий (решений) для продвижения зефира с амарантом.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались на научных и научно-практических конференциях различного уровня: Международной (заочной) научно-

практической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании», г. Москва, 2013 г.; III Международной научно-практической конференции «Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века», г. Краснодар, 2013 г.; II Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ВГАУ и 20-летию образования факультета технологии и товароведения «Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности», г. Воронеж, 2013 г.; научно-практической конференции профессорско-преподавательского и аспирантского состава факультета технологии и товароведения «Актуальные вопросы технологий производства, переработки, хранения сельскохозяйственной продукции и товароведения», г. Воронеж, 2013 г.; Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения В.Н.Николаева «Теоретические и прикладные аспекты химической науки, товарной экспертизы и образования», г. Чебоксары, 2013 г.; Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии длительного хранения товаров в условиях вступления России в ВТО», г. Москва, 2013 г.; X Международном симпозиуме «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования», г. Москва, 2013 г.; II Всероссийской заочной научной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы качества и безопасности потребительских товаров», г. Орел, 2013 г.; VII международной научно-практической конференции «Потребительский рынок: качество и безопасность продовольственных товаров», г. Орел, 2013 г.; Международной научно-технической конференции (заочной) «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство», г. Воронеж, 2013 г.; Международной научно-технической конференции молодых ученых, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П. А. Столыпина «Современный взгляд на производство продуктов здорового питания», г. Омск, 2014 г.; научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Инновационные технологии и технические средства для АПК», г. Воронеж, 2014 г.; 66-й научно-

практической конференции студентов и аспирантов, г. Мичуринск, 2014 г.; 65-й научной студенческой конференции «Молодежный вектор развития аграрной науки», г.Воронеж, 2014 г.; IV Международной научно-технической конференции «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений», г.Воронеж, 2014 г.; научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Энерго- и ресурсоэффективные технологии производства и хранения сельскохозяйственной продукции», г. Харьков, 2014 г.; IX Международной научной конференция студентов и аспирантов «Техника и технология пищевых производств», г. Могилев, 2014 г.; II-ой Международной (заочной) научно-практической конференции «Инновационные технологии в промышленности – основа повышения качества, конкурентоспособности и безопасности потребительских товаров», г. Москва, 2014 г.; Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Инновационные технологии и технические средства для АПК», г.Воронеж, 2014 г.; Всероссийской научно-практической конференции «Здоровье человека и экологически чистые продукты питания», г.Орел, 2014 г.; 61-ой научной конференции с международным участием «Хранителна наука, техника и технологии 2014.», г. Пловдив (Болгария), 2014 г.; Международной заочной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов на иностранных языках, г. Воронеж, 2015 г.; 2-й международной научно-технической интернет – конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты создания биосферосовместимых систем», г. Орел, 2015 г.; III Международной научно-практической конференции «Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: Менеджмент качества и безопасности», г. Воронеж, 2015 г.

Опытные образцы красителей и сахаристых кондитерских изделий демонстрировались и отмечены дипломами и медалями на Всероссийской выставке «Инновационные ресурсосберегающие технологии пищевой и перерабатывающей промышленности», г. Орел, 2014 г., региональных

выставках «ВОРОНЕЖАГРО», Воронеж, 2014 г., «АГРОСЕЗОН», Воронеж, 2015 г.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 27 работ, в том числе 4 в периодических изданиях, рекомендуемых ВАК изданиях, подано 2 заявки на патент.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературных источников, экспериментальной части, выводов, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 150 страницах основного текста, содержит 12 приложений, иллюстрирована 51 рисунками и 38 таблицами. Список литературы включает 130 наименование, в том числе 44 иностранных источника.

Глава 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Тенденции рынка кондитерских изделий и пищевых красителей, как фактора формирования потребительских свойств кондитерских изделий

Кондитерские изделия являются традиционным представителем отечественного потребительского рынка. Рынок кондитерской продукции в России располагается на четвертом месте в мире (после Великобритании, Германии и США). Кондитерская отрасль развивается довольно активно. Жесткие рамки конкуренции на этом рынке побуждают создателей расширять свой ассортимент и создавать новую продукцию. С 2011 по 2013 год в России был замечен подъем спроса на кондитерские продукты и в 2013 году составил 3,5 млн.тонн. Предельный рост индикатора в сравнении с прошлым годом был установлен в 2010 году и набрал 14%. Согласно показателям Busines Stat, спрос на кондитерские продукты в период с 2012 по 2016 год будет расти и в 2016 году выйдет на уровень 3,8 млн. тонн. Наибольшую часть в структуре спроса на кондитерские товары захватывает торговля на внутреннем рынке. Однако, в январе 2015 года наметилось сокращение производства кондитерских товаров по отношению к показателям января 2014 года на 1,3%, что составило 226576 тонн. В 2014 году ЦФО стал лидером по производству кондитерской продукции в натуральном выражении от общего произведенного объема (доля около 40,2%) [118, 7, 37, 82].

Торговые операторы в России отмечают, что потребительская группа кондитерских изделий быстро расширяется. Одной из тенденций российского рынка является увеличение доли товара класса «премиум». Это говорит о том, что цена – менее важный фактор при решении о покупке, чем это было в конце XX в., когда потребители предпочитали дешевую карамель [70].

Все большее количество россиян отдают предпочтение новым вариациям продуктов с расширенными потребительскими свойствами. Исследуемый рынок показал стабильный рост таких продаж, хотя и с низкими темпами: всего 1 и 9 % в год, соответственно, в натуральном и стоимостном выражении. Все большее количество россиян стремятся к более полезной пище, в частности к потреблению низкокалорийных десертов, что приводит к росту продаж таких видов кондитерских изделий, как темный шоколад с высоким содержанием какао [4].

Пастила, жевательная резинка и мармелад относятся к одним из самых быстрорастущих категорий рынка, их рост в 2012 году в стоимостном и натуральном выражении составил соответственно 11 и 2,5 %. Это объясняется появлением множества новых вкусов и продуктов, главным образом, в категории мармелада и желе. Рост спроса на мармелад и желе обусловлен высокими темпами развития современных сетевых розничных магазинов в регионах России. Также можно отметить такие популярные у россиян кондитерские изделия, как зефир и халва. Рост продаж этих категорий в натуральном и стоимостном выражении оценивается, соответственно, в 2 и 7 % [4].

Сахаристые изделия все чаще воспринимаются в качестве более доступной альтернативы шоколадным изделиям. Основную долю рынка этого сегмента занимает продукция среднего ценового диапазона. В категории карамели низкая цена является основным фактором принятия решения о покупке. Для премиальных продуктов, напротив, стоимость играет заметно меньшую роль, а дополнительные свойства продукта - большую. Так, особенно в крупных городах России, увеличиваются продажи премиальных изделий с низкой энергетической ценностью, приготовленных из натуральных ингредиентов без искусственных добавок и красителей, с добавлением витаминов. Рост продаж этой продукции объясняется большим вниманием к своему здоровью [27].

Рост интереса потребителей к продуктам без пищевых добавок и ароматизаторов, пропаганда здорового образа жизни, сбалансированного

питания влияют на предпочтения покупателей при выборе кондитерских изделий. Многие исследования указывают на то, что потребление той или иной кондитерской продукции становится более осознанным - покупателям не безразличны ее полезные свойства. К наиболее ценным кондитерским изделиям относятся зефир, пастила, мармелад, а также мучные кондитерские изделия, которые стали во многих странах традиционным и важным продуктом питания [27,87].

Продолжающееся проникновение современных форматов розничной торговли в регионы РФ и малые города ведет к росту значения супермаркетов и гипермаркетов в дистрибуции кондитерских изделий.

В сложившейся ситуации дальнейшее развитие производства продукции должно быть, в первую очередь, направлено на широкое внедрение в производство местного и нетрадиционного сырья с целью замены импортного и, соответственно, создание новых технологий.

Таким образом, к числу основных тенденций рынка кондитерских изделий можно отнести:

- постепенное насыщение рынка кондитерских изделий, причиной чего является постоянно меняющиеся вкусовые пристрастия потребителей, а также конкурентная борьба между производителями;
- приоритет сегмента сахаристых кондитерских изделий. Их доля на рынке составляет более 53 % и постоянно увеличивается;
- стабилизация объемов производства за счет расширения ассортимента, введения новых видов продукции, реализующих потребность в здоровом питании;
- развитие производства продукции с использованием потенциала местного и нетрадиционного сырья, решение задачи импортозамещения.

Решение задачи расширения ассортимента кондитерских изделий связано с формированием новых вкусов, аромата, внешнего вида продукции. Традиционно эта задача решается применением пищевых добавок. Одним из наиболее востребованных видов пищевых добавок, формирующих первое впечатление о продукте, являются красители. В настоящее время известно

применение как синтетических, так и натуральных по происхождению красителей. Проведенные маркетинговые исследования показали лояльность потребителей к натуральным красителям [22].

Однако в последнее время значительно выросла обеспокоенность потребителей тем, какие пищевые добавки используются для придания цвета продуктам питания. Таким образом, потребители, с одной стороны, желают, чтобы продукты выглядели красочно и привлекательно, но при этом им важно знать, за счет чего достигается такой привлекательный цвет, и в этом отношении они категорически не принимают искусственных красителей или аналогичных химических веществ [34, 3].

Красители широко применяются практически во всех отраслях пищевой промышленности: молочной, масложировой, мясной, безалкогольной, ликероводочной, кондитерской и др. [99].

Рынок пищевых красителей не отличается стабильностью. Так, в 2009-2011 годах достигнут рост порядка 17 % в натуральном выражении. В 2011 году объем рынка сократился до 2,4 тыс. тонн или на 5,5 % в натуральном выражении. При этом темпы стоимостного роста рынка существенно превосходили аналогичные показатели в натуральном выражении [28].

В силу отсутствия в России источников растительного сырья для производства большинства пищевых красителей, отечественное производство в целом основано на использовании импортных красящих веществ. Таким образом, динамика и структура рынка в основном определяются поставками данных веществ из-за рубежа [28].

Импорт пищевых красителей и сырья для их производства в последние годы демонстрировал положительную динамику. По оценке экспертов компании Abercade, в 2011 году объем импорта в натуральном выражении составил приблизительно 2,5 тыс. тонн. [99].

Из-за рубежа в Россию завозятся как натуральные (растительного и животного происхождения) красящие вещества, так и синтетические. Основной объем поставок приходится на натуральные красители - 85,2 и 79,8 % в натуральном и стоимостном выражении соответственно. При этом

продукты из растительного сырья составляют 88 % общего объема импорта натуральных красителей. На красители из сырья животного происхождения приходится порядка 12 и 30 % в натуральном и стоимостном выражении соответственно в общем объеме импорта натуральных красителей. Высокая доля кармина (красителя животного происхождения) в стоимостном объеме импорта связана с ростом мировых цен на сырье кошенили и, соответственно, ростом рыночных цен на данный краситель [100].

Стоит отметить, что цена натуральных красителей в целом выше, чем синтетических (за исключением риса красного ферментированного). Это связано с ограниченностью сырья и малым выходом красящего вещества, с безопасностью натуральных красителей для здоровья [61].

Развитие отечественного рынка, как отмечают эксперты, определяется общей динамикой пищевой промышленности. К основным отраслям - потребителям относят мясную, кондитерскую, масложировую и в меньшей степени молочную промышленность. Примечательно, что для каждой из отраслей характерно преобладание определенных типов красящих веществ. Так, в кондитерской промышленности применяются преимущественно - антоцианы, красный свекольный, кармин, вытяжки из фруктов и овощей [28].

Экспорт пищевых красителей российскими производителями осуществляется в незначительных объемах, так как сам рынок формируется за счет импорта. Фактически весь объем импортируемых и производимых красителей потребляется отечественными пищевыми предприятиями. По данным компании «Abercade», объем экспорта пищевых красителей из России не превышает 4 % общего объема рынка. В натуральном выражении - 103 тонны [99].

Наибольшим спросом на российском рынке пользуются красители из натурального сырья - их доля в общем объеме составила 86 % и 80 % на основании натуральной и стоимостной оценки соответственно. Во многом такая высокая доля натуральных красителей связана с тем, что дозировки для последних, как правило, выше, чем для синтетических красителей. К тому же, порядка 32 % от общего объема натуральных красителей составляет

красный ферментированный рис, норма ввода которого в 37 раз выше, чем например, кармуазина [101].

Как отмечено выше, на сегодняшний день существует тренд перехода на красители из натурального сырья. Это связано, в первую очередь, с все возрастающей заботой о здоровье и переходом на правильное питание. На сегодняшний день, по данным исследования российского покупателя товаров FMCG, проведенного компанией «РосБизнесКонсалт», около 59 % опрошенных россиян считают, что ведут здоровый образ жизни [28].

Выводы компании «РосБизнесКонсалтинг» в определенной степени подтверждают это. Согласно результатам исследования, третье и четвертое место в списке характеристик, имеющих наибольшее значение при покупке продуктов питания, занимают польза для здоровья, а также состав продуктов питания. При покупке продовольственных товаров опрошенные россияне, в первую очередь, обращают внимание на дату выпуска и срок годности. Затем уже респондентов интересовали вкусовые качества продуктов. Цена, страна-производитель, торговая марка, а также упаковка занимают в рассматриваемом рейтинге места с шестого по девятое соответственно [28].

Тренд в сторону здорового питания отмечается не только на отечественном рынке. Так, согласно исследованию компании Health Focus International достаточно высокая доля европейских потребителей считает натуральность пищевых красителей в продуктах питания очень важным фактором при покупке (рис. I)[102].

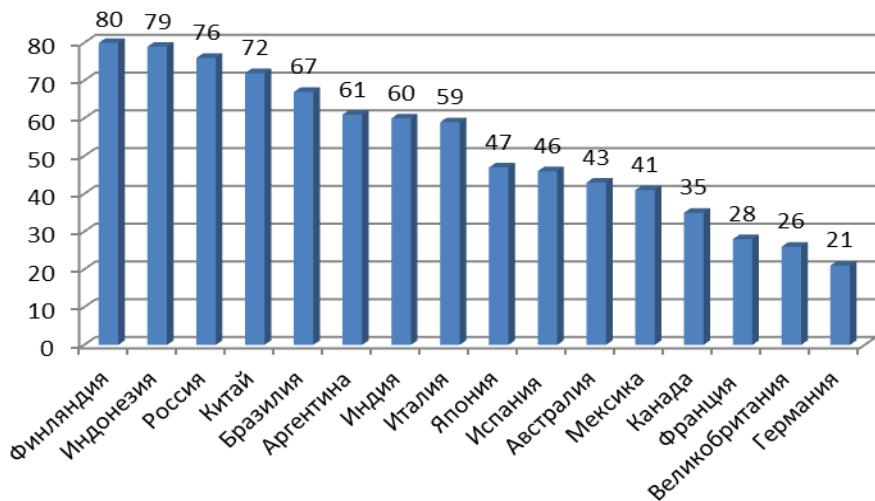


Рисунок 1 – Доля потребителей, обращающих внимание на натуральность пищевых красителей в продуктах питания в разных странах, % от числа опрошенных

Увеличение спроса на натуральные красители подтверждается и тем, что показатели совокупного среднегодового темпа роста в сегменте натуральных красителей (CAGR) в последние годы стабильно превышают аналогичные показатели в сегменте синтетических красителей. По сравнению с 2009 годом, в 2013-м сегмент натуральных красителей вырос на 24%, тогда как сегмент синтетических красителей – только на 17% (рис. 2).

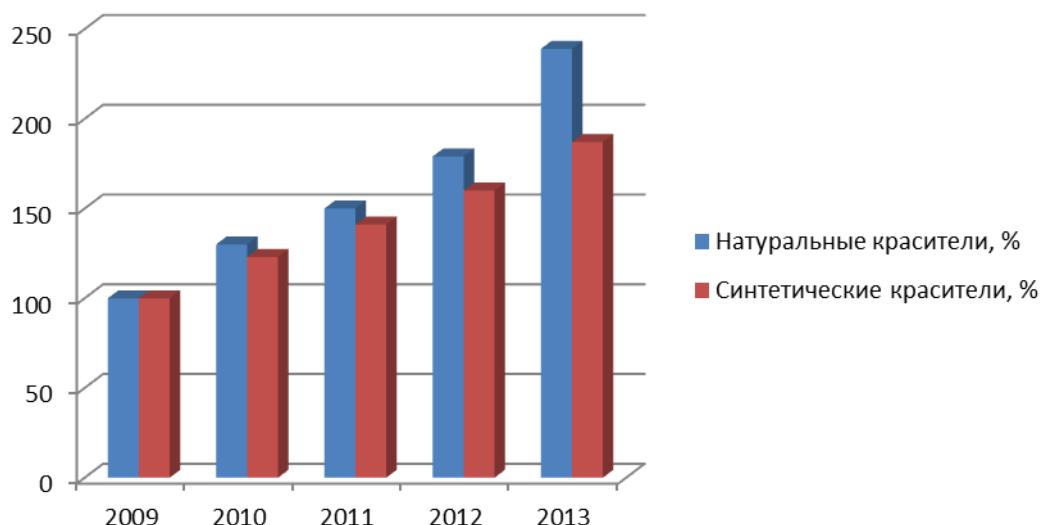


Рисунок 2 – Динамика совокупного среднегодового темпа роста мирового рынка пищевых красителей, %.

Переход от синтетических красителей к натуральным осуществляют не только российские представители мультинациональных компаний, но и локальные производители. В особенности это характерно для кондитерской промышленности – кондитерские изделия ориентированы, прежде всего, на детей, и потребителей может отпугнуть предупреждающая информация, которую производитель обязан указывать на этикетке в случае использования некоторых видов синтетических красителей. Использование натуральных красителей требует специального подхода к процессу производства, упаковки и хранения, но большинство прогрессивных производителей идут на эти меры, заботясь о своей репутации. Учитывая актуальные тенденции на рынке, ситуацию в Европе и изменения в российском законодательстве, оперативный переход на натуральные красители и красящие продукты будет логичным, дальновидным и клиентоориентированным шагом [102].

Анализируя вышеизложенное, можно сделать следующие выводы:

- красители относятся к существенным факторам формирования потребительского спроса продуктов питания, в том числе кондитерских изделий;
- в России отсутствуют источники растительного сырья для производства большинства пищевых красителей, поэтому отечественное производство в целом основано на использовании импортных красящих веществ; динамика и структура рынка в основном определяются поставками данных веществ из-за рубежа;
- из-за рубежа в Россию завозятся натуральные (растительного и животного происхождения) и синтетические красящие вещества;
- экспорт пищевых красителей российскими производителями осуществляется в незначительных объемах, так как сам рынок формируется за счет импорта;
- наибольшим спросом на российском рынке пользуются красители из натурального сырья.

1.2 Классификация пищевых красителей и требования к ним

Пищевые красители в кондитерском производстве применяют для придания изделиям привлекательного внешнего вида. Краситель - пищевая добавка, предназначенная для придания, усиления или восстановления окраски пищевой продукции.

По определению, установленному ТР ТС №029/2012 «О безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средствах» к пищевым красителям не относятся пищевые продукты, обладающие вторичным красящим эффектом (фруктовые и овощные соки или пюре, кофе, какао, шафран, паприка и другие пищевые продукты), а также красители, применяемые для окрашивания несъедобных наружных частей пищевых продуктов (оболочки для сыров и колбас, для клеймения мяса, маркировки яиц и сыров) [15].

Согласно Директиве Европейского парламента и Совета ЕС пищевые красители классифицируют как химические синтетические вещества или природные соединения, которые придают или усиливают цвет пищевого продукта или биологического объекта, не потребляются обычно как пищевой продукт или составные части пищи [50].

Согласно другому подходу красители, используемые для подкрашивания пищевых продуктов, подразделяются на натуральные красящие вещества и их смеси, идентичные натуральные и их смеси, а также синтетические, которые делят на органические и неорганические [46].

К натуральным красителям относят колоранты, содержащие пигменты природных источников растительного, животного или минерального происхождения (антоцианы, β -каротин и т.д.). Растительным сырьем являются лепестки цветов, ягоды, плоды, овощи, корни и корнеплоды, листья растений. Основными природными пищевыми красителями являются: желтые - флавоны, флавонолы, халконы, красные – антоцианы - могут иметь

синий или фиолетовый цвет в зависимости от условий среды, бетацианы, зеленые - хлорофилл и другие [96].

Натуральные красители обладают рядом полезных свойств, как из-за биологической активности самих красящих веществ, так и за счет сопутствующих веществ [6].

Естественные красители могут быть репродуцированы химическим синтезом, но идентичные естественным синтетические красители могут содержать загрязнители, которые требуют токсикологической оценки. Продукты, содержащие естественные красители, также требуют проведения токсикологической оценки, как и продукты с синтетическими красителями.

Для токсикологической оценки натуральные красители должны рассматриваться в соответствии с тремя основными их группами:

- краситель, изолированный в химически неизменной форме из известных пищевых продуктов и применяемый в пищевых продуктах, из которых он экстрагируется, на уровнях, обнаруживаемых в этих продуктах в норме. Этот продукт может быть принят таким же образом, как и сам пищевой продукт, без требования представления токсикологических данных;
- краситель, изолированный в химически неизменной форме из известных пищевых продуктов, но применяемый на уровнях, превышающих нормальные, или в продуктах, отличных от тех, из которых он получен. Для этого продукта могут потребоваться токсикологические данные, обычно необходимые для оценки токсичности синтетических красителей;
- краситель, изолированный из пищевого источника и химически измененный в процессе изготовления, или натуральный краситель, изолированный из непищевого источника [96].

Не допускается использовать красители в отдельных пищевых продуктах, например: необработанные пищевые продукты; шоколадное молоко; мука, крупы, специализированные пищевые продукты для здоровых и больных детей (до 3-х лет).

Для отдельных видов пищевых продуктов необходимо использовать только определенные красители, так например, для джемов, желе,

мармеладов и других подобных продуктов используют такие красители, как антоцианы, каротины, красный свекольный, куркумин, маслосмолы паприки, сахарный колер, хлорофиллы и хлорофиллины. Максимальный уровень содержания этих красителей в данных продуктах определяется согласно технологическим инструкциям. Так же в джемы, желе, мармелады и другие подобные продукты могут добавляться следующие красители: желтый «солнечный закат» FCF (E110), желтый хинолиновый (E104), зеленый S (E142), кармины (E120), ликопин (E160d), лютеин (E161b), понсо 4R (E124) - по отдельности или в комбинации. Максимальный уровень содержания этих красителей в данных продуктах 100 мг/кг [5].

В производстве ряда сахарных и мучных кондитерских изделий красители использовать не принято (халва, ирис, затяжное печенье и др.). Большинство остальных сахарных кондитерских изделий чаще всего окрашивают водорастворимыми (вододиспергируемыми) натуральными или синтетическими красителями. Жирорастворимые красители используют реже. Синтетические красители рекомендуется использовать в виде 1% - ных водных растворов, жирорастворимые обычно в неразбавленном виде, а лаки и минеральные красители - в порошкообразной форме.

По сведениям, приведенным в [6], в производстве сахарных кондитерских изделий в России разрешено использовать следующие красители: азорубин (кармуазин) E122, красный очаровательный АС E129, бета-апокаротиновый альдегид E160e, бета-апо-8'-каротиновой кислоты этиловый эфир E160f, желтый «солнечный закат» E110, желтый хинолиновый E104, зеленый S (E142), индигокармин (E132), кармин (E120, кошениль), коричневый НТ (E155), куркумин (E100), ликопин (E160d), лютеин (E161b), понсо 4R (E124), синий блестящий FCF (E133), синий патентованный V (E131), тартразин (E102), черный блестящий PN (E 151) по отдельности или в комбинации в количестве до 300 мг/кг.

Рядом авторов установлено [78,80] , что пищевые красители должны обладать следующими свойствами:

- безвредность в применяемых дозах, в том числе отсутствие канцерогенности, мутагенности, ярко выраженной биологической активности. Пищевые красители должны изготавливаться из сырья, разрешенного органами здравоохранения для получения из него безвредных красящих веществ;

- устойчивость к температурным воздействиям. При нагревании до температуры 100-105 С° основные свойства красителей не должны изменяться. Обычно устойчивость пищевых красителей определяется нагреванием их растворов до кипения и кипячением в течении 5 мин. ;

- низкая реакционная способность с основным и с сопутствующими компонентами продукта;

- хорошая красящая способностью. Окрашиваемые ими изделия должны иметь интенсивные, ясно выраженные цвета соответствующих тонов;

- отсутствие неприятных посторонних вкуса и запаха;

- стойкость цвета окрашенных пищевых продуктов, его сохранность при хранении их в течении гарантийного срока;

- простота способа применения для окрашивания продукта;

- экономическая эффективность;

- технологичность пищевого красителя. Должен вводиться в пищевой продукт в виде водного или спиртового раствора с массовой долей колоранта 1-20 %.

При всей полезности натуральных пищевых красителей необходимо отметить, что синтетические красители отличаются стойкостью, большим разнообразием ассортимента, чистой и постоянством цвета и других характеристик красителя, широкой сырьевой базой, низкой стоимостью [16].

При производстве пищевых продуктов, в том числе кондитерских изделий с использованием красителей необходимо учитывать следующие закономерности [72]:

- при увеличении жирности и степени «взбитости» продукта интенсивность его окрашивания уменьшается;

- кислотность среды может оказывать влияние на интенсивность окраски и оттенков цвета;
- аскорбиновая кислота снижает интенсивность окрашивания готового продукта;
- многие натуральные красители и некоторые синтетические, например индигокармин, в растворах на свету обесцвечиваются. При хранении продуктов на свету может не только ослабляться их окраска, но и меняется ее оттенок из-за разной скорости обесцвечивания компонентов смесевых красителей;
- термообработка не меняет интенсивность и оттенок цвета продукта, приготовленного с использованием синтетических пищевых красителей.

При этом необходимо отметить, что цветовая гамма кондитерских изделий, как правило, коррелирует с ароматом и наименованием продукции. А цветовое разнообразие обеспечивает также широкий ассортимент кондитерских изделий.

Таким образом, в настоящее время красители являются одним из наиболее распространенных функциональных классов пищевых добавок, позволяющих существенно разнообразить цветовую гамму кондитерских изделий. В зависимости от происхождения красители имеют различные характеристики и существенное различие сохраняемости основных свойств от ряда факторов, в том числе параметров технологических процессов. В связи с чем, разработка способов получения пищевых красителей должна сопровождаться исследованиями факторов, влияющими на их свойства и соответственно выработкой технологических рекомендаций.

1.3 Способы получения и применения натуральных пищевых красителей в кондитерской технологии

Получение пищевых красителей зависит от вида сырья, свойств и растворимости основного извлекаемого пигмента красителя. Источником

пищевых красителей является нетрадиционное растительное сырье: ягоды, лепестки цветов и другие растения.

Извлечение антоциановых красителей из растительного сырья осуществляют экстрагированием водой, слабыми водными или водно-спиртовыми растворами [1, 32, 19, 33, 73, 57, 58, 39, 40, 74, 2, 59].

Так, для экстракции водорастворимых красителей - антоцианов - применяют воду и этанол. С помощью неполярных растворителей и растительных масел выделяют липофильные красители - хлорофиллы и каротиноиды. Содержание красящих веществ в исходном сырье достаточно низкое, поэтому для их очистки и последующей концентрации применяют различные технологические приемы.

При производстве пищевых красителей для полного извлечения красящих веществ из сырья применяются прессование, экстрагирование в системе больших соотношений: твердое тело - экстрагент; прямоточные и противоточные способы. Из них основной способ - процесс экстрагирования красящих веществ из растительной ткани. Он имеет две сопряженные стадии: проникновение растворителя внутрь клетки и диффузию растворенного красителя во внеклеточное пространство.

Приведем примеры наиболее распространенных технологий натуральных пищевых красителей.

В соответствии с технологией натурального красителя из фруктово-ягодного сырья ягоды дробят, сок из мезги отделяют прессованием. После грубой фильтрации сок сульфитируют (из расчета 1,5-2 г/дм³ сернистого ангидрида) и отстаивают в герметичном резервуаре в течение 15 мин. Осветленный сок фильтруют на рамном фильтр-прессе и сгущают под вакуумом. Концентрация красящих веществ в таких красителях невелика - около 30 г/дм³, что, несомненно, ограничивает их широкое применение.

Выход красящих веществ можно увеличить путем замораживания плодово-ягодного сырья. При замораживании в выжимках ягод инактивируются ферменты и в значительной мере замедляются

биохимические и окислительные процессы. Это способствует стабилизации пигментов. Кроме того, глубокое замораживание растительных тканей при температуре -40°C обуславливает повышение проницаемости и диффузионной способности тканей из-за разрушения их кристалликами льда. Посредством замораживания был увеличен выход антоциановых красителей из выжимок черной смородины и черноплодной рябины и составлял в среднем 30-35 %. Полученные таким способом черносмородиновые и черноплодно-рябиновые натуральные пищевые красители следует хранить при температуре от 0 $^{\circ}\text{C}$ и не выше 20 $^{\circ}\text{C}$ при относительной влажности воздуха не более 75 % в течение 1 года с момента изготовления [79].

Разработана технология получения красного свекольного красителя из сброшенного свежеотжатого сока или из сока, доведенного до величины рН, оптимальной с точки зрения стабильности окраски. Проводят его высушивание в распылительной сушилке методом пневмоцентробежного распыления, позволяющего получать тонкодисперсные порошки за счет совокупного воздействия на распыляемый продукт центробежных сил инерции и давления сжатого воздуха [103,104,105].

Энокраситель получают из выжимок красных темных сортов винограда, содержащих 4-7 % антоцианов - энина и энидина. Энокраситель используют вместо красителя амаранта для подкрашивания пищевых продуктов в кондитерской, винодельческой, безалкогольной отраслях пищевой промышленности. Он не только придает цвет продукту, но и обладает пищевой ценностью, так как содержит сахара, кислоты, пектин, дубильные и минеральные вещества [65,112].

Предложенные способы получения сухого энокрасителя основаны на осаждении антоцианов в виде комплексов с двухвалентными металлами. Солянокислый экстракт красящих веществ нейтрализуют до рН 7 (NaOH или Na_2CO_3) и обрабатывают CaCl_2 . Затем после 3-4-часового отстоя нерастворимый в воде осадок отделяют, сушат и измельчают. В отдельных партиях энокрасителя содержание красящих веществ изменяется в

сравнительно больших пределах - 31,6-75 г/кг. Количество сухих веществ (СВ) в образцах красителя составляет 26-27 %. Титруемая кислотность довольно высока. Концентрированный энокраситель хорошо растворим в воде.

Красящие вещества извлекают из виноградных выжимок и путем их обработки растворами кислот - сернистой, соляной, винной и лимонной. Сернистую кислоту используют в виде 0,2-2 %-ного водного раствора, которым заливают выжимки в соотношении 1:1. Выжимки перемешивают с раствором, выдерживают 4 суток и прессуют, получая раствор энокрасителя. Благодаря бактерицидным свойствам сернистой кислоты раствор хорошо сохраняется. Перед использованием его десульфитируют путем нагревания. Соляную кислоту применяют в виде 1 %-ного водного раствора, которым заливают выжимки. После перемешивания его настаивают в течение 1-2 суток. Отжатый экстракт, имеющий концентрацию СВ 5-7 %, уваривают до их концентрации 40-50 %.

Иногда конечный продукт в производстве красителя закрепляют этианолом до 16 об %. Такой краситель представляет собой водно-спиртовый концентрат. Закрепление красителя этиловым спиртом обеспечивает его надежную микробиологическую и противоокислительную защиту. Краситель демонстрирует устойчивое окрашивание пищевых продуктов при рН 2,8-4,5 [105].

Этап концентрирования антоцианового экстракта является важным в производстве энокрасителя: от него в значительной степени зависит качество готового концентрата. Использование теплового способа концентрирования антоцианового экстракта вызывает усиление процессов свободнорадикального окисления фенольных соединений, их полимеризацию, поликонденсацию и, как результат, появление нежелательных изменений в цветовой характеристике продукта. Негативное действие на качество энокрасителя оказывает и повышение норм

кислотности в процессе концентрирования, что сопровождается гидролизом красящего вещества – энина [106].

Энокрасителем окрашивали карамель леденцовую: «Барбарис», монпансье, «Апельсиновые дольки» и с начинкой: «Клюква», «Слива», «Клубника со сливками», «Апельсин», «Виктория» и др.

Дозировка энокрасителя при окрашивании леденцовой карамели и карамели с начинкой изменялась в пределах от 1,5 до 4,5 г на 1 кг карамельной массы (или 1,5 - 4,5 кг/т).

Органолептическая оценка окрашенных образцов карамели показала, что цвет изделий изменяется в зависимости от количества добавленных энокрасителя и лимонной кислоты. При введении большего количества лимонной кислоты (дозировка ее изменялась от 0,4 до 1 % по отношению к карамельной массе) интенсивность окраски изделий более ярко выражена. В основном цвет окрашенных образцов карамели изменялся от розового до интенсивно-красного, причем при pH карамели 3 и ниже изделия имели ясно выраженный красный цвет. В случае увеличения значения pH больше 3 при одной и той же дозировке красителя карамель окрашивалась в красновато-фиолетовый цвет. В образцах карамели, окрашенных без добавления лимонной кислоты, наблюдался ясно выраженный сиреневый оттенок. При введении в карамельную массу вместе с энокрасителем определенного количества индигокармина изделия приобретали вишневый, сиреневый или фиолетовый цвет. Добавление тартразина способствовало получению оранжевых оттенков в окрашенных образцах карамели [113].

С технологической точки зрения использование энокрасителя в производстве карамели не вызывает затруднений. Краситель в карамельной массе в процессе окрашивания распределяется равномерно. Результаты исследований показали, что наиболее оптимальными дозировками для окрашивания карамельной массы являются 2 - 4 г энокрасителя на 1 кг, или 2 - 4 кг на 1 т готовых изделий [107,108].

Разработан способ получения красителя аннатто из семян орлеанового дерева. Окрашивание кондитерских изделий можно производить как одним

красителем аннатто, так и смесью его с другими красителями. Краситель аннатто не оказывает заметного влияния на органолептические и физико-химические свойства изделий. Семена орлеанового дерева могут служить хорошим заменителем синтетического красителя тартразина [111].

Разработана технология получения желтого красителя из лепестков календулы. Этот краситель является полноценным заменителем желтого импортного красителя аннато, а также отечественного, получаемого из моркови, тыквы и томатов. Преимуществом нового красителя является то, что для его изготовления используется непищевое сырье [53].

Этот краситель является полноценным заменителем импортного желтого красителя аннатто, а также отечественного, получаемого из моркови, тыквы и томатов. Преимуществом нового красителя является то, что для его изготовления используется непищевое сырье. Существует два способа извлечения красящих веществ из лепестков календулы. По одному способу красящие пигменты экстрагируют из мелко размолотого материала растительным маслом при температуре 60 - 70 °С. Процесс экстрагирования проводят по принципу противотока в диффузационной батарее, состоящей из 6 диффузоров, с настаиванием по 1 часу в каждом диффузоре. По этому способу получают масляный экстракт красящих веществ из лепестков календулы ярко-желтого цвета. Выход красителя из сухих лепестков календулы составляет примерно 90 % [114].

В ВНИИКП исследовали возможность окраски карамельной массы красителями, полученными из лепестков календулы. В опытах по окраске карамели использовали масляный и спиртовой экстракты красящих веществ календулы. Распределение данного красителя в карамельной массе сравнительно затруднено. Готовое монпансье прозрачное, имеет ярко-желтый цвет. Вкус изделий характерный для данного вида, но ощущаются слегка горьковатый привкус и запах свойственный растительному маслу [109].

При окрашивании карамели спиртовым экстрактом красящих веществ календулы дозировка красителя составляла 50 мл/см³ на 20 кг карамельной

массы. При этом готовые изделия имели желтый цвет, слегка матовый. Вкус карамели - свойственный данному виду продукции, без посторонних запахов и привкусов. Спиртовым экстрактом красящих веществ календулы окрашивали также образцы тянутой карамельной. Дозировка красителя в этих опытах составляла также 50 мл/см³ на 20 кг массы. Однако эта дозировка красителя для тянутой карамельной массы оказалась заниженной, так как окрашенная карамель имела почти белый цвет с желтоватым оттенком. Вкус карамели характерный, без посторонних привкуса и запаха. Таким образом, экстракты календулы можно рекомендовать для придания цвета карамельной массе [109].

В ВНИИКП исследована возможность извлечения красящих веществ из шалфея (стебли, листья, побеги), полученного в виде отходов после экстракции из растения эфирного масла. Предварительно отходы шалфея измельчали. Экстракцию проводили тремя способами: настаиванием в спирте без подогрева, настаиванием в спирте в колбе с обратным холодильником при подогреве на кипящей водяной бане и непрерывным экстрагированием в аппарате Сокслета. Во всех случаях получался прозрачный спиртовый экстракт яркого изумрудно-зеленого цвета. Однако при извлечении красящих веществ из отходов шалфея выход высущенных экстрактивных веществ составлял всего 3 % [115].

Остаток экстрактивных веществ, полученный при концентрировании спиртовых экстрактов выпариванием растворителя досуха, окрашен в темно-зеленый цвет. Он хорошо растворяется в спирте и нерастворим в воде. Хорошая растворимость концентрированного спиртового экстракта в спирте указывает на возможность получения красящих веществ из шалфея в концентрированном виде [41].

Разработан способ получения красителя из зелени петрушки, который заключается в следующем: 500 г высущенной и измельченной зелени петрушки смешивают с 2,5 г MgO и экстрагируют в противоточном шнековом экстракторе при 15 °C с 1500 г 96 %-ного этилового спирта в течение 200 мин при среднем времени нахождения сырья в экстракторе 40

мин. Полученный экстракт фильтруют, отгоняют растворитель и концентрируют продукт в роторно-пленочном испарителе при температуре 35 °С и остаточном давлении 1330 Па в течение 1 ч. Таким образом получают черно-зеленую пасту с содержанием сухого вещества 78 % в количестве 4 % от массы экстракта [116].

В качестве источника черного красителя используют кожуру незрелого грецкого ореха, которую высушивают до влажности не более 20 %, измельчают в два этапа: грубый помол и ультрадисперсное измельчение. На первом этапе достигается размер частиц не более 0,5-1 мм. Последующее измельчение проводят с одновременной досушкой продукта в вихревой мельнице при температуре потока газа не более 80-95 °С. Полученные частицы имеют размеры не более 50 мкм и влажность 2-3 % [116].

Полученный по данной технологии дисперсный порошок черного красителя дополнительно подвергают повторной экстракции водой в течение не менее 30 мин при температуре кипения. Экстракт отстаивают и фильтруют. В полученный жидкий экстракт вводят консервант. В процессе экстракции на смесь ультрадисперсного порошка можно дополнительно воздействовать вибраакустическим полем, а жидкий экстракт подвергнуть распылительной сушке. Полученный черный краситель годен для использования в пищевой промышленности [116].

Способы выделения натуральных пищевых красителей совершенствуются. Особое место при выделении натуральных красителей занимают гидролитические ферменты - целлюлазы, гемицеллюлазы, пектиназы. При их действии уменьшается количество и прочность связей пигмента с лигнин-углеводным комплексом клетки, тем самым облегчается доступ к нему экстрагента и увеличивается выход [117].

Для увеличения выхода натуральных, в частности антоциановых красителей из сырья используют комплексные ферментные препараты, обладающие пектолитическим и целлюлолитическим действием, такие как «Пектинес Ультра Sp-L», «Пектинес SX-L» и «Пектофоетидин П10х».

Например, при получении антоцианового красителя из аронии (черноплодной рябины) предварительная ферментация ягод с «Целлюлазой-100» (гидромодуль 1:5, температура 50 °С, экспозиция 2 ч, доза препарата 0,4 % к массе сырья) повысила выход антоцианов при последующей водно-спиртовой экстракции на 25 %. Стабилизируют красители с помощью консервантов. Обычно для этого применяют сульфитацию с использованием SO₂ [117].

Выработка натуральных пищевых красителей ограничена как в масштабах, так и в ассортименте, и потребность в них до настоящего времени покрывается именно за счет синтетических красителей. Поэтому разработка новых технологий и совершенствование существующих являются одним из направлений исследований в этой области.

1.4 Амарант. Состав, свойства и направления использования

По данным НИИ питания РАН, уровень и качество питания основных групп населения в нашей стране в последние десять лет резко снизились. Особенно низким стало потребление белковых продуктов, около 90 % населения в той или иной степени испытывают дефицит белка [56]. При недостаточном количестве белка в пище задерживается рост и общее физическое развитие ребенка. Одна из важнейших функций белковых молекул – пластическая. Все клеточные мембранны содержат белок. Его количество в мембранах составляет более половины массы. Белки-гормоны такие, как инсулин, вазопрессин, тиреоглобулины и т.д., выполняют регуляторную функцию в организме человека. Другая функция белков – защитная, основанная на поддержании иммунитета. Также можно выделить белки с рецепторной функцией – звуковые, вкусовые, световые и другие рецепторы. Недостаточное потребление незаменимых аминокислот, участвующих в синтезе тканевых белков, оказывает влияние на различные функции организма. Лизин и триптофан необходимы для роста. Лизин и гистидин связаны с функцией кроветворения, лейцин и изолейцин –

щитовидной железы, фенилаланин – щитовидной железы и надпочечников. Метионин оказывает существенное влияние на обмен жиров и фосфатидов, обеспечивает антитоксичную функцию печени, играет большую роль в деятельности нервной системы. У большей части детского и взрослого населения наблюдается дефицит ряда витаминов и минеральных веществ, отмечается рост заболеваемости населения анемиями [56].

Проблему неполноценного питания населения можно решить быстрее и более экономично, используя продукцию растениеводства, в частности, за счет переработки амаранта [56].

Наличие в надземной части амаранта ценных биологически активных веществ определяет перспективность его использования в производстве пищевых продуктов специального и общего назначения, а также в качестве сырья для получения биологически активных добавок. Семена амаранта имеют высокую питательную ценность. Из них можно получать муку, крахмал, отруби, масло. В зависимости от вида они содержат 14–20 % легкоусвояемого белка, 6–8 % растительного масла с высокой концентрацией полиненасыщенных жирных кислот и биологически активных компонентов, 60 % крахмала, витамины А, В, С, Е, Р, каротиноиды, пектин, в значительных количествах макро- и микроэлементы, особенно кальций и железо. Доля триглицеридов в липидах колеблется от 77 до 83 %.

Семена амаранта содержат в среднем 14,0-20,0 % белка, 60- 62 % крахмала, 5,8-9,7 % жира и 3,9-16,5 % пищевых волокон [81]. По количеству аминокислоты лизина белок амаранта превосходит все известные растения. В амаранте содержится больше кальция, железа, магния, фосфора и калия, чем в молоке; и в три раза больше кальция и железа, чем в пшенице. По содержанию пищевых волокон амарант превосходит овес. В семенах растения содержится ценнейшее масло, содержащее около 77 % ненасыщенных жирных кислот, в том числе около 50 % линолевой и линоленовой, сквален и витамин Е в редкой форме токотриена, который участвует в биосинтезе холестерина [28,30,62,66].

По результатам медицинских исследований, сквален признан важнейшим компонентом, выполняющим в организме человека роль регулятора липидного и стероидного обмена и обладающим антиоксидантными свойствами. Высокое содержание сквалена является уникальной особенностью масла амаранта, позволяющей рассматривать его как промышленный источник получения этого углеводорода. В надземной части амаранта содержится до 10 % пектина, в зерне присутствуют нерастворимый протопектин. Эти вещества применяют в пищевой промышленности и медицине для выведения из организма тяжелых металлов и радионуклидов [13]. В составе амаранта присутствуют также и другие не менее важные для организма человека вещества, такие, как серотонин, пигменты красного ряда, например, ксантины, желчные кислоты, холин, стероиды, витамин D, пантотеновая кислота.

В белке семян амаранта преобладают водо- и солерасторимые фракции, на долю которых приходится до 75 % от общей суммы белков. По содержанию аминокислоты лизина белок амаранта в 2 раза превосходит белок пшеницы. Благодаря высокому содержанию лизина, тирозина, фенилаланина, изолейцина и балансу между всеми незаменимыми аминокислотами биологическая ценность белка амаранта выше, чем у пшеничного белка на 15-18 % [81, 24]. Семена амаранта служат источником витаминов (B1, B2, B9, PP, H, C, E) и минеральных веществ (P, K, Ca, Fe, Mg и др.) [81, 24]. Неоспоримое преимущество белка амарантовой муки по сравнению с белком пшеницы заключается в преобладании альбуминов и глобулинов, минимальном количестве проламинов и полном отсутствии а-gliадина. Особенности химического состава позволяют рекомендовать амарантовую муку для питания как здоровых лиц, так и больных целиакией [25].

Разработаны изделия из амарантовой муки, такие как: безглютеновые мучные кондитерские, хлебобулочные и другие изделия [60].

При этом высокой пищевой и биологической ценностью характеризуется не только зерно амаранта, но и его листовая масса.

Содержание белка в листьях амаранта составляет 15 %, причем этот белок входит в число лучших белков растительного происхождения по соотношению незаменимых аминокислот. Он содержит также вдвое больше серосодержащих аминокислот, отличается хорошей растворимостью и легко экстрагируется. В листьях амаранта обнаружено высокое содержание пектина (6,3 %), аскорбиновой кислоты (120 мг %), каротиноидов (9 мг %), полифенолов (15,7 %), из которых 4,21 % составляют флавоноиды кверцетин, трефолин и рутин (3 %), микроэлементы бор, железо, никель, барий. По другим данным, в листьях содержатся полифенолы (до 5,4 %), в том числе флавоноиды (2,8 %), витамины А, С, Е, бетацианиновые пигменты, липиды (до 10 %), пектины (до 6 %), микроэлементы. Добавка листьев к черному байховому чаю позволяет получить качественно новые чайные продукты с повышенным содержанием флавоноидов, обладающих высокой Р-витаминной и антиоксидантной активностью [13].

В настоящее время интенсивно изучается антиоксидантная активность полифенолов, беталяиновых пигментов, алкалоида амарантина, водорастворимых пектинов, различных экстрактов и фракций из амаранта. Одним из важных направлений переработки амаранта стало создание биологически активной добавки к пище (БАД) «Фиточай Амарантил». Большой набор антиоксидантов, обнаруженных в листьях амаранта, делают чай полезным для ежедневного употребления в экологически неблагоприятных условиях, на профессионально вредных производствах и в условиях биогенного и абиогенного стрессов [13].

Учитывая, что в России до 70 %, особенно детей, страдает от дисбактериоза и желудочно-кишечных заболеваний, связанных с дефицитом бифидо- и лактобактерий, использование фиточая позволяет быстро стабилизировать микрофлору, что подтверждено данными ФГУП НИИ эпидемиологии и микробиологии Роспотребнадзора и результатами клинических испытаний Тверской государственной медицинской академии. Бетацианины, содержащиеся в амаранте, проявляют бактерицидное, антифунгицидное действие, а также общеукрепляющее действие на организм

человека. Они предотвращают окислительные процессы, вызывающие у человека дегенеративные болезни, оказывают положительное влияние на работу желудочно-кишечного тракта [13,28,30].

Амарант богат веществами вторичного происхождения, которые обусловливают его лекарственные свойства. В надземной части обнаружены флавоноидные гликозиды на основе агликонов кемпферола, кверцетина, изорамнетина, 3,7,4'-тригидрооксифлавона афформозина и даидзеина, каротиноиды (11,7–18,7 мг/100 г), фенолокислоты – кофейная, п-кумаровая, феруловая, ванилиновая, водорастворимые пектины. Многочисленные фармакологические исследования показали, что различные виды амаранта проявляют гепатопротекторное, радиопротекторное, противовоспалительное, жаропонижающее, антигепатотокическое, антидиабетическое, антигиперлипидемическое, антипролиферативное, противогрибковое действие[13].

Большую ценность представляет масло амаранта, способное регулировать липидный обмен и уровень ненасыщенных жирных кислот в крови, подавлять рост опухоли, оказывать мембраностабилизирующее, противовоспалительное и анальгезирующее действие в терапевтической стоматологии, воздействовать положительно при атеросклерозе, заболеваниях сердца и гипертензии, гиперлипопротеидемии [13].

Амарантовое масло запатентовано как иммуностимулирующее средство, которое может быть использовано для коррекции иммунодефицитных состояний при лечении заболеваний разной этиологии: сердечно-сосудистых, онкологических, нарушения обмена веществ, эрозийно-язвенных поражений желудочно-кишечного тракта, псориаза, нейродермита. Изучена возможность создания новой лекарственной формы – суппозиториев с маслом амаранта для лечения воспалительных, инфекционных заболеваний кожи и слизистых оболочек, что обусловлено противовоспалительным действием, репаративным эффектом, иммуномодулирующей активностью масла [13].

В связи с высоким содержанием эфиров жирных кислот (6 %) и полифенолов (6,5 %), обладающих антиоксидантными свойствами, амарант рекомендован для использования в качестве антиокислителя в молочной и хлебопекарной промышленности, а также для приготовления полноценных продуктов питания и кормов с высоким содержанием белка, пектина, пищевых волокон, витаминов (A, группы B, C, E), макро- и микроэлементов [13].

Вследствие наличия двух важных антиоксидантов – витамина А и каротина – амарант усиливает секрецию инсулина, в связи с чем его рекомендуют использовать в диете диабетических больных и для изготовления специализированных продуктов диетического питания и пищевых смесей общего назначения. Из-за низкого содержания глютена амарант может быть чрезвычайно ценным и полезным продуктом для больных аллергией и целиакией. Бетацианины амаранта рекомендуют в качестве природного красителя и стабилизатора при изготовлении крема, желе, мороженого и напитков с высоким pH. На основе зарегистрированного в Государственном реестре овощного сорта создан салатный сорт Валентина, богатый структурообразователями и биологически активными соединениями, и получен красно-фиолетовый пищевой краситель-антиоксидант «АМФИКРА» и пищевая добавка «АМВИТА» [13].

Вторичным продуктом при переработке зерна амаранта при получении амарантового масла прессовым способом является жмых, который также богат полезными веществами, как и надземные части амаранта. Он обладает рядом функциональных свойств за счет биологически активных веществ (БАВ), входящих в его состав: пищевых волокон (пектинов, клетчатка), белков, незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, сqualена, минеральных веществ (кальций, селен, железо, цинк, марганец, кобальт, медь, фосфор, магний) и витаминов (Р, β -каротин, С, Е, В₁, В₂) и т. д. Представленные данные характеризуют жмых амаранта, как полифункциональную, биологически активную систему, обладающую биогенным потенциалом. Его целесообразно применять в качестве

компонентом композиций для создания продуктов питания нового поколения [56].

Таким образом, наличие ценных биологически активных веществ в семенах и вегетативных органах растений различных видов амаранта, высокое содержание белка, пектина, сqualена, пищевых волокон, витаминов (A, группы B, C, E), макро- и микроэлементов определяет перспективность широкого использования его в производстве хлебобулочных, кондитерских и молочных продуктов, а также в качестве сырья для получения биологически активных добавок. Положительный опыт выращивания этой культуры в климатических условиях России, высокая биологическая продуктивность создают необходимость расширения области применения амаранта для обогащения продуктов и повышения их биологической ценности [28].

Заключение по обзору литературы

Постепенное насыщение рынка кондитерских товаров и, соответственно, высокая конкуренция продукции обуславливает необходимость повышения потребительских свойств кондитерских изделий. Одно из конкурентных преимуществ этой группы товаров может быть связано с введения новых видов продукции, реализующих потребность в здоровом питании. При этом с позиций обеспечения продовольственной безопасности страны не менее важным является решение проблемы импортозамещения посредством использования потенциала местного и нетрадиционного сырья.

В сложившейся ситуации решение задачи расширения ассортимента кондитерских изделий связано с формированием новых вкусов, ароматов, внешнего вида продукции. Традиционно эта задача решается применением пищевых добавок. Одним из наиболее востребованных видов пищевых добавок, формирующих первое впечатление о продукте, являются красители. В настоящее время известно применение как синтетических, так и натуральных по происхождению красителей. Однако многочисленные

маркетинговые исследования показывают лояльность потребителей к красителям натуральным по происхождению.

В России отсутствуют источники растительного сырья для производства большинства пищевых красителей, поэтому отечественное производство в целом основано на использовании импортных красящих веществ; динамика и структура рынка во многом определяются поставками данных веществ из-за рубежа. В то же время отечественный сырьевой потенциал натуральных по происхождению красителей изучен и, соответственно, используется не в полной мере.

Пищевые красители имеют различные характеристики и существенное различие сохраняемости основных свойств в зависимости от ряда факторов на всех этапах жизненного цикла продукции, в том числе от вида сырья, свойств и растворимости основного извлекаемого пигмента красителя и т.д. В связи с чем, разработка способов получения пищевых красителей должна сопровождаться исследованиями факторов, формирующих и сохраняющих их свойства. При этом необходимо отметить, что традиционно используемые для получения пищевых красителей сырьевые источники – овощные и плодовые культуры (свекла, морковь, смородина, облепиха и т.д.) могут иметь более эффективные направления применения. И, соответственно, необходим поиск новых ресурсов отечественного растениеводства.

Одним из перспективных сырьевых источников, активно исследуемых на протяжении ряда лет, является амарант. Наличие ценных биологически активных веществ в семенах и вегетативных органах растений различных видов амаранта, высокое содержание белка, пектина, сквалена, пищевых волокон, витаминов (A, группы B, C, E), макро- и микроэлементов определяет перспективность широкого использования его в производстве пищевых продуктов, а также в качестве сырья для получения биологически активных добавок. Положительный опыт выращивания этой культуры в климатических условиях России, высокая биологическая продуктивность создают необходимость расширения области применения амаранта для обогащения продуктов и повышения их биологической ценности [28].

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Организация работы и методы проведения эксперимента

Экспериментальные исследования проводились в условиях кафедры товароведения и экспертизы товаров, лаборатории биологических методов анализа ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», лабораторий и испытательных центров ГНУ Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии (ГНУ ВНИВИПФИТ), ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», лаборатории физиологии и биохимии растений, интродукции и функциональных продуктов ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур (ГНУ ВНИИССОК).

Объектами на различных этапах исследования являлись:

- результаты социологического опроса жителей г. Воронежа относительно потребительских предпочтений кондитерских изделий;
- результаты выборочных маркетинговых исследований регионального потребительского рынка кондитерских товаров;
- высушенные листья амаранта сорта Валентина;
- пищевые натуральные красители из амаранта;
- пробы зефира с пищевыми натуральными красителями из амаранта.
- пробы карамели с пищевыми натуральными красителями из амаранта;
- результаты оценки уровня потребительских свойств пастильных изделий с натуральными пищевыми красителями.

Схема исследований представлена на рис.3.



Рисунок 3 - Схема проведения эксперимента

В работе в качестве сырьевого источника красителя применяли высушенные листья амаранта сорта Валентина, предоставленного сотрудниками ВНИИССОК д.с.-х.н. П.Ф. Кононковым, д.б.н. В.К. Гинс, д.б.н. М.С. Гинс, урожая 2012-2014 гг.

2.2 Сырье и методы его исследования

Для проведения исследований использовали сахар-песок по ГОСТ 21-94, лимонную кислоту по ГОСТ 908-2004, патоку крахмальную по ГОСТ Р 52060-2003, белок яичный по ГОСТ 30363-2013, кислоту молочную по ГОСТ 490-2006, агар по ГОСТ 16280-2002, спирт этиловый ректифицированный из пищевого сырья по ГОСТ 5962-2013, воду питьевую по ГОСТ 32220-2013, СанПиН 2.3.2.1293-03, пюре яблочное по ТУ 9163-011-74401803-07. Все виды сырья, применяемые в исследованиях, отвечали требованиям соответствующих национальных, межгосударственных стандартов и других нормативных и технических документов.

По гигиеническим показателям безопасности используемое сырье соответствовало требованиям Технических регламентов Таможенного Союза: ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна», ТР ТС 029/2012 «О безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».

2.3 Методы получения и исследования экстрактов из листовой массы амаранта

Для получения экстрактов из листовой массы амаранта проводили:

- измельчение высушенных до влажности 10-12 % листьев амаранта сорта Валентина;
- водную (водно-спиртовую) экстракцию амарантина;
- центрифugирование;

- выделение красного пищевого красителя;
- спиртовую экстракцию хлорофилла;
- центрифугирование;
- выделение зеленого пищевого красителя.

Обоснование параметров способа получения пищевых красителей из листовой массы амаранта сорта Валентина приведено в экспериментальной части работы (разделы 3.3, 3.5).

Массовую долю видимых сухих веществ в экстрактах амаранта определяли на рефрактометре ИРФ – 454 Б 2 М, активную кислотность – на pH-метре – термометре Нитрон – 1056 [42].

Интенсивность цвета полученных экстрактов исследовали по оптической плотности на фотоэлектроколориметре КФК - 2МП при 10-ти кратном разведении. Длину волны и толщину слоя экстрактов определяли путем построения спектральных кривых. По результатам анализа спектральной кривой водного экстракта амаранта (рис.4) обоснованы условия исследования – длина волны светофильтра 540 нм и толщина слоя (кюветы) 5 мм.

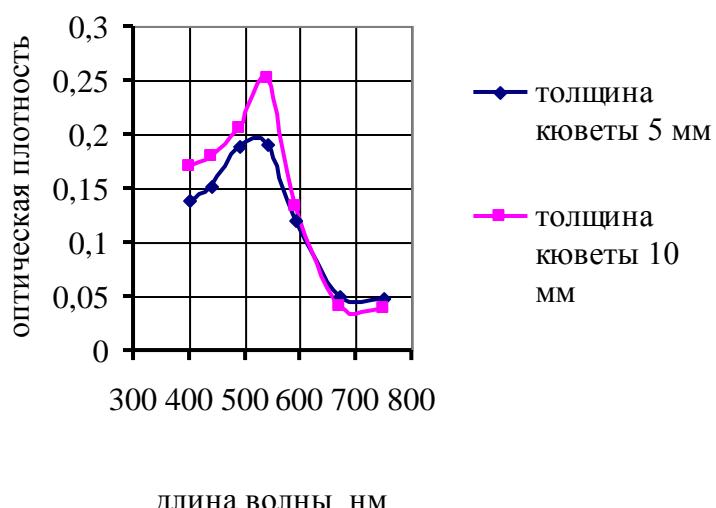


Рисунок - 4 Спектральная кривая водного экстракта амаранта

Анализ спектральных кривых оптической плотности и светопропускания спиртового экстракта (рис. 5, 6) позволил обосновать длину волны светофильтра 400 нм.

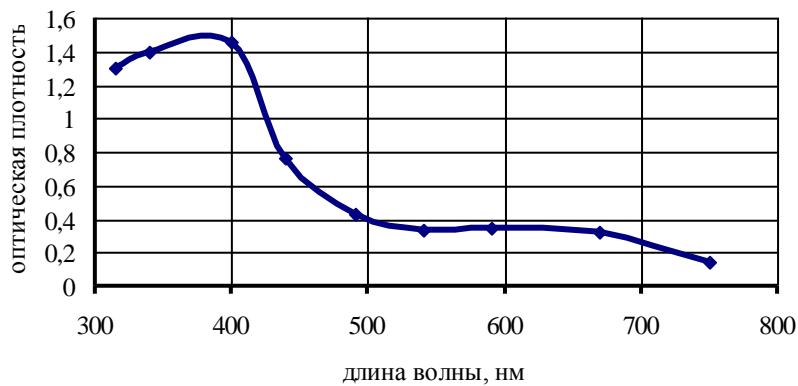


Рисунок 5 - Зависимость оптической плотности спиртового экстракта амаранта от длины волны светофильтра

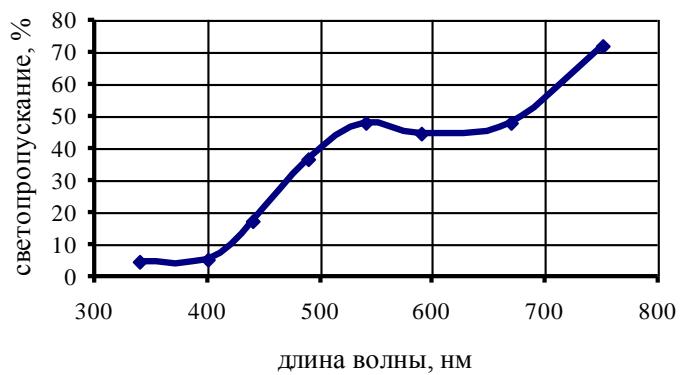


Рисунок 6 - Зависимость светопропускания спиртового экстракта амаранта от длины волны светофильтра

Определение количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов готовых изделий проводили в соответствии с ГОСТ 10444.15-94.

В качестве питательной среды использовали среду Сабуро.

Посевы термостатировали при температуре (30 ± 2) °C и (24 ± 1) °C. Через 3 суток осуществляли предварительный учет, через 5 суток проводили окончательный учет выросших колоний.

Из отдельных колоний были взяты пробы на микроскопирование для установления видовой принадлежности микроорганизмов.

Суммарное содержание антиоксидантов определяли в отделе физиологии и биохимии растений. ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур амперометрическим методом на приборе «Цвет Язу 01-АА». Сущность амперометрического метода заключается в измерении силы электрического тока, возникающего в результате электрохимического окисления молекул исследуемого вещества (или смеси веществ) в ячейке прибора [94,128]. Данный метод измерения массовой доли антиоксидантов является относительным и результат выражается в грамм-эквивалентах стандарта на грамм исследуемого образца [98, 47]. В качестве стандарта была выбрана галловая кислота, как отвечающая критерию стабильности и доступности [35].

Прибор включает в себя (рис. 7): емкость для растворителя, насос, дозатор, выполненный в виде многоходового крана, амперометрический детектор, состоящий из терmostатируемой электрохимической ячейки со сменными рабочими электродами, усилитель тока, аналого-цифровой преобразователь и устройство регистрации выходного сигнала.

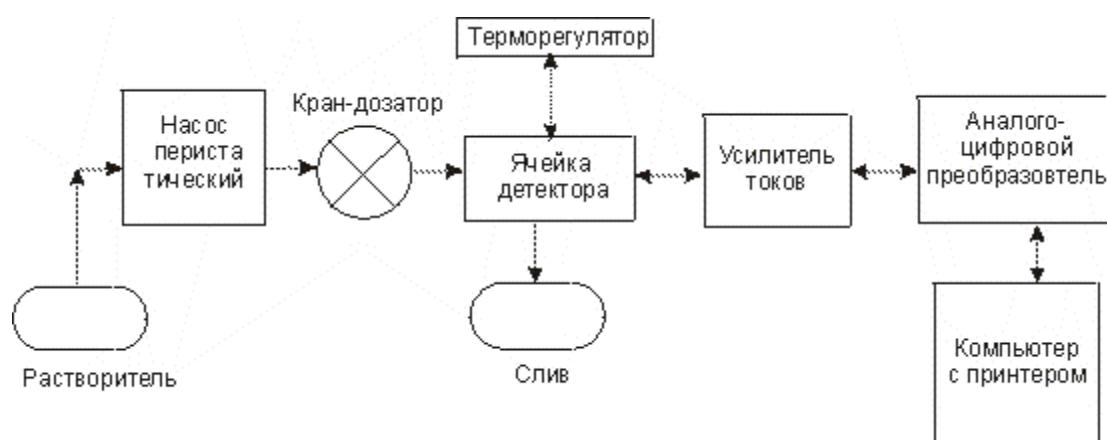


Рисунок 7 – Принципиальная схема электрохимического прибора для определения антиоксидантной активности

Прибор позволяет проводить прямые количественные измерения антиоксидантной активности исследуемых проб, содержащих биологически активные соединения.

В качестве элюента использовали 2,2 мМ раствор H_3PO_4 , скорость подачи которого составляла 1,2 $\text{cm}^3/\text{мин}$. Расчет СА (мг/г) исследуемого образца проводили по формуле с учетом данных калибровочного графика кверцетина:

$$\text{СА} = \frac{\text{САгр} \cdot V_{\text{п}} \cdot N}{m_{\text{пр}} \cdot 1000}; \quad (1)$$

где СА – величина антиоксидантной активности; САгр – величина антиоксидантной активности, найденная по калибровочному графику, $\text{мг}/\text{дм}^3$; $V_{\text{п}}$ – объем раствора (экстракта) анализируемой пробы, см^3 ($V_{\text{п}} = 250 \text{ см}^3$); $m_{\text{пр}}$ – навеска анализируемого вещества ($m_{\text{пр}} = \text{г}$); N – разбавление анализируемого образца ($N = 1$).

$$\text{САгр} = \text{Scp} \cdot 0,0006-0,2149, \quad (2)$$

где Scp – средняя площадь пиков, найденная по калибровочному графику, $\text{нА}\cdot\text{с}$.

Погрешность измерения не превышала 5 % при доверительной вероятности 0,9 [17].

В экстрактах амаранта определяли содержание витаминов B_2 , С в ГНУ Всероссийского научно-исследовательского ветеринарного института патологии, фармакологии и терапии - (ГНУ ВНИВИПФиТ). Содержание витамина С – титрометрическим методом с потенциометрическим титрованием по ГОСТ 24556 – 89, витамина B_2 – флуоресцентным методом по ГОСТ 25999-83.

2.4 Способы получения проб зефира

При проведении экспериментальных исследований опытные пробы зефира готовили следующим образом: сахар-песок, яблочное пюре и яичный белок смешивали и взбивали 5 – 8 минут для получения сбивной массы; затем добавляли молочную кислоту и пищевой краситель из амаранта, и взбивали еще 2 - 4 минуты до увеличения массы в два раза; сахар-песок, патоку, agar и воду смешивали и уваривали при постоянном перемешивании до температуры 114 °C; уваренный сироп добавляли к сбивной массе и взбивали до полного перемешивания; затем массу отсаживали. Агар перед приготовлением сахара-агаро-паточного сиропа замачивали в холодной воде в течение 1-2 ч.

Полуфабрикат зефира формовали отсадкой, подсушивали при температуре 25- 30 °C в течение 24 ч. Затем склеивали половинки зефира, поверхность посыпали сахарной пудрой. Определяли органолептические и физико-химические показатели. Изделия упаковывали. Параметры и сроки хранения приведены в экспериментальной части

В качестве контроля было принято одно из наиболее распространенных на потребительском рынке пастильное изделие - зефир «Ванильный». Рецептура зефира «Ванильный» представлена в таблице 1. [26].

Таблица 1 - Рецептура зефира «Ванильный»

Сырье и полуфабрикаты	Массовая доля сухих веществ	Расход сырья, кг			
		на 1 т полуфабриката		на полуфабрикат для 1 т незавернутой продукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Рецептура готового зефира из полуфабрикатов на 1 т					
Зефир без сахарной пудры	82,5	975,64	804,90	975,64	804,90
Сахарная пудра	99,85	29,75	29,70	29,75	29,70
Итого	-	1005,39	834,60	1005,39	834,60
Выход	83,0	1000,00	830,00	1000,00	830,00
Рецептура полуфабриката - зефир без сахарной пудры на 975,64 кг					
Сахар-песок	99,85	331,76	331,26	323,68	323,19
Пюре яблочное	10,0	398,20	39,82	388,50	38,85
Белок яичный	12,0	66,29	7,95	64,67	7,76
Сироп с агаром	85,0	551,43	468,71	538,00	457,30
Кислота молочная	40,0	6,90	2,76	6,73	2,69
Эссенция ванильная	-	1,02	-	1,00	-
Итого	-	1355,60	850,50	1322,58	829,79
Выход	82,5	1000,0	825,00	975,64	804,90
Влажность 17,5 % (+ 3,0 %; - 1,0 %)					
Рецептура полуфабриката - сироп с агаром на 538,0 кг					
Сахар-песок	99,85	644,02	643,05	346,48	345,96
Патока	78,0	257,91	201,17	138,76	108,23
Агар	85,0	15,88	13,50	8,54	7,26
Итого	-	917,81	857,72	493,78	461,45
Выход	85,0	1000,0	850,00	538,00	457,30

Таблица 2 - Сводная рецептура

Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, кг			
		по сумме полуфабрикатов для 1 т незавернутой продукции		на 1 т готовой продукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Сахар-песок	99,85	670,16	669,15	672,6	671,6
Сахарная пудра	99,85	29,75	29,70	29,9	29,8
Патока	78,0	138,76	108,23	139,2	108,6
Пюре яблочное	10,0	388,50	38,85	390,0	39,0
Белок яичный	12,0	64,67	7,76	65,0	7,8
Агар	85,0	8,54	7,26	8,6	7,3
Кислота молочная	40,0	6,73	2,69	6,8	2,7
Эссенция ванильная	-	1,00	-	1,0	-
Итого	-	1308,11	863,64	1313,1	866,8
Выход	83,0	1000,00	830,00	1000,0	830,0

2.5 Способы получения проб карамели

При проведении экспериментальных исследований опытные пробы карамели готовили следующим способом: готовили сахаро-паточный сироп в соотношении сахара и патоки в масс. долях 100:50, который уваривали при постоянном перемешивании до температуры 132-133°C. Карамельную массу охлаждали до температуры 90 °C, добавляли лимонную кислоту и пищевой краситель из амаранта. Осуществляли проминку при температуре 75-80°C, формировали при температуре 60-70°C в жгут, затем в отдельные изделия различной формы, охлаждали. В качестве контроля была принята карамель «Барбарис», рецептура которой представлена в таблице 3 [52,67].

Таблица 3 - Рецептура карамели «Барбарис»

Сырье и полуфабрикаты	Массовая доля сухих веществ	Расход сырья, кг			
		на 1 т полуфабриката		на полуфабрикат для 1 т незавернутой продукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Рецептура готовой карамели из полуфабрикатов на 1 т					
Карамельная масса	98,50	-	-	991,46	976,59
Кислота лимонная	91,20	-	-	9,84	8,97
Эссенция барбарисовая	-	-	-	0,75	-
Эссенция ванильная	-	-	-	0,50	-
Краситель красный	-	-	-	0,75	-
Итого	-	-	-	1003,30	985,56
Выход	98,26	-	-	1000,00	982,60
Рецептура полуфабриката – карамельная масса на 991,46 кг					
Сахар-песок	99,85	715,84	714,77	709,73	708,67
Патока	78,00	357,92	279,18	354,86	276,79
Итого	-	1073,76	993,95	1064,59	985,46
Выход	98,50	1000,00	985,00	991,46	976,59
Влажность 1,5 % (+1,0%; - 0,5%)					

Таблица 4 -Сводная рецептура карамели «Барбарис»

Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, кг			
		по сумме полуфабрикатов для 1 т незавернутой продукции		на 1 т готовой продукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Сахар-песок	99,85	709,73	708,67	713,50	712,40
Патока	78,00	354,86	276,79	356,70	278,20
Кислота лимонная	91,20	9,84	8,97	9,90	9,00
Эссенция барбарисовая	-	0,75	-	0,75	-
Эссенция ванильная	-	0,50	-	0,50	-
Краситель красный	-	0,75	-	0,75	-
Итого	-	1076,43	994,43	1082,10	999,60
Выход	98,26	1000,00	982,60	1000,00	982,60

2.6 Методы анализа кондитерских изделий

Пробы зефира анализировали после подсушки. Из физико-химических показателей определяли массовую долю влаги, плотность и цветность. Из органолептических показателей оценивали вкус, запах, цвет, структуру и форму.

По органолептическим показателям проводили комплексную оценку качества по 5-балловой шкале с градацией 0,5 балла. 100-балловая шкала комплексной оценки качества представлена в таблице 5 [63].

Таблица 5 – Балловая шкала комплексной оценки качества зефира

Наименование показателя	Балловая оценка показателя	Коэффициент весомости	Максимальная балловая оценка показателя
Вкус	1-5	5,0	25,0
Запах	1-5	3,0	15,0
Цвет	1-5	4,0	20,0
Структура	1-5	3,5	17,5
Форма	1-5	4,5	22,5
Итого	-	20,0	100,0

Органолептические показатели оценивали по ГОСТ 5897-90 «Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей». Массовую долю влаги в образцах зефира определяли по ГОСТ 5900-73 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ», плотность определяли по ГОСТ 5902-87 «Изделия кондитерские. Методы определения степени измельчения и плотности пористых изделий».

Для определения цветности к 5 г измельченной навески зефира растворяли в 50 см³ дистиллированной воды, охлаждали до 20 °C, фильтровали. Затем полученный фильтрат исследовали по оптической плотности на фотоколориметре КФК - 2МП, в кювете толщиной 5,07 мм при длине волны λ540 нм для зефира розового цвета, при длине волны λ400 нм для зефира зеленого цвета. За условную единицу цвета принимали оптическую плотность в пересчете на концентрацию раствора 1 г/см³.

Пробы карамели анализировали по достижении температуры образца 20°C. Из физико-химических показателей определяли цветность, массовую долю влаги, кислотность. Из органолептических показателей оценивали цвет, вкус, запах, форму и поверхность.

По органолептическим показателям проводили комплексную оценку качества по 5-балловой шкале с градацией 0,5 балла. 100-балловая шкала комплексной оценки качества представлена в таблице 6 [63].

Таблица 6 – Балловая шкала комплексной оценки качества карамели

Наименование показателя	Балловая оценка показателя	Коэффициент весомости	Максимальная балловая оценка показателя
Вкус	1-5	6,5	32,5
Запах	1-5	5,0	25,0
Цвет	1-5	6,0	30,0
Поверхность	1-5	1,5	7,5
Форма	1-5	1,0	5,0
Итого	-	20,0	100,0

Органолептические показатели качества карамели оценивали по ГОСТ 5897-90 «Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей». Массовую долю влаги в образцах карамели определяли по ГОСТ 5900-73, кислотности - ГОСТ 5898-87. [36,34,37] Цветность определяли следующим методом: 2 г измельченной навески растворяли в 20 см³ дистиллированной воды, размешивали, охлаждали до 20 °C, фильтровали. Затем полученный фильтрат исследовали по оптической плотности на фотоэлектроколориметре КФК - 2МП в кювете толщиной 5,07 мм при длине волны λ 400 нм. За условную единицу цвета принимали оптическую плотность полученного раствора.

Определение микробиологических показателей готовых изделий проводили по ГОСТ 10444.15-94.

Суммарное содержание антиоксидантов определяли в отделе физиологии и биохимии растений. ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур амперометрическим методом на приборе «Цвет Язу 01-АА». Сущность метода приведена выше в разделе 2.3 Методы получения и исследования экстрактов из листовой массы амаранта.

В кондитерских изделиях определяли содержание витаминов В₂, С в ГНУ Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии методами, приведенными выше.

2.7 Методы математического планирования и обработки экспериментальных данных

При проведении экспериментальных исследований опыты проводили в 3 - 5 кратной повторности. Результаты обрабатывались статистическими методами с доверительной вероятностью 0,95. Ошибка опыта не превышала 5 %. В таблицах и на графиках представлены средние арифметические значения полученных величин.

В работе использовали центральное композиционное рототабельное униформпланирование 2^2 . Определение оптимальных параметров и рецептурных соотношений компонентов осуществляли методом «ридж-анализа». При обработке экспериментальных данных использовали пакеты прикладных программ - парной корреляции, множественной корреляции, центрального композиционного униформпланирования «Plan», оптимизации методом неопределенных множителей Лагранжа «Opto», статистической обработки экспериментальных данных Statistica 6.0, а также авторский пакет прикладных программ для оценки обобщенного показателя качества кондитерских изделий [14,64]. Прогнозирование успешности продвижения продукции на рынке осуществляли методами кластеризации. В работе реализован метод k-средних [23].

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Изучение происхождения пищевых красителей в составе кондитерских изделий на региональном потребительском рынке

В последнее время уделяется большое внимание происхождению красителей и их влиянию на здоровье человека. Чтобы понять какие красители используются производителем для приготовления кондитерских изделий, был проведен анализ состава продукции, представленной на региональном потребительском рынке г. Воронежа.

Наиболее часто в составе сахаристых кондитерских изделий встречаются такие натуральные пищевые красители как Е100 (куркумин), Е160а (каротины) и Е160с (маслосмолы паприки), а также синтетический пищевой краситель Е102 (тарtrазин) (рис. 8).

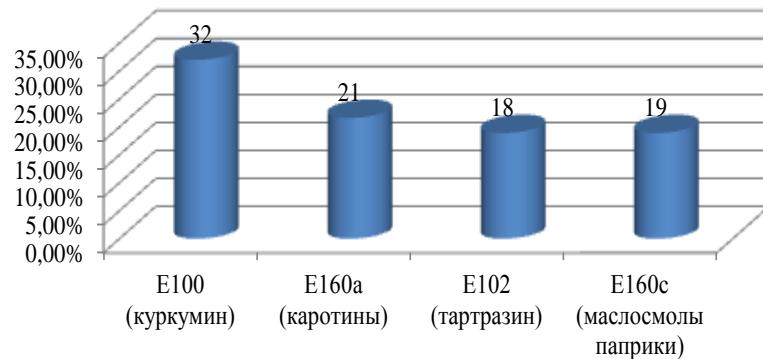


Рисунок 8 – Частота использования красителей в кондитерских изделиях

В цветовой гамме сахаристых кондитерских изделий наибольшую долю занимает красный и оттенки красного (35,3 %), далее следует желтый и оттенки желтого (29,4 %), меньшую долю занимает синий цвет и его оттенки (17,6 %). Зеленый, белый, темный встречаются значительно реже (рис. 9).

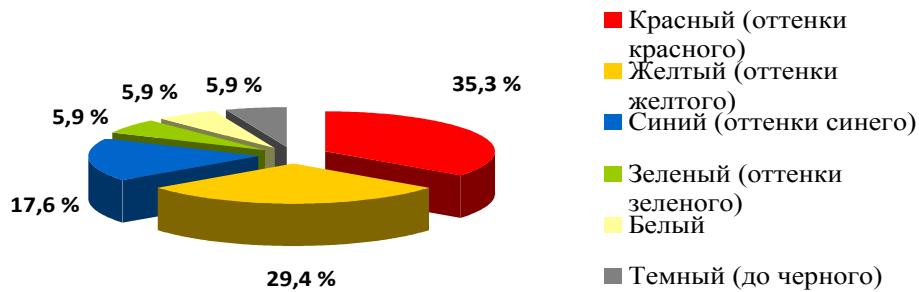


Рисунок 9 – Распределение кондитерских изделий по цвету

При изучении состава карамельных изделий было установлено, что в большинстве из них содержится один или более пищевых красителей разного происхождения. Один краситель встречается в 51,5 % наименований, в 48,5 % - два и более красителей. Прослеживается тенденция увеличения доли натуральных красителей – 61,5 %. На долю синтетических красителей приходится 38,5 % (рис. 10).

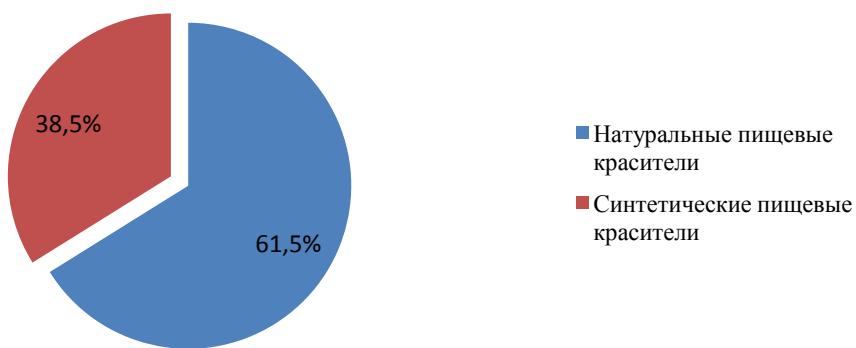


Рисунок 10 – Соотношение пищевых красителей, входящих в состав карамели

Наиболее часто в карамели встречаются такие натуральные пищевые красители, как Е100 (куркумин), Е 163 (антоцианы), 160а (каротины) и Е160с

(маслосмолы паприки), Е 120 (кармины), а также синтетические красители Е132 (индигокармин) и Е122 (азорубин, кармуазин) (рис.11).

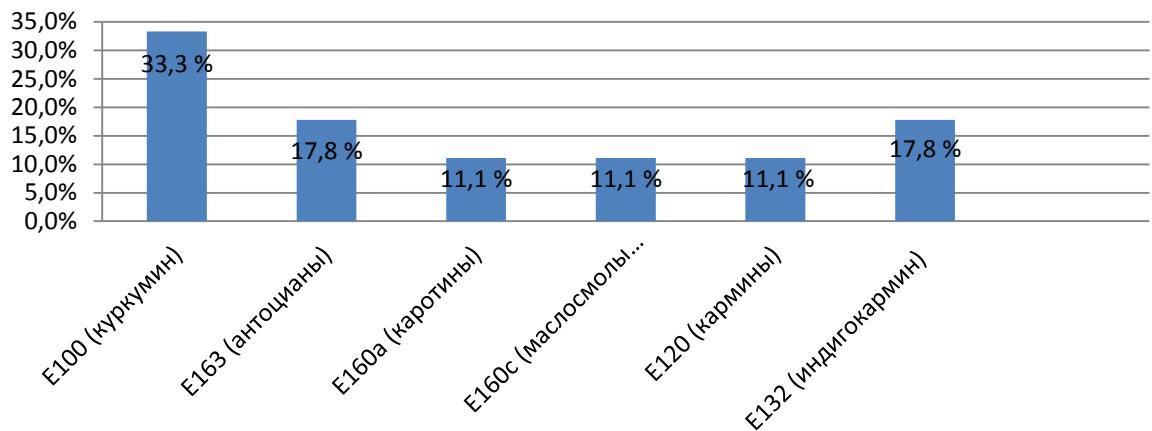


Рисунок 11 – Частота использования красителей в карамели

Наибольшую долю занимают красители, придающие карамели желтый и оранжевый цвет – 45 %. Более 37 % приходится на красный и оттенки красного. Существенный сегмент – 11,1 % приходится на зеленый.

Пастильных изделий, содержащих в своем составе пищевые красители, больше, чем изделий без них (рис. 12).

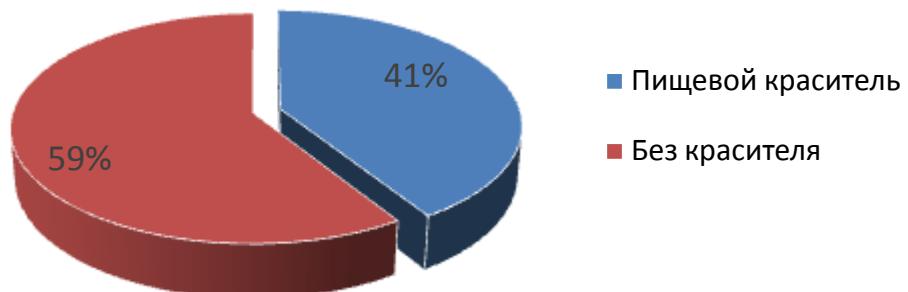


Рисунок 12 - Распределение зефира по использованию красителей

Из красителей зефира чаще других (33 %) используется кармуазин (рис. 13). Достаточно часто применяются синтетические красители – тартразин, понсо, синий блестящий.

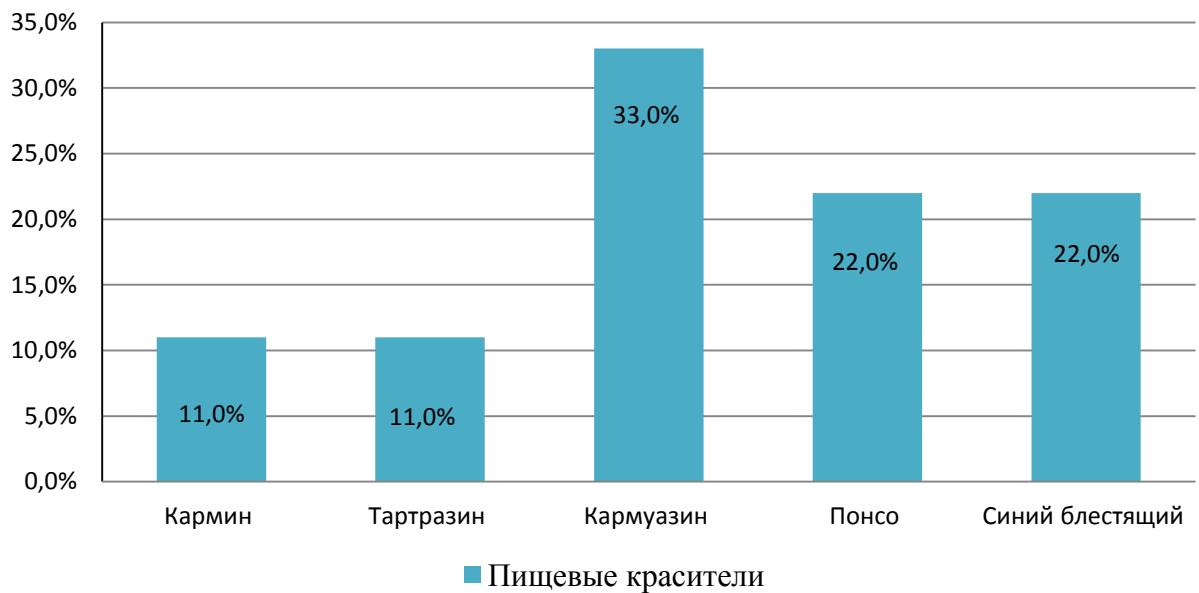


Рисунок 13 - Частота использования красителей в зефире

Соответственно, и в пастильных изделиях преобладает красный цвет.

Опираясь на полученные в ходе исследования данные, можно сделать выводы:

- красители имеют широкое применение в технологии сахаристых кондитерских изделий, в том числе производстве карамельных и пастильных масс;
- в зависимости от группы изделий преимущественно применяются или синтетические, или натуральные красители. Хотя прослеживается общая тенденция к натурализации кондитерских изделий;
- чаще других используются красители в красной и желто-оранжевой цветовой гамме.

Проведенный аналитический обзор литературы показал, что, в основном, сырьем для натуральных пищевых красителей являются ягоды, цветы, листья, корнеплоды и т.п. (свекла, морковь, черная смородина, черноплодная рябина и т.д.). Что значительно удорожает их стоимость и стоимость готовой продукции – кондитерских изделий. Таким образом, показана целесообразность исследований по поиску новых источников пищевых красителей. Однако окончательная постановка задачи может быть сделана после изучения мнений и предпочтений потребителей.

3.2 Изучение потребительских предпочтений в отношении кондитерских изделий

Кондитерским изделиям отводится значительная роль в удовлетворении повседневных потребностей населения России в продуктах питания благодаря их хорошей усвояемости и высокой калорийности. Большим спросом кондитерские изделия пользуются у различных возрастных категорий, в том числе школьников и пенсионной возрастной групп. Поэтому, определение потребительских предпочтений к этой группе товаров, рецептурному составу и его изменениям, связанным с внесением в них многочисленных пищевых добавок, вызывает определенный интерес. В связи с чем, были проведены выборочные маркетинговые исследования.

В задачи проведенного исследования входило определение:

- предпочтений в выборе того или иного вида кондитерских изделий;
- наиболее значимых факторов при покупке кондитерских изделий;
- предложений по расширению групп кондитерских изделий;
- отношения потребителей к содержанию красителей в составе кондитерских изделий.

Для выполнения поставленных задач была разработана анкета, которая состояла из двух блоков вопросов: основной и классифицирующей респондентов на группы (Приложение 1). Опрос проводился среди жителей г. Воронежа. Выборочная совокупность составила 412 человек, из которых 58 % женщины, 42 % мужчины.

По результатам опроса была выявлена частота потребления респондентами кондитерских изделий и их мотивация при покупке. Результаты анализа представлены на рисунках 14 и 15.

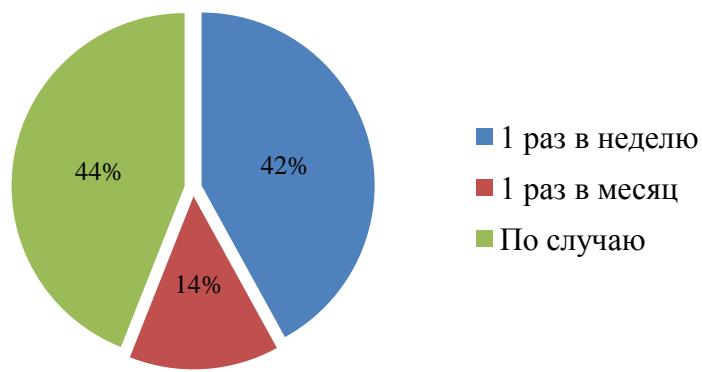


Рисунок 14 - Распределение респондентов по частоте потребления кондитерских изделий, % от числа опрошенных

Результаты анкетирования показали, что 44 % респондентов употребляют кондитерские изделия по случаю, 42 % - 1 раз в неделю и всего 14 % - 1 раз в месяц. Опрошенные респонденты покупают кондитерские изделия, в основном, для себя (66%) и в подарок (34%).

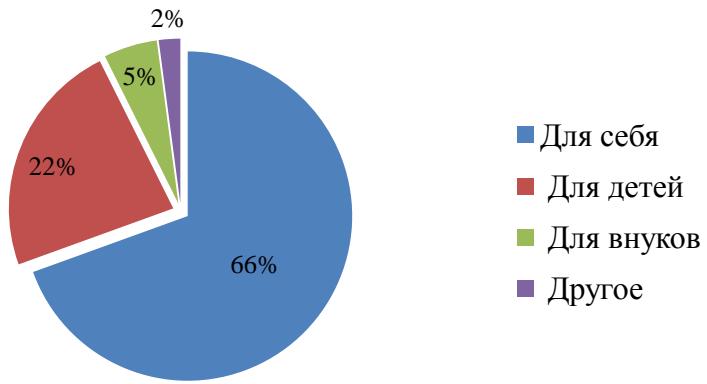


Рисунок 15 - Распределение ответов респондентов на вопрос «Для кого Вы приобретаете кондитерские изделия?», % от числа опрошенных

На рисунке 16 представлено распределение ответов респондентов на вопрос «Какую продукцию из кондитерских изделий Вы покупаете чаще всего?». Наибольшей популярностью пользуется шоколад (26 %) и конфеты (20 %), печенье (14 %), карамель (12 %). Меньшим спросом - торты и пирожные (8 %), вафли (6 %), зефир и пастила (6 %), жевательная резинка (6 %), мармелад (2 %).



Рисунок 16 - Распределение ответов респондентов на вопрос «Какую продукцию из кондитерских изделий Вы покупаете чаще всего?, % от числа опрошенных»

Большинство опрошенных респондентов (84 %) предпочитают покупать кондитерские изделия в супермаркетах (рис. 17).

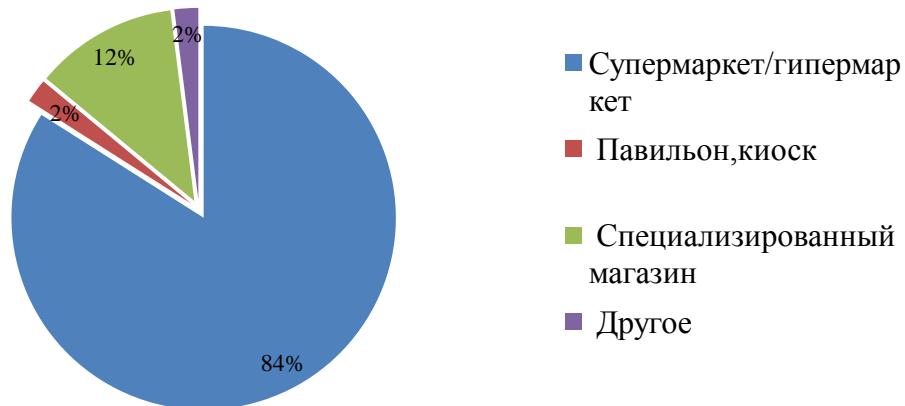


Рисунок 17 - Распределение предпочтений по месту покупок кондитерских изделий, % от числа опрошенных

Результаты проведенного опроса показали предпочтения респондентов к упаковочным материалам - 50 % покупают кондитерские изделия в полимерной (целлофановой, полиэтиленовой и т.п.) упаковке, 44 % - в комбинированной и 6 % - в картонной.

Качество кондитерских изделий не всегда устраивает респондентов (52 %), немного меньше тех, кого полностью устраивает (44 %) и 4 % - полностью не устраивает (рис.18).

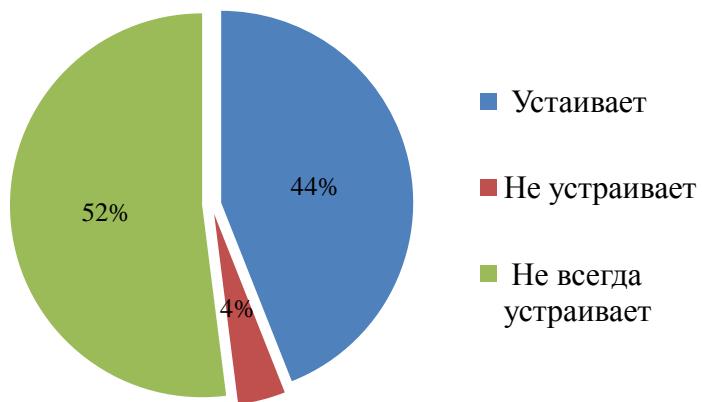


Рисунок 18 - Распределение ответов респондентов на вопрос «Вас устраивает качество кондитерских изделий, представленных в торговых предприятиях г. Воронежа?», % от числа опрошенных

Уровень удовлетворенности потребителей качеством кондитерских изделий г. Воронежа оценивался по результатам расчета коэффициента удовлетворенности. Он определяется как сумма средних значений удовлетворенности по влияющим на качество кондитерских изделий факторам, взвешенных с учетом значимости этих факторов для обеспечения качества [41,23,42]:

$$K_y = (\sum_{\phi=1}^n (Y_{\phi} \times B_{\phi})) / (\sum_{\phi=1}^n B_{\phi}), \quad (3)$$

где K_y - коэффициент удовлетворенности, баллов;

Y_{ϕ} - среднее значение удовлетворенности по фактору ϕ , баллы;

B_{ϕ} - среднее значение важности фактора ϕ для обеспечения удовлетворенности потребителей качеством кондитерских изделий, баллы;

ϕ - значимый для обеспечения качества кондитерских изделий фактор.

Вычисление значения коэффициента удовлетворенности в процентах проводили по формуле 4:

$$K_{y(\%)} = \frac{K_y * 100\%}{8}, \quad (4)$$

где $K_{y(\%)}$ - коэффициент удовлетворенности, %;

K_y - коэффициент удовлетворенности, баллы;

8 - максимальное количество баллов.

В проведенном нами исследовании коэффициент удовлетворенности составил 4,5 балла и, соответственно, равен 56,3 %. Наиболее высокая значимость потребителей кондитерских изделий установлена по таким группам факторов, как свежесть, вкус и запах, срок годности, внешний вид, состав. Минимальные значения характеризуют такие группы факторов, как упаковочные материалы и цена.

Респондентам было предложено выбрать направления совершенствования рецептурного состава кондитерских изделий на примере карамели. Распределение предпочтений респондентов приведено на рисунке 19.

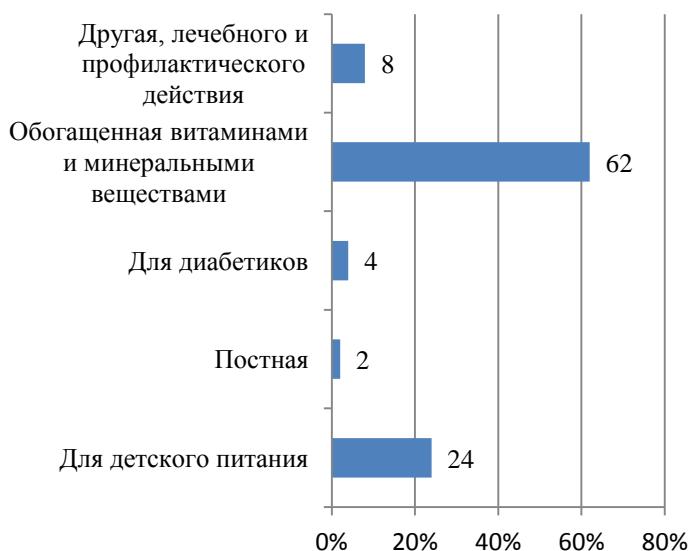


Рисунок 19 - Распределение предпочтений по расширению одной из предложенных групп кондитерских изделий (карамели), % от числа опрошенных

На основе данных, представленных на рис.19, можно отметить, что большинство респондентов считает необходимым расширить такие группы карамели, как обогащенные витаминами и минеральными веществами (62 %) и для детского питания (24 %). 8 % опрошенных считают целесообразным расширение ассортимента группы карамели лечебного и профилактического действия, 4 % – для диабетиков и 2 – постной.

Результаты ответов на вопрос «Приобретая кондитерские изделия, Вы просматриваете их состав?» было установлено, что иногда просматривают большинство респондентов 48 %, всегда – 18 %, в редких случаях – 34 % (рис. 20).

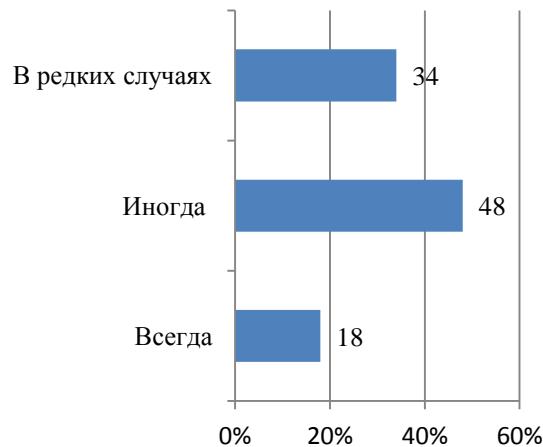


Рисунок 20 - Распределение ответов респондентов на вопрос «Приобретая кондитерские изделия, Вы просматриваете состав?», % от числа опрошенных

Полученные в ходе анкетирования данные показали, что большинство респондентов к содержанию красителей в кондитерских изделиях относятся отрицательно - 54 %, не придают этому значение – 46 %, положительных ответов на этот вопрос не получено (рис. 21).

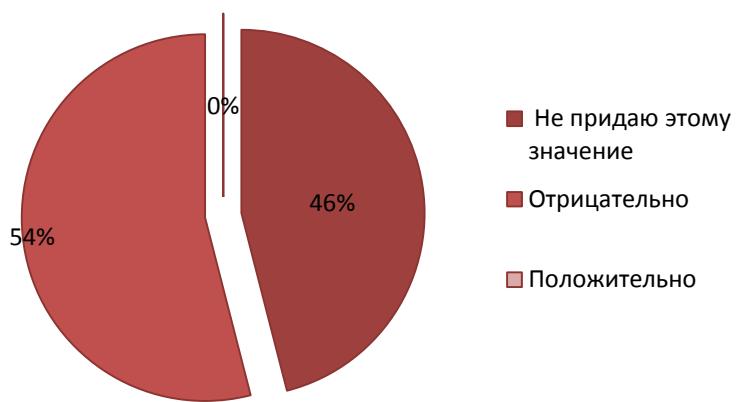


Рисунок 21 – Отношение респондентов к содержанию красителей в кондитерских изделиях, % от числа опрошенных

Большинство из опрошенных респондентов (60 %) положительно

относится к содержанию в составе кондитерских изделий натуральных красителей и согласно с тем, что натуральные красители придают продукту менее выраженный цвет, чем синтетические. 40 % - не придают этому значение (рис.22).

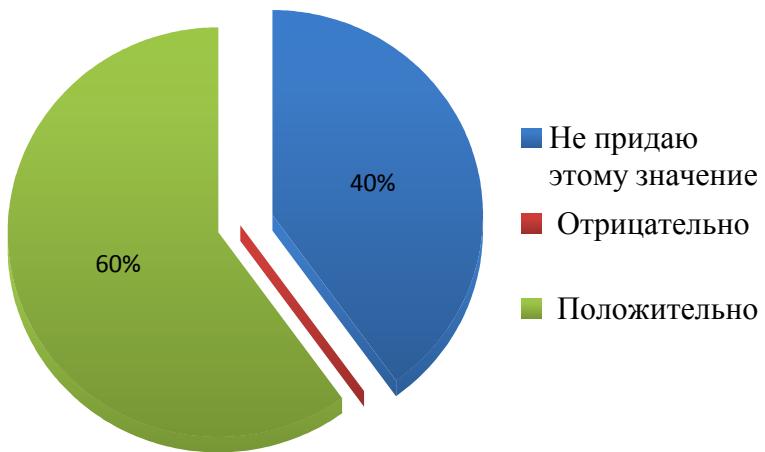


Рисунок 22 - Распределение ответов респондентов по отношению к содержанию натуральных красителей в составе кондитерских изделий, % от числа опрошенных

На основании проведенных выборочных маркетинговых исследований установлено:

- карамель относится к пользующимся спросом кондитерским изделиям. По отношению к группе пастильных изделий необходимы мероприятия по их продвижению, связанные с разъяснением состава продукции с позиций удовлетворения организма человека в физиологически необходимых ингредиентах – пищевых волокнах, витаминах, минеральных веществах и т.д.;

- наиболее значимыми факторами при покупке кондитерских изделий является свежесть, вкус и запах, срок годности, внешний вид, состав. Минимальные значения характеризуют такие группы факторов, как упаковочные материалы и цена;

- респондентов не всегда устраивает качество кондитерских изделий, представленных в торговых предприятиях г. Воронежа. Коэффициент

удовлетворенности составил 56,3 %;

- большинство опрошенных респондентов отдает предпочтение кондитерским изделиям, в составе которых содержатся натуральные красители.

Таким образом, выборочные маркетинговые исследования рынка кондитерских изделий и потребительских предпочтений показали целесообразность исследований в области поиска новых сырьевых источников отечественного происхождения, разработки способов получения и применения натуральных пищевых красителей кондитерских изделий преимущественно в красной цветовой гамме.

3.3 Разработка способа получения водного и водно-спиртового экстрактов из листовой массы амаранта

В последнее время ввиду всевозрастающего интереса к «здоровому» питанию активизировались исследования по получению и применению натуральных по происхождению красителей [66].

К сырьевым источником последних по праву относится амарант. Традиционно известно использование зерновой массы амаранта, как источника полноценного белка, минеральных веществ, масла, содержащего около 77 % ненасыщенных жирных кислот, в том числе около 50% линолевой и линоленовой, сквален и витамин Е в форме токотриенола. Однако не меньшей ценностью обладает листовая масса амаранта, как источник красного пигмента бетацианина [61].

В листьях амаранта содержится полный набор витаминов группы В, Е, С, а также каротиноиды, флавоноиды (рутин, кверцетин и др.), простые фенольные соединения (оксибензойные и оксикоричные кислоты, их эфиры), 5-6 % водорастворимого пектина, по желирующим свойствам схожего с яблочным, и способного связывать и выводить из организма токсины, тяжелые металлы, радионуклиды. Содержание аскорбиновой

кислоты сравнимо с количеством витамина С в плодах перца и листьях многолетнего лука [28].

В работе использован амарант сорта Валентина селекции сотрудников ВНИИССОК проф. Гинс В.К., проф. Кононкова П.Ф. [28].

Листья амаранта, выращенные в ВНИИССОК и собранные в период от трех недель до цветения до недели после цветения, были высушены до остаточной влажности 10 %.

Для исследования факторов, влияющих на процесс экстрагирования амарантинова из высушенной листовой массы амаранта, в качестве выходного параметра процесса была выбрана оптическая плотность.

Известно, что процесс экстрагирования зависит от ряда факторов [69]:

- температуры экстрагирования – повышение температуры, в основном, ускоряет процесс экстрагирования;
- гранулометрического состава – чем мельче сырье, тем лучше идет экстрагирование;
- гидромодуля;
- природы экстрагента и других факторов.

При выборе параметров процесса были приняты во внимание следующие доводы:

- при получении экстрактов из сырьевых источников, обладающих биологически активными свойствами, температура экстрагирования не должна превышать 50 °С;
- учитывая перспективы дальнейшего использования экстракта амаранта как пищевого красителя, в качестве экстрагента могут быть приняты вода и водно-спиртовые растворы.

Предварительные эксперименты показали целесообразность проведения процесса при гидромодуле 1:10.

В первой серии экспериментов исследовали процесс получения водного экстракта. Высушеннную листовую массу амаранта предварительно измельчали до размера частиц: от 7 до 3 мм, от 3 до 1 мм, от 1 до 0,3 мм,

менее 0,3 мм. Измерение оптической плотности проводили в растворах экстракта с разведением 1:10. Результаты исследований представлены на рис. 23 [21].

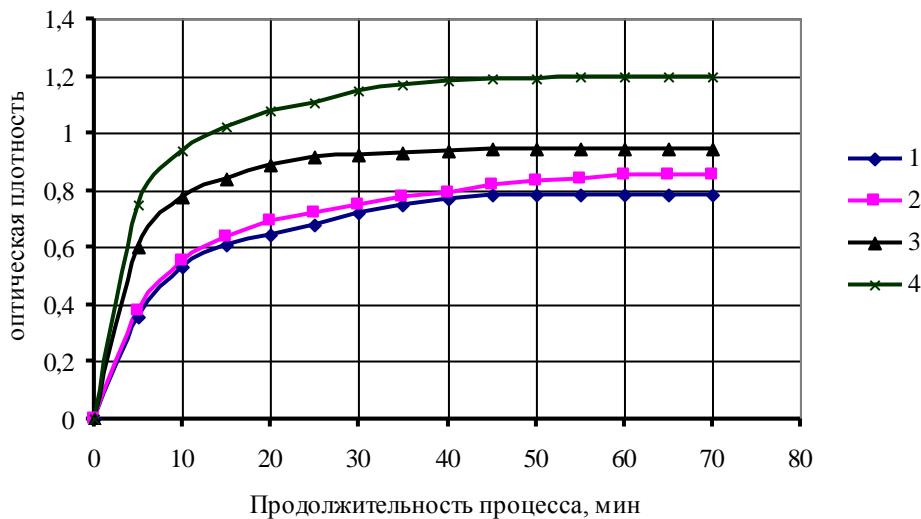


Рисунок 23 - Изменение оптической плотности экстракта в зависимости от гранулометрии листовой массы: 1- проход через сито с размером ячеек 7 мм, сход – 3 мм, 2- соответственно 3 и 1 мм, 3 – 1 и 0,3 мм, 4 – проход через сито с размером ячеек 0,3 мм

Полученные результаты (рис.23) подтвердили, что уменьшение гранулометрии листовой массы амаранта приводит к увеличению оптической плотности экстракта и, следовательно, повышению эффективности процесса. Стабилизация процесса экстрагирования также определяется гранулометрией листовой массы. Так, для размера частиц от 3 до 7 мм и от 1 до 3 мм значение оптической плотности не меняется после 50-55 мин процесса, при меньших размерах частиц – после 40 мин.

Учитывая необходимость сохранения биологически активных веществ амаранта, а также целесообразность снижения энергоемкости процесса исследовали влияние температуры экстрагирования на оптическую плотность водного экстракта из листовой массы амаранта (рис. 24). В исследованиях листовую массу амаранта предварительно измельчали до размера частиц менее 0,3 мм. Температуру изменяли от 30 до 50 °C.

Остальные параметры процесса поддерживали в соответствии со значениями, приведенными выше.

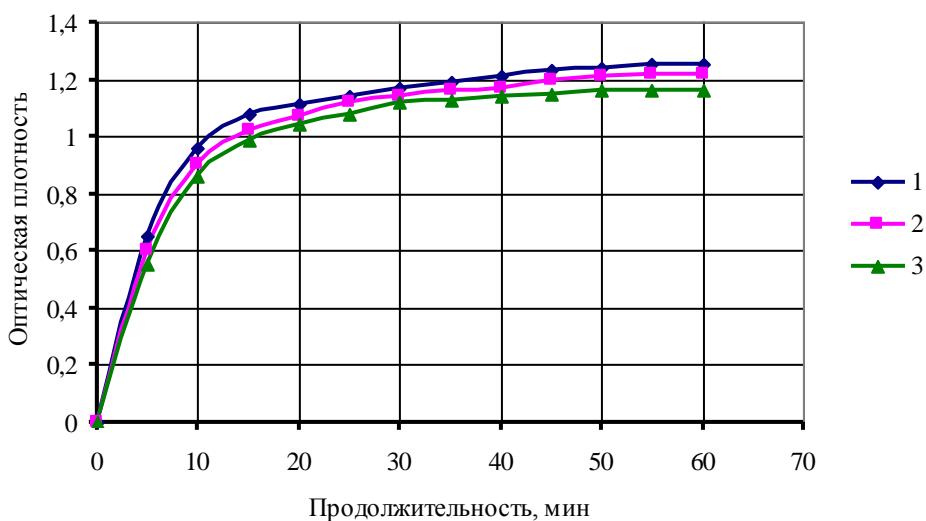


Рисунок 24 - Изменение оптической плотности экстрактов в зависимости от температуры: 1 – 50 °C, 2 – 40 °C, 3 – 30 °C

Установлено, что с увеличением температуры процесса от 30 до 50 °C оптическая плотность экстрактов незначительно увеличивалась. При этом конечные результаты не имели существенных отличий. С точки зрения сохранения биологически активных веществ процесс целесообразно проводить при более низких температурных параметрах – 30 °C. Что подтверждают исследования В.К. Гинс, П.Ф. Кононкова. С технологической точки зрения – возможности хранения полученного экстракта – необходимо повышение температуры. Хотя в границах проведенных исследований ожидать ингибирования развития микрофлоры достаточно сложно.

С точки зрения перспектив применения экстракта амаранта в качестве красителя в технологии кондитерских изделий исследовали изменение его окраски в зависимости от pH. Активную кислотность водного экстракта из амаранта изменяли от естественного значения до 12,0 и 2,0 (Приложение 2). Изменения цвета фиксировали визуально.

Результаты исследований показали стабильность окраски водного экстракта листовой массы амаранта в широком диапазоне pH – от 2 до 12.

Таким образом, получение водного экстракта амаранта целесообразно осуществлять при следующих параметрах процесса: продолжительность экстрагирования 40 мин., экстрагент – вода, гидромодуль 1:10, температура процесса 30-50 °С, измельчение высушенной листовой массы амаранта сорта Валентина до размера частиц менее 0,3 мм.

Однако получение водного экстракта с целью сохранения его свойств в период хранения предполагает реализацию стадии концентрирования или внесения консервантов, что нежелательно с точки зрения перспектив его применения в кондитерской продукции. Эта группа товаров популярна у детской возрастной группы, для которой натуральность питания является важной составляющей здоровья.

В связи с чем, во второй серии экспериментов в качестве экстрагента был выбран водно-спиртовый раствор с массовой долей спирта 50 %. Выбор массовой доли спирта обусловлен с одной стороны принятым в фармацевтической промышленности способом приготовления настоев с применением 40 %-ного водно-спиртового раствора, с другой установленным в ряде исследований максимальным извлечением экстрактивных веществ 60 %-ным водно-спиртовым раствором [18].

По результатам предварительной серии экспериментов принято соотношение листовой массы и экстрагента, в масс. долях 1:10.

Как показали результаты исследования, наиболее эффективным является предварительное измельчение листовой массы амаранта до частиц с размером менее 0,3 мм. Что обусловлено увеличением площади поверхности взаимодействия фаз. Кроме того, измельчение растительной ткани, возможно, способствует переходу растворимых веществ в жидкую фазу вследствие частичного механического разрушения клетчатки.

Скорость процесса существенно снижается через 45-50 мин. Что обуславливает его рациональную продолжительность (рис. 25).

Результаты исследования влияния гранулометрического состава листовой массы амаранта на оптическую плотность экстракта приведены на рис. 25.

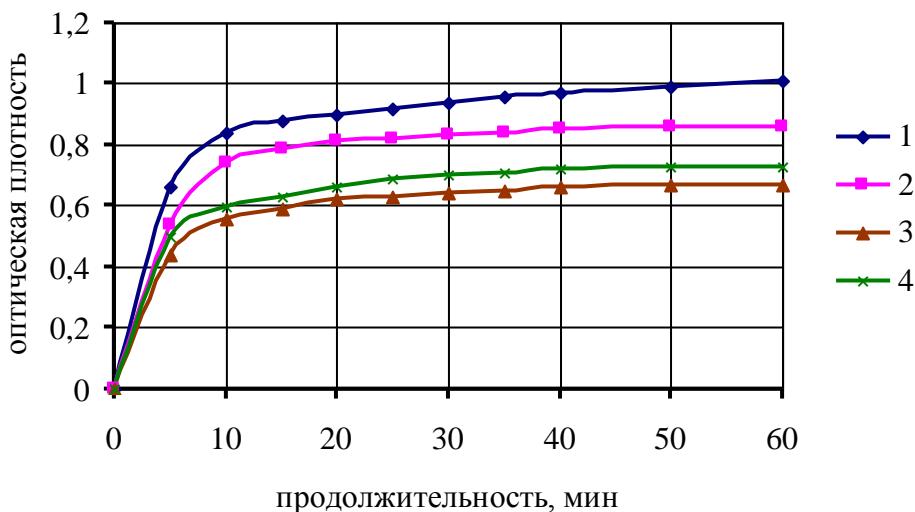


Рисунок 25 - Влияние гранулометрического состава на оптическую плотность водно-спиртового экстракта листьев амаранта: 1 - проход через сито с размером ячеек 0,3 мм; 2 – проход через сито с размером ячеек 1 мм, сход 0,3 мм; 3 – соответственно 3 и 1 мм; 4 - проход через сито с размером ячеек 7 мм

Учитывая природу происхождения и биологически активные свойства амарантинина, важным фактором получения пищевого красителя является температура процесса. Традиционно для сохранения биологически активных свойств рекомендуют применять температуру не более 50 °C.

Результаты исследования влияния температуры процесса на оптическую плотность водно-спиртового экстракта амаранта приведены на рис. 25. В серии экспериментов листовую массу амаранта предварительно измельчали до размера частиц менее 0,3 мм.

Для определения закономерностей процесса проводили сравнительные исследования влияния температуры на оптическую плотность водно-спиртового экстракта амаранта с измельчением листовой массы до частиц размером менее 1 мм. Результаты исследования приведены на рис. 26.

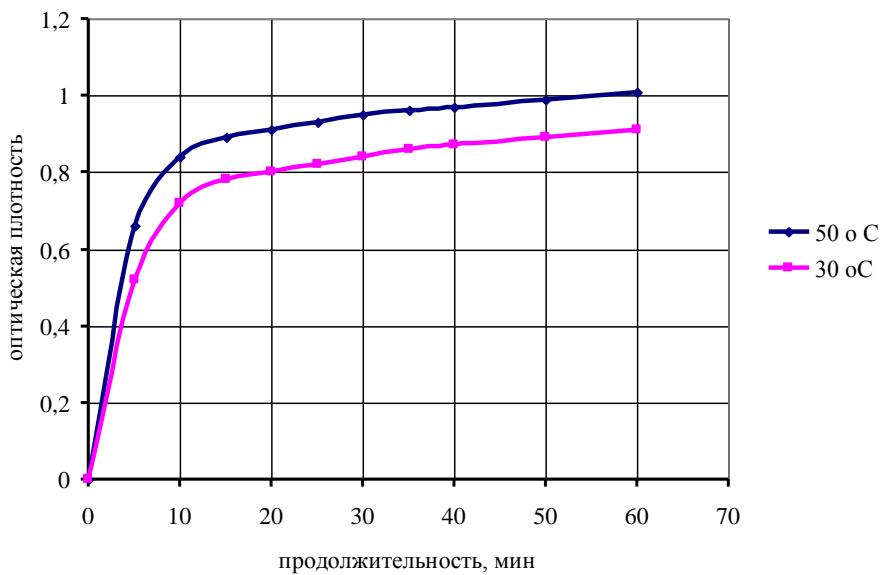


Рисунок 26 - Влияние температуры на оптическую плотность водно-спиртового экстракта листьев амаранта с гранулометрией менее 0,3 мм: 1 - температура 50 °C, 2 - 30 °C

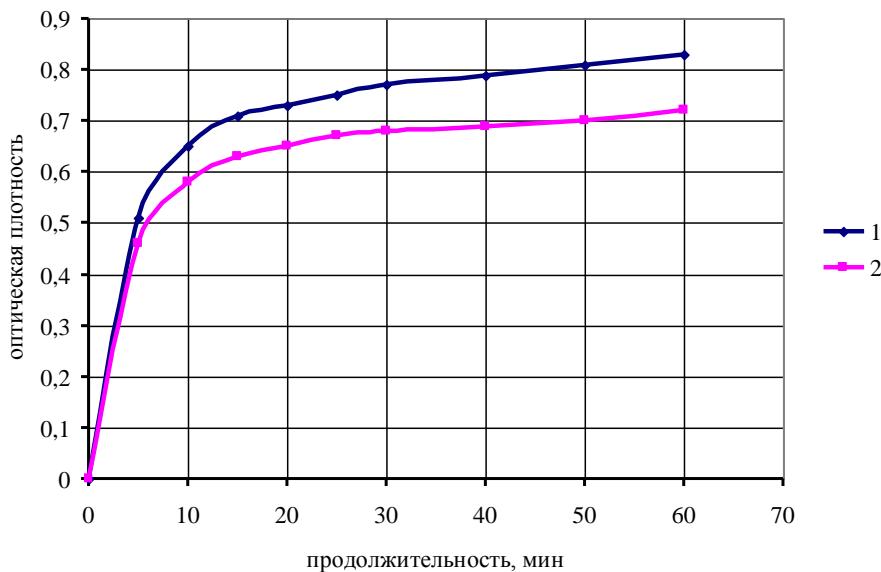


Рисунок 27 - Влияние температуры на оптическую плотность водно-спиртового экстракта листьев амаранта с гранулометрией от 0,3 до 1 мм: 1 - температура 50 °C, 2 - 30 °C

Результаты исследований подтвердили полученную ранее закономерность положительного влияния измельчения листовой массы на эффективность процесса экстрагирования. Кроме того, в обоих случаях

оптическая плотность экстрактов, полученных при 50 °C, была выше, чем при 30 °C.

Водно-спиртовой экстракт также характеризуется стабильностью цвета при изменении pH. Исследования проводили в диапазоне 2,0 - 12,0. Экстракт амаранта имел вишнево-красный цвет, не изменяющийся в зависимости от кислотности среды.

Таким образом, для водно-спиртового экстракта амаранта, в основном, подтверждены ранее полученные параметры: экстрагент – 50 %-ный водно-спиртовой раствор, гидромодуль 1:10, температура процесса 40 - 50 °C, измельчение высушенной листовой массы амаранта сорта Валентина до размера частиц менее 0,3 мм. При этом процесс экстрагирования может быть увеличен по продолжительности до 50 мин.

Полученный экстракт центрифугировали, отделяли надосадочную жидкость.

Экстракт представляет собой прозрачную жидкость насыщенного вишнево-красного цвета с легким травянистым запахом, с содержанием сухих веществ 12 % и pH 5,8 (Приложение 1). По совокупности свойств в перспективе может быть использован как натуральный краситель пищевых продуктов, в том числе кондитерских изделий, что подтверждено нашими последующими исследованиями.

3.4 Исследование сохраняемости водно-спиртового экстракта амаранта

Разработка новых пищевых ингредиентов включает и такой важный аспект как сохраняемость свойств.

Применение водного экстракта амаранта целесообразно в условиях предприятий, имеющих собственное производство красителя. Этот вариант может быть реализован в условиях фермерских хозяйств и агропромышленных предприятий, имеющих собственное производство и

переработку амаранта. Для кондитерских фабрик для сохранения свойств водного экстракта из листовой массы амаранта, как пищевого красителя, необходим процесс его консервирования и концентрирования. Однако в условиях данной работы предусмотрено максимальное сохранение полезности красителя с позиций содержащихся в нем биологически активных веществ. В связи с чем, вопросы сохраняемости свойств пищевого красителя рассмотрены только по отношению к водно-спиртовому экстракту.

В работе для определения параметров и условий хранения водно-спиртового экстракта амаранта исследовали изменение его оптической плотности в процессе хранения при температурах 4 ± 2 $^{\circ}\text{C}$, 22 ± 2 $^{\circ}\text{C}$ в таре из светлого и темного стекла.

Как показали результаты исследования (рис. 28), в процессе хранения происходит снижение интенсивности окраски водно-спиртового экстракта амаранта. Полученные результаты зависимости оптической плотности от продолжительности хранения с коэффициентом корреляции 0,94-0,98 описываются обратной линейной зависимостью (табл. 7).

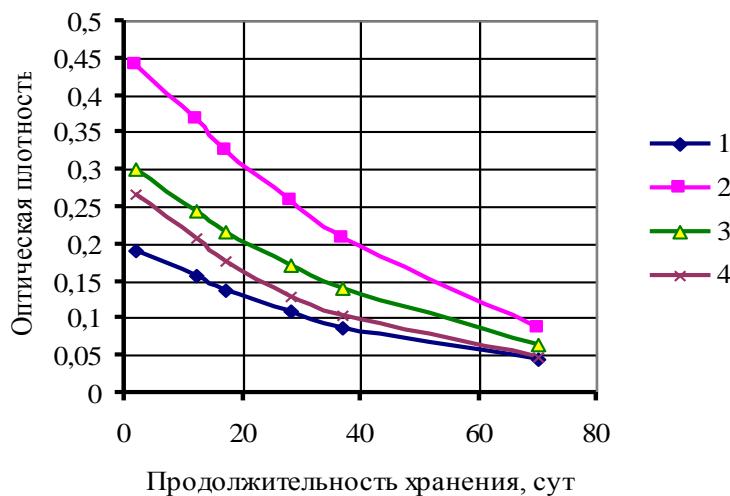


Рисунок 28 - Изменение оптической плотности экстракта амаранта в процессе хранения: 1 – в светлой таре, без охлаждения, 2 – в темной таре с охлаждением, 3 – в темной таре без охлаждения, 4 – в светлой таре с охлаждением

Анализ полученных регрессионных зависимостей показывает, что свет

оказывает большее влияние на потерю интенсивности цвета по сравнению с температурой хранения. Что, вероятно, связано с окислением бетацианина амаранта вследствие содержания в красителе большого числа двойных связей. Температура оказывает менее существенное влияние, что вероятно, связано с ингибированием микробиологических процессов в экстракте экстрагентом – водно-спиртовым раствором 50 %-ной концентрации.

Таблица 7 – Значения коэффициентов уравнений регрессии зависимости оптической плотности от продолжительности хранения

Регрессионная зависимость по результатам опытов	Свободный член уравнения регрессии	Линейный коэффициент уравнения регрессии	Коэффициент корреляции
1	0,1789	-0,0021	0,973
2	0,4229	-0,0051	0,983
3	0,2830	-0,0034	0,975
4	0,2410	-0,0030	0,948

Изменение интенсивности окраски водно-спиртового экстракта из листовой массы амаранта при хранении, естественно, является его проблемной характеристикой, как натурального красителя. Так, например, известно, что такие наиболее часто применяемые синтетические красители, как азорубин, кармуазин, обладают стойкостью при хранении. Однако, натуральность происхождения и наличие в составе экстракта веществ, обладающих антиоксидантной активностью, во многом компенсируют его недостаток.

Таким образом, проведенные исследования позволили рекомендовать:

- преимущественное использование водного и водно-спиртового экстракта амаранта в технологии кондитерских изделий непосредственно после приготовления. Реализация этой рекомендации возможна при условии организации участка получения натурального красителя в условиях кондитерского предприятия;

- при необходимости осуществлять хранение водно-спиртового экстракта листовой массы амаранта в темной стеклянной посуде в течение не более 3 недель при температуре 4 ± 2 °C;
- при исследовании процессов сохранности кондитерских изделий с использованием в качестве красителя водно-спиртового экстракта амаранта предусматривать применение упаковочных материалов, защищающих от воздействия света.

3.5 Разработка способа получения спиртового экстракта из листовой массы амаранта

Как показано выше, применение водной и водно-спиртовой экстракции бетацианинов из листовой массы амаранта позволяет получить краситель в вишнево-красной цветовой гамме. При этом подбором экстрагентов можно получить другой цветовой эффект, т.к. в листьях амаранта также содержится хлорофилл.

Известно, что малополярные растворители, к которым относят этиловый спирт, растворяют флавоноиды, витамины группы В, Р, РР, пигменты, в том числе хлорофилл. Для исследования факторов, влияющих на процесс экстрагирования хлорофилла из высушенной листовой массы амаранта, в качестве выходного параметра процесса была выбрана оптическая плотность. В соответствии с ранее полученными результатами измерения проводили при толщине слоя (куветы) 5 мм.

Известно, что процесс экстрагирования зависит от ряда факторов:

- температуры экстрагирования – повышение температуры, в основном, ускоряет процесс экстрагирования;
- гранулометрического состава – чем мельче сырье, тем эффективнее идет экстрагирование;
- гидромодуля;
- природы экстрагента и других факторов.

Ранее при исследовании водных и водно-спиртовых экстрактов амаранта подтверждена зависимость оптической плотности от гранулометрического состава. Эти результаты были использованы при изучении закономерностей спиртовой экстракции. Предварительно высушеннную листовую массу амаранта сорта Валентина измельчали до размеров частиц менее 0,3 мм. Экстрагирование проводили при температуре 50 °C в течение 60 мин. В качестве экстрагента применяли спирт этиловый ректифицированный из пищевого сырья.

Зависимость оптической плотности спиртового экстракта амаранта от гидромодуля приведена на рис. 29.

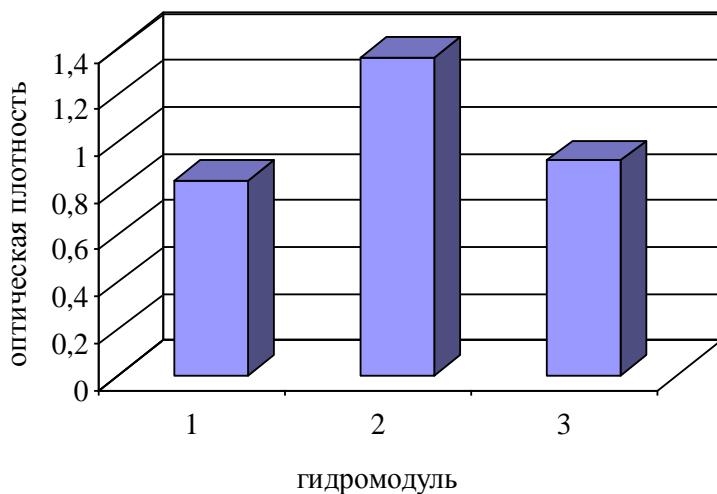


Рисунок 29- Оптическая плотность спиртовых экстрактов амаранта, полученных при гидромодуле: 1 – 1:6, 2 – 1:8, 3 – 1:12

Анализ полученных результатов позволил выбрать соотношение листовой массы и экстрагента, в масс.долях 1:8.

При исследованиях закономерностей экстрагирования красного пигмента амаранта бетацианина установлено, что с повышением температуры процесса с 30 до 50 °C оптическая плотность незначительно повышается. Увеличение температуры выше 50 °C, как показывают источники научно-технической литературы нецелесообразно ввиду разрушения ряда биологически активных соединений.

При этом известно, что процесс выделения красного пигмента достаточно эффективен при комнатной температуре. В связи с чем, в работе исследовали закономерности спиртовой экстракции при 20 и 50 °C. Результаты исследований приведены на рис. 30.

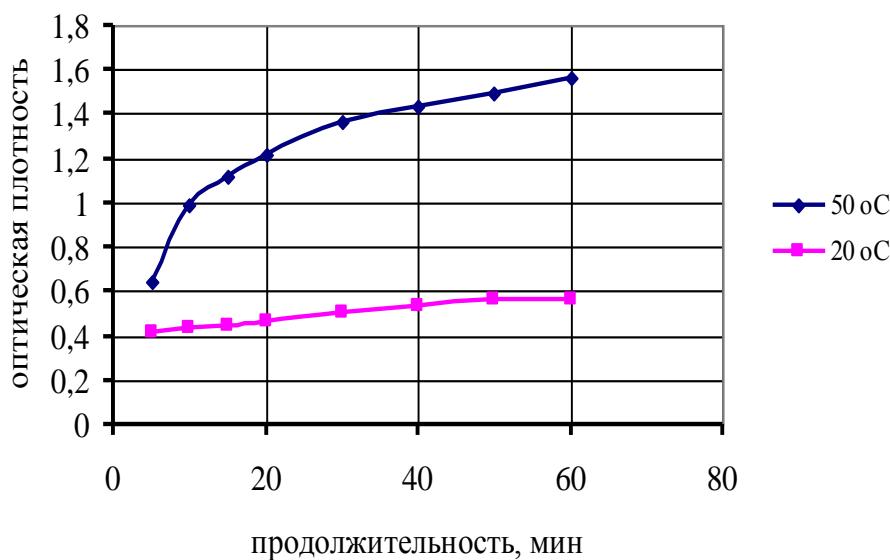


Рисунок 30- Оптическая плотность спиртовых экстрактов амаранта, полученных при различной температуре

В отличие от бетацианина экстрагирование хлорофилла существенно зависит от температуры. При 50 °C экстракт имеет существенно большую оптическую плотность. Что является основанием для выбора этой температуры процесса.

Таким образом, проведенные исследования позволили обосновать следующие параметры получения зеленого пищевого красителя: измельчение высушенной листовой массы амаранта до размера частиц менее 0,3 мм, гидромодуль 1:8, экстрагент - спирт этиловый ректифицированный из пищевого сырья, температура 50 °C, продолжительность процесса 60 мин.

Предложенные способы получения красителей в вишнево-красной и зеленой цветовой гамме основаны на избирательной экстракции пигментов листьев амаранта могут быть реализованы последовательно из одной и той же партии сырья (рис. 31).

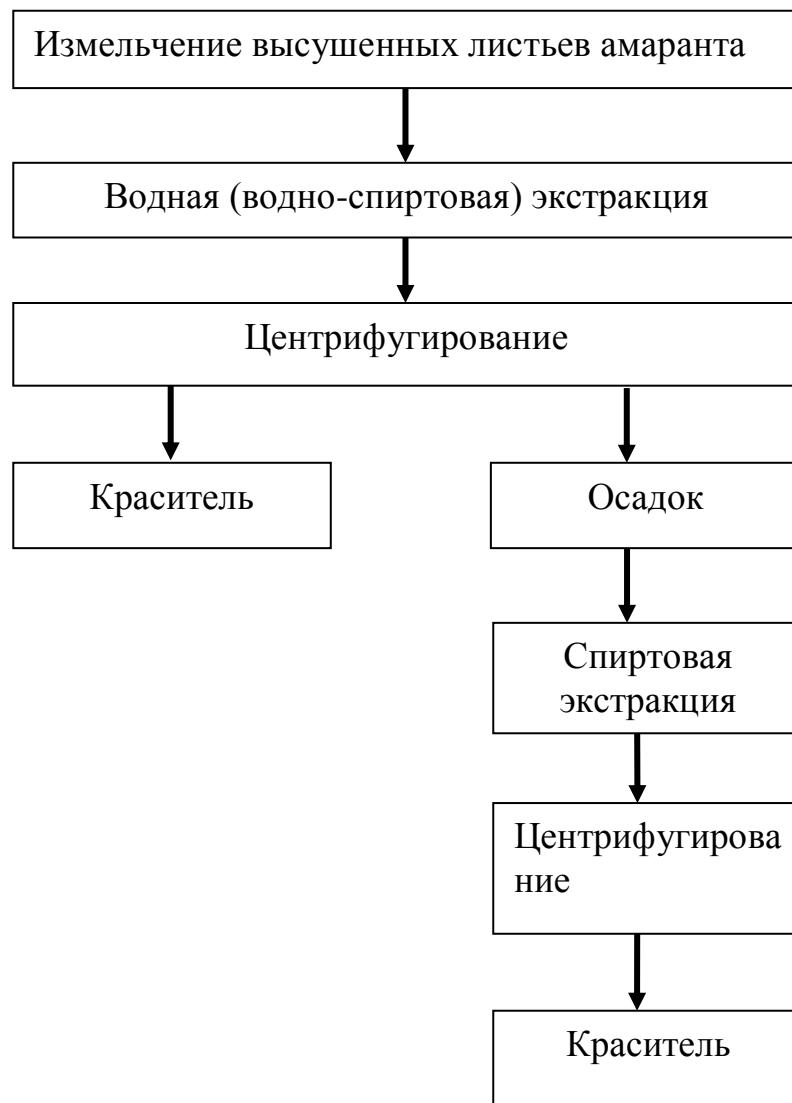


Рисунок 31 - Схема получения экстрактов из амаранта

Таким образом, на основании проведенных исследований предложен и апробирован способ получения экстрактов, включающий:

- измельчение высушенных до влажности 10-12 % листьев амаранта сорта Валентина до размера частиц не более 0,3 мм;
- водная (водно-спиртовая) экстракция амарантина: экстрагент – вода, 50 %-ный водно-спиртовой раствор, гидромодуль 1:10, температура процесса 30 °C – для водной экстракции, 40 - 50 °C – для водно-спиртовой, продолжительность – 40-50 мин;
- центрифугирование;
- выделение красного пищевого красителя (надосадочная жидкость);

- спиртовая экстракция хлорофилла: экстрагент - спирт этиловый ректифицированный из пищевого сырья, гидромодуль 1:8, температура 50 °C, продолжительность процесса 60 мин ;
- центрифugирование;
- выделение зеленого пищевого красителя (надосадочная жидкость).

С точки зрения перспектив дальнейшего использования исследовали влияние pH среды на цвет спиртовых экстрактов амаранта. Изменения цвета фиксировали визуально. Экстракт имеет устойчивый зеленый цвет в интервале pH 4,0-12,0. Дальнейшие изменения показывают, что хлорофилл в кислой среде неустойчив, приобретает грязно-коричнево-зеленый оттенок. Красный пигмент в отличие от зеленого более устойчив в кислой среде, в полной мере сохраняет цвет при pH 2,0. (Приложение 2,3).

Таким образом, получен спиртовый экстракт из листьев амаранта, который представляет собой прозрачную жидкость насыщенного зеленого цвета с содержанием сухих веществ 20 %, более устойчивый в зоне pH 4,0-12,0.

3.6 Исследование сохраняемости спиртового экстракта амаранта

Исследования этого этапа связаны с определением факторов, влияющих на сохранность свойств спиртового экстракта и обоснованием параметров его хранения.

Спиртовый экстракт хранили в светлой и темной таре при температуре 4 ±2 °C в течение 2 недель в затемненных условиях. Известно, что хлорофиллы неустойчивы на свету; они могут окисляться до алломерных хлорофиллов на воздухе.

Как установлено выше, большее влияние на сохранность свойств экстракта оказывает свет. Результаты влияния света на содержание сухих веществ в экстракте приведены на рисунке 32.

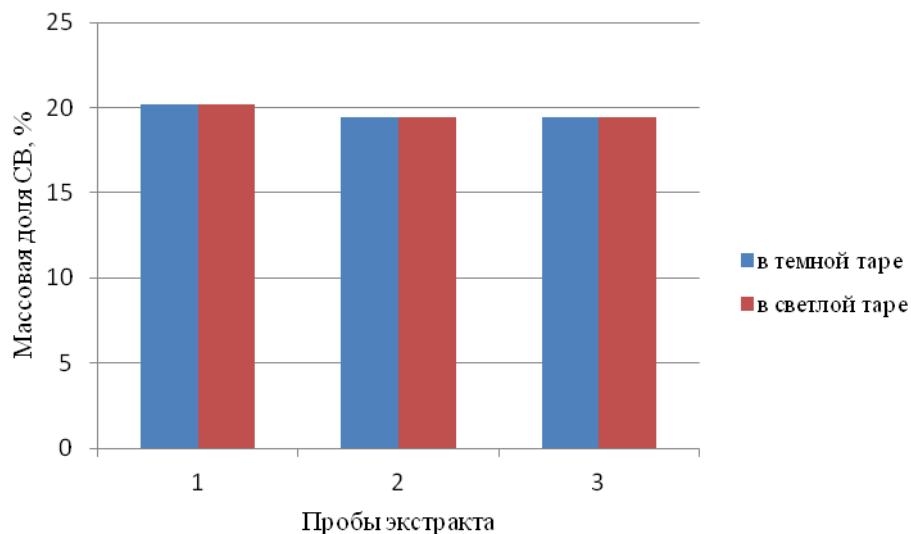


Рисунок 32 – Изменение массовой доли сухих веществ в спиртовом экстракте амаранта в зависимости от продолжительности хранения: 1 – в день приготовления, 2 – хранение в течение 1 недели; 2 – хранение в течение 2 недель

Как показали результаты исследования, в течение 2-х недель экстракт обладает стабильностью по содержанию сухих веществ. Этот период может быть рекомендован как предварительный срок годности.

Результаты исследований по определению оптической плотности экстракта в процессе хранения, как показателя его цветности приведены на рисунке 33.

Как показали результаты исследований, в 2-х недельный период хранения цвет экстракта практически не зависел от используемой тары (затемненной или светлой). Полученные результаты находятся в пределах ошибки опыта. При этом, как отмечено выше предпочтительные условия хранения – затемненные.

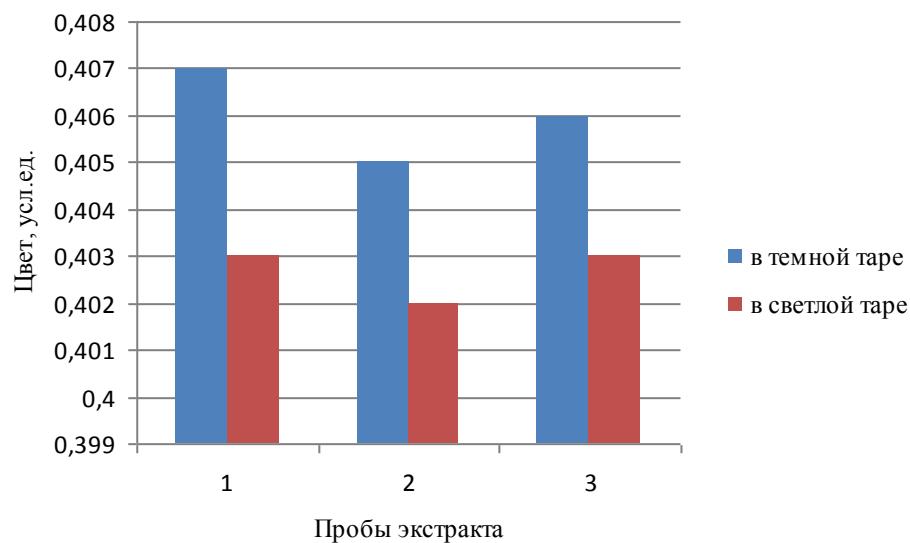


Рисунок 33 – Изменение цветности спиртового экстракта амаранта в зависимости от продолжительности хранения: 1 – в день приготовления, 2 – хранение в течение 1 недели; 2 – хранение в течение 2 недель

Таким образом, проведенные исследования показали стабильность свойств спиртового экстракта листовой массы амаранта в течение 2 недель при температуре 4 ± 2 $^{\circ}\text{C}$ в затемненных условиях. Этот срок является гарантированным с точки зрения показателей экстракта. Однако в последующем исследования целесообразно провести в более широком диапазоне продолжительности хранения.

3.7 Исследование антиоксидантной активности и содержания витаминов в экстрактах

Рациональное питание является важнейшей составной частью здорового образа жизни, оно помогает сохранить здоровье и реализовать резерв долголетия организма. Обеспечение нормальной жизнедеятельности возможно не только при условии снабжении организма необходимым количеством энергии, но и при соблюдении сложных соотношений между многочисленными факторами питания [12].

В последнее время установлена важная роль биологически активных веществ, в число которых входят не только витамины, но и вещества, обладающие антиокислительными свойствами. Повышенное внимание к антиоксидантным свойствам связано с так называемым оксидативным стрессом – окислительном повреждении биологических молекул, которое генерируется в основном свободными радикалами. Их избыток разрушает белок, липиды, ДНК и другие биологические активные соединения, что приводит к преждевременному старению и уменьшению времени жизни. Онкологические заболевания, атеросклероз, болезнь Паркинсона, ряд воспалительных заболеваний, катаракта, сердечно - сосудистые заболевания все чаще ассоциируют с последствиями свободнорадикального окисления. При этом следует учитывать, что окислительные процессы являются неотъемлемой частью жизнедеятельности человеческого организма.

Ослабленные защитные функции организма не в полной мере противодействуют вредным окислительным реакциям, протекающим по радикально-цепному механизму. Введение в окислительные процессы антиоксидантов подавляет или значительно замедляет скорость протекающих реакций [4].

Антиоксиданты – вещества в малых концентрациях замедляющие или предотвращающие окислительные процессы, которые могут происходить в организме человека. К основным пищевым антиоксидантам относятся флавоноиды, бензойные, коричные кислоты, витамины, каротиноиды, фитоэстрогены и другие соединения [85].

Биофлавоноиды – основная группа природных полифенолов. Биофлавоноиды – сильные антиоксиданты, блокируют свободные радикалы в биологических системах, ингибируют перокисление липидов, обладают различной физиологической активностью: антиканцерогенной, антисклеротической, противовоспалительной, антиаллергической, антигипертонической.

В наших исследованиях определяли суммарную антиоксидантную

активность.

Результаты исследований представлены в таблице – 7.

Таблица 7 – Содержание антиоксидантов в экстрактах амаранта

№	Наименование пробы	X, мг. экв. галловой к-ты / г сырого образца	ΔX , мг. экв. галловой к-ты / г сырого образца
1.	Экстракт из амаранта водно-спиртовой	0,44	0,02
2.	Экстракт из амаранта спиртовой	0,26	0,02

Как показали результаты исследований, водно-спиртовый экстракт из листовой массы амаранта обладает большей антиоксидантной активностью по сравнению со спиртовым, что, вероятно, связано с природой бетацианинов, относящихся к флавоноидам, известных своими антиоксидантными свойствами.

Анализирую общий уровень антиоксидантной активности необходимо отметить, что водно-спиртовый экстракт амаранта имеет антиоксидантную активность на уровне яблок, свежевыжатых соков лимона и киви, экстрактов плодов боярышника. Превосходит суммарное содержание антиоксидантов в масле расторопши, оливковом, горчичном масле. Антиоксидантные свойства спиртового экстракта находятся на уровне гречишного меда, масла зародышей пшеницы, превосходит другие виды меда, а также свежевыжатые соки из моркови, корня сельдерея и многих других видов сырья и пищевых продуктах, позиционируемых как обладающие антиоксидантными свойствами [85].

Полученные результаты позволяют предположить и антиоксидантную активность сахаристых кондитерских изделий с красителями из амаранта. Что в целом подтверждает целесообразность их применения для повышения потребительских характеристик продукции, как с позиций органолептических, так и функциональных свойств.

Другим важным аспектом подтверждения целесообразности получения экстрактов и применения их в качестве красителей кондитерских изделий является изучение их витаминного состава.

Витамины не синтезируются или синтезируются в недостаточном количестве в организме человека. Их недостаток восполняется с пищей. При этом витамины необходимы для каталитической активности ферментов, определяющих биохимические и физиологические процессы в организме.

В работе были проведены выборочные исследования экстрактов из листовой массы амаранта на содержание витаминов В₂ и С. Результаты исследований представлены в таблице – 8.

Таблица 8 – Содержание витаминов в экстрактах из амаранта

№ п/п	Наименование пробы	Содержание витаминов, мг/кг	
		B ₂	C
1	Экстракт из амаранта спиртовой	0,55±0,002	250,1±5,5
2	Экстракт из амаранта водно-спиртовой	0,83±0,003	2433,4±24

Результаты исследований показали достаточно высокий уровень содержания витаминов в экстрактах. При чем водно-спиртовой экстракт отличается более высокой витаминной активностью по сравнению со спиртовым. По содержанию аскорбиновой кислоты водно-спиртовый экстракт амаранта превышает практически все плоды и овощи, уступая только шиповнику – наиболее известному источнику витамина С. По содержанию рибофлавина находится на уровне красного перца и пастернака, также превышая большинство плодов, ягод и овощей.

Таким образом, можно предположить, что внесение экстрактов из амаранта в кондитерские изделия будет способствовать не только улучшению их цвета, но и обогащению витаминами и приданию антиоксидантных свойств.

3.8 Исследование микробиологических характеристик экстрактов из листовой массы амаранта

Планируемое направление применения экстракта для улучшения потребительских свойств кондитерских изделий обуславливает необходимость проведения исследований в области показателей безопасности. Учитывая возможность появления рисков на различных этапах технологии, в качестве показателей безопасности были выбраны микробиологические характеристики.

Результаты исследований представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Микробиологическая оценка продуктов по КМАФАнМ (КОЕ/г)

Наименование пробы	Результаты испытаний
Водный экстракт из амаранта	$1,7 \times 10^3$
Водно-спиртовой экстракт из амаранта	$<5,0 \times 10$

При посеве глубинным способом максимально возможного количества водно-спиртового экстракта – 2 см³ было обнаружено 2–3 колонии в одном опыте, в другом роста не было. Результат записан согласно ГОСТ 10444.15-94.

Описание колоний микроорганизмов водного экстракта представлено в таблице 10.

Таблица 10 – Культуральные признаки обнаруженных микроорганизмов

Количество колоний	Культуральные признаки				Морфологические признаки
	форма	край	цвет	блеск	
10	Круглая	Ровный	Светло-бежевый	Присутствует	Бактерии – палочки, неподвижные, неспорообразующие, расположены в цепочках по 2–4 клетки
7	Круглая	Ровный	Белый	Отсутствует	Бактерии – кокки, расположение различное

Из характерных колоний были взяты пробы на микроскопирование для установления видовой принадлежности микроорганизмов (увеличение 40×15 в препарате «раздавленная капля» и 100×15 – для фиксированных мазков). Результаты микробиологических исследований показаны на рисунке 34.

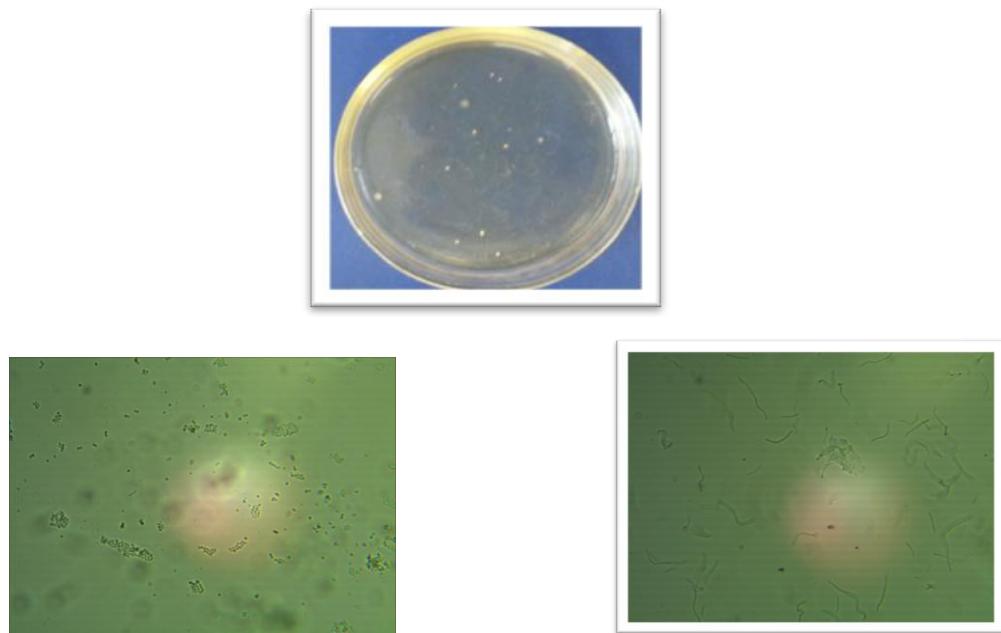


Рисунок 34 – Результаты микробиологических исследований водного экстракта амаранта

Анализ полученных результатов показывает, что микрофлора экстрактов из листовой массы амаранта представлена неспорообразующими

палочковидными бактериями и микрококками (аэробными или анаэробными, судя по поверхностному росту на питательной среде).

В ТР ТС 029/2012 «О безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» для красителей рассматриваемого ряда не установлены требования по показателю КМАФАнМ; ограничение предусматривается только для микроскопических грибов – не более 100 КОЕ/г и условно-патогенных и патогенных микроорганизмов – не допускаются БГКП в 5 г продукта и сальмонеллы в 25 г продукта. Однако для других пищевых добавок встречаются допустимые уровни по КМАФАнМ – от 10^3 до 10^4 КОЕ/г. Следовательно, можно подтвердить микробиологическую безопасность водно-спиртового экстракта из амаранта. По отношению к водному экстракту окончательные выводы можно делать по результатам дополнительных микробиологических исследований готовой продукции на соответствие ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Таким образом, проведенные исследования подтвердили безусловную микробиологическую безопасность водно-спиртовых экстрактов из листовой массы амаранта и целесообразность их применения в качестве красителей пищевой продукции, в том числе кондитерских изделий. Применение водных экстрактов требует постоянного микробиологического контроля, возможно, разработку специальных асептических мероприятий, в том числе в части предварительной подготовки экстрагента – воды, а также упаковки, хранения и транспортировки.

3.9 Оптимизация рецептуры зефира с красителем из амаранта

В работе исследовали возможность применения натуральных пищевых красителей из амаранта для производства наиболее распространенного на потребительском рынке зефира «Ванильный».

Оптимизацию рецептурного состава проводили на примере зефира с

красителем в вишнево-красной цветовой гамме. Предварительные исследования показали лучшие качественные характеристики зефирной массы с водным экстрактом листовой массы амаранта сорта Валентина. Однако, с точки зрения обеспечения микробиологической безопасности готовых изделий в производственных условиях кондитерских предприятий более целесообразно применение водно-спиртового экстракта, как ингредиента гарантированно сохраняющего свойства и обеспечивающего необходимую степень микробиологической чистоты. В связи с чем, решение задачи оптимизации рецептурного состава проводили с водно-спиртовым экстрактом амаранта вишнево-красного цвета.

Для исследования взаимодействия различных факторов на процесс приготовления зефира с натуральным пищевым красителем из амаранта был применен полный факторный эксперимент 2^2 [20].

В качестве основных факторов были выбраны:

x_1 – дозировка натурального пищевого красителя из амаранта, г/100 г зефира;

x_2 – дозировка агара, г/100 г зефира.

Эти факторы совместимы и не коррелированы между собой. Пределы изменения исследуемых факторов для зефира «Ванильный» приведены в табл. 11.

Таблица 11 – Пределы изменения факторов

Условия планирования	Натуральное значение факторов	
	x_1 , г/100 г зефира	x_2 , г/100 г зефира
Центральный уровень (0)	2,5	1,6
Интервал варьирования	1,5	0,5
Нижний уровень (-1)	1,0	1,1
Верхний уровень (+1)	4,0	2,1
Нижняя «звездная точка» (-1,414)	0,36	0,88
Верхняя «звездная точка» (+1,414)	4,66	2,32

Выбор пределов изменения факторов в части дозировки агара основан

на анализе рецептур на пастильные изделия, в части красителя – на результатах предварительных экспериментов.

Критериями оценки влияния различных дозировок рецептурных компонентов на качество зефира «Ванильный» были выбраны:

Y_1 – комплексная оценка качества (КОК), балл;

Y_2 – плотность, г/см³;

Y_3 – цветность, усл.ед.

Программа исследования была заложена в матрицу планирования экспериментов (табл.12).

Таблица 12 – Матрица планирования и результаты эксперимента

Кодированные значения факторов		Натуральные значения факторов, г/100 г		Выходные параметры		
				КОК, балл	плотность, г/см ³	цветность, усл.ед.
X_1	X_2	x_1	x_2	Y_1	Y_2	Y_3
-1	-1	1,0	1,1	70,25	0,70	0,52
-1	+1	1,0	4,1	88,25	0,60	0,53
+1	-1	4,0	1,1	80,25	0,72	0,62
+1	+1	4,0	2,1	94,25	0,62	0,61
-1,414	0	0,36	1,6	86,50	0,56	0,55
+1,414	0	4,66	1,6	96,50	0,57	0,74
0	+1,414	2,5	2,32	88,00	0,64	0,55
0	0	2,5	1,6	88,25	0,68	0,55
0	0	2,5	1,6	88,00	0,70	0,56
0	0	2,5	1,6	88,50	0,72	0,54
0	0	2,5	1,6	88,50	0,69	0,56
0	0	2,5	1,6	88,25	0,71	0,56

При обработке результатов эксперимента были применены следующие статистические критерии: проверка однородности дисперсий – критерий

Кохрена, значимость коэффициентов уравнений регрессии – критерий Стьюдента, адекватность уравнений – критерий Фишера.

В результате статистической обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии, адекватно описывающие данный процесс под влиянием факторов:

$$Y_1 = 95,021 + 3,767X_1 + 4,707X_2 - X_1X_2 - 3,174X_1^2 - 5,798X_2^2, \quad (5)$$

$$Y_2 = 0,570 + 0,010X_1 - 0,048X_2 + 0,007X_1^2 + 0,072X_2^2, \quad (6)$$

$$Y_3 = 0,560 + 0,060X_1 - 0,010X_2 + 0,030X_1^2 + 0,010X_2^2, \quad (7)$$

Анализ уравнений регрессии позволяет оценить влияние факторов на выходные параметры процесса. Так, дозировка красителя оказывает положительное влияние на комплексную оценку качества и цвет готовых изделий, незначительно ухудшая плотность зефира. Агар оказывает положительное влияние на органолептическую оценку зефира и его плотность. При этом незначительно снижает цвет. Что может быть связано как с образованием комплексных соединений агара с бетацианинами, так и с увеличением газообразной фазы. Пузырьки воздуха снижают прозрачность изделий, лучи света проникают на меньшую глубину изделий и, соответственно, меньшее количество молекул пигмента участвует в избирательном светопоглощении. Такие изделия воспринимаются как менее насыщенные в цветовом отношении.

Таким образом, в результате выполнения тринадцати опытов получена информация о влиянии факторов и построены математические модели процесса, позволяющие рассчитать КОК, плотность и цветность зефира «Ванильный» внутри выбранных интервалов варирования факторов. Определение оптимальных значений факторов проводили методом «ридж-анализа», который базируется на методе неопределенных множителей Лагранжа. Для выбора оптимальных значений по уравнениям регрессии (5, 6, 7) составляли следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} (b_{11} - \lambda)x_1 + 0,5b_{12}x_2 + 0,5b_1 = 0 \\ 0,5b_{12}x_1 + (b_{22} - \lambda)x_2 + 0,5b_2 = 0 \end{cases}, \quad (8)$$

где λ - неопределенный множитель Лагранжа.

На величину λ накладываются ограничения, определяемые параметром Хорля:

$$\begin{aligned} \lambda &= 2(B_{\max} - b_{kk}) \\ \lambda &= 2(B_{\min} - b_{kk}) \end{aligned}, \quad (9)$$

где B_{\max}/B_{\min} – максимальный или минимальный (в зависимости от задачи) канонический коэффициент;

b_{kk} – коэффициент регрессии при k -том квадратичном члене.

В рассматриваемом случае допустимые значения лежат в пределах:

$$-12,0 \leq \lambda \leq -9,6 \text{ – для КОК,} \quad (10)$$

$$-1,6 \leq \lambda \leq 0,4 \text{ – для плотности,} \quad (11)$$

$$-0,2 \leq \lambda \leq 0,2 \text{ – для цвета,} \quad (12)$$

Задаваясь значениями из интервала (6, 7, 8) были вычислены оптимальные значения дозировок натурального пищевого красителя из амаранта и агара. Результаты этих значений представлены в табл. 13, 14, 15.

Таблица 13 - Оптимизация рецептуры зефира методом «ридж-анализа» по комплексной оценке качества

Неопределенный множитель Лагранжа	X ₁	X ₂	Y ₁ , балл
-12,0	0,240	0,398	96,612
-11,4	0,259	0,419	96,640
-11,0	0,274	0,451	96,647
-10,8	0,282	0,469	96,644
-10,2	0,311	0,533	96,596
-9,60	0,347	0,617	96,446

При этом для комплексной оценки качества и цвета оптимизацию проводили по максимуму выходного параметра, для плотности – решали задачу на минимум.

Таблица 14 – Оптимизация рецептуры зефира методом «ридж-анализа» по плотности

Неопределенный множитель Лагранжа	X ₁	X ₂	Y ₂ , г/см ³
-1,0	0,009	-0,019	0,571
-0,2	0,045	-0,073	0,574
0	0,979	-0,266	0,610
0,2	-0,041	0,163	0,565
0,4	-0,022	0,062	0,568

Таблица 15 - Оптимизация рецептуры зефира методом «ридж-анализа» по цветности

Неопределенный множитель Лагранжа	X ₁	X ₂	Y ₃
-0,20	0,014	-0,001	0,56
-0,08	0,034	-0,003	0,56
0	0,865	0,417	0,63
0,08	-0,037	0,003	0,56
0,20	-0,014	0,001	0,56

В последующем проводили анализ полученных результатов по комплексной оценке качества и плотности, т.к. в результате оптимизации по цветности получены значения, не превышающие лучшие характеристики опыта № 6 матрицы исследований (табл. 12).

Таким образом, оптимальными значениями факторов являются:

- по комплексной оценке качества $X_1 = 0,274$, $X_2 = 0,451$. Выходной параметр составляет 96,647 баллов;
- по плотности $X_1 = -0,041$, $X_2 = 0,163$. Выходной параметр составляет 0,565 г/см³.

Переходя от кодированных значений к натуральным имеем оптимальные параметры:

- для комплексной оценки качества – дозировка красителя 2,9 г/100 г зефира, агара – 1,8 г/100 г зефира;
- для плотности – дозировка красителя 2,4 г/100 г зефира, агара – 1,7 г/100 г зефира;
- для цвета – дозировка красителя 3,8 г/100 г зефира, агара – 1,8 г/100 г зефира.

С точки зрения потребителя более важным является комплексное восприятие продукта. В связи с чем, в оптимальной рецептуре использованы значения параметров полученные для комплексной оценки качества.

Производственная рецептура зефира, разработанная в соответствии с оптимальными значениями факторов, приведена в табл. 16.

По аналогии были получены образцы зефира с использованием в качестве красителя спиртового экстракта листовой массы амаранта в зеленой цветовой гамме. В качестве выходного параметра использовали органолептические показатели зефира при условии полного соответствия физико-химических показателей требованиям межгосударственного стандарта на пастильные изделия. В результате проведения серии экспериментов за рациональную была принята дозировка спиртового экстракта амаранта – 2,0 г на 100 г готовой продукции.

Таблица 16 – Производственная рецептура зефира «Ванильный новый» с натуральным красителем из амаранта

Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, кг			
		по сумме полуфабрикатов для 1 т незавернутой продукции		на 1 т готовой продукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Сахар-песок	99,85	669,39	668,38	671,79	670,78
Сахарная пудра	99,85	19,26	19,24	19,34	19,31
Патока	78,0	167,47	130,63	168,08	131,10
Пюре яблочное	10,0	257,90	25,79	258,70	25,87
Белок яичный	12,0	42,91	5,15	43,05	5,16
Агар	85,0	11,65	9,91	11,70	9,94
Кислота молочная	40,0	4,35	1,74	4,36	1,74
Краситель натуральный	11,4	24,60	2,80	24,65	2,81
Эссенция ванильная	-	1,00	-	1,0	-
Итого	-	1198,53	863,64	1202,67	866,71
Выход	83,0	1000,00	830,00	1000,0	830,00

Образцы зефира «Ванильный новый» с добавлением натуральных пищевых красителей из амаранта приведены на рис. 35, результаты исследования образцов по органолептическим и физико-химическим показателям – в табл. 17.

Таблица 17 – Характеристика образцов зефира «Ванильный новый» с натуральным красителем из амаранта

Наименование показателя	Характеристика		
	Контроль Зефир «Ванильный»	Зефир «Ванильный новый» (розовый)	Зефир «Ванильный новый» (зеленый)
Вкус и запах	Свойственные зефиру, без постороннего привкуса и запаха, вкус – сладкий, аромат – ванильной эссенции		
Цвет	Равномерный, белый	Равномерный, с розовым оттенком	Равномерный, с зеленоватым оттенком
Консистенция	Мягкая, легко поддающаяся разламыванию		
Структура	Пеннобразная, равномерная, мелкопористая		
Форма	Отсаженные рифленые круглые склеенные половинки		
Поверхность	Без грубого затвердевания на боковых гранях и выделения сиропа		
Массовая доля влаги, %	18,2 \pm 0,5	19,0 \pm 0,5	18,0 \pm 0,5
Плотность, г/см ³	0,55 \pm 0,002	0,50 \pm 0,002	0,56 \pm 0,002
Цветность, усл.ед.	0,82 \pm 0,002	0,70 \pm 0,002	0,98 \pm 0,002
Комплексная оценка качества, балл	92	96	92



Рисунок – 35 Образцы зефира «Ванильный новый» с добавлением натуральных пищевых красителей из амаранта

Зефир имеет розовый или светло-зеленый цвет, куполообразную форму, равномерную, мелкопористую структуру, не липкую поверхность, мягкую консистенцию, приятный слегка кисловатый сладкий вкус. По всем физико-химическим показателям соответствует требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 6441-2014. С учетом содержания в листовой массе амаранта биологически активных веществ можно предположить повышенную физиологическую ценность изделий. Что является предметом дальнейших исследований.

Рецептура на зефир «Ванильный новый» пробирована в опытно-промышленных условиях и утверждена в установленном порядке (Приложения 4,5).

3.10 Исследование показателей качества пастильных изделий с красителем в процессе хранения

С точки зрения потребителя, не менее важным является сохранность полученных высоких потребительских свойств товара. В связи с чем, в следующей серии экспериментов провели сравнительный анализ цветовых характеристик зефира, полученного в производственных и лабораторных условиях. Необходимо отметить, что разработка рецептур новых изделий должна осуществляться не только с учетом достижения требуемого качества в процессе производства, но и с учетом сохранения этого качества в процессе хранения

В качестве контроля был принят зефир бело-розовый, в рецептурный состав которого входит синтетический краситель Е 122 – азорубин, кармуазин. В опытной серии на хранение закладывали зефир, полученный с использование водно-спиртового экстракта амаранта по рациональной рецептуре, полученной по результатам математического планирования эксперимента. Пробы зефира хранили в комбинированных коробках из картона с полиэтиленом. Коробки выстилали подпергаментом. В процессе

хранения оценивали органолептические характеристики, влажность, плотность, цветность зефира.

Результаты исследований представлены на рис.36,37,38 .

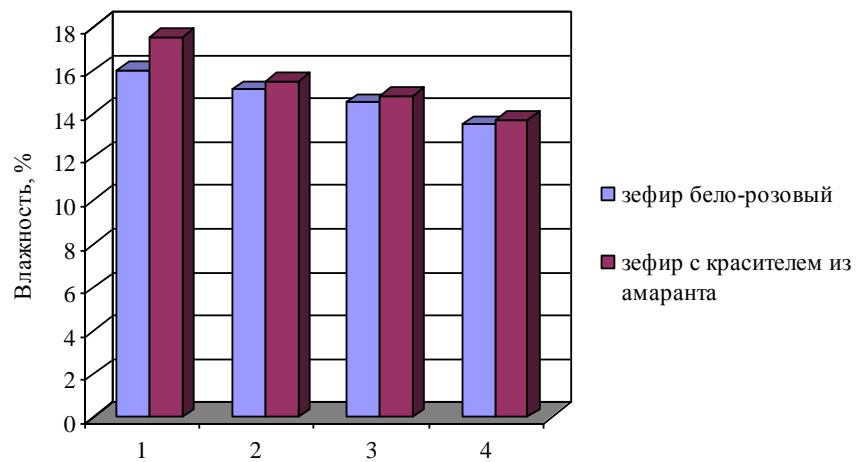


Рисунок – 36 Динамика влажности зефира при хранении в течение: 1 – 10, 2 – 18, 3 – 26, 4 - 35 суток

Изменение влажности в процессе хранения контрольного и опытного образцов имеет идентичный характер. Уменьшение массовой доли влаги обусловлено процессом установления равновесной влажности. Более высокая первоначальная влажность опытного образца связана с особенностями воспроизводства технологии сушки зефира в лабораторных условиях. Выравнивание влажности свидетельствует об отсутствии влияния красителя на закономерности процесса.

Установлено, что в процессе хранения также закономерно повышается плотность изделий. Хотя необходимо отметить, что в исследуемый период и для опыта и для контроля она не превышает норм, регламентируемых межгосударственным стандартом на пастильные изделия. Опытный образец характеризуется лучшим как первоначальным, так и конечным значением плотности.

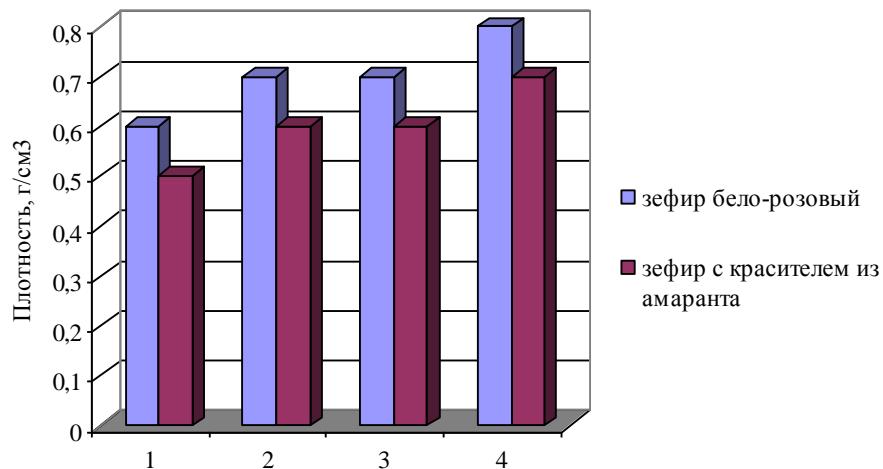


Рисунок 37 - Динамика плотности зефира при хранении: 1 – 10, 2 – 18, 3 – 26, 4 - 35 суток

Несколько другие результаты получены при исследовании цвета пастильных изделий. В процессе хранения синтетический краситель азорубин не меняет своего цвета, соответственно не изменяется цвет изделий. В то же время натуральный краситель из амаранта теряет свой цвет. За 35 суток хранения это изменение составляет 50 %. Что требует особых подходов к упаковочным материалам и условиям его хранения.

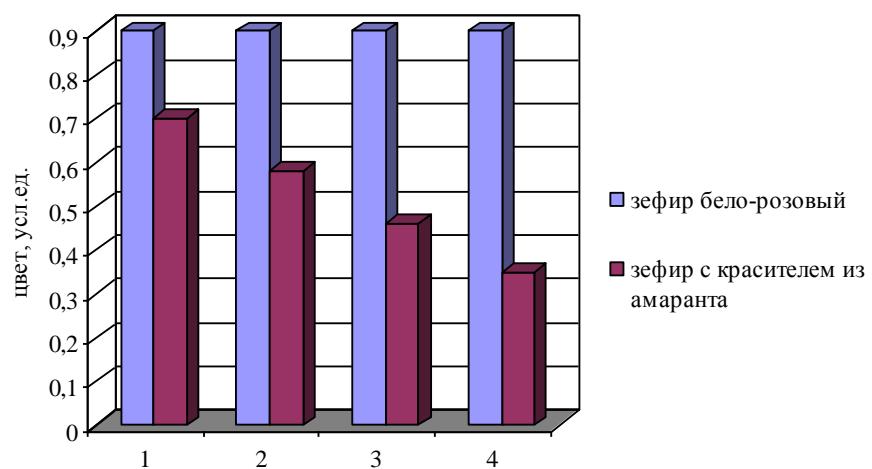


Рисунок 38 – Динамика цвета зефира при хранении в течение: 1 – 10, 2 – 18, 3 – 26, 4 0 - 35 суток

Для определения возможностей удлинения сроков годности с позиций сохранности потребительских свойств зефира в следующей серии

экспериментов были использованы полимерные коробки с корреком и запаянные полиэтиленовые пакеты. Пластиковые коррексы используются для хранения кондитерских изделий наиболее подверженных деформации и способствуют сохранению формы таких изделий. Пластиковые коррексы изготавливаются из имеющих разрешение на контакт с пищевыми продуктами пленок ПЭТ (PET), ПС (PS), ОПС (OPS). В работе использовали пластиковую коробку с коррексом из ПЭТ-пленки.

Динамика основных показателей зефира, приготовленного с применением водно-спиртового экстракта амаранта, приведена на рис. 39,40,41.

Как показали исследования, в течение 4 недель хранения влажность зефира закономерно снижается, оставаясь при этом в пределах нормы, установленной межгосударственным стандартом ГОСТ 6441-2014 Изделия кондитерские пастильные. Общие технические условия. Скорость процесса не зависит от вида использованного упаковочного материала.

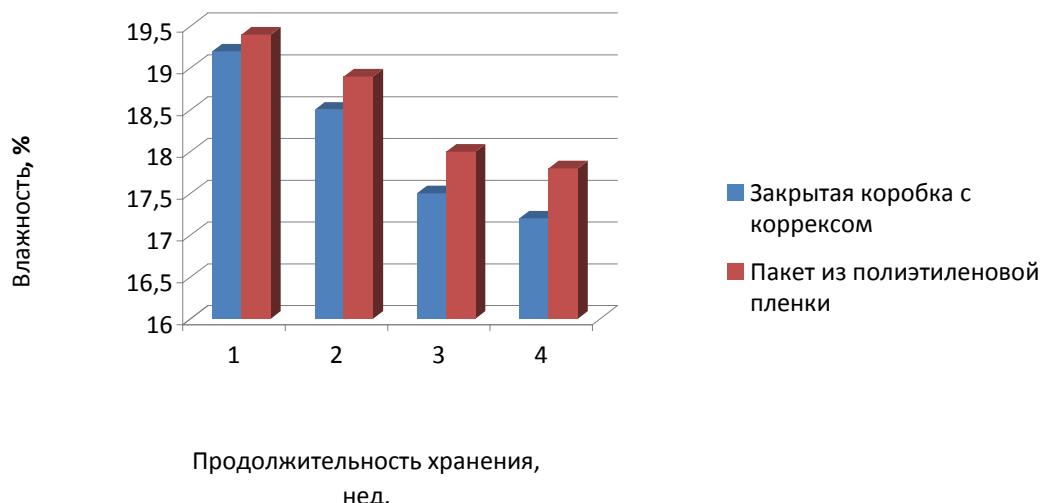


Рисунок 39 – Динамика влажности зефира с водно-спиртовым экстрактом из амаранта при хранении в различных упаковочных материалах

Исследования динамики плотности зефира в процессе хранения (рис. 40), позволили установить, что показатель закономерно возрастает, также оставаясь в пределах ГОСТ 6441-2014. При этом, коробка с коррексом, сохраняя индивидуальное хранение продукта, способствует меньшему

увеличению плотности и, соответственно, улучшению потребительских свойств зефира с экстрактом из амаранта в процессе хранения. Преимущества коррекса прослеживаются и в сравнении с хранением зефира в комплексной упаковке из картона и полимерной пленки (рис. 41).

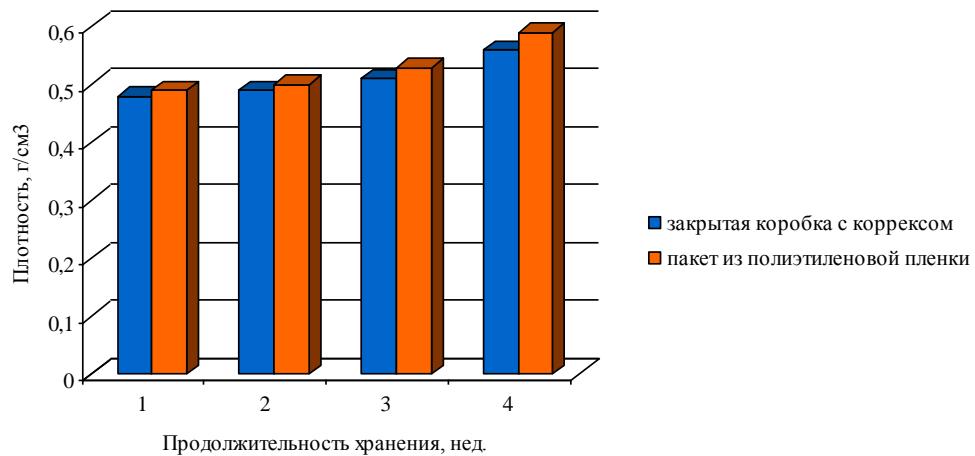


Рисунок 40 - Динамика плотности зефира с водно-спиртовым экстрактом из амаранта при хранении в различных упаковочных материалах

Наиболее важным с точки зрения задач, поставленных в работе, является показатель цветности зефира. Как установлено ранее, в отличие от синтетических красителей, натуральный краситель из амаранта за 35 суток хранения теряет до 50 % своего цвета.

Динамика цветности зефира приведена на рисунке 41.

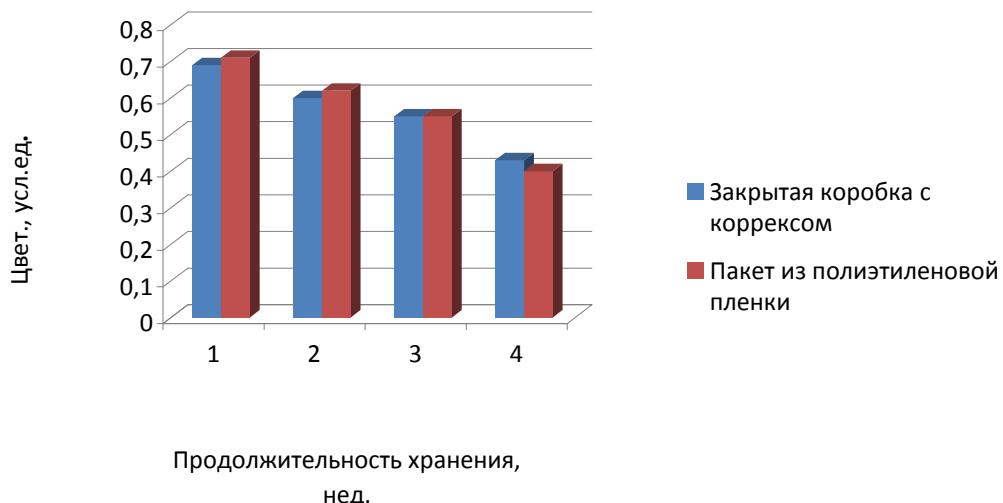


Рисунок 41 - Динамика цветности зефира с водно-спиртовым экстрактом из амаранта при хранении в различных упаковочных материалах

Как показали результаты исследования, при хранении в картонной коробке с полиэтиленовой пленкой зефир также теряет около 50 % цветности, что обусловлено химическим строением амарантина. Под действием света и кислорода воздуха двойные связи разрушаются, уменьшается интенсивность цвета пигмента. Процесс идет достаточно интенсивно вследствие пористой структуры зефира, насыщенной газообразной (воздушной) фазой. Что обуславливает необходимость хранения зефира в затемненной упаковке. Аналогичные закономерности получены при исследовании факторов, влияющих на сохранность цвета водно-спиртового экстракта амаранта.

Таким образом, проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

- полиэтиленовая пленка, закрытый полимерный контейнер с коррексом из ПЭТ-пленки и комбинированная упаковка из картона и полиэтилена обеспечивают сохранность зефира с экстрактом из амаранта в пределах норм, установленных ГОСТ 6441-2014 по влажности и пористости, в течение 1 мес.;
- сохранению потребительских свойств зефира в процессе хранения в большей мере способствует контейнер с коррексом из ПЭТ-пленки;
- кондитерские изделия с синтетическими красителями более устойчивы при хранении по цвету;
- хранение зефира с натуральным красителем из амаранта в течение 30 суток приводит к снижению цветности на 50 %;
- основным фактором, влияющим на снижение цвета зефира с натуральным красителем из амаранта, является световое воздействие;
- хранение зефира с натуральным красителем из амаранта целесообразно осуществлять в затемненных упаковочных материалах, например картонной коробке с коррексом;
- применение натуральных красителей должно сопровождаться соблюдением условий хранения и использованием рекомендуемых

упаковочных материалов, позволяющих сохранять потребительские свойства кондитерских изделий.

3.11 Динамика показателей качества пастильных изделий с красителем на основе спиртового экстракта амаранта в процессе хранения

Пастильные изделия готовили по рациональной рецептуре с натуральным красителем из амаранта в зеленой цветовой гамме.

Динамика основных показателей зефира со спиртовым экстрактом из амаранта приведена на рис.42,43,44.

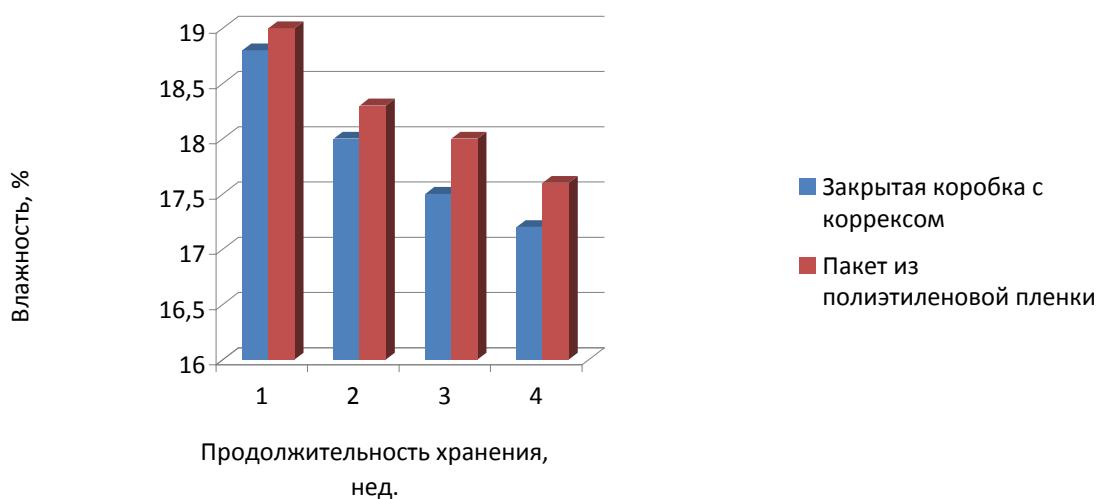


Рисунок 42– Динамика влажности зефира со спиртовым экстрактом из амаранта при хранении в различных упаковочных материалах

Применение спиртового экстракта из амаранта в качестве красителя не изменило закономерностей и динамики влажности зефира в процессе хранения. Как и при использовании водно-спиртового экстракта полимерный контейнер с коррексом и полиэтиленовая упаковка обеспечивают необходимую влажность изделий при хранении в течение 4 недель исследования. Полученные результаты показывают сохранение необходимых органолептических показателей пастильных изделий и, соответственно,

исследования по установлению сроков годности зефира могут быть продолжены с позиций их удлинения.

Результаты исследования плотности зефира со спиртовым экстрактом амаранта представлены на рисунке 43.

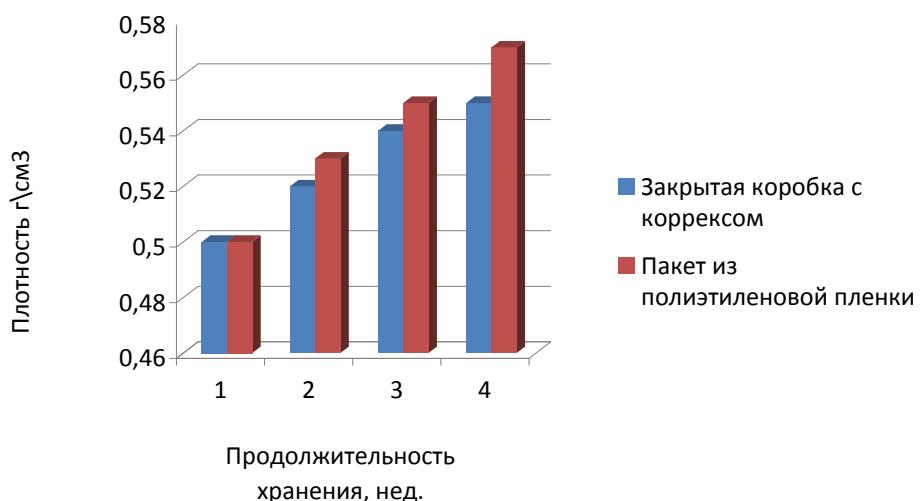


Рисунок 43 – Динамика плотности зефира со спиртовым экстрактом из амаранта при хранении в различных упаковочных материалах

Плотность зефира закономерно возрастает. Через 3 недели хранения плотность зефира также находится в пределах норм, регламентированных ГОСТ 6441-2014. Особый интерес представляют исследования сохранности цвета изделий. Как отмечено выше, хлорофилл неустойчив на свету, что обусловливает предположение о потере цвета изделиями.

Однако, как показали исследования, зефир имеет достаточно устойчивую зеленоватую окраску. Что, по-видимому, связано со способностью хлорофилла образовывать комплексы с белками. В структуре пастильных масс белок выполняет функцию пенообразователя, находясь на границе раздела фаз. Таким образом, белковые пленки имеют большую поверхность и вполне могут образовывать комплексные соединения с хлорофиллом экстракта амаранта.

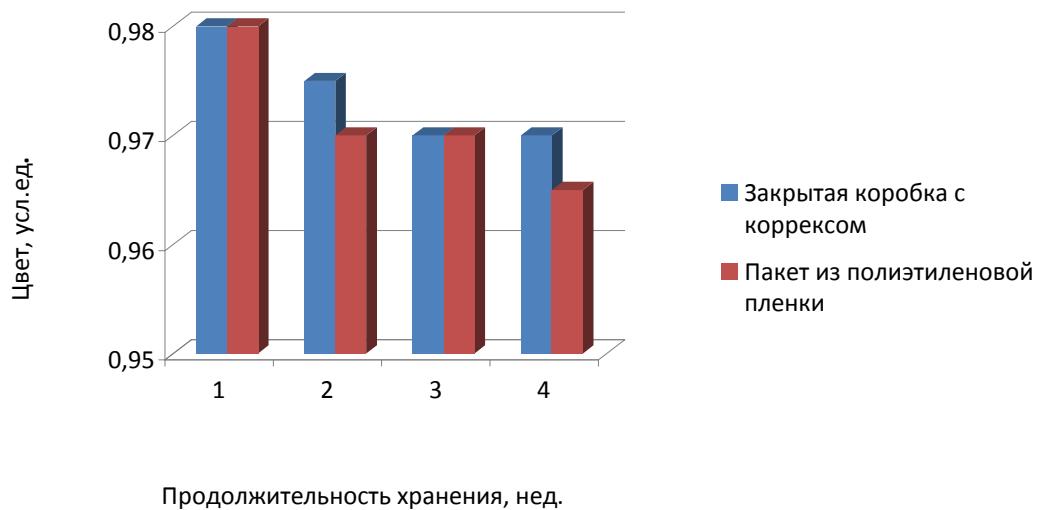


Рисунок 44 – Динамика цветности зефира со спиртовым экстрактом из амаранта при хранении в различных упаковочных материалах

В целом проведенные исследования показали:

- сохраняемость свойств зефира со спиртовым экстрактом листовой массы амаранта в пределах норм, регламентированных ГОСТ 6441-2014. в течение 4 недель;
- возможность использования в качестве упаковочных пакетов из полиэтиленовой пленки и закрытых коробок с коррексом из ПЭТ-пленки.

3.12 Оптимизация рецептуры карамели с красителями из амаранта

В работе исследовали возможность применения натуральных пищевых красителей из амаранта, полученных водно-спиртовой и спиртовой экстракцией, для производства многоцветной карамели.

Исследования проводили в два этапа:

- разработка рецептуры карамели с водно-спиртовым экстрактом из листовой массы амаранта в красной цветовой гамме;
- разработка рецептуры карамели со спиртовым экстрактом из листовой массы амаранта в зеленой цветовой гамме.

Для исследования взаимодействия различных факторов на процесс приготовления карамели с натуральными пищевыми красителями из

амаранта был применен полный факторный эксперимент 2^2 [20].

В качестве основных факторов были выбраны:

x_1 – дозировка натурального пищевого красителя из амаранта, г/100 г карамели;

x_2 – дозировка лимонной кислоты, г/100 г карамели.

Эти факторы совместимы и некоррелированы между собой.

Пределы изменения исследуемых факторов для карамели приведены в табл. 18.

Выбор пределов изменения факторов в части дозировки лимонной кислоты основан на анализе рецептур на карамельные изделия, в части красителя – на результатах предварительных экспериментов.

Таблица 18 – Пределы изменения факторов для карамели

Условия планирования	Натуральное значение факторов	
	x_1 , г/100 г карамели	x_2 , г/100 г карамели
Центральный уровень (0)	2	0,7
Интервал варирования	1,0	0,4
Нижний уровень (-1)	1,0	0,3
Верхний уровень (+1)	3,0	1,1
Нижняя «звездная точка» (-1,414)	0,6	0,23
Верхняя «звездная точка» (+1,414)	3,4	1,26

Критериями оценки влияния различных дозировок рецептурных компонентов на качество карамели были выбраны:

- Y_1 – комплексная оценка качества (КОК), балл;
- Y_2 – цветность, усл. ед.;

Программа исследования была заложена в матрицы планирования экспериментов (табл. 19,20).

Таблица 19 – Матрица планирования и результаты эксперимента для карамели с водно-спиртовым экстрактом амаранта

Кодированные значения факторов		Натуральные значения факторов, г/100 г		Выходные параметры	
		X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂
-1	-1	1,0	0,3	81,50	0,196
-1	+1	1,0	1,1	91,50	0,189
+1	-1	3,0	0,3	84,50	0,436
+1	+1	3,0	1,1	94,50	0,405
-1,414	0	0,6	0,7	79,00	0,213
+1,414	0	3,4	0,7	97,50	0,636
0	-1,414	2	0,23	66,50	0,295
0	+1,414	2	1,26	94,50	0,379
0	0	2	0,7	94,50	0,279
0	0	2	0,7	94,00	0,277
0	0	2	0,7	94,50	0,277
0	0	2	0,7	95,00	0,275
0	0	2	0,7	94,50	0,277

При обработке результатов эксперимента были применены следующие статистические критерии: проверка однородности дисперсий – критерий Кохрена, значимость коэффициентов уравнений регрессии – критерий Стьюдента, адекватность уравнений критерий Фишера.

В результате статистической обработки экспериментальных данных (табл. 19) получены уравнения регрессии (13,14), адекватно описывающие показатели качества карамели под влиянием исследуемых факторов – дозировки водно-спиртового экстракта амаранта и подкислителя:

$$Y_1 = 94,52 + 4,02X_1 + 7,445X_2 - 2,236X_1^2 - 6,11X_2^2, \quad (13)$$

$$Y_2 = 0,277 + 0,132X_1 + 0,010X_2 - 0,006X_1X_2 + 0,055X_1^2 + 0,011X_2^2, \quad (14)$$

Анализ уравнений регрессии позволяет оценить влияние факторов на выходные параметры процессов. Так, дозировка красителя и кислоты оказывают положительное влияние на комплексную оценку качества и цвет готовых изделий. При чем дозировка красителя является более значимым фактором с точки зрения цвета, а лимонная кислота оказывает большее влияние на целостное восприятие карамели (КОК).

Таблица 20 – Матрица планирования и результаты эксперимента для карамели со спиртовым экстрактом амаранта

Кодированные значения факторов		Натуральные значения факторов, г/100 г		Выходные параметры	
		КOK, балл	Цветность, усл.ед.		
X ₁	X ₂	x ₁	x ₂	Y ₁	Y ₂
-1	-1	1,0	0,3	82,00	0,140
-1	+1	1,0	1,1	85,25	0,031
+1	-1	3,0	0,3	84,75	0,157
+1	+1	3,0	1,1	94,25	0,178
-1,414	0	0,6	0,7	85,50	0,161
+1,414	0	3,4	0,7	97,50	0,212
0	-1,414	2	0,23	82,50	0,127
0	+1,414	2	1,26	91,50	0,199
0	0	2	0,7	92,00	0,117
0	0	2	0,7	91,50	0,118
0	0	2	0,7	91,50	0,117
0	0	2	0,7	91,00	0,116
0	0	2	0,7	91,50	0,117

В результате статистической обработки экспериментальных данных (табл. 20) получены уравнения регрессии (15,16), адекватно описывающие показатели качества карамели под влиянием исследуемых факторов – дозировки спиртового экстракта амаранта и кислоты:

$$Y_1=91,52 + 3,59X_1 + 3,184X_2 + 1,562X_1X_2 - 0,69X_1^2 - 2,939X_2^2, \quad (15)$$

$$Y_2=0,117+0,030X_1 + 0,012X_2 + 0,032X_1X_2 + 0,023X_1^2 + 0,011X_2^2, \quad (16)$$

Анализ уравнений регрессии позволяет оценить влияние факторов на выходные параметры процессов. Так же, как и для красного красителя, дозировка спиртового экстракта амаранта и лимонной кислоты оказывает положительное влияние на комплексную оценку качества и цвет готовых изделий. Однако в этом случае, дозировка красителя является более значимым фактором как для цвета карамели, так и для ее комплексной оценки.

Таким образом, в результате реализации матриц планирования получена информация о влиянии факторов – дозировки красителей и

лимонной кислоты и построены математические модели процессов, позволяющие рассчитать КОК и цветность карамели внутри выбранных интервалов варьирования факторов.

Определение оптимальных значений факторов проводили методом «ридж-анализа», который базируется на методе неопределенных множителей Лагранжа. Для выбора оптимальных значений по уравнениям регрессии (13, 14 и 15, 16) составляли системы уравнений (17):

$$\begin{cases} (b_{11} - \lambda)x_1 + 0,5b_{12}x_2 + 0,5b_1 = 0 \\ 0,5b_{12}x_1 + (b_{22} - \lambda)x_2 + 0,5b_2 = 0 \end{cases}, \quad (17)$$

где λ - неопределенный множитель Лагранжа.

На величину λ накладываются ограничения, определяемые параметром Хорля (8) :

$$\begin{aligned} \lambda &= 2(B_{\max} - b_{kk}) \\ \lambda &= 2(B_{\min} - b_{kk}) \end{aligned}, \quad (18)$$

где B_{\max}/B_{\min} – максимальный или минимальный (в зависимости от задачи) канонический коэффициент;

b_{kk} – коэффициент регрессии при k -том квадратичном члене.

В рассматриваемом случае допустимые значения лежат в пределах:

$-14 \leq \lambda \leq -8$ – для КОК карамели с красным красителем,

$-1,4 \leq \lambda \leq -1,0$ – для КОК карамели с зеленым красителем (19)

$-0,008 \leq \lambda \leq 0,20$ – для цвета карамели с красным красителем,

$0,003 \leq \lambda \leq 0,027$ – для цвета карамели с зеленым красителем (20)

Задаваясь значениями из интервалов $(19,20)$ были вычислены оптимальные значения дозировок натуральных пищевых красителей из амаранта и лимонной кислоты. При этом для комплексной оценки качества и цвета оптимизацию проводили по максимуму выходного параметра, Результаты оптимизации представлены в табл. 21-24.

Таблица 21 – Оптимизация рецептуры карамели с водно-спиртовым экстрактом амаранта по комплексной оценке качества

Неопределенный множитель Лагранжа	X ₁	X ₂	Y ₁ , балл
-14,0	0,174	0,472	97,297
-12,0	0,206	0,632	97,520
-10,0	0,259	0,957	96, 945
- 8,0	0,349	1,970	86,608

Таблица 22 – Оптимизация рецептуры карамели с спиртовым экстрактом амаранта по комплексной оценке качества

Неопределенный множитель Лагранжа	X ₁	X ₂	Y ₁ , балл
-1,40	2,352	0,159	97,169
-1,20	2,915	0,394	98,717
-1,12	0,634	- 0,875	87,613
-1,00	1,182	- 0,821	88,688

Таблица 23 – Оптимизация рецептуры карамели с водно-спиртовым экстрактом амаранта по цветности

Неопределенный множитель Лагранжа	X ₁	X ₂	Y ₂ , усл.ед.
-0,008	1,056	0,261	0,480
0	1,22	0,444	0,523
0,008	1,494	1,498	0,624
0,016	1,601	-1,090	0,642
0,024	2,079	-0,400	0,792
0,2	-0,454	-0,027	0,228

Таким образом, оптимальными значениями факторов для карамели с использованием водно-спиртового экстракта амаранта являются:

- по комплексной оценке качества $X_1 = 0,206$, $X_2 = 0,632$. Выходной параметр составляет 97,520 балла;
- по цвету $X_1 = 2,079$, $X_2 = - 0,400$. Выходной параметр составляет 0,792 усл.ед.

Таблица 24 – Оптимизация рецептуры карамели с спиртовым экстрактом амаранта по цветности

Неопределенный множитель Лагранжа	X_1	X_2	Y_2 , усл. ед.
0,003	0,661	0,109	0,149
0,006	0,715	0,176	0,154
0,012	2,588	-0,788	0,284
0,015	2,376	-0,211	0,299
0,018	3,598	-0,122	0,502
0,027	-3,594	-0,054	0,310

Переходя от кодированных значений к натуральным, определяем оптимальные параметры:

- для комплексной оценки качества – дозировка красителя 2,2 г/100 г карамели, лимонной кислоты – 0,95 г/100 г карамели;
- для цвета – дозировка красителя 4,1 г/100 г карамели, лимонной кислоты – 0,54 г/100 г карамели.

Для карамели с использованием спиртового экстракта амаранта:

- по комплексной оценке качества $X_1 = 2,915$, $X_2 = 0,394$. Выходной параметр составляет 98,717 балла;
- по цвету $X_1 = 2,376$, $X_2 = -0,211$. Выходной параметр составляет 0,299 усл.ед.

Переходя от кодированных значений к натуральным, определяем оптимальные параметры:

- для комплексной оценки качества – дозировка красителя 4,9 г/100 г карамели, лимонной кислоты -0,85 г/100 г карамели;
- для цвета – дозировка красителя 4,3 г/100 г карамели, лимонной кислоты – 0,62 г/100 г карамели.

Основной задачей исследования было повышение потребительских свойств карамели посредством использования красителей из амаранта. В связи с чем, в оптимальной рецептуре использованы значения параметров полученные для цветности карамели.

Производственная рецептура карамели «Малиновая радость» с добавлением водно-спиртового экстракта из листовой массы амаранта, рассчитанная по результатам оптимизации, приведена в табл. 25.

Таблица 25 – Производственная рецептура карамели «Малиновая радость»

Сырье и полуфабрикаты	Массовая доля сухих веществ	Расход сырья, кг			
		На 1 т полуфабриката		На полуфабрикат для 1 т незавернутой продукции	
		В натуре	В сухих веществах	В натуре	В сухих веществах
Рецептура готовой карамели из полуфабрикатов на 1 т					
Карамельная масса	98,50	-	-	991,47	976,6
Кислота лимонная	91,20	-	-	5,35	4,87
Эссенция	-	-	-	1,25	-
Краситель красный	12	-	-	40,6	4,87
Итого	-	-	-	1038,67	986,34
Выход	97,0	-	-	1000,00	970,0
Рецептура полуфабриката – карамельная масса на 991,47 кг					
Сахар-песок	99,85	715,84	714,69	709,6	708,6
Патока	78,00	357,92	279,18	354,8	276,8
Итого	-	1073,76	993,8	1064,4	985,46
Выход		1000,00	985,00	991,47	976,6
Сводная рецептура					
Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, кг			
		по сумме полуфабрикатов для 1 т незавернутой продукции		на 1 т готовой продукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Сахар-песок	99,85	709,6	708,6	713,2	712,14
Патока	78,00	354,8	276,8	356,2	277,9
Кислота лимонная	91,20	5,35	4,87	5,36	4,89
Эссенция	-	1,25	-	1,25	-
Красный краситель	12,00	40,6	-	40,6	-
Итого	-	1111,6	990,27	1116,61	994,93
Выход	97,0	1000,00	970,0	1000,00	970,0

Производственная рецептура карамели «Яблоко здоровья» с добавлением спиртового экстракта из листовой массы амаранта, рассчитанная по результатам оптимизации приведена в табл. 26.

Таблица 26 – Производственная рецептура карамели «Яблоко здоровья»

Сырье и полуфабрикаты	Массовая доля сухих веществ	Расход сырья, кг			
		На 1 т полуфабриката		На полуфабрикат для 1 т незавернутой продукции	
		В натуре	В сухих веществах	В натуре	В сухих веществах
Рецептура готовой карамели из полуфабрикатов на 1 т					
Карамельная масса	98,50	-	-	991,47	976,6
Кислота лимонная	91,20	-	-	6,1	5,56
Эссенция	-	-	-	1,25	-
Краситель зеленый	20	-	-	42,6	8,52
Итого	-	-	-	1041,42	985,12
Выход	97,2	-	-	1000,00	972,0
Рецептура полуфабриката – карамельная масса на 991,47 кг					
Сахар-песок	99,85	715,84	714,69	709,6	708,6
Патока	78,00	357,92	279,18	354,8	276,8
Итого	-	1073,76	993,8	1064,4	985,46
Выход		1000,00	985,00	991,47	976,6
Сводная рецептура					
Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, кг			
		по сумме полуфабрикатов для 1 т незавернутой продукции		на 1 т готовой продукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Сахар-песок	99,85	709,6	708,6	713,2	712,14
Патока	78,00	354,8	276,8	356,2	277,9
Кислота лимонная	91,20	6,1	5,56	6,11	5,58
Эссенция	-	1,25	-	1,25	-
Зеленый краситель	20,00	42,6	-	42,6	-
Итого	-	1114,35	990,96	1119,36	995,62
Выход	97,2	1000,00	972,0	1000,00	972,0

В соответствии с производственными рецептами (табл. 26, 27) были получены образцы карамели с водно-спиртовым и спиртовым экстрактами амаранта (рис. 45).

Результаты исследования показателей качества карамели, полученной по оптимизированным рецептам, представлены в табл. 27.

Таблица 27 – Показатели качества карамели с экстрактами из амаранта

№ п/п	Наименование показателя	Характеристика образца карамели	
		«Малиновая радость»	«Яблоко здоровья»
1	Вкус	Приятный, слегка кисловатый сладкий, без постороннего привкуса	Приятный, слегка кисловатый сладкий, без постороннего привкуса
2	Запах	Свойственный эссенции, без постороннего травянистого запаха	Свойственный эссенции, без постороннего травянистого запаха
3	Цвет	Насыщенный, малиновый. Равномерный	Насыщенный, зеленый. Равномерный
4	Поверхность	Сухая, гладкая, без трещин и вкраплений	Сухая, гладкая, без трещин и вкраплений
5	Форма	Круглая	Круглая
6	Влажность, %	$3,0 \pm 0,1$	$2,8 \pm 0,1$
7	Кислотность, град.	$6,8 \pm 0,2$	$8,0 \pm 0,2$
8	Цветность, усл.ед.	$0,73 \pm 0,02$	$0,24 \pm 0,005$
9	Комплексная оценка качества, балл	97,5	98,0



Рисунок 45 – Образцы многоцветной карамели с красителями из амаранта

Таким образом, разработаны рецептуры карамели с натуральными красителями из листовой массы амаранта. Карамель при добавлении водно-спиртового экстракта амаранта в карамельную массу приобретает насыщенный красный цвет, а при добавлении спиртового экстракта амаранта – зеленый. Имеет круглую форму, ровную, не липкую поверхность, приятный слегка кисловатый сладкий вкус. По всем физико-химическим показателям соответствует требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 6477-88 Карамель. Общие технические условия. С учетом содержания в листовой

массе амаранта биологически активных веществ можно предположить повышенную физиологическую ценность изделия, что является предметом дальнейших исследований.

Рецептуры карамели «Яблоко здоровья» и «Малиновая радость» апробированы в опытно-промышленных условиях и утверждены в установленном порядке (Приложения 6,7,8).

3.13 Исследование антиоксидантных свойств сахаристых кондитерских изделий с красителями из листовой массы амаранта

Учитывая установленную антиоксидантную активность экстрактов из амаранта (раздел 3.7), было сделано предположение о повышенной физиологической ценности сахаристых кондитерских изделий разработанных рецептурных составов.

В исследованиях определяли суммарное содержание антиоксидантов в карамели и зефире с красителями из амаранта, а также в изделиях ведущих товаропроизводителей, присутствующих на потребительском рынке (табл. 28). Определение антиоксидантной активности проводили на приборе «ЦветЯзу-01-АА» по методике, приведенной в разделе 2.3.

Как показали результаты исследований, разработанные изделия обладают антиоксидантной активностью, которую также можно связать с природой бетацианинов, относящихся к флавоноидам, известных своими антиоксидантными свойствами. Хлорофилл, являющийся пигментом, экстрагируемым при спиртовом извлечении, также является антиоксидантом. Кроме того, экстрагирование спиртом также способствует извлечению витамина С, известного своими антиоксидантными свойствами.

Таблица 28 – Антиоксидантная активность сахаристых кондитерских изделий

№	Образец	X, мг. Экв. Галловой к-ты / г сырого образца	ΔX, мг. Экв. Галловой к-ты / г сырого образца
1	Карамель «Малиновая радость»	0,051	0,003
2	Карамель «Яблоко здоровья»	0,042	0,002
3	Зефир с водно-спиртовым экстрактом (в розовой цветовой гамме)	0,088	0,004
4	Зефир со спиртовым экстрактом (в зеленой цветовой гамме)	0,056	0,003
5	Карамель Sula «Дикая вишня»	1,22	0,06
6	Карамель Дюшес	0,015	0,001
7	Карамель Sula с целебными травами голубика-шалфей	1,35	0,07

Антиоксидантная активность изделий в красной цветовой гамме выше, по сравнению с изделиями со спиртовым экстрактом амаранта. Разработанные изделия по антиоксидантной активности превышают традиционные кондитерские изделия (карамель Дюшес) и уступают карамели торговой марки Sula, что связано с присутствием в ее рецептурном составе не только натуральных красителей, но и сока, экстракта шалфея, а также витамина С. Однако, применение этих ингредиентов, обладающих высоким содержанием антиоксидантов, приводит к существенному удорожанию продукции. В то время как сахаристые кондитерские изделия, в первую очередь карамель, традиционного являются продукцией низшего ценового сегмента.

Проведенные выше исследования витаминного состава экстрактов позволили сделать предположение о содержании витаминов в кондитерских изделиях.

Полученные результаты представлены в табл. 29.

Таблица 29 – Содержание витаминов в кондитерских изделиях с экстрактами амаранта

№	Образец	Содержание витаминов, мг/100 г	
		B ₂	C
1	Карамель «Малиновая радость»	следы	7,68±0,23
2	Карамель «Яблоко здоровья»	следы	0,81±0,02
3	Зефир «Ванильный новый» (в розовой цветовой гамме)	следы	5,55±0,17
4	Зефир «Ванильный новый» (в зеленой цветовой гамме)	следы	0,51±0,01

Проведенные исследования подтверждают обогащение кондитерских изделий с экстрактами амаранта витамином С. Известно, что витамин С участвует в окислительно-восстановительных реакциях, функционировании иммунной системы, способствует усвоению железа.

Наибольший эффект достигается при использовании в качестве красителя водно-спиртового экстракта. При суточной потребности взрослого человека 90 мг витамина С за счет потребления карамели или пастильных изделий с экстрактом амаранта можно покрыть 6-8,5 %. При введении пастильных изделий в питание школьников удовлетворение суточной потребности составит 7,8-8,5 %, карамели – 10,8-11,7 %.

Таким образом, применение экстрактов амаранта в качестве красителей кондитерских изделий способствует их обогащению антиоксидантами и витамином С.

3.14 Исследование микробиологических характеристик сахаристых кондитерских изделий с красителями из листовой массы амаранта

Применение новых сырьевых ингредиентов требует исследований в области показателей, характеризующих продукцию с позиций ее безопасности. Учитывая исследуемую группу товаров и возможность

появления рисков на различных этапах технологии, в качестве показателей безопасности были выбраны микробиологические характеристики.

Необходимо отметить, что проведенные исследования микробиологических характеристик пищевого красителя в зеленой цветовой гамме показали, что он не может выступать источником микробиологического загрязнения, т. к. экстрагентом является спирт этиловый ректифицированный из пищевого сырья, поэтому исследования сахаристых кондитерских изделий на его основе не проводились.

Нами проведено исследование микробиологических показателей, а именно определение количества мезофильных и аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, следующих сахаристых кондитерских изделий: карамели и зефира на основе водного и водно-спиртового экстрактов. Определение проводили в соответствии с ГОСТ 10444.15-94. В качестве питательной среды использовали среду Сабуро.

Посевы термостатировали при температуре (30 ± 2) °C и (24 ± 1) °C. Через 3 сут осуществляли предварительный, а через 5 сут – окончательный учет выросших колоний.

Результаты исследований представлены в таблице 30.

При анализе зефира было обнаружено 2–3 колонии на поверхности чашки Петри в одной повторности, а в другой роста не было. Посев производили глубинным способом и вносили в чашку максимально возможное количество – 2 см³ разведения 10⁻¹. Поэтому результат записан как вероятностный – согласно ГОСТ 10444.15-94.

Таблица 30 – Микробиологическая оценка кондитерских изделий по показателю КМАФАнМ (КОЕ/г)

Наименование продукта	КОЕ/г	Нормативы (ТР ТС 021/2011)
Карамель на основе водного экстракта	$2,0 \times 10^2$	500
Карамель на основе водно-спиртового экстракта	$5,5 \times 10$	500
Зефир на основе водного экстракта	$<1,0 \times 5$	5×10^3
Зефир на основе водно-спиртового экстракта	$<1,0 \times 5$	5×10^3

Анализ полученных данных свидетельствует, что исследуемые изделия не превышают допустимый уровень обсемененности согласно нормативам ТР ТС 021/2011.

Установлено, что изделия с водно-спиртовым экстрактом отличались лучшими микробиологическими характеристиками, что подтверждает приоритет использования водно-спиртовой экстракции для получения и дальнейшего применения красителя вишнево-красного цвета.

Нами проведены исследования микрофлоры карамели на основе водного и водно-спиртового экстрактов. Для этого из характерных колоний были взяты пробы на микроскопирование с увеличением 40×15 в препаратах «раздавленная капля» и 100×15 – для фиксированных мазков (с целью выявления спорообразования у бактерий). Описание культуральных и морфологических признаков микроорганизмов представлено в таблицах 31, 32 и на рисунках 46, 47.

Таблица 31 – Культуральные и морфологические признаки микроорганизмов, обнаруженных в карамели на основе водного экстракта

Количество колоний	Культуральные признаки				Морфологические признаки
	форма	край	цвет	блеск	
5	Круглая	Ровный	Светло-бежевый	Присутствует	Бактерии – палочки, неподвижные, неспорообразующие, расположены в цепочках по 2–4 клетки.
3	Круглая	Ровный	Белый	Отсутствует	Бактерии – кокки, расположение различное

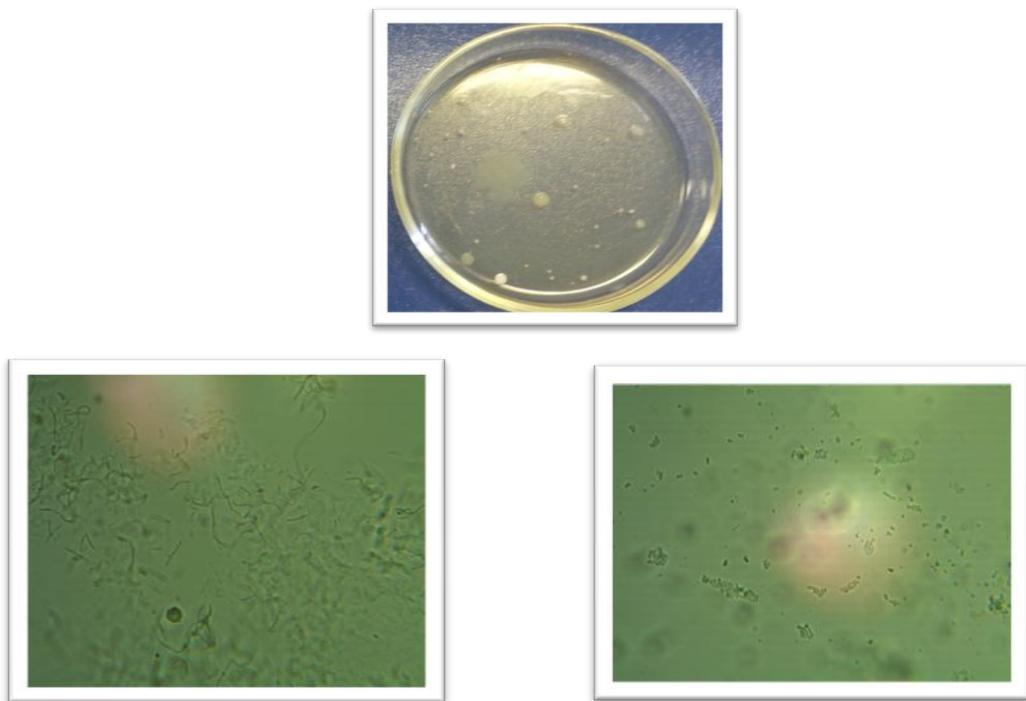


Рисунок 46 – Результаты микробиологических исследований карамели на основе водного экстракта

Таблица 32 – Культуральные и морфологические признаки микроорганизмов, обнаруженных в карамели на основе водно-спиртового экстракта

Количество колоний	Культуральные признаки				Морфологические признаки
	форма	край	цвет	блеск	
4	Круглая	Ровный	Светло-бежевый	Присутствует	Бактерии – палочки, неподвижные, неспорообразующие, расположены в длинные цепочки.
1	Круглая	Ризоидный	Белый	Отсутствует	Микроскопические грибы рода <i>Penicillium</i> .
2	Круглая	Ровный	Белый	Отсутствует	Бактерии – кокки, расположение различное.

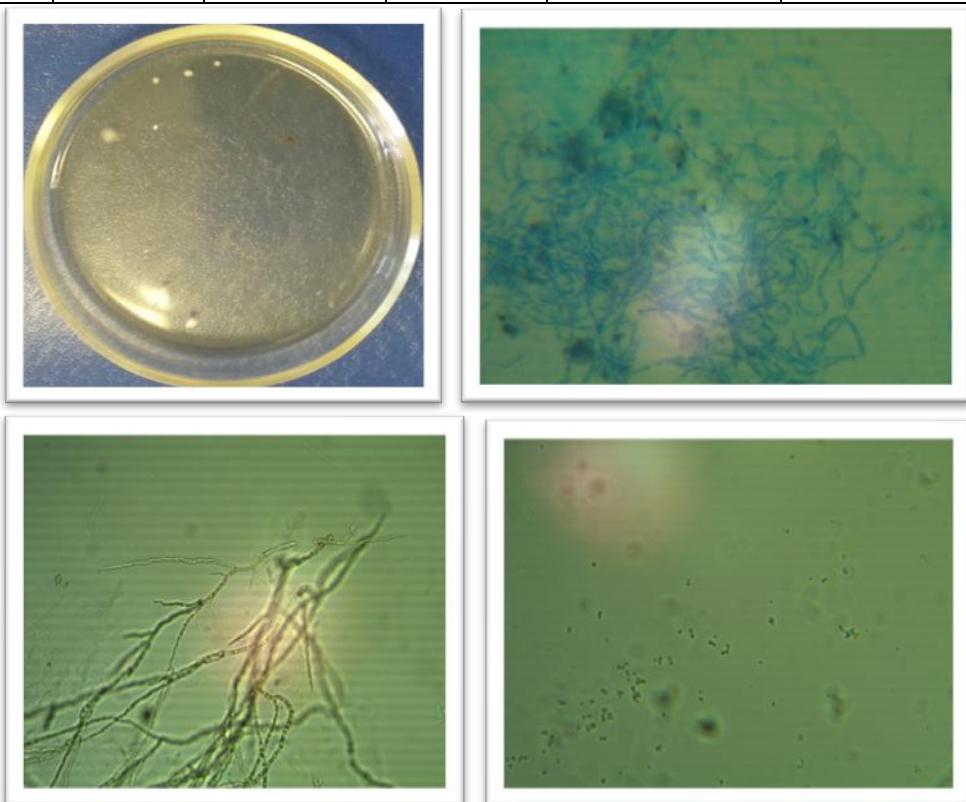


Рисунок 47 – Результаты микробиологических исследований карамели на основе водно-спиртового экстракта

Анализ полученных результатов показал, что микрофлора карамели с экстрактами из листовой массы амаранта представлена неспорообразующими палочковидными бактериями и микрококками (аэробными или анаэробными, судя по поверхностному росту на питательной среде); в отдельных случаях обнаружаются споры микроскопических грибов.

Таким образом, проведенные исследования показали, что введение в рецептурные составы пастильных и карамельных изделий экстрактов из листовой массы амаранта в качестве красителей обеспечивает микробиологическую безопасность в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011. Отсутствие спорообразующих бактерий является дополнительной гарантией безопасности кондитерских изделий.

3.15 Аппаратурно-технологические схемы производства натуральных пищевых красителей из амаранта и многоцветных кондитерских изделий

С позиций практической ценности исследований разработка способов получения новых видов пищевых ингредиентов и их применения в модифицированных технологиях кондитерских изделий должна сопровождаться адаптацией процесса к существующему аппаратурно-технологическому оформлению и разработкой нового оборудования.

Особенность предложенных в работе способов и технологий заключается в возможности их реализации на функционально скомпонованном по стадиям процесса существующем оборудовании перерабатывающего комплекса АПК.

В Приложении 9 представлена аппаратурно-технологическая схема производства красителей из листовой массы амаранта.

Листовую массу амаранта засыпают в приемный бункер 1, откуда с помощью дозатора 2 подают в протирочную машину 3. Здесь листья

амаранта проходят через сито 0,3 мм и далее поступают в инфракрасную сушильную установку 4 для высушивания до содержания СВ 8-10%.

Высушенная листовая масса проходит магнитный сепаратор 5, затем измельчают в диспергаторе 6 и подают в реактор 7. Экстрагирование красящих веществ проводят водно-спиртовым раствором при постоянном перемешивании в течение 50 мин, при температуре реакционной массы 50 °С. Листовая масса амаранта подается в аппарат из расчета 5,0 кг листовой массы на 40 л водно-спиртового экстракта.

Экстракт амаранта насосом 8 направляют в сборник экстракта 9 для отстаивания, а оставшиеся выжимки обрабатывают спиртовым экстрагентом при тех же условиях.

Жидкие фракции экстрагентов направляют в сепаратор 10 для отделения осадка. Осадок после вторичной переработки отправляют на полигон отходов, а чистый экстракт амаранта, пройдя фильтр 18, поступает в расходные емкости кондитерского цеха или в сборные емкости для хранения и последующей транспортировки на предприятия кондитерской промышленности.

При этом наиболее рациональным является концентрирование экстракта, для чего он направляется в выпарную установку 11, где спирт отделяется от экстракта.

Пары спирта отсасываются вакуум-насосом 14. Спирт очищается на ректификационной колонне 15, далее пары конденсируются и в виде жидкости поступают в сборник 13, откуда спирт вновь расходуется на производство.

Готовый концентрат красителей разливают в стеклянную тару из темного стекла и направляют на хранение на склад.

В приложение 7 представлены машинно-аппаратурные схемы производства красителей, леденцовой карамели и зефира, демонстрирующие возможность реализации технологий кондитерских изделий разработанных

рецептурных составов с применением в качестве красителей экстрактов из амаранта.

3.16 Оценка уровня потребительских свойств пастильных изделий с натуральными пищевыми красителями из листовой массы амаранта с использованием методов классификации

Качественные продукты питания являются важнейшей составной частью образа жизни, помогают сохранить здоровье и реализовать резерв долголетия организма. Обсуждаемая проблема особенно актуальна для продуктов, популярных у определенных возрастных категорий, в том числе детских, к которым относятся и кондитерские изделия.

В свете обсуждаемых проблем в кондитерской технологии наметился тренд в сторону здоровых продуктов питания с точки зрения применения натуральных по происхождению красителей. Однако, как показали наши исследования, натуральные красители могут частично изменять органолептические свойства готовых изделий в сравнении с лучшими аналогами, при этом придавать им более высокую физиологическую ценность.

В связи с чем, в данном разделе исследований проведена дегустация образцов пастильных изделий, в максимальных объемах представленных на потребительском рынке, их классификация по уровням качества и установлена принадлежность зефира с красителями из листовой массы амаранта к одной из классификационных групп.

Для объективной оценки качества предложена усовершенствованная шкала органолептических показателей (табл. 33).

Таблица 33 – Шкала органолептической оценки показателей качества зефира

Показатель качества	Коэффициент весомости*	Численное значение уровней качества	Характеристика уровней качества	
			1	2
Вкус	5,0	5	Сладкий, с выраженным приятным привкусом вкусовых добавок и ингредиентов, со слабой кислинкой, без постороннего привкуса, гармоничный	4
		4	Сладкий, с привкусом вкусовых добавок и ингредиентов, со слабой кислинкой, без постороннего привкуса	3
		3	Сладкий, без постороннего привкуса	2
		2	Приторно сладкий, кислый, с чрезмерно выраженным привкусом вкусовых добавок и ингредиентов или с полным отсутствием привкуса заявленных ингредиентов	1
		1	Не свойственный данному наименованию изделий посторонний привкус	
Запах	3,0	5	Аромат свойственный заявленному наименованию изделия (например, ванильный, сливочный и т.д.), мягкий, гармоничный	
		4	Запах свойственный заявленному наименованию изделий, без постороннего	
		3	Запах свойственный зефирной массе, слабо выраженный	
		2	Резкий запах ароматизаторов или запах ароматических добавок отсутствует	
		1	Не свойственный данному наименованию изделий посторонний запах	
Цвет	4,0	5	Равномерный, однотонный, в пастельных тонах в соответствии с заявленным наименованием (например, бело-розовый и т.д.)	
		4	Равномерный, в соответствии с заявленным наименованием	
		3	Равномерный, сильно или слабо выраженный, без посторонних оттенков	
		2	Яркий или практически отсутствующий	
		1	Не свойственный заявленному наименованию изделий, неравномерный	
Структура	3,5	5	Равномерная, мелкопористая, легко разламывающаяся	
		4	Равномерная, встречаются более крупные поры, ломающаяся	
		3	Неоднородная, пористая, ломающаяся	
		2	Неравномерная, тянувшаяся или крошащаяся	
		1	Поры неравномерные, крупные или структура «забитая», тянувшаяся или крошащаяся	

Продолжение табл. 33

Показатель качества	Коэффициент весомости*	Численное значение уровней качества	Характеристика уровней качества
Форма	4,5	5	Свойственная отсадному изделию, «пышная», с четкими гранями, поверхность мягкая
		4	Свойственная отсадному изделию, с гранями, поверхность не твердая, не липкая
		3	Свойственная отсадному изделию, грани не четкие, поверхность слегка твердая, изделие слегка опавшей формы
		2	Грани практически отсутствуют, на поверхности капельки сиропа или поверхность с затвердеваниями
		1	Примятая, с грубыми затвердеваниями или липкая, влажная

*для комплексной оценки качества зефира принята 100-балловая шкала, которая при 5-ти уровневой оценке единичных показателей качества, предусматривает введение весовых коэффициентов, сумма которых приравнивается к 20.

Предложенная шкала позволяет получить итоговую оценку изделия, которая позволит проводить сравнительный анализ зефиров разных рецептур и производителей. Методика апробирована с целью градации зефира, реализуемого в торговой сети г. Воронежа, а также использована для определения принадлежности зефира с внесением в рецептуру красителей из амаранта к одной из групп.

При проведении дегустации в экспертную комиссию входили представители Торгово-Промышленной палаты Воронежской области, эксперты органов по сертификации, аккредитованные в области кондитерских изделий.

К дегустации были представлены 15 зашифрованных образцов зефира, отобранные в торговле.

Полученные значения единичных показателей качества были статистически обработаны, представлены в виде итоговой оценки – суммы баллов по всем показателям (табл.1). Показатели интерпретируются следующим образом: x_1 - вкус; x_2 - запах; x_3 - цвет; x_4 - структура; x_5 - форма.

Таблица 34 - Информация о качестве зефира в торговой сети г.Воронежа (по данным независимой экспертной оценки)

№ п/п	Образец	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	Итоговая оценка
1	3	24,0	13,0	19,0	17,5	22,0	95,5
2	1	24,0	14,0	20,0	15,5	21,5	95,0
3	4	23,0	13,5	20,0	17,0	21,0	94,5
4	5	23,0	13,5	18,0	16,0	21,5	92,0
5	8	23,5	14,0	19,0	16,5	19,0	92,0
6	10	22,5	13,0	18,0	17,0	21,5	92,0
7	11	23,0	13,0	18,5	16,5	21,0	92,0
8	7	22,5	13,0	18,0	16,5	21,0	91,0
9	2	23,0	12,5	18,0	16,0	20,5	90,0
10	14	22,5	12,5	16,0	15,0	19,0	85,0
11	9	23,0	12,0	16,0	14,5	18,5	84,0
12	12	22,0	12,5	15,5	14,5	18,0	82,5
13	13	22,0	12,5	14,0	14,5	18,5	81,5
14	15	22,0	12,0	15,0	14,0	17,5	80,5
15	6	22,0	12,5	14,0	13,5	16,0	78,0

Таблица 35 - Информация о качестве опытных проб зефира (по данным независимой экспертной оценки)

Номер образца	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	Итоговая оценка
1	23,0	13,0	14,0	17,0	21,5	88,5
2	22,5	13,0	13,5	19,0	20,5	88,5

Была поставлена задача определения ближайших аналогов опытных образцов с целью прогнозирования реакции потребителей на новые рецептуры зефира и разработки маркетинговых мероприятий (решений) для продвижения зефира с амарантом. Для решения этой задачи были исследованы методы кластеризации и выбран метод k-средних, в предположении, что потребитель интуитивно разделяет все представленные на рынке изделия на два класса: «хорошие» или «определенко куплю», и «плохие» или «не куплю».

Предложен следующий алгоритм решения задачи.

1. Нормирование оценок показателей по формуле $y_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$, (21)

2. Разбиение образцов, представленных в торговых сетях, на два класса: «хороших» и «плохих» методом к –средних (выполняется в программе Statistika). Цель – объективно разделить образцы на два максимально разных класса.

3. Повторная кластеризация после добавления образцы зефира с амарантом. Цель – определить, к какому из классов будут формально отнесены образцы.

4. Разбиение класса с образцами зефира с амарантом с целью определения ближайших соседей и выявления показателей, по которым образцы либо схожи, либо различаются, что позволит в дальнейшем разработать маркетинговые мероприятия по продвижению продукта.

Результаты решения задачи для 15 образцов, представленных в торговой сети и 2 опытных, с амарантом, приведены ниже.

1. Нормированные оценки представлены в табл. 3б, образцы под номерами 16 и 17 – зефир с амарантом.

Таблица 3б - Нормированные оценки качества зефира

№ п/п	Образец	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1	3	1,00	0,50	0,85	0,73	1,00
2	1	1,00	1,00	1,00	0,36	0,92
3	4	0,50	0,75	1,00	0,64	0,83
4	5	0,50	0,75	0,69	0,45	0,92
5	8	0,75	1,00	0,85	0,55	0,50
6	10	0,25	0,50	0,69	0,64	0,92
7	11	0,50	0,50	0,77	0,55	0,83
8	7	0,25	0,50	0,69	0,55	0,83
9	2	0,50	0,25	0,69	0,45	0,75
10	14	0,25	0,25	0,38	0,27	0,50
11	9	0,50	0,00	0,38	0,18	0,42
12	12	0,00	0,25	0,31	0,18	0,33
13	13	0,00	0,25	0,08	0,18	0,42
14	15	0,00	0,00	0,23	0,09	0,25
15	6	0,00	0,25	0,08	0,00	0,00
16	16	0,50	0,50	0,08	0,64	0,92
17	17	0,25	0,50	0,00	1,00	0,75

2. В результате кластеризации 15 образцов получены два класса, интерпретируемые как «хорошие» (девять образцов: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11)

и «плохие» (шесть образцов: 9, 12, 13, 14, 15, 16), координаты центров кластеров приведены в таблице (рис.48) из которой видно, что эти координаты существенно различны. Таблица и рисунок рассчитаны в программе Statistica, полностью результаты приведены в Приложении 10.

Variable	Cluster Means (Образцы зефира)	
	Cluster No. 1	Cluster No. 2
Вкус	0,12500	0,583333
Запах	0,166667	0,638889
Цвет	0,24359	0,803419
Структура	0,151515	0,545455
Форма	0,31944	0,833333

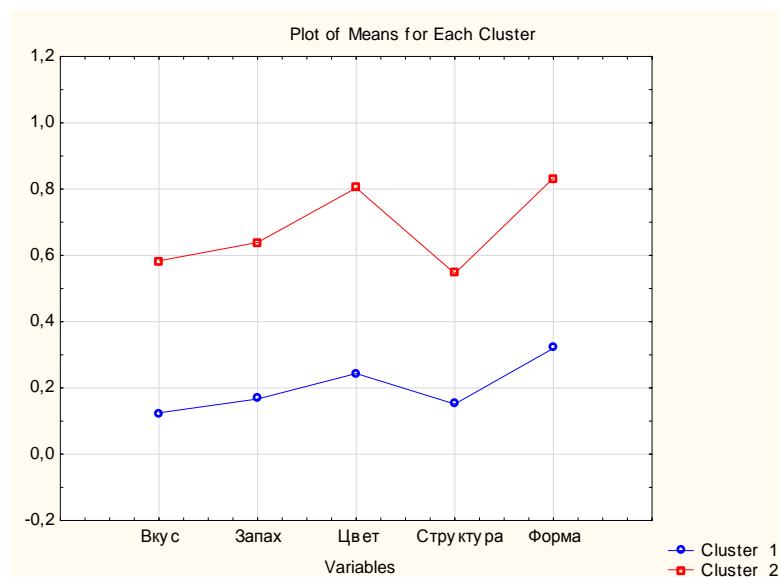


Рисунок 48 - Координаты центров кластеров

3. Повторная кластеризация 17 образцов, показала, что образцы зефира с амарантом попали в группу, интерпретируемую на 2 шаге алгоритма, как «хорошая», результаты представлены на рис.49, где Case No – номер по порядку в соответствии с табл. 36.

4. Для определения ближайших соседей образцов зефира с амарантом были пронормированы оценки группы «хороших» по формуле п.1.(табл. 38), т.е. в расчетных таблицах образцы с амарантом теперь имеют номера 10 и 11, номера остальных образцов соответствуют табл.36.

	Members of Cluster Number 1 (Образцы зефира and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 6 cases	
Case No.	Distance	
C_10	0,133978	
C_11	0,199330	
C_12	0,074552	
C_13	0,110198	
C_14	0,102042	
C_15	0,187269	
	Members of Cluster Number 2 (Образцы зефира and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 11 cases	
Case No.	Distance	
C_1	0,244068	
C_2	0,325285	
C_3	0,164341	
C_4	0,098109	
C_5	0,259901	
C_6	0,148082	
C_7	0,075420	
C_8	0,143839	
C_9	0,179869	
C_16	0,271546	
C_17	0,377488	

Рисунок 49 - Разбиение образцов и расстояние от центров кластеров

Кластеризация группы «хороших» показала, что показатель Форма не влияет на различие образцов внутри группы, рис.50, следовательно, при разбиении группы на два кластера с целью выявления ближайших соседей, этот показатель был исключен.

Таблица 38 - Нормированные оценки качества зефира, группа «хорошие»

№ п/п	Образец	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1	3	1,00	0,33	0,85	0,57	1,00
2	1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,83
3	4	0,33	0,67	1,00	0,43	0,67
4	5	0,33	0,67	0,69	0,14	0,83
5	8	0,67	1,00	0,85	0,29	0,00
6	10	0,00	0,33	0,69	0,43	0,83
7	11	0,33	0,33	0,77	0,29	0,67
8	7	0,00	0,33	0,69	0,29	0,67
9	2	0,33	0,00	0,69	0,14	0,50
10	16	0,33	0,33	0,08	0,43	0,83
11	17	0,00	0,33	0,00	1,00	0,50

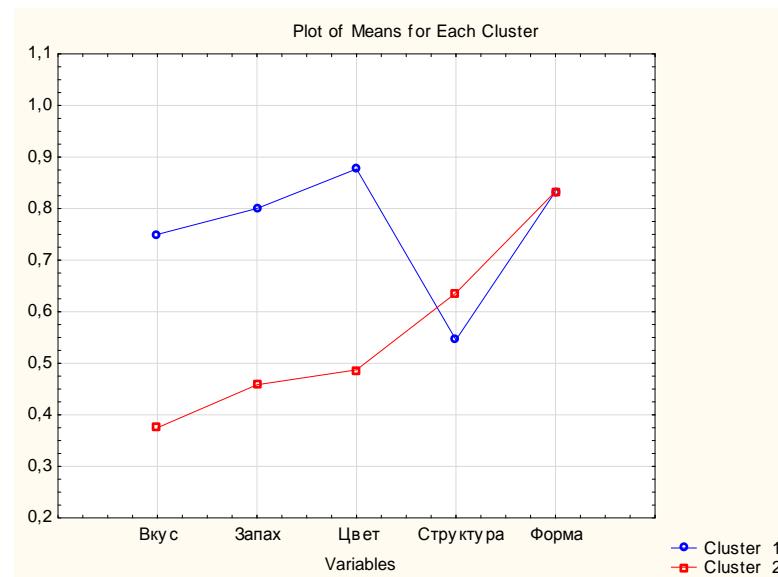


Рисунок 50 - Центры кластеров внутри группы «хорошие»

В результате повторного нормирования и кластеризации 11 образцов (группа «хорошие»), ближайшими соседями зефира с амарантом (в расчетных таблицах эти образцы под номерами 10 и 11) оказались образцы с номера 6 по 9, т.е. образец 2, 7, 10, 11 (рис 51). Полностью результаты в приложении 10.

Members of Cluster Number 1 (Анализ класса 11 с и Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 5 cases	
Case No.	Distance
C_1	0,297359
C_2	0,264104
C_3	0,194365
C_4	0,206183
C_5	0,134218

Members of Cluster Number 2 (Анализ класса 11 с и Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 6 cases	
Case No.	Distance
C_6	0,135039
C_7	0,180849
C_8	0,152766
C_9	0,239086
C_10	0,223145
C_11	0,385597

Рисунок 51 - Разбиение образцов группы «хороших» и расстояние от центров кластеров

К аналогам экспериментальных образцов зефира относится продукция, серийно вырабатываемая кондитерскими предприятиями: Пензенской кондитерской фабрикой, кондитерской фабрикой «Кронштадтская», кондитерским предприятием «Славконд», г.Тверь и Московским булочно-кондитерским предприятием «Коломенское», что позволяет предположить достаточно успешное продвижение разработанной продукции на потребительском рынке.

ВЫВОДЫ

1. Исследован региональный потребительский рынок кондитерских изделий. Установлена тенденция повышения доли натуральных красителей и приоритет красителей в красной и желто-оранжевой цветовой гамме. Определена невысокая степень удовлетворенности потребителей качеством кондитерских изделий - 56,3 %. Отмечено, что 60 % респондентов отдают предпочтение натуральным по происхождению красителям, несмотря на ухудшение внешнего вида продукции

2. Изучены закономерности процесса экстрагирования бетацианина и хлорофилла из листовой массы амаранта сорта Валентина. Установлены рациональны параметры способа получения экстрактов, как пищевых красителей: измельчение высушенных до влажности 10-12 % листьев амаранта сорта Валентина до размера частиц не более 0,3 мм; водная (водно-спиртовая) экстракция амарантина при гидромодуле 1:10, температуре 40 - 50 °C, продолжительности – 40-50 мин; спиртовая экстракция хлорофилла из осадка при гидромодуле 1:8, температуре 50 °C, продолжительности 60 мин .

3. Получены водный и водно-спиртовой экстракты листовой массы амаранта сорта Валентина, как пищевые красители в вишнево-красной цветовой гамме, спиртовой экстракт – как краситель в зеленой цветовой гамме. Установлена pH устойчивость водного и водно-спиртового экстракта амаранта в интервале 1,8-12,0, спиртового экстракта – 4,0-12,0.

4. Доказана стабильность свойств водно-спиртового и спиртового экстрактов листовой массы амаранта в течение 2-3 недель при температуре 4±2 °C в затемненных условиях.

5. Изучены закономерности изменения потребительских свойств пастильной и карамельной масс при внесении экстрактов амаранта как пищевых красителей. Разработаны рецептуры многоцветных кондитерских изделий. Методами математического планирования и оптимизации установлены оптимальные дозировки красителей для зефира – 2,9 г/100 г

зефира, 2,0 г/100 г зефира соответственно в розовой и зеленой цветовой гамме, для карамели - 4,1 г/100 г и 4,3 г/100 г карамели

5. Изучены закономерности изменения потребительских свойств пастильных изделий в процессе хранения. Установлена полная сохранность свойств зефира со спиртовым экстрактом амаранта в течение 4 недель, потеря цвета зефира с водно-спиртовым экстрактом в течение 1 месяца на 50 %. Установлено, что основным фактором, влияющим на снижение цвета зефира с натуральным красителем из амаранта, является световое воздействие. Показана необходимость хранения кондитерских изделий с водно-спиртовым экстрактом из амаранта в затемненных условиях.

6. Установлены антиоксидантные свойства экстрактов и амаранта и кондитерских изделий с использованием экстрактов в качестве красителей. Определено, что бетацианины обладают большей антиоксидантной активностью по сравнению с хлорофиллом.

7. Изучены микробиологические характеристики, как основные показатели безопасности экстрактов из амаранта и кондитерских изделий с экстрактами, как красителями. Установлено, что кондитерские изделия по показателю общей обсемененности не превышали допустимых уровней, установленных ТР ТС 021/2011. Микрофлора экстрактов из листовой массы амаранта представлена неспорообразующими палочковидными бактериями и микрококками.

8. Произведена оценка уровня потребительских свойств пастильных изделий с натуральными пищевыми красителями из листовой массы амаранта с использованием методов классификации. Установлено, что к аналогам экспериментальных образцов зефира относится продукция, серийно вырабатываемая кондитерскими предприятиями: Пензенской кондитерской фабрикой, кондитерской фабрикой «Кронштадтская», кондитерским предприятием «Славконд», г.Тверь и Московским булочно-кондитерским предприятием «Коломенское», что позволяет предположить достаточно

успешное продвижение разработанной продукции на потребительском рынке.

9. Разработанные способы получения пищевых красителей и кондитерских изделий апробированы в опытно-промышленных условиях. На рецептурные составы утверждены технические документы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А. с. 1040771 СССР, С 09 В 61\00. Способ получения красного пищевого красителя из ягод черной туты или бузины [Текст] / В.Г. Боровский, Л.Н. Грабов, Л.И. Мироненко (Украина). - №3378380\13; Заявлено 05.01.82; Опубл. 15.10.93, Бюл. №37-38.
2. А. с. 660993 СССР, С 09 В 61//00. Способ получения пищевого красителя [Текст] / Н. П. Тихонова, Н. М. Трофименко, Д. М. Высочанский, Г.М. Романенко, О. Н. Митин, П. И. Таракса (Молд. ССР). - № 1499884; Заявлено 16.12.70; Опубл. 10.05.79.
3. Амандин Де Санти., Что скрывается за термином «натуральный» [Текст] / Де Санти Амандин//Кондитерское и хлебопекарное производство, 2013. - №11-12/2013.
4. Болотов, В. М. Антиоксиданты пищевых продуктов [Текст] / В. М. Болотов, П. В. Саввин // IX Международный форум «Пищевые ингредиенты XXI века – 2008» : Сборник докладов. – М.: ВВЦ «Крокус-Экспо», 2008. – С. 8-16
5. Булдаков А. С. Пищевые добавки. Справочник. 2-е изд. перераб. и доп. - М.: ДеЛи принт, 2003.- 436 с.
6. Болотов В.М. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение / В.М. Болтов, А.П Нечаев., Л.А.Сарафанова –СПб.: ГИОРД, 2008- 240 с.
7. Блинов Л.Ю. Система исследования потребителей как основа для формирования успешного продукта / Л. Ю. Блинов, И. С. Орлова // Маркетинг и маркетинговые исследования. - 2011. - №5(95) . - С. 384-390.
8. Батурина Н.А. Потребительские свойства кондитерских изделий с плодами черной бузины[Текст]// Н.А.Батурина//Материалы первого международного конгресса «Экологическая, продовольственная и

медицинская безопасность». Ч.1. – М.:ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В.Плеханова», 2011. – С.115-116

9. Бакулина О.Н. Ингредиенты для индустрии здорового питания [Текст]/О.Н.Бакулина, Т.Н.Некрасова// Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 2007. - №1. – С.32

10. Болотов В.М. Особенности технологии совместного извлечения каротиноидных и антоциановых пигментов [Текст]/ В.М.Болотов, Е.С.Шичкина, П.Н.Саввин, В.В.Хрипушин// Вестник ВГУИТ. = 2012. - №2. – С.110-112

11. Винницкая В.Ф. Производственно-биохимическая оценка плодов и листьев облепихи для производства функциональных продуктов питания/ В.Ф. Винницкая, Д.М. Брыксин, А.Ю. Коршунов//Вестник Мичуринского Государственного аграрного университета. – 2012. - № 1-1. - С. 234-236.

12. Гинс М.С.Биологически активные вещества амаранта [Текст] / М.С. Гинс. - М.: 2002. - 152 с.

13. Гинс М.С., Пивоваров В.Ф., Гинс В.К., Кононков П.Ф., Дерканосова Н.М. Научное обеспечение инновационных технологий при создании функциональных продуктов на основе овощных культур / М.С. Гинс, В.Ф.Пивоваров, В.К. Гинс, П.Ф. Кононков, Н.М. Дерканосова // Овощи России. -2014.-№1(22).-С.4-9

14. Грачев Ю. П. Математические методы планирования экспериментов. - М.: Пищ. пром-сть, 1979. - 199 с.

15. Голубев В.Н., Чичева-Филатова Л.В., Шленская Т.В. Пищевые и биологические активные добавки: учеб. для студ. высших учебных заведений.-М: Академия, 2003.- 208 с.

16. Гигиенические требования по применению пищевых добавок: Санитарно-эпидемиологические права и нормативы. СанПиН 2.3.2.1293-03.- М.:Минздрав России,2003

17. Гинс, М.С. Методика анализа суммарного содержания антиоксидантов в листовых и листостебельных овощных культурах [Текст]:

учебно-методическое пособие / М.С. Гинс, В.К. Гинс, А.А. Байков, П.Ф. Кононков, Е.В. Романова. – М.: РУДН, 2013. – 40с.

18. Горбунова Е.В. Обоснование основных элементов технологии комплексной переработки сырья фенхеля обыкновенного (*Foeniculum vulgare* Mill) [Текст]// Автореф.дисс....канд. с./х.наук, 05.18.01. – Мичуринск, 2015 . – 23 с.

19. Дайнека, Л.А. Антоцианы плодов растений: опыт экстракции и сушки [Текст] / Л.А. Дайнека, В.Н. Сорокопудов, А.А. Сиротин, Е.И. Шапошник, А.В. Горовков // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. - №4. – С. 28-31

20. Дерканосова, Н.М. Моделирование и оптимизация технологических процессов пищевых производств [Текст] /Н.М. Дерканосова, А.А.Журавлев, И.А.Сорокина. – Воронеж: ВГТА, 2011. – 196 с.

21. Дерканосова, Н.М. Перспективы применения амаранта как пищевого красителя кондитерских изделий [Текст] /Н.М. Дерканосова, М.С.Гинс, В.К.Гинс, О.А.Лупанова// Товаровед продовольственных товаров. – 2013. - №11. – С. 11-15

22. Дерканосова, Н.М. Конкурентные преимущества натуральных и синтетических красителей кондитерских изделий [Текст]/ Н.М. Дерканосова, О.А. Василенко, О.А. Лупанова, А.А.Доронина // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции – 2013. - №1. – С. 107-113

23. Елисеева И.И. Общая теория статистики/И.И.Елисеева, М.М.Юзбашев. – М.:Финансы и сатистика, 2005. – 656 с.

24. Жаркова И.М., Мирошниченко Л.А. Амарантовая мука - эффективное средство для производства здоровых продуктов питания // Хлебопродукты. - 2012. - № 12. - С. 54-55.

25. Жаркова И.М., Мирошниченко Л. А., Звягин А. А., Бавыкина, И. А. Амарантовая мука: характеристика, сравнительный анализ, возможности применения [Текст] / И.М. Жаркова, Л. А. Мирошниченко, А. А. Звягин, И. А. Бавыкина// Вопросы питания. - 2014. - Том 83, N 1. - С. 67-73.

26. Иванушко Л. С., Круглова Г.И., Морозова И. И., Серик А. П., Якубович Е. И. Рецептуры на мармелад, пастилу и зефир. - М.: Пищ. пром-ть, 1974. - 208 с.
27. Куевда, О.В. Натуральные красители [Текст] / О.В. Куевда // Кондитерское производство. – 2005, №5. – С.30-31
28. Кононков П.Ф, Гинс В.К, Пивоваров В.Ф, Гинс М.С, Бунин М.С, Мешков А.В, Терехова В.И. Овощи как продукт функционального питания [Текст] / П.Ф. Кононков, В.К. Гинс, В.Ф. Пивоваров, М.С. Гинс, М.С. Бунин, А.В. Мешков, В.И. Терехова. - М.: 2008. - 119 с.
29. Кравченко, С.Н. Антиокислительная активность концентрированных соков из плодово-ягодного сырья / С. Н. Кравченко, А. М. Попов, С. С. Павлов [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.vseoede.net/news/index.php?id=1603>
30. Кононков П.Ф., Сергеева В.А. Амарант – ценная овощная и кормовая культура многопланового использования / П.Ф.Кононков, В.А.Сергеева // Аграрный вестник Урала. -2011. - № 4 (84).-С.63-64.
31. Кацерикова, Н. В. Создание продуктов питания для лиц пожилого возраста [Текст] / Н. В. Кацерикова, Р. С. Казаков // пищевая промышленность. – 2007. - №12. – С. 58-59
32. Красникова, Е.В. Совершенствование технологии получения пищевого красителя из ягод аронии [Текст] / Е.В. Красникова, В.И. Филиппов, М.И. Кременевская // Пищ. ингредиенты: сырье и добавки. – 2002. - №1. – С.24-26.
33. Климонтова, Г.А. Использование плодов черноплодной рябины для получения пищевого красителя [Текст] // Учен. Зап. Института СХ и ПР Нов. ГУ. – 2005, Т. 13, В.2. – С. 17-18
34. Коллинс П. Пищевые окрашивающиеся продукты – наиболее эффективная альтернатива искусственным красителям [Текст] / П. Коллинс, О. Пшемислав.: М.:Издательство «Пищевая промышленность», 2013. – 22-23 с.

35. Клименко И.В., Бахтюрина А.В., Журавлева Т.С., Мисин В.М. Исследование стабильности галловой кислоты // Тезисы докладов VIII Международной конференции «Биоантиоксидант». М: 2010. – С. 43-44.
36. Корейская И.М., Фурса Н.С., Мирошниченко Л.А. Состав жирных кислот масла семян амаранта печального // Фармация. - 2011. - № 8. - С. 16-18.
37. Курбанбаева Д.Ф., Шматко А.Д. Развитие инфраструктурного обеспечения инновационной активности // Вестник экономической интеграции. - 2012. - № 3. - С. 65-71.
38. Корячкина С. Использование сиропа цветков клевера лугового в производстве пшеничного хлеба [Текст]/С.Корячкина, Е.Кузнецова, А.Ковалева// Хлебопродукты. – 2011. - №5. – С.44-45
39. Луцкая, Б. П. Получение красителей из растительного сырья [Текст] / Б. П. луцкая, Н.И. Славуцкая. – М.: Центр. НИИ информ. и техн.- эконом. иссл-ий пищ. пром-ти, 1977. – 32 с.
40. Левданский, В. А. Получение антоциановых красителей из луба коры березы [Текст] / В. А. Левданский, Б. Н. Кузнецов // Химия растительного сырья. – 2004. - №3. – С.25-28
41. Лукашева Ю.Н., Румянцева Г.Н. Сравнительная характеристика сырья для получения натуральных пищевых красителей / Ю.Н. Лукашева, Г.Н. Румянцева // Сборник материалов IX международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты». -2011.-С.233-235
42. Лурье И.С. Технохимический контроль сырья в кондитерском производстве/ И.С.Лурье, А.И.Шаров. – М.:Колос,2001. – 352 с.
43. Лазарева Т.Ю. Повышение антиоксидантной активности бисквитных полуфабрикатов [добавление сахарного сиропа из травы клевера лугового] [Текст]/Т.Ю.Лазарева, Т.В.Матвеева, С.Я.Корчакина//Хлебопродукты. – 2011. - №8. – С.38-29

44. Лейберова Н.В. Разработка рецептур и оценка качества безглютеновых мучных кондитерских изделий [Текст]// Автореф.дисс. канд.техн.наук, 05.18.15. – Кемерово, 2012. – 20 с.
45. Мингазова Д.Н. Оценка качества услуг с позиций удовлетворенности потребителей // Вестник Брянского государственного технического университета. -2010. -№ 3(27).-С.124-132
46. Макарова, Л.Б. Пищевые натуральные, микробиальные и синтетические красители: свойства, получение, применение [Текст] / Л.Б. Макарова //учебно-методическое пособие –М.:МГУПБ, 2003. – С.10-15.
47. Мисин В.М., Храпова Н.Г., Завьялов А.Ю., Бурлакова Е.Б. Стандарт ИБХФ РАН на термины и определения в области «антиоксиданты» // Все материалы. Энциклопедический справочник. – М.: 2013. – С. 8-16.
48. Магомедов Г.О. Новое в технике и технологии зефира функционального назначения [Текст]/Г.О.Магомедов, Л.А.Лобосова, А.Я.Олейникова//Воронеж: ВГТА, 2008. – 156 с.
49. Матвеева Т.В. Мучные кондитерские изделия функционального назначения: научные основы, технологии, рецептуры [Текст]/Т.В.Матвеева, С.Я.Корячкина/ - Орел: ФГОУ ВПО “Госуниверситет- УНПК», 2011. – 342 с.
50. Нечаев, А. П. Пищевые добавки [Текст] / А.П. Нечаев, А.А.Кочеткова, А.Н.Зайцев. – М.: Издат. Колос, 2001. – 256 с.
51. Николаева М.А. Здоровое питание, как основа здоровья нации [Текст]// М.А. Николаева//Материалы первого международного конгресса «Экологическая, продовольственная и медицинская безопасность». Ч.1. – М.:ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В.Плеханова», 2011. – С.70-71
52. Олейникова А.Я. Технологические расчеты при производстве кондитерских изделий: учебное пособие / А.Я.Олейникова, Г.О.Магомедов, И.В.Плотникова.- СПб.: Издательство РАПП.- 240 с.
53. Орлин Н.А. Пищевые красители из лепестков календулы [Текст] / Н.А. Орлин // Успехи современного естествознания. – 2010. - №6. – С.93-94.

54. Обогащенные пищевые продукты: разработка технологий обеспечения потребительских свойств: коллективная монография [Текст]/И.И.Андропова, Е.С.Артемов, Н.А.Галочкина и др. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 215 с.

55. Петренко Н. Н., Криштафорович В. И., Кушнир Д. Д. Маркетинговая оценка рынка и покупательских предпочтений мучных кондитерских изделий / Н. Н. Петренко, В. И. Криштафорович, Д. Д. Кушнир // Товаровед продовольственных товаров. - 2012. - № 12.

56. Пащенко Л.П., Пащенко В.Л. Вторичное растительное сырье – биологически активная составляющая для создания продуктов питания нового поколения / Л.П. Пащенко, В.Л. Пащенко // Вестник ВГУИТ. - 2012.- №1.-С.100-106

57. Пат. 2102417 Россия, МКИ {6} C 09 B 61/00. Способ производства красного пищевого красителя [Текст] / Касьянов Г. И., Авагимов В. Б., Квасенков О. О.; Куб. гос. технол. ун-т. - № 96104930/13; заявл. 20. 3. 96; Опубл. 20. 1. 98, Бюл. №2.

58. Пат. 2001074 РФ, С 09 B 61/00. Способ получения красного пищевого красителя из растительного сырья [Текст] / Квасенков О. И., Сапожникова Е.Н. (Россия). - № 5039165/13; заявлено 21.04.92; Опубл. 15.10.93, Бюл. №37-38.

59. Пат. 2220172 РФ, С 09 B 61/00. Способ получения антоцианового красителя из цветочного сырья [Текст] / Один А.П., Хайрутдинова А.Д., Болотов В.М. (Россия). - № 2002119475/13; заявлено 17.07.2002; Опубл. 27.12.2003.

60. Пат. 2538400 РФ, А 21 D 13/08. Способ производства безглютенового мучного кондитерского изделия [Текст] / Жаркова И.М., Хромых М.В. (Россия). - № 2012151180/13; заявлено 29.11.2012; Опубл. 10.01.2015, Бюл. № 1.

61. Рыжова, Н.В. Новые натуральные пищевые красители [Текст] / Н.В. Рыжова, З.Г. Скобельская, Т.С. Вайншенкер, Л. А. Иванова // Кондитерское производство. – 2006. - №4. – С.25-26
62. Ружило Н.С., Юферова А.А. Изучение свойств зеленой массы местных сортов амаранта и установление сроков ее хранения для пищевого использования / Н.С.Ружило, А.А.Юферова // Сборник научных трудов III Международного форума «Иновационные технологии обеспечения безопасности и качества продуктов питания. Проблемы и перспективы», V Международной научно-технической конференции «Безопасность и качество продуктов питания. Наука и образование». -2014.-II часть-С.158-160
63. Родина Т.Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров : учебник / Т.Г. Родина. – Москва: АСАДВМА, 2004. - 124 с.
64. Рузинов Л. Т. Статистические методы оптимизации химико-технологических процессов. -М.: Химия, 1979. – 199 с.
65. Разуваев Н. И. Комплексная переработка вторичных продуктов виноделия [Текст] / Н. И. Разуваев // Сборник технологических инструкций, правил и нормативных материалов по винодельческой промышленности. - М.: 1975. 8-е изд.
66. Савин, П.Н. Получение, свойства и применение антоциановых красителей в производстве сахарных кондитерских изделий [Текст] // Автореф.дисс....канд.техн.наук, 05.18.01. - Воронеж, 2009. – 23 с.
67. Суржанская И. Ю., Криштафович В. И., Маракова А. В. Анализ рынка мяса и потребительских предпочтений продукции из баранины / И. Ю. Суржанская, В. И. Криштафович, А. В. Маракова // Товаровед продовольственных товаров. - 2011. - № 6. - С. 4 – 36
68. Сидоренко С.В., Тарасова Н.А. Мониторинг как инструмент оценки качества услуг. Технология расчета коэффициента удовлетворенности потребителя с целью корректировки аспектов деятельности учреждений культуры//Справочник руководителя учреждения культуры. – 2007. – № 10.- С.1-12

69. Супонина, Т. А. Получение порошкообразного пищевого красителя из выжимок ягод черной смородины / Т. А. Супонина, С. В. Кочнева, А.М. Касымакунова. – Изв. ВУЗов. Пищ. Технология. – 1999. - № 2-3. – С. 47-48.
70. Синявская, А.Ю. На кондитерском фронте без перемен [Текст] / А.Ю.Синявская // Кондитерское производство.- 2005. - №2.- С. 25-27
71. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки:Энциклопедия.-2-е изд.,испр. и доп.-СПб.:ГИОРД, 2004-808с.
72. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок.Технические рекомендации.-6-е изд.,испр. и доп.-СПб.:ГИОРД,2005,-200с.
73. Супонина, Т. А. Получение порошкообразного пищевого красителя из выжимок ягод черной смородины / Т. А. Супонина, С. В. Кочнева, А.М. Касымакунова. – Изв. ВУЗов. Пищ. Технология. 1999. - №2-3. – С. 47-48.
74. Судьина Е. Г.Использование растительного сырья для получения пищевых красителей [Текст] / Е. Г. Судьина, Г. И. Лозовая // Пищевая промышленность. – 1978 - №4. – С. 31-34.
75. Савин П.Н. Исследование натуральных каротиноидно-антоциановых красителей [Текст]/ П.Н.Савин, Е.В.Комарова, В.М.Болотов, Е.С.Шичкина// Химия растительного сырья. – 2011. - №4. – С.135-138
76. Сидоренко М.Ю. Проектирование потребительских свойств карамели [Текст]/ М.Ю.Сидоренко// Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. - №1. – С.25-29
77. Сидоренко М.Ю. Научное обоснование проектирования и потребительских характеристик продуктов персонализированного питания [Текст]// Автореф. дисс. ...доктора техн. наук, 05.18.15. – Москва, 2013. – 50 с.
78. Харламова, О.А. Натуральные пищевые красители [Текст] /О.А. Харламова, Б.В. Кафка. – М.: Наука, 1989. – 191 с.
79. Харламова О.А., Кафка Б.В. Натуральные пищевые красители [Текст] / О.А.Харламова, Б.В.Кафка – М: Пищевая промышленность, 1979.- 190 с.

80. Цыганова, Т.Б. Пищевые красители для кондитерских изделий [Текст] / Т.Б.Цыганова, Л.С. Кузнецова, М. Ю. Сиданова. – СПб.: ГИОРД, 2002. – 120 с.
81. Шмалько Н.А., Росляков Ю.Ф. Амарант в пищевой промышленности. - Краснодар: Просвещение-Юг, 2011. - 489 с.
82. Шматко А.Д. Использование методов управления качеством для обеспечения конкурентоспособности инновационных предприятий // Вестник экономической интеграции. – 2009. - Т. 1. - С. 143.
83. Шичкина Е.С. Получение натурального смесевого красителя при производстве функциональных напитков[Текст]/Е.С.Шичкина, А.Е.Чусова, В.М.Болотов, Е.В.Комарова// Пиво и напитки. – 2011. - №6. – С.22-24
84. Шичкина Е.С. Получение, изучение и применение натуральных каротиноидно-антоциановых красителей [Текст]// Автореф.дисс....канд.техн.наук. 05.18.01. – Воронеж, 2013. – 20 с.
85. Яшин Я.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека/ Я.И.Яшин, В.Ю.Рыжнев, А.Я.Яшин, Н.И.Черноусов. – М.:Издательство Транс-Лит, 2009. – 212 с.
86. Amao, M. B. Inhibition by L-ascorbic acid and other antioxidants of the 2,2 – azinobis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) oxidation catalyzed by peroxidaase: a new approach for determining total antioxidants status of foods [Text] / M. B. Amao, A. Cano, J. Hernandez-Ruiz, F. Garcia-Canovas, M. Acosta // Analytical Biochemistry. – 1996, V. 236. – P. 255-261
87. Blois, M. S. Antioxidant determination by the use of a stable free radical [Text] / M. S. Blois // Nature. – 1958, V. 26. – P. 1198-1200
88. Blois, M. S. Antioxidant determination by the use of a stable free radical [Text] / M. S. Blois // Nature. – 1958, V. 26. – P. 1198-1200
89. Benzie, I. F. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of « antioxidant power»: the FRAP assay [Text] / I. F. Benzie, J. J. Strain // Analytical Biochemistry. – 1996, V. 239. –P. 70-76

90. Chung, S. K. Hydroxy radical scavengers from white mustard (*Sinapis alba*) [Text] / S. K. Chung, T. Osawa // Food Science and Biotechnology. – 1998, V. 7, №4. – P. 209-213
91. Cao, G. automated-Assay of Oxygen Radical Absorbency Capacity with the Cobas Fara-li [Text] / G. Cao, C. P. Verdon, A. H. B. Wu, H. Wang, R. L. Prior // Clinical Chemistry. 1995, V. 41. – P. 1738-1744
92. Cao, G. Procyanidins, anthocyanins and antioxidant capacity in wines [Text] / G. Cao, C. Sanchez-Moreno, R. L. Prior // Faseb Journal. - 2000, V. 14. – P. 564-564
93. Cao, G.H. Hyperoxia-induced changes in antioxidant capacity and the effect of dietary antioxidants [Text] / G. H. Cao, B. Shukitt-Hale, P. C. Bickford, J. A. Joseph, J. McEwen, R. L. Prior // Journal of Applied Physiology. - 1999, V. 86. – P. 1817-1822
94. Cosio M.S., Buratti S., Mannino S., Benedetti S. Use of an electrochemical method to evaluate the antioxidant activity of herb extracts from the Labiatae family // Food Chemistry. - 2006. - 97: 725-731.
95. Devanboyina, U. Sensitive detection of 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine in DNA by 32P-postabeling assay and the basal levels in rat tissues [Text] / U. Devanboyina, R. C. Gupta // Carcinogenesis. – 199, V. 17. – P. 917-924.
96. Downham, A. Colouring our foods in the last and next millennium [Text] / A. Downham, P. Collins // International Journal of Food Science and Technology. – 2000. – 22 c.
97. Georgetti, S. R. Evaluation of the antioxidant activity of different flavonoids by the chemiluminescence method [Text] / S. R. Georgetti, R. Casagrande, V. M. Di Mambro, A. Azzolini, M. J. Forseka // AAPS Pharm Sci. - 2003, V. 5 (2). – P. 76-78
98. Ghiselli A., Serafini M., Natella F., Scaccini C. Total antioxidant capacity as a tool to assess redox status: critical view and experimental data // Free Radic Biol Med. - 2000 . - 29(11): 1106-1114.

99. <http://msd.com.ua/naturalnye-pishhevye-krasiteli/okrashivanie-karameli-spirtovym-ekstraktom-iz-lavandy/>
100. <http://msd.com.ua/naturalnye-pishhevye-krasiteli/krasitelya/>
101. <http://tweetbot.ru/pishevaya-biotehnologiya/168-naturalnye-pishevye-krasiteli-chast-2.html>
102. <http://www.foodmarket.spb.ru/current.php?article=1969>
103. <http://msd.com.ua/naturalnye-pishhevye-krasiteli/krasitelya>
104. <http://tweetbot.ru/pishevaya-biotehnologiya/166-naturalnye-pishevye-krasiteli-chast-1.html>
105. <http://tweetbot.ru/pishevaya-biotehnologiya/169-naturalnye-pishevye-krasiteli-chast-3.html>
106. <http://tweetbot.ru/pishevaya-biotehnologiya/249-razrabetka-novyh-vidov-konditerskih-izdeliy-chast-5.html>
107. <http://msd.com.ua/naturalnye-pishhevye-krasiteli/karamel/>
108. <http://msd.com.ua/naturalnye-pishhevye-krasiteli/krasitelem-iz-vyzhimok-temnyx-sortov-vinograda>
109. <http://msd.com.ua/naturalnye-pishhevye-krasiteli/okrashivanie-konditerskix-izdelij-krasitelem-iz-semyan-orleanovogo-dereva/>
110. Hayes, A. W. Principles and Methods of Toxicology [Text] / A. W. Hayes. – Raven Press, 1994. - 156
111. <http://msd.com.ua/naturalnye-pishhevye-krasiteli/sposob-polucheniya-krasitelya-iz-semyan-orleanovogo-dereva/>
112. <http://tweetbot.ru/pishevaya-biotehnologiya/168-naturalnye-pishevye-krasiteli-chast-2.html>
113. <http://msd.com.ua/naturalnye-pishhevye-krasiteli/karamel/>
114. <http://msd.com.ua/naturalnye-pishhevye-krasiteli/sposob-polucheniya-krasitelya-iz-lepestkov-kalenduly/>
115. <http://tweetbot.ru/pishevaya-biotehnologiya/169-naturalnye-pishevye-krasiteli-chast-3.html>

116. <http://tweetbot.ru/pishevaya-biotehnologiya/170-naturalnye-pishevye-krasiteli-chast-4.html>
117. <http://tweetbot.ru/pishevaya-biotehnologiya/171-naturalnye-pishevye-krasiteli-chast-5.html>
118. <http://novainfo.ru/archive/33/analiz-rynka-konditerskikh-izdeliy>
119. Kampa, M. A. new automated method for the determination of the Total Antioxidant Capacity (TAC) of human plasma, based on the crocin bleaching assay [Text] / M. Kampa, A. Nistikaki, V. Tsaousis, N. Maliaraki, G. Notas, E. Castanas // BMC clinical Pathology. 2002, V. 2. – P. 736-741
120. Korotkova, E. I. Study of antioxidant properties by voltammetry [Text] / E. I. Korotkova, Y. A. Karbainov, A. V. Shevchuk // Journal of Electroanalytical Chemistry. - 2002, V. 518, №1. – P. 56-60
121. Nakagawa, K. Differential Effects of Flavonoid Quercetin on Oxidative Damages Induced by Hydrophilic and Lipophilic Radical Generators in Hepatic Lysosomal Fractions of Mice [Text] / K. Nakagawa, M. Kawagoe, M. Yoshimura, H. Arata, T. Minamikawa, M. Nakamura, A. Matsumoto // Journal of Health Science. – 2000, V. 46, №6, - P. 509-512
122. Penke, B., Terecz R., Kovach K. New acid hydrolyses method for determining tryptophan in peptides and proteins//Analytical Biochemistry. – 1974. – 60 . – 45-50.
123. Psotova, J. Determination of total antioxidant capacity in plasma by cyclic voltammetry. Two case reports [Text] / J. Psotova, J.Zahalkova, J. Hrbac, V. Simanek, J. Bartek // Biomedical Papers. - 2001, V. 145, №2. – P.81-83
124. Shacter, E. Quantification and significance of protein oxidation in biological samples Drug [Text] / E. Shacter // Metabolism Reviews. – 2000, V. 32, №3-4. – P. 307-326.
125. Stephanson, C. J. Antioxidant capability and efficacy of Mega-H silica hydride, an antioxidant dietary supplement, by in vitro cellular analysis using photosensitization and fluorescence detection [Text] / C. J. Stephanson, A. M. Stephanson, G. P. Flanagan // Journal of Medicinal Food. – 2002, №5. – P. 9-16

126. Tubaro, F. Analysis of plasma antioxidant capacity by competition kinetics [Text] / F. Tubaro, A. Ghiselli, P. Rapuzzi, M. Maiorino, F. Ursini // Free Radicals in Biology and Medicine. – 1998, V. 24. – P. 1228-1234
127. Wayner, D. D. Quantitative measurement of the total, peroxy radical-trapping antioxidant capability of human blood plasma by controlled peroxidation. The important contribution made by plasma proteins [Text] / D. D. Wayner, G. W. Burton, K. U. Ingold, S. Locke // FEBS Letters. – 1985, V. 187. – P. 33-37
128. Yashin A.Y. A flow-injection system with amperometric detection for selective determination of antioxidants in foodstuffs and drinks // Russian Journal of General Chemistry. - 2008. - 78: 2566-2571.
129. Yang, B. Estimation of the antioxidant activities of flavonoids from their oxidation potentials [Text] / B. Yang, A. Kotani, K. Arai, F. Kusu // Analytical Sciences (Japan). – 2001, V. 17. – P. 599-604
130. Yang, X. F. Fe(II)-EDTA Chelate-Induced Aromatic Hydroxylation of Terephthalate as a New Method for the Evaluation of Hydroxy I Radical-Scavenging Ability [Text] / X. F. Yang, X. Q. Guo // The Analyst. – 2001, №126. – P. 928-932

Анкета удовлетворенности потребителей кондитерских изделий

1. Покупаете ли Вы кондитерские изделия?
 - А) Да
 - Б) Нет
2. Для кого Вы приобретаете кондитерские изделия?
 - А) Для себя
 - Б) Для детей
 - В) Для внуков
 - Г) Другое
3. Как часто Вы покупаете кондитерские изделия?
 - А) 1 раз в неделю
 - Б) 1 раз в месяц
 - В) По случаю
4. В какой упаковке Вы обычно выбираете кондитерские изделия?
 - А) Картонной
 - Б) Полиэтиленовой, целлофановой, полимерной и т.п.
 - В) Комбинированной
5. Какую продукцию из кондитерских изделий Вы покупаете чаще всего?
 - А) Печенье
 - Б) Карамель
 - В) Шоколад
 - Г) Жевательная резинка
 - Д) Вафли
 - Е) Зефир, пастила
 - Ж) Пряники
 - З) Торты и пирожные
 - И) Мармелад
 - К) Восточные сладости
 - Л) Халва
 - М) Конфеты
 - Н) Другое
6. Что для Вас наиболее важно в карамели? Пронумеруйте по значимости от 8 до 1 баллов. 8-высший балл, 1-низший.
 - А) Узнаваемость торговой марки
 - Б) Вкус и запах
 - В) Свежесть
 - Г) Упаковка
 - Д) Срок годности/срок хранения
 - Е) Цена
 - Ж) Внешний вид (форма, цвет)
 - З) Состав
7. Приобретая карамель, Вы просматриваете состав?
 - А) Всегда
 - Б) Иногда

- Б) В редких случаях
8. Как Вы относитесь к содержанию пищевых добавок (красителей, ароматизаторов, стабилизаторов и т.п.) в составе карамели?
- А) Не придаю этому значение
Б) Отрицательно
В) Положительно
9. Как Вы относитесь к содержанию натуральных красителей в составе карамели?
- А) Не придаю этому значение
Б) Отрицательно
В) Положительно
10. Вас устраивает качество карамели, представленной в торговых предприятиях (супермаркетах, магазинах, гипермаркетах, киосках и др.) г. Воронежа?
- А) Устраивает
Б) Не устраивает
В) Не всегда устраивает
11. Где Вы обычно покупаете карамель?
- А) Супермаркет/гипермаркет
Б) Павильон, киоск
В) Специализированный магазин кондитерских изделий
Д) Другое
12. Считаете ли Вы, что карамель полезна для здоровья?
- А) Да
Б) Нет
В) Затрудняюсь ответить
13. Ассортимент какой группы карамели Вы хотели бы расширить?
- А) Для детского питания
Б) Постная
В) Для диабетиков
Г) Обогащенная витаминами и минеральными веществами
Д) Другая, лечебного и профилактического действия
14. Ваш пол?
- А) Муж.
Б) Жен.
15. Ваш возраст?
- А) от 14 до 18 лет
Б) от 18 до 29 лет
В) от 30 до 39 лет
Г) от 40 до 59 лет
Д) старше 60 лет

Спасибо за сотрудничество!

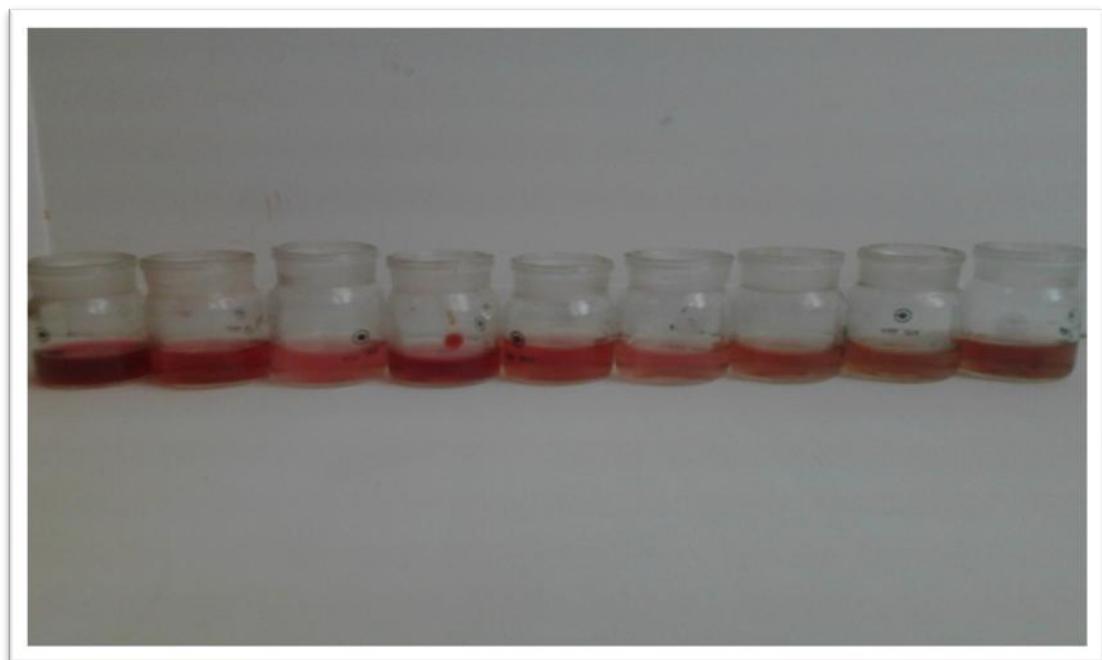
Приложение 2**Зависимость цвета водного экстракта из амаранта от кислотности среды**

Рисунок 1 - Цвет водного экстракта из амаранта в зоне pH 5,8 - 11,0

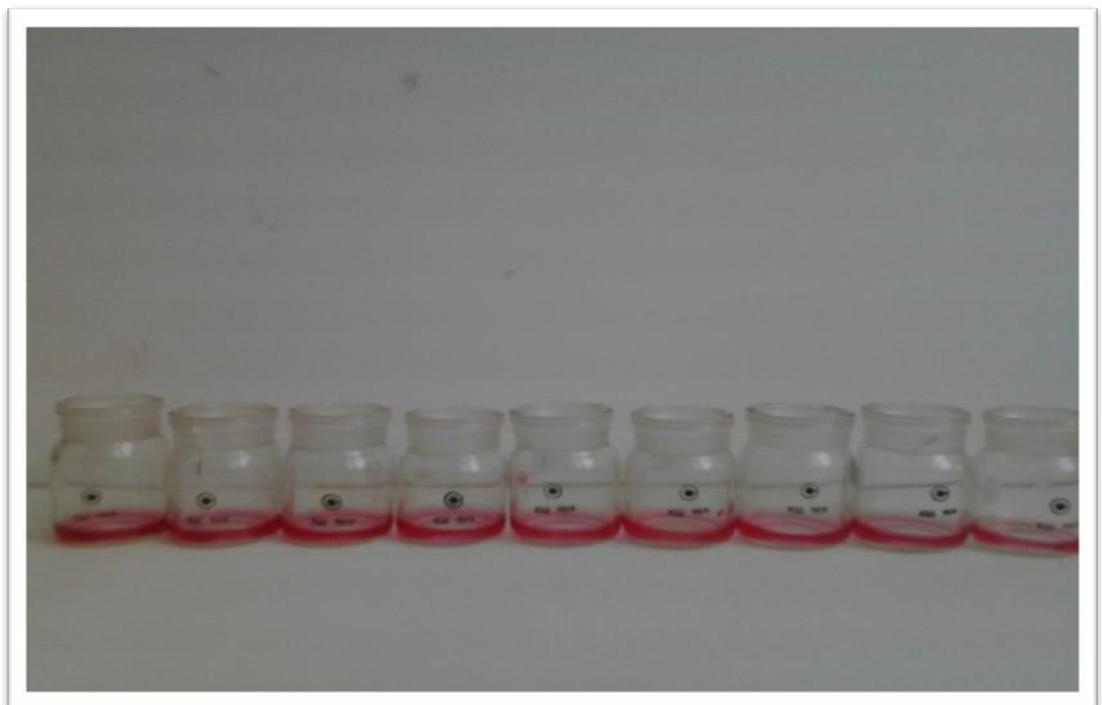


Рисунок 2 - Цвет водного экстракта из амаранта в зоне pH 5,8 - 1,9

**Зависимость цвета спиртового экстракта из амаранта от
кислотности среды**

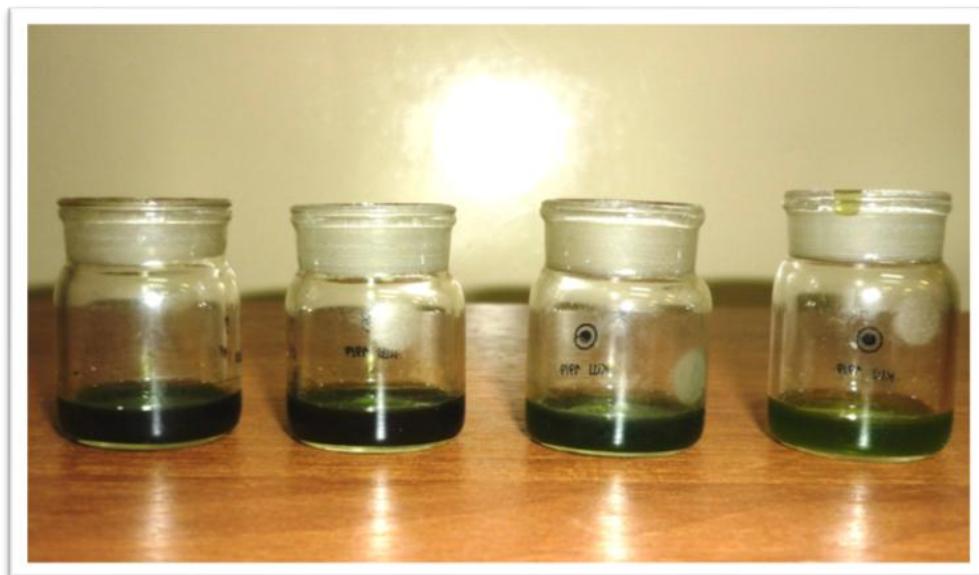


Рисунок 3 - Цвет спиртового экстракта из амаранта
в зоне pH 5,9 - 12,5



Рисунок 4 - Цвет спиртового экстракта из амаранта
в зоне pH 5,9 - 2,0

Приложение 4

**Акт опытно-промышленных испытаний способа получения зефира
с использованием красителя из амаранта сорта Валентина**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ
проф. Деркасова А.В.
«28» октября 2014 г.



АКТ

опытно-промышленных испытаний способа получения зефира с
использованием красителя из амаранта сорта Валентина

Мы, нижеподписавшиеся, заведующая кафедрой товароведения и экспертизы товаров проф. Деркасова Н.М., аспиранты кафедры товароведения и экспертизы товаров Лупанова А.А., Доронина А.А., студентка специальности «Товароведение и экспертиза товаров» Стакурикова А.А., директор учебно-производственного мельничного комплекса Воронежского ГАУ Жуков А.М. подтверждаем, что в условиях пекарни учебно-производственного мельничного комплекса Воронежского ГАУ были проведены опытно-промышленные испытания способа производства зефира с натуральным красителем из амаранта.

Краситель из амаранта получали водной экстракцией высущенной листовой массы амаранта сорта Валентина, полученной из ВИИИССОК (проф. Гинс В.К., проф. Кононков П.Ф., проф. Гинс М.С.) урожая 2013 года. Экстракцию осуществляли при следующих параметрах: продолжительность экстрагирования 40 мин., экстрагент – вода, гидромодуль 1:10, температура процесса 40 °С, измельчение высущенной листовой массы амаранта сорта Валентина до размера частиц менее 0,3 мм.

Приготовление зефира осуществляли в следующей последовательности: сахар-песок, яблочное шоре и яичный белок смешивали и взбивали миксером 8 - 10 минут для получения взбитой массы; затем добавляли молочную кислоту и натуральный пищевой краситель из

амаранта, и взбивали еще 2 - 4 минуты до увеличения массы в два раза; сахар-песок, патоку, агар и воду смешивали и уваривали при постоянном перемешивании до температуры 110 - 114 °С; уваренный сироп добавляли к полуфабрикатной массе и взбивали до полного перемешивания; затем полученную массу заправляли в отсадочный мешок, отсаживали, оставляли на студнеобразование, подсушивали. Агар перед приготовлением сахаро-агаро-инвертного сиропа замачивали в холодной воде в течение 1 - 2 ч.

Соотношение компонентов поддерживали в соответствии с рецептурой, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Рецептура зефира «Ванильный»

Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, кг			
		по полуфабрикатам для 1 т незавернутой продукции	сумма	на 1 т готовой продукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Сахар-песок	99,85	669,39	668,38	671,79	670,78
Сахарная пудра	99,85	19,26	19,24	19,34	19,31
Патока	78,0	167,47	130,63	168,08	131,10
Пюре яблочное	10,0	257,90	25,79	258,70	25,87
Белок яичный	12,0	42,91	5,15	43,05	5,16
Агар	85,0	11,65	9,91	11,70	9,94
Кислота молочная	40,0	4,35	1,74	4,36	1,74
Краситель натуральный	11,4	24,60	2,80	24,65	2,81
Эссенция ванильная	-	1,00	-	1,0	-
Итого	-	1198,53	863,64	1202,67	866,71
Выход	83,0	1000,00	830,00	1000,0	830,00

В результате проведенных испытаний получены пробы зефира, имеющие следующие качественные характеристики (табл. 2).

Таблица 2 Показатели качества опытных проб зефира

Наименование показателя	Характеристика
Вкус и запах	Свойственный зефиру, ванильный, без постороннего привкуса и запаха
Цвет	Розоватый, равномерный
Консистенция	Мягкая, легко поддающаяся разламыванию
Структура	Свойственная данному наименованию изделию, равномерная, мелкокористая
Форма	Округлая, рифленая. Изделие склеенное из двух половинок
Поверхность	Свойственная зефиру, рифленая, без грубого затвердевания на боковых гранях и выделения сиропа
Массовая доля влаги, %	18,2
Плотность, г/см ³	0,5
Общая кислотность, град	1,2

Заключение

1. Зефир, приготовленный по приведенной технологии с использованием в качестве красителя экстракта из листовой массы амаранта сорта Валентина, по органолептическим и физико-химическим показателям соответствует требованиям национального стандарта ГОСТ 6441-96 Изделия кондитерские настичильные. Общие технические условия.

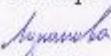
2. Зефир имеет приятный розоватый цвет, без постороннего запаха и вкуса, что позволяет рекомендовать экстракт амаранта в качестве пищевого красителя пастильных изделий.

Кафедра товароведения и экспертизы Учебно-производственный
товаров: мельничный комплекс

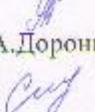
Заведующая кафедрой, проф. Директор комплекса, к.с.-х.н.

 Н.М. Лерканосова  А.М. Жуков

Аспирант

 О.А. Лутпанова

Аспирант

 А.А. Доронина

Студентка

 А.А. Стакурлова

Приложение 5

Рецептура зефир «Ванильный новый»

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
 «Воронежский государственный аграрный университет имени императора
 Петра I»

УТВЕРЖДАЮ

Проектор по научной работе
 ФГБОУ ВПО
 «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»
 А. Н. Дедов

РЕЦЕПТУРА

Зефир «Ванильный новый»

РП 492894-009-2014

по ГОСТ 6441-96

Срок введения в действие – 01.04.2014

г. Воронеж
 2014

Зефир на агаре с добавлением натурального красителя из амаранта сорта Валентина.

Форма – круглые или продолговатые фигуры с рифленой поверхностью, склеенные из двух половинок, от ярко до светло-розового цвета. Поверхность обсыпана сахарной пудрой.

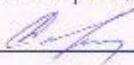
Выпускается фасованным. В 1 кг содержится не менее 32 штук.

Влажность зефира 17% (+3%; -1%).

Сводная рецептура зефира «Ванильный новый»

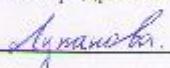
Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, кг			
		1,0 сумме полуфабрикатов для 1 т незавернутой продукции		на 1 т готовой продукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Сахар-песок	99,85	669,39	668,38	671,79	670,78
Сахарная пудра	99,85	19,26	19,24	19,34	19,31
Натка	78,0	167,47	130,63	168,08	131,10
Пюре яблочное	10,0	257,90	25,79	258,70	25,87
Белок яичный	12,0	42,91	5,15	43,05	5,16
Агар	85,0	11,65	9,91	11,70	9,94
Кислота молочная	40,0	4,35	1,74	4,36	1,74
Краситель натуральный	11,4	24,60	2,80	24,65	2,81
Эссенция ванильная	-	1,00	-	1,0	-
Итого	-	1198,53	863,64	1202,67	866,71
Выход	83,0	1000,00	830,00	1000,0	830,00

Зав. кафедрой товароведения и экспертизы товаров



Н.М. Деркапасова

Аспирант кафедры товароведения и экспертизы товаров



О.А. Лупанова

Аспирант кафедры товароведения и экспертизы товаров



А.А. Доронина

Студент кафедры товароведения и экспертизы товаров



А.А. Стакурлова

Приложение 6

Акт опытно-промышленных испытаний способа получения карамели с использованием красителя из амаранта сорта Валентина



АКТ

опытно-промышленных испытаний способа получения карамели с использованием красителя из амаранта сорта Валентина

Мы, нижеподписавшиеся, заведующая кафедрой товароведения и экспертизы товаров проф. Деркачесова Н.М., профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров, а.т.н. Шеламова С.А., аспиранты кафедры товароведения и экспертизы товаров Лупанова А.А., Андронова И.И. директор учебно-производственного мельничного комплекса Воронежского ГЛУ Жуков А.М. подтверждаем, что в условиях лекарни учебно-производственного мельничного комплекса Воронежского ГАУ были проведены опытно-промышленные испытания способа производства карамели с натуральными красителями из амаранта.

Краситель из амаранта получали водно-спиртовой и спиртовой экстракцией высушеннной листовой массы амаранта сорта Валентина, полученной из ВНИИССОК (проф. Гинс В.К., проф. Конопков Н.Ф., проф. Гинс М.С.) урожая 2014 года. Экстракцию осуществляли при следующих параметрах: продолжительность экстрагирования 50 мин., экстрагент – водно-спиртовой раствор с масс. долей спирта этилового ректифицированного из пищевого сырья 40 %, гидромодуль 1:10, температура процесса 50 °С, измельчение высушенной листовой массы амаранта сорта Валентина до размера частиц менее 0,3 мм, центрифугировали в течение 8 мин. Осадок после получения водно-спиртового экстракта смешивали со спиртом этиловым ректифицированным пищевым в соотношении в масс. долях 1:8, проводили экстракцию в течение 60 мин при температуре 50 °С.

Приготовление карамели осуществляли в следующей последовательности: готовили сахаро-паточный сироп, который уваривали при постоянном перемешивании до температуры 132-133°C. Карамельную массу охлаждали до температуры 90 °C, добавляли лимонную кислоту и натуральный пищевой краситель. Осуществляли проминку при температуре 75-80°C, формовали при температуре 60-70°C в жгут, затем в отдельные изделия различной формы, охлаждали.

Соотношение компонентов выдерживали в соответствии с рецептурами, представленными в таблице 1.2.

Таблица 1 – Производственная рецептура карамели «Малиновая радость»

Сырье и полуфабрикаты	Массовая доля сухих веществ	Расход сырья, кг			
		На 1 т полуфабриката		На полуфабрикат для 1 т незавернутой продукции	
		В натуре	В сухих веществах	В натуре	В сухих веществах
Рецептура готовой карамели из полуфабрикатов на 1 т					
Карамельная масса	98,50	-	-	991,47	976,6
Кислота лимонная	91,20	-	-	5,35	4,87
Эсептия	-	-	-	1,25	-
Краситель красный	12	-	-	40,6	5,87
Итого	-	-	-	1038,67	986,34
Выход	97,0	-	-	1000,00	970,0
Рецептура полуфабриката – карамельная масса на 991,47 кт					
Сахар-песок	99,85	715,84	714,69	709,6	708,6
Патока	78,00	357,92	279,18	324,8	276,8
Итого	-	1073,76	993,8	1064,4	985,46
Выход	-	1000,00	985,00	991,17	976,6
Сводная рецептура					
Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, кг		на 1 т готовой продукции	
		по сумме полуфабрикатов для 1 т незавернутой продукции		на 1 т готовой продукции	
Сахар-песок	99,85	709,6	708,6	713,2	712,14
Патока	78,00	354,8	276,8	336,2	277,9
Кислота лимонная	91,20	5,35	4,87	5,36	4,89
Эсептия	-	1,25	-	1,25	-
Водно-сиртовой экстракт амаранта	12,00	40,6	-	40,6	-
Итого	-	1111,6	990,27	1116,61	994,93
Выход	97,0	1000,00	970,0	1000,00	970,0

Таблица 2 – Производственная рецептура карамели «Яблоко здоровья»

Сырье и полуфабрикаты	Массовая доля сухих веществ	Расход сырья, кг			
		На 1 т полуфабриката	На полуфабрикат для 1 т незавернутой продукции		
		В натуре	В сухих веществах	В натуре	В сухих веществах
Рецептура готовой карамели из полуфабрикатов на 1 т					
Карамельная масса	98,50	-	-	991,47	976,6
Кислота лимонная	91,20	-	-	6,1	5,36
Эссенция	-	-	-	1,25	-
Краситель зеленый	2,0	-	-	42,6	8,52
Итого	-	-	-	1041,42	985,12
Выход	97,2	-	-	1000,00	972,0
Рецептура полуфабриката – карамельной массы на 991,47 кг					
Сахар-песок	99,85	715,84	711,69	709,6	708,6
Патока	78,00	357,92	279,18	354,8	236,8
Итого	-	1073,76	993,8	1064,4	985,46
Выход	-	1000,00	985,00	991,47	976,6
Сводная рецептура					
Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, кг			
		по сумме полуфабрикатов для 1 т незавернутой продукции	на 1 т готовой продукции		
Сахар-песок	99,85	709,6	708,6	713,2	712,14
Патока	78,00	354,8	276,8	356,2	277,9
Кислота лимонная	91,20	6,1	5,56	6,11	5,58
Эссенция	-	1,25	-	1,25	-
Спиртовой экстракт амаранта	20,00	42,6	-	42,6	-
Итого	-	1114,35	990,96	1119,35	995,62
Выход	97,2	1000,00	972,0	1000,00	972,0

В результате проведенных испытаний получены пробы карамели, имеющие следующие качественные характеристики (табл. 2).

Таблица 3 – Показатели качества карамели с экстрактами из амаранта

№ п/п	Наименование показателя	Характеристика образца карамели	
		«Малиновая радость»	«Яблоко здоровья»
1	Вкус	Приятный, слегка кисло-сладкий	
2	Запах	Травяной запах красителя отсутствует, без посторонних запахов	
3	Цвет	Насыщенный, малиновый.	Насыщенный, зеленый.
4	Поверхность	Равномерный	Равномерный
5	Форма	Сухая, гладкая, без трещин и вкраплений	
6	Влажность, %	Круглая	Круглая
7	Кислотность, град.	2,9	2,8
8	Цветность, усл. ед.	6,9	8,4
		0,144	0,252

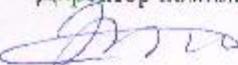
Заключение

1. Карамель, приготовленная по приведенной технологии с использованием в качестве красителей водно-спиртового и спиртового экстракта из листовой массы амаранта сорта Валентина, по органолептическим и физико-химическим показателям соответствует требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 6477-88 Карамель. Общие технические условия

2. Карамель имеет приятный малиновый или зеленый цвет, без постороннего запаха и вкуса, что позволяет рекомендовать экстракт амаранта в качестве пищевого красителя карамели.

Кафедра товароведения и экспертизы Учебно-производственный
товаров: мельничный комплекс

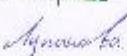
Заведующая кафедрой, проф. Директор комплекса, к.с.-х.н.

 Н.М. Дерканосова  А.М. Жуков

Профессор, д.т.н.

 С.А. Шаламова

Аспирант

 О.А. Лутанова

Аспирант

 И.И. Андропова

Рецептура карамель «Малиновая радость»

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
 «Воронежский государственный аграрный университет имени императора
 Петра I»



РЕЦЕПТУРА

Карамель «Малиновая радость»

РЦ 00492894-017-2015

по ГОСТ 6477-88

Срок введения в действие – 01.06.2015

г. Воронеж
 2015

Леденцовая карамель с добавлением натурального красителя из амаранта сорта Валентина, завернутая.

Форма – круглая или продолговато-овальная или прямоугольная. Изготовлена из натянутой карамельной массы окрашенной в пищево-красный цвет.

В 1 кг содержится не менее 130 штук завернутой карамели. Влажность карамели 3,0 % (+0,5 %; -1,0 %).

Рецептура карамели «Малиновая радость»

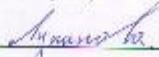
Сыре и полуфабрикаты	Массовая доля сухих веществ	Расход сырья, кг			
		На 1 т полуфабриката	На полуфабрикат для 1 т незавернутой продукции	В натуре	В сухих веществах
Рецептура готовой карамели из полуфабрикатов на 1 т					
Карамельная масса	98,50	-	-	991,47	976,6
Кислота лимонная	91,20	-	-	5,35	4,87
Эссенция	-	-	-	1,25	-
Краситель красный	12	-	-	40,6	4,87
Итого	-	-	-	1038,67	986,34
Выход	97,0	-	-	1000,00	970,0
Рецептура полуфабриката – карамельная масса на 991,47 кг					
Сахар-песок	99,85	715,84	714,69	709,6	708,6
Натока	78,00	357,92	279,18	354,8	276,8
Итого	-	1073,76	993,8	1064,4	985,46
Выход		1000,00	985,00	991,47	976,6
Сводная рецептура					
Сыре	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, кг			
		по сумме полуфабрикатов для 1 т незавернутой продукции	на 1 т готовой продукции		
Сахар-песок	99,85	в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
		709,6	708,6	713,2	712,14
Натока	78,00	354,8	276,8	356,2	277,9

Кислота лимонная	91,20	5,35	4,87	5,36	4,89
Эссенция	-	1,25	-	1,25	-
Красный краситель	12,00	40,6	-	40,6	-
Итого	-	1111,6	990,27	1116,6 1	994,93
Выход	97,0	1000,00	970,0	1000,0 0	970,0

Зав. кафедрой товароведения и экспертизы товаров


И.М. Дерканосова

Аспирант кафедры товароведения и экспертизы товаров


О.А. Лупанова

Аспирант кафедры товароведения и экспертизы товаров


И.И. Андролова

Приложение 8

Рецептура карамель «Яблоко здоровья»

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Воронежский государственный аграрный университет имени императора
Петра I»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВПО
«Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»
А.В. Ледов



РЕЦЕПТУРА

Карамель «Яблоко здоровья»

РЦ 00492894-016-2015

по ГОСТ 6477-88

Срок введения в действие – 01.06.2015

г. Воронеж
2015

Леденцевая карамель с добавлением натурального красителя из амаранта сорта Валентина, завернутая.

Форма – круглая или продолговато-овальная или прямоугольная. Изготовлена из натянутой карамельной массы окрашенной в зеленый цвет.

В 1 кг содержится не менее 130 штук завернутой карамели.

Влажность карамели 2,8 % (+0,2 %; -0,5 %).

Рецептура карамели «Яблоко здоровья»

Сыре и полуфабрикаты	Массовая доля сухих веществ	Расход сырья, кг			
		На 1 т полуфабриката		На полуфабрикат для 1 т незавернутой продукции	
		В натуре	В сухих веществах	В натуре	В сухих веществах

Рецептура готовой карамели из полуфабрикатов на 1 т

Карамельная масса	98,50	-	-	991,47	976,6
Кислота лимонная	91,20	-	-	6,1	5,56
Эссеция	-	-	-	1,25	-
Краситель зеленый	20	-	-	42,6	8,52
Итого	-	-	-	1041,42	985,12
Выход	97,2	-	-	1000,00	972,0

Рецептура полуфабриката – карамельная масса на 991,47 кг

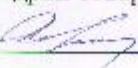
Сахар-песок	99,85	715,84	714,69	709,6	708,6
Патока	78,00	357,92	279,18	354,8	276,8
Итого	-	1073,76	993,8	1064,4	985,46
Выход		1000,00	985,00	991,47	976,6

Сводная рецептура

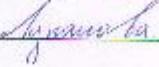
Сыре	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, кг			
		по сумме полуфабрикатов для 1 т незавернутой продукции		на 1 т готовой продукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Сахар-песок	99,85	709,6	708,6	713,2	712,14
Патока	78,00	354,8	276,8	356,2	277,9

Кислота лимонная	91,20	6,1	5,56	6,11	5,58
Эссенция	-	1,25	-	1,25	-
Зеленый краситель	20,00	42,6	-	42,6	-
Итого	-	1114,35	990,96	1119,36	995,62
Выход	97,2	1000,00	972,0	1000,00	972,0

Зав. кафедрой товароведения и экспертизы товаров

 Н.М. Деркачосова

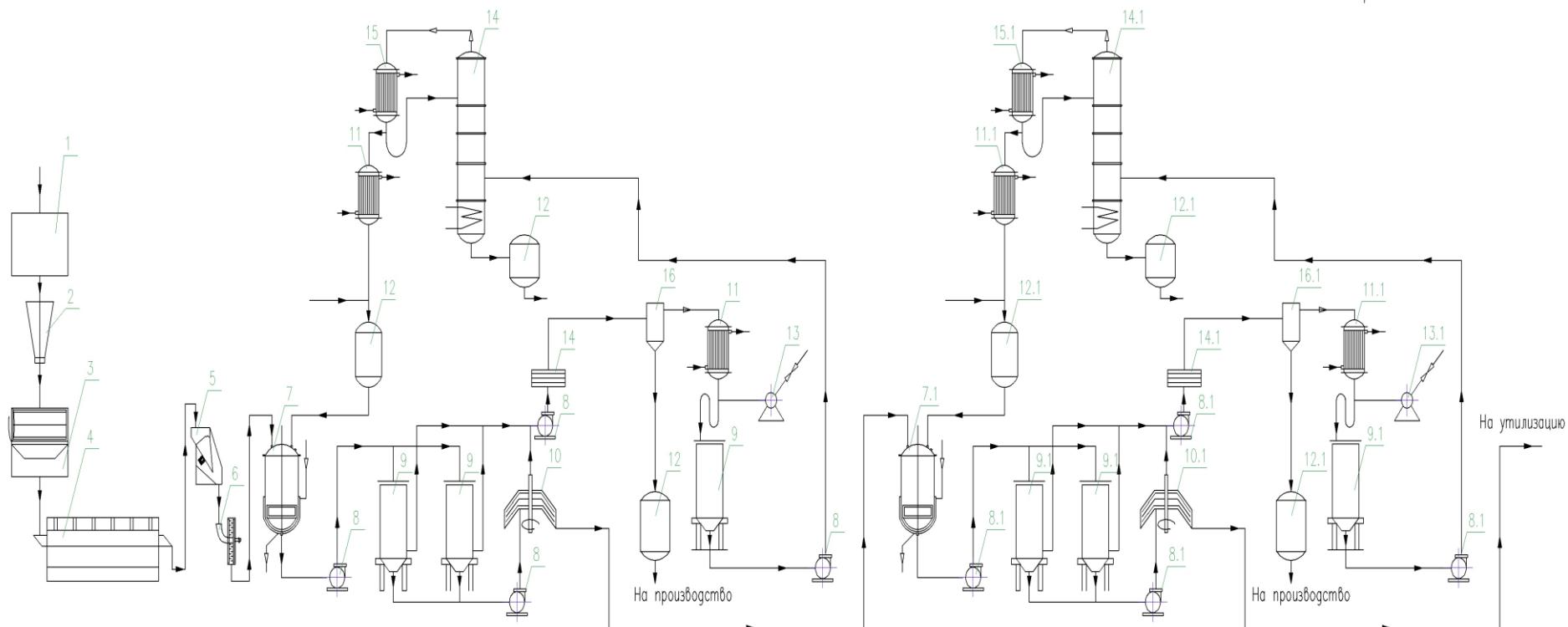
Аспирант кафедры товароведения и экспертизы товаров

 О.А. Лупанова

Аспирант кафедры товароведения и экспертизы товаров

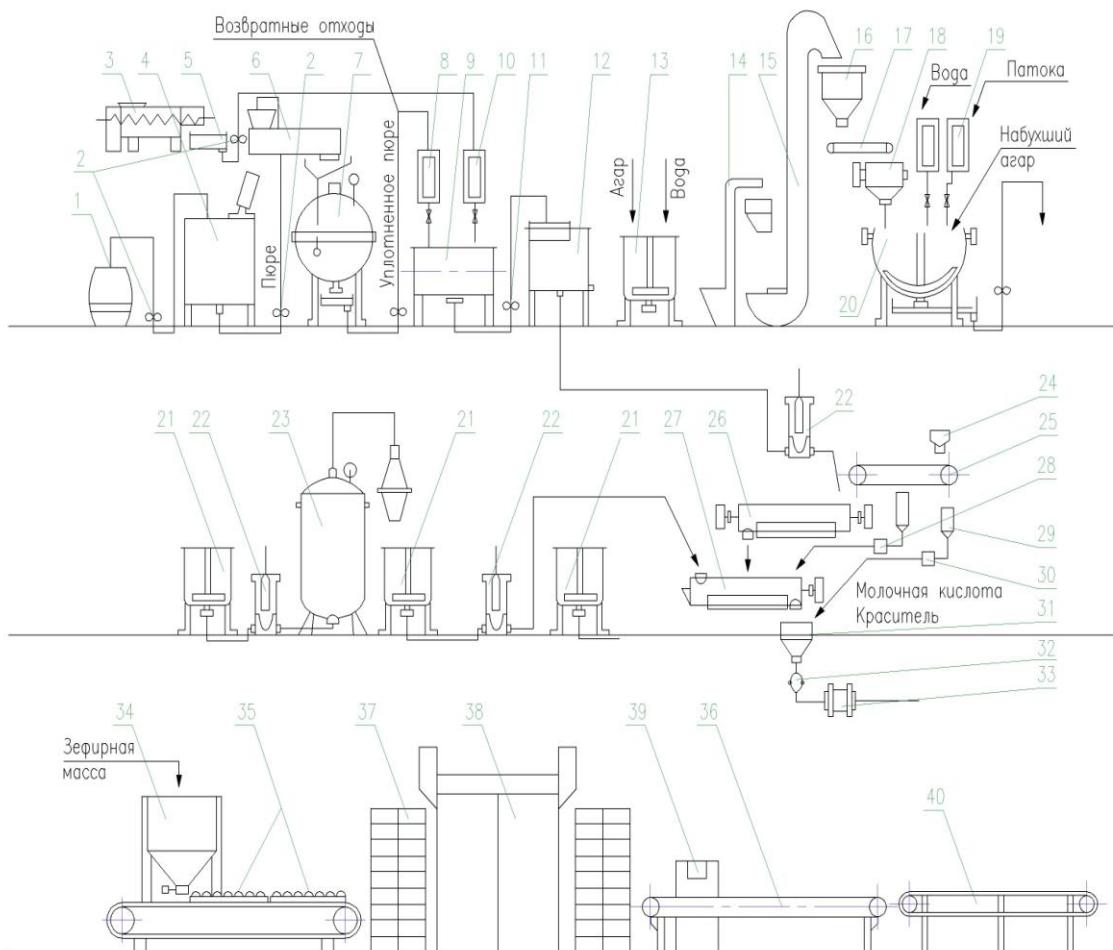
 И.И. Андропова

Машинно - аппаратурные схемы производства красителей



Машинно-аппаратурная схема линии по производству красителя из листовой массы амаранта.

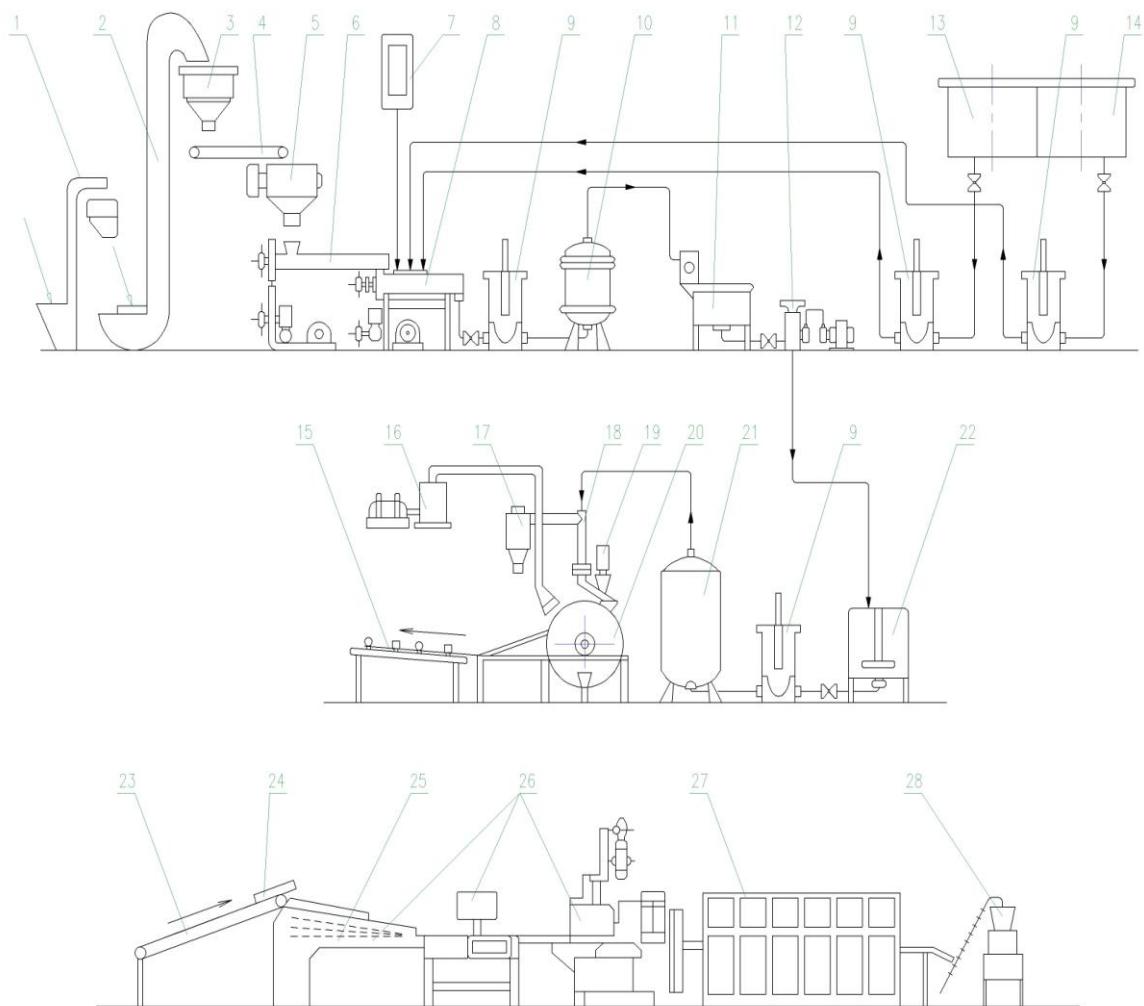
Машинно-аппаратурная схема линии производства зефира



Машинно-аппаратурная схема линии для производства зефира.

1 - бочка; 2 - насос; 3 - шпиритель; 4 - сборник; 5 - протирочная машина; 6 - протирочная машина; 7 - вакуумный аппарат; 8 - дозатор; 9 - смеситель; 10 - дозатор; 11 - шестеренный насос; 12 - промежуточная емкость; 13 - ванна; 14 - просеиватель; 15 - нория; 16 - промежуточный сборник; 17 - ленточный конвейер; 18 - весовой дозатор; 19 - дозатор; 20 - котел; 21 - промежуточная емкость; 22 - плунжерный насос; 23 - змеевиковый варочный аппарат; 24 - смеситель; 25 - ленточный конвейер; 26 - смеситель; 27 - нижний смеситель; 28 - насос-дозатор; 29 - емкость; 30 - насос; 31 - промежуточная емкость; 32 - шестеренный насос; 33 - сбивальная камера; 34 - зефироотсадочная машина; 35 - деревянные лотки; 36 - цепной конвейер; 37 - тележка; 38 - камера; 39 - механизм обсыпки сахарной пудрой; 40 - конвейер.

Машинно-аппаратурная схема линии карамели леденцовой



Машинно-аппаратурная схема производства карамели леденцовой.

1 - просеиватель; 2 - нория; 3 - бункер накопитель; 4 - ленточный конвейер; 5 - промежуточный бункер; 6 - шнек; 7 - дозатор; 8 - смеситель; 9 - насос; 10 - змеевиковая варочная колонка; 11 - сборник; 12 - насос; 13 - сборник; 14 - сборник; 15 - проминальный транспортер; 16 - компрессор; 17 - ловушка; 18 - дозатор; 19 - дозатор; 20 - барабан охлаждающей машины; 21 - змеевиковый аппарат; 22 - сборник; 23 - распределительный конвейером; 24 - поворотные заслонки; 25 - обкаточная машина; 26 - заверточная машина; 27 - охлаждающая камера; 28 - весовой дозатор.

Приложение 10

Расчет уровня потребительских свойств зефира методом k - средних

Результаты кластеризации методом k-средних 15 образцов зефира (из торговой сети)

		Cluster Means (Образцы зефира)			
Variable	Cluster No. 1	Cluster No. 2			
Вкус	0,125000	0,583333			
Запах	0,166667	0,638889			
Цвет	0,243590	0,803419			
Структура	0,151515	0,545455			
Форма	0,319444	0,833333			

Cluster Number	Euclidean Distances between Clusters (Образцы зефира)				
	Distances below diagonal				
	Squared distances above diagonal				
No. 1	No. 1	No. 2			
No. 1	0,000000	0,233148			
No. 2	0,482854	0,000000			

		Analysis of Variance (Образцы зефира 15)					
Variable	Between SS	df	Within SS	df	F	signif. p	
Вкус	0,756250	1	0,843750	13	11,65185	0,004621	
Запах	0,802778	1	0,597222	13	17,47442	0,001079	
Цвет	1,128271	1	0,231098	13	63,46885	0,000002	
Структура	0,558678	1	0,143251	13	50,69999	0,000008	
Форма	0,950694	1	0,325232	13	38,00071	0,000034	

Plot of Means for Each Cluster

Variables: Вкус, Запах, Цвет, Структура, Форма

Legend: Cluster 1 (blue line with circles), Cluster 2 (red line with squares)

Variable	Descriptive Statistics for Cluster 1 (Образцы зефира)		
	Mean	Standard Deviation	Variance
Вкус	0,125000	0,209165	0,043750
Запах	0,166667	0,129099	0,016667
Цвет	0,243590	0,141142	0,019921
Структура	0,151515	0,093891	0,008815
Форма	0,319444	0,178081	0,031713

Variable	Descriptive Statistics for Cluster 2 (Образцы зефира) Cluster contains 9 cases		
	Mean	Standard Deviation	Variance
Вкус	0,583333	0,279508	0,078125
Запах	0,638889	0,253448	0,064236
Цвет	0,803419	0,128205	0,016437
Структура	0,545455	0,111340	0,012397
Форма	0,833333	0,144338	0,020833
Members of Cluster Number 1 (Образцы зефира and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 6 cases			
Case No.	Distance		
C_10	0,133978		
C_11	0,199330		
C_12	0,074552		
C_13	0,110198		
C_14	0,102042		
C_15	0,187269		
Members of Cluster Number 2 (Образцы зефира and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 9 cases			
Case No.	Distance		
C_1	0,226081		
C_2	0,276644		
C_3	0,115064		
C_4	0,096793		
C_5	0,232859		
C_6	0,177738		
C_7	0,074032		
C_8	0,168966		
C_9	0,192735		

Результаты кластеризации методом k-средних 17 образцов (15 из торговой сети и 2 опытных с амарантом)

Variable	Cluster Means (Образцы зефира)		
	Cluster No. 1	Cluster No. 2	
Вкус	0,125000	0,545455	
Запах	0,166667	0,613636	
Цвет	0,243590	0,664336	
Структура	0,151515	0,595041	
Форма	0,319444	0,833333	

Cluster Number	Euclidean Distances between Clusters (Образцы зефира)		
	Distances below diagonal		
	Squared distances above diagonal		
No. 1	0,000000	0,202876	
No. 2	0,450415	0,000000	

Variable	Analysis of Variance (Образцы зефира 17)					
	Between SS	df	Within SS	df	F	signif. p
Вкус	0,686330	1	0,946023	15	10,88235	0,004870
Запах	0,775624	1	0,628788	15	18,50283	0,000630
Цвет	0,687282	1	1,191590	15	8,65165	0,010106
Структура	0,763715	1	0,331079	15	34,60131	0,000030
Форма	1,025258	1	0,339120	15	45,34932	0,000007

Plot of Means for Each Cluster

Y-axis: -0,2 to 1,2

X-axis: Вкус, Запах, Цвет, Структура, Форма

Legend: Cluster 1 (blue line with circles), Cluster 2 (red line with squares)

Variable	Descriptive Statistics for Cluster 1 (Образцы зефира)		
	Mean	Standard Deviation	Variance
Вкус	0,125000	0,209165	0,043750
Запах	0,166667	0,129099	0,016667
Цвет	0,243590	0,141142	0,019921
Структура	0,151515	0,093891	0,008815
Форма	0,319444	0,178081	0,031713

Variable	Descriptive Statistics for Cluster 2 (Образцы зефира)		
	Mean	Standard Deviation	Variance
Вкус	0,545455	0,269680	0,072727
Запах	0,613636	0,233550	0,054545
Цвет	0,664336	0,330452	0,109198
Структура	0,595041	0,169411	0,028700
Форма	0,833333	0,134371	0,018056

Case No.	Members of Cluster Number 1 (Образцы зефира and Distances from Respective Cluster Center)		
	Cluster	Distance	Case No.
C_10	1	0,133976	
C_11	1	0,199330	
C_12	1	0,074552	
C_13	1	0,110198	
C_14	1	0,102042	
C_15	1	0,187265	

Case No.	Members of Cluster Number 2 (Образцы зефира and Distances from Respective Cluster Center)		
	Cluster	Distance	Case No.
C_1	2	0,244068	
C_2	2	0,325285	
C_3	2	0,164341	
C_4	2	0,098109	
C_5	2	0,259901	
C_6	2	0,148082	
C_7	2	0,075420	
C_8	2	0,143839	
C_9	2	0,179869	
C_16	2	0,271546	
C_17	2	0,377488	

Результаты кластеризации методом k-средних 11 образцов группы «хороших» (9 из торговой сети и 2 опытных с амарантом)

		Cluster Means (Анализ класса 11 образцов)							
Variable	Cluster No. 1	Cluster No. 2							
Вкус	0,666667	0,166667							
Запах	0,733333	0,277778							
Цвет	0,876923	0,487179							
Структура	0,285714	0,428571							
		Euclidean Distances between Clusters (Анализ класса 11 образцов)							
Cluster Number	Distances below diagonal								
	Squared distances above diagonal								
No. 1	No. 1	No. 2							
No. 1	0,000000	0,157460							
No. 2	0,396812	0,000000							
		Analysis of Variance (Анализ класса 11 образцов)							
Variable	Between SS	df	Within SS	df	F				
Вкус	0,681818	1	0,611111	9	10,04132				
Запах	0,565993	1	0,403704	9	12,61801				
Цвет	0,414273	1	0,677712	9	5,50153				
Структура	0,055658	1	0,653061	9	0,76705				
					p 0,011388				

Plot of Means for Each Cluster

Descriptive Statistics for Cluster 1 (Анализ класса 11 образцов. Кластер содержит 5 единиц)

Variable	Mean	Standard Deviation	Variance
Вкус	0,666667	0,333333	0,111111
Запах	0,733333	0,278887	0,077778
Цвет	0,876923	0,128717	0,016568
Структура	0,285714	0,225877	0,051020

Descriptive Statistics for Cluster 2 (Анализ класса 11 образцов. Кластер содержит 6 единиц)

Variable	Mean	Standard Deviation	Variance
Вкус	0,166667	0,182574	0,033333
Запах	0,277778	0,136083	0,018519
Цвет	0,487179	0,349697	0,122288
Структура	0,428571	0,299660	0,089796

Members of Cluster Number 1 (Анализ класса 11 образцов. История и расстояния от соответствующего центра кластера. Кластер содержит 5 единиц)

Case No.	Distance
C_1	0,297358
C_2	0,264104
C_3	0,194368
C_4	0,206183
C_5	0,134218

Members of Cluster Number 2 (Анализ класса 11 образцов. История и расстояния от соответствующего центра кластера. Кластер содержит 6 единиц)

Case No.	Distance
C_6	0,135038
C_7	0,180848
C_8	0,152766
C_9	0,239086
C_10	0,223148
C_11	0,385597

Приложение 11

**Протокол испытаний экстрактов на содержание витаминов В₂, С в
экстрактах.**

«Государственное научное учреждение Россельхозакадемии
Научно-исследовательский ветеринарный институт
патологии, фармакологии и терапии Российской
академии сельскохозяйственных наук
394087, г. Воронеж, ул. Ломоносова 114-б»

Российская академия сельскохозяйственных наук
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ВЕТЕРИНАРНЫЙ
ИНСТИТУТ ПАТОЛОГИИ, ФАРМАКОЛОГИИ И ТЕРАПИИ
(ГНУ ВНИВИПФИТ Россельхозакадемии)

394087, г. Воронеж, ул. Ломоносова 114-б
Тел. /факс (4732) 53-92-81, 53-93-02, e-mail: nivipat@mail.ru

Аттестат аккредитации № РОСС RU/0001.21АЮ 57 от 27 октября 2011 года

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ГНУ ВНИВИПФИТ

Адрес:
«14» апреля 2015 г. Кому: Лупановой О.А.

Результат исследования по экспертизе № 266 М
(химико-токсикологическими, органолептическими и др.)
на содержание витаминов В₂, С

При исследовании - 2 проб экстрактов листьев амаранта
Доставленных - 10 апреля 2015 года.
Принадлежащих: Лупановой О.А.
Получен следующий результат:

№ п/п	Наименование пробы	Обнаружено в пробе	
		Витамин В ₂ , мг/кг	Витамин С, мг/кг
1.	Спиртовой экстракт листовой массы амаранта (сорт Валентина)	0,55	250,1
2.	Водно-спиртовой экстракт листовой массы амаранта (сорт Валентина)	0,83	2433,4

Руководитель ИЦ *И.П. Шапошников*
И.П. Шапошников
Зав.лаборатории
экологического мониторинга
Ведущий научный сотрудник
Младший научный сотрудник

Ю.Н. Масьянов
Ю.Н. Масьянов
Н.Е. Папин
Н.Е. Папин
Н.Н. Иванова
Н.Н. Иванова

Апробация результатов исследований







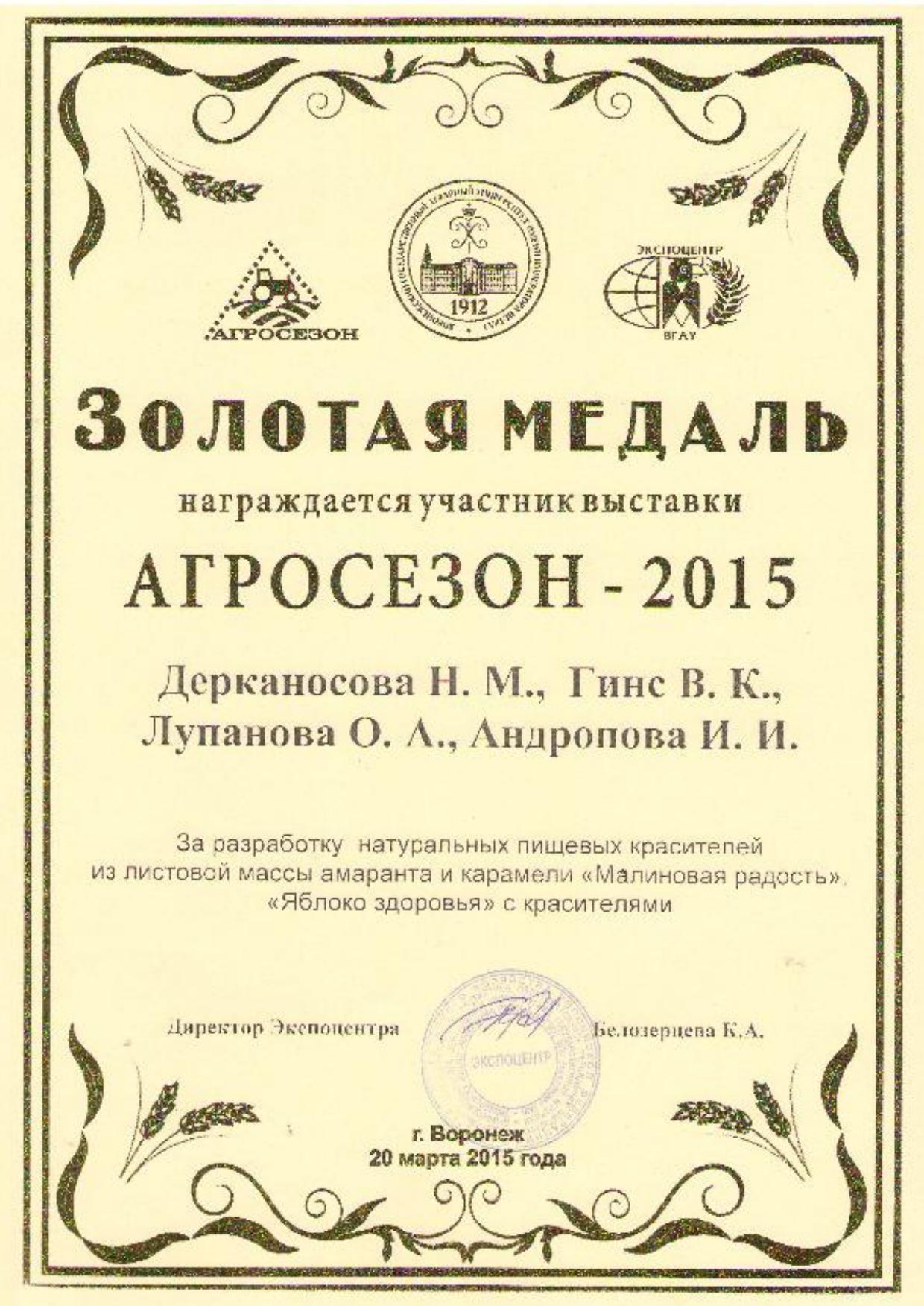














ФГБОУ ВПО ВОРОНЕЖСКИЙ ГАУ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I

Экспоцентр ВГАУ

Диплом

участника выставки
ТЕРРИТОРИЯ ВКУСА
награждается

Дерканосова Н. М., Лупанова О. А.,
Андропова И. И., Гинс В. К.

за разработку

КАРАМЕЛИ «МАЛИНОВАЯ РАДОСТЬ» С
ВОДНО-СПИРТОВЫМ ЭКСТРАКТОМ АМАРАНТА

Директор Экспоцентра

Белозерцева К.А.



11 февраля 2015 года
г. Воронеж



ФГБОУ ВПО ВОРОНЕЖСКИЙ ГАУ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I

Экспоцентр ВГАУ

Диплом

участника выставки
ТЕРРИТОРИЯ ВКУСА
награждается

Дерканосова Н. М., Лупанова О. А.,
Андропова И. И., Гинс В. К.

за разработку

ЗЕФИРА «ВАНИЛЬНЫЙ НОВЫЙ» С
ВОДНО-СПИРТОВЫМ ЭКСТРАКТОМ АМАРАНТА

Директор Экспоцентра



Белозерцева К.А.

11 февраля 2015 года
г. Воронеж



ФГБОУ ВПО ВОРОНЕЖСКИЙ ГАУ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I

Экспоцентр ВГАУ

Диплом

участника выставки
ТЕРРИТОРИЯ ВКУСА
награждается

Дерканосова Н. М., Лупанова О. А.,
Андропова И. И., Гинс В. К.

за разработку

**КАРАМЕЛИ «ЯБЛОКО ЗДОРОВЬЯ» С
ВОДНО-СПИРТОВЫМ ЭКСТРАКТОМ АМАРАНТА**

Директор Экспоцентра

Белозерцева К.А.



11 февраля 2015 года
г. Воронеж



ФГБОУ ВПО ВОРОНЕЖСКИЙ ГАУ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I

Экспоцентр ВГАУ

Диплом

участника выставки
ТЕРРИТОРИЯ ВКУСА
награждается

Дерканосова Н. М., Лупанова О. А.,
Андропова И. И., Гинс В. К.

за разработку

ПИЩЕВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ
ИЗБЕРАТЕЛЬНОЙ ЭКСТРАКЦИЕЙ ПИГМЕНТОВ ИЗ
ЛИСТОВОЙ МАССЫ АМАРАНТА СОРТА
ВАЛЕНТИНА

Директор Экспоцентра

Белозерцева К.А.



11 февраля 2015 года
г. Воронеж

СЕРТИФИКАТ

участника

*III Международной научно-практической конференции
«Производство и переработка сельскохозяйственной
продукции: менеджмент качества и безопасности»
ФГБОУ ВПО Воронежский государственный аграрный
университет имени императора Петра I,
11-13 февраля 2015 года
Воронеж, Россия*

**Дерканосова Н.М., Андропова И.И.,
Лупанова О.А.**

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ХРАНЕНИЯ СПИРТОВОГО ЭКСТРАКТА АМАРАНТА КАК ПИЩЕВОГО КРАСИТЕЛЯ

Проректор
по научной работе
Воронежского ГАУ



А.В. Дедов