

На правах рукописи

КУСТОВА Ирина Андреевна

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НОВЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ВТОРИЧНОГО
ВИНОГРАДНОГО СЫРЬЯ**

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Краснодар 2016

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

Научный руководитель: доктор химических наук, профессор
Макарова Надежда Викторовна

Официальные оппоненты: **Бирюков Александр Петрович**,
доктор технических наук, ФГБОУ ВПО
«Кубанский государственный технологический университет», кафедра технологии виноделия и бродильных производств имени профессора А.А. Мержаниана, профессор

Якуба Юрий Федорович
кандидат технических наук, доцент, ФГБНУ
«Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства», ЦКП «Приборно-аналитический», заведующий

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Майкопский государственный технологический университет»

Защита состоится «25» августа 2016 г. в 10⁰⁰ на заседании диссертационного совета Д 006.056.01 в ФГБНУ «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства» по адресу: 350901 г.Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБНУ «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства» <http://www.kubansad.ru>.

Автореферат разослан «___» июня 2016 г.

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

Ученый секретарь
диссертационного совета,
канд. с-х. наук



В.В. Соколова

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

1.1 Актуальность темы. Сложившаяся на отечественном рынке ситуация диктует необходимость ускоренного решения вопросов импортозамещения и достижения кардинального изменения в области питания. В связи с этим особенно актуальным является вопрос повышения производства конкурентоспособных пищевых продуктов отечественной промышленности путем замещения импортируемых товаров товарами отечественного производства. Исходя из этого, важным направлением в пищевой промышленности становится производство отечественных продуктов питания с повышенным содержанием биологически активных веществ. К их числу можно отнести продукты быстрого питания - снеки из различных фруктов: груш, яблок, ягод (Летвинов Е.В., Мусифулинна Э.В., Королев Д.Д., Желтоухова Е.Ю., Иванов И.И. Alok S., Lue-Lue A. Rui-Xin L., Shui-Liang S., Lucy Sun H. и др). Однако для улучшения качества выпускаемых снеков, а также повышения их пищевой ценности можно добиться путем использования вторичного сырья винодельческой продукции.

Интерес к экстракту виноградных семян и выжимок продолжает расти на протяжении последних лет. Осведомленность потребителей о потенциальной пользе виноградного экстракта для здоровья увеличивается наряду с растущим количеством исследований воздействия антиоксидантов на организм.

При производстве винодельческой продукции образуются побочные продукты, которые расцениваются как вторичные материальные ресурсы. Чаще всего они либо поступают на корм скоту, либо вообще выбрасываются. Богатый химический состав винограда дает огромный потенциал для использования вторичных виноматериалов при разработке рецептур снековых продуктов с добавлением экстракта, обладающего повышенным содержанием биологически активных веществ. В этой связи актуальной народнохозяйственной задачей является увеличение объема выпуска высококачественных, низкокалорийных, витаминизированных грушевых снеков на основе комплексного и рационального использования вторичного виноградного сырья.

1.2 Цель работы. *Целью* настоящей работы является обоснование и разработка технологии производства снеков из груш с добавлением виноградного экстракта высокой пищевой ценности на основе использования вакуумной сублимационной сушки и упаковки в условиях бескислородной среды.

1.3 Задачи исследований. В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- изучить химический состав, физико-химические и антиоксидантные свойства местного виноградного, плодового и вторичного сырья винодельческой промышленности;

- теоретически обосновать выбор технологических режимов получения виноградных экстрактов, обеспечивающих максимальную сохранность биологически активных компонентов исходного сырья на основании анализа физико-химических показателей, химического состава и антиоксидантных свойств;

- разработать технологию производства экстрактов выжимок винограда с повышенными антиоксидантными свойствами;

- изучить влияние вымачивания пищевых продуктов на примере грушевых снеков в экстрактах вторичного виноградного сырья на химический состав, физико-химические и антиоксидантные свойства;

- разработать рецептуру и технологические режимы производства грушевых снеков с добавлением виноградных экстрактов при обеспечении высоких показателей качества;

- по результатам изучения физико-химических и антиоксидантных свойств продукции обосновать виды сушки снеков;

- установить срок хранения грушевых снеков с виноградным экстрактом на основании результатов комплексной оценки свойств.

- разработать комплект технической документации на грушевые снеки, с добавлением виноградного экстракта и провести их опытно-промышленную апробацию на пищевых предприятиях, оценить экономическую эффективность от внедрения разработанных технологических решений.

1.4 Научная новизна. Научно обоснована технология получения новых видов пищевой продукции – грушевых снеков, базирующаяся на использовании экстрактов виноградной выжимки.

Впервые сформулированы методологические подходы к созданию технологии производства фруктовых снеков с добавлением виноградного экстракта, обладающего высокими антиоксидантными свойствами. Получены новые сведения об антиоксидантной активности виноградного сырья, произрастающего на территории Самарской области.

Научно обоснована возможность использования сублимационной сушки для получения грушевых снеков с добавлением виноградного экстракта. Доказано, что использование биологически активного экстракта виноградных выжимок в рецептурах производства фруктовых снеков замедляет процесс окисления, что позволяет увеличить его срок хранения до 12 месяцев при температуре 4-5 °С.

Новизна технических решений подтверждена 2 положительными решениями по заявкам на предполагаемое изобретение (№ 2015100795, № 2015153699).

1.5 На защиту выносятся следующие положения:

1. Методологический подход к выбору сырья для производства грушевых снеков с добавлением виноградного экстракта, основанный на сравнительном анализе химического состава и антиоксидантных свойств.

2. Технологические режимы производства виноградного экстракта и грушевых снеков, обеспечивающие максимальное сохранение антиоксидантных свойств продуктов.

1.6 Практическая значимость работы. Разработана технология снекового продукта с добавлением экстракта антиоксидантного действия.

Разработаны проекты технических условий и технологической инструкции производства виноградного экстракта, а также грушевых снеков с антиоксидантными свойствами с добавлением виноградного экстракта.

Произведен расчет себестоимости грушевых снеков с добавлением виноградного экстракта. Рекомендованы к промышленной переработке в Самарской области сорта груш с высокими антиоксидантными свойствами.

Подобраны технологические режимы и предложена модифицированная технологическая схема производства грушевых снеков с использованием вакуумной сублимационной сушки с упаковкой в условиях бескислородной среды.

1.7 Методология исследований. Для решения поставленной цели применен системно-технологический подход, включающий анализ продукции на всех этапах ее жизненного цикла.

1.8 Степень достоверности и апробация работы. Основные положения работы и результаты исследований были доложены и обсуждены на научно-практических всероссийских и международных конференциях: IX Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Живые системы и биологическая безопасность населения», (Москва, 2011 г.); Научно-практической конференции «Инновационные тенденции и сорта для устойчивого развития современного садоводства» (Самара, 2015 г.); Межуниверситетских инновационных чтениях «УМНИК 2015», (Самара, 2015 г.); IX международная конференция «Биоантиоксидант», (Москва, 2015 г.). Основные этапы работы выполнены в рамках проекта «УМНИК».

1.9 Публикации. По результатам исследований, изложенных в диссертационной работе, опубликовано 45 печатных работ, в том числе 10 статей в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 3 статьи - в зарубежных журналах, включенных в международную базу цитирования SCOPUS. Получено 2 положительных решения по заявкам № 2015100795 «Способ производства фруктового продукта из груш и ягодного сырья» и № 2015153699 «Способ производства фруктового продукта в виде пластинок из груш, яблок и виноградного сырья».

1.10 Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, методической части, экспериментальной части, выводов, списка использованных литературных источников и приложений. Основной текст работы изложен на 185 страницах компьютерного текста, в том числе приложения на 20 страницах, содержит 35 таблиц и 30 рисунков. Список литературы содержит 177 наименований, в том числе 78 иностранных авторов.

2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Объекты исследования. В качестве объектов исследования были выбраны технические и столовые сорта винограда, произрастающие в Краснодарском и Ставропольском краях и Самарской области; груши сортов Самарская десертная, Самарская красавица, Самарянка, Маршал Жуков, Любимица Яковлева, Душечка Галиана и др., произрастающие на территории Самарской области; вторичное виноградное сырье - выжимки; экстракты выжимок; экстракты косточек винограда; грушевые снеки с экстрактом выжимок винограда.

2.2 Методы исследования. В работе использовались следующие методы исследования: массовая доля сухих веществ, (далее – ω_{PCB} , %) – по ГОСТ Р 51433; титруемая кислотность (далее ω_K , %) – по ГОСТ Р 51434; массовая доля сахаров (далее $\omega_{сах}$, %) по ГОСТ 8756.13; массовая доля мякоти (далее ω_M , %) по ГОСТ 8756.10-70*; массовая доля влаги (далее ω_V , %) по ГОСТ 28561-90; содержание пектина (далее П, %) фотоколориметрическим методом; содержание протопектина (далее ПП, %) фотоколориметрическим методом; содержание целлюлозы (Ц, %) фотоколориметрическим методом; содержание фенольных веществ (далее ФВ, г галловой кислоты (ГК) / 100 г сухого вещества (СВ) – фотоколориметрическим методом с помощью реактива Folin-Ciocalteu's; содержание флавоноидов (далее Фл, г катехина (К) / 100 г сухого вещества СВ) фотоколориметрическим методом с использованием хлорида алюминия и нитрита натрия; содержание антоцианов (далее Ац цианидин-3-гликозида (ЦГ)/100 г исходного сырья (ИС) методом дифференциала рН фактора, основанном на добавлении к экстракту ацетатного буфера рН = 1,0 и рН = 4,5; содержание танинов (далее Т мг катехина (К) / 100 г исходного сырья (ИС) фотоколориметрическим методом при взаимодействии экстракта с реактивом ванилина; восстанавливающая сила (далее ВС, ммоль Fe^{2+} / 1 кг ИС) – по методу FRAP с 2,4,6-трипиридил-5-триазином; антиокислительная активность (далее АОА, % ингибирования окисления линолевой кислоты (% инг.) – фотоколориметрическим методом в системе линолевая кислота; антирадикальная активность (далее АРА, E_{C50} , мг / мл – концентрация экстракта, необходимая для связывания 50 % радикалов) – по методу DPPH со стабильным хромоген-радикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом; антирадикальная активность (далее АРА ммоль тролокса (Тр)/г исходного сырья (ИС) – по методу ABTS (2,2'-азино-бис(3-этилбензтиазолино-6-сульфоновая кислота); микробиологические показатели – методом высевания на питательные среды. Статистическая обработка данных проводилась интерполяционным методом.

Структурная схема проведения исследований представлена на рисунке 1.

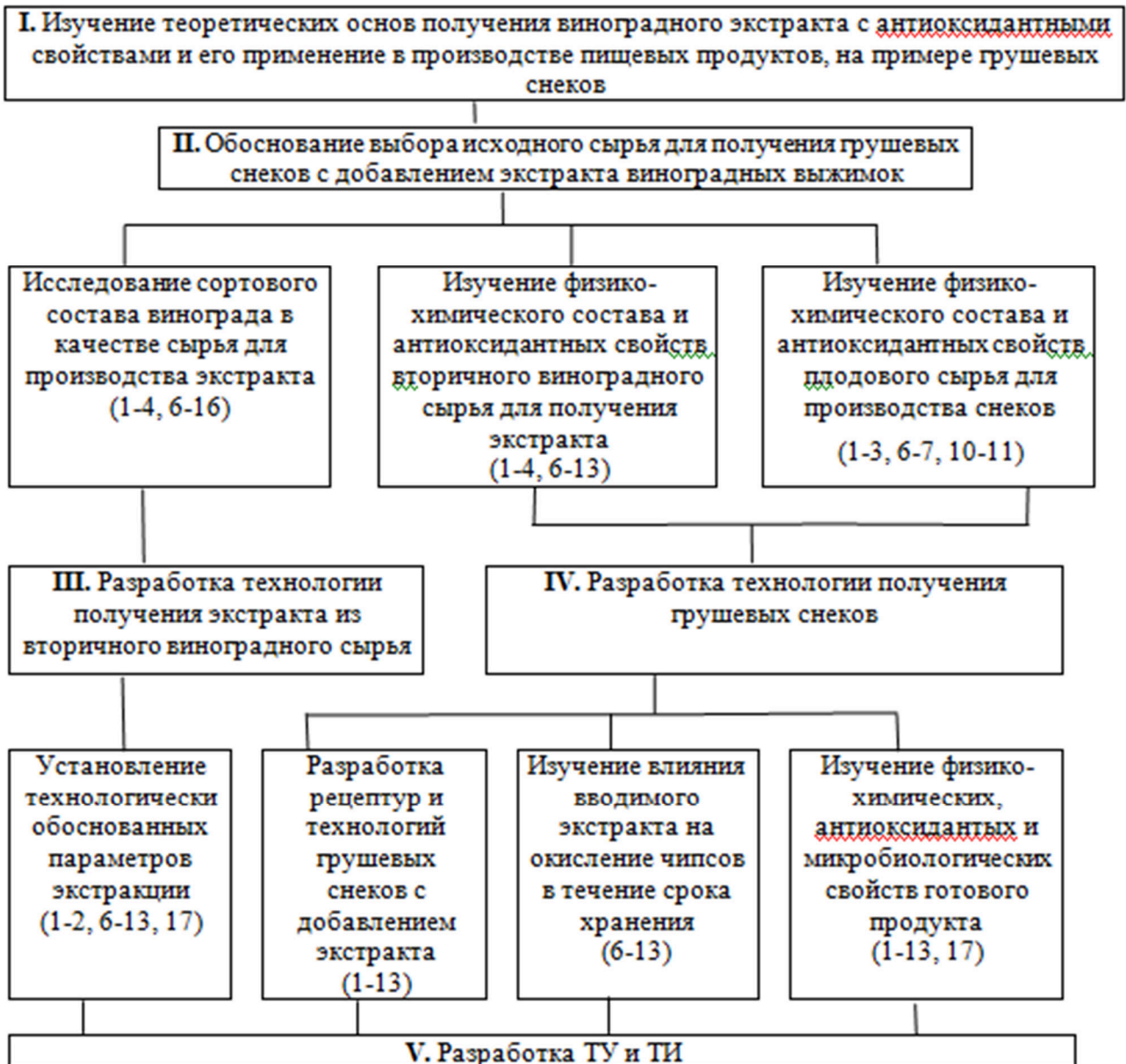


Рисунок 1 – Структурная схема проведения исследований

3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

На основании теоретических основ получения виноградного экстракта с антиоксидантными свойствами приведены основные научно-исследовательские результаты работы, обсуждены полученные закономерности.

3.1 Обоснование выбора исходного сырья для получения грушевых снеков с добавлением экстракта виноградных выжимок. На основании проведенных исследований (таблица 1) винограда было установлено, что наибольшее количество биологически активных веществ и антиоксидантов содержится в винограде сортов Саперави, Мерло и Регент. Это свидетельствует о значительном потенциале вторичного виноградного сырья, которое может служить перспективным сырьем для получения из него высококачественных продуктов. Кроме этого, использование вторичного сырья позволит минимизировать отходы производства, что приведет к повышению выхода полезной продукции с единицы сырья.

Таблица 1 – Химический состав мякоти, кожицы и косточек столового и технического винограда урожая 2012-2014 гг.

Объект		ФВ, г ГК / 100 г СВ	Фл, г К / 100 г СВ	Ац, ЦГ / 100 г ИС	Т, мг К / 100 г ИС	АРА Е _{с50} , мг/мл	АРА, μмоль Тр/г ИС	ВС, ммоль Fe ²⁺ / 1 кг ИС	АОА, % инг.
1		2	3	4	5	6	7	8	9
Технические сорта винограда									
Изабелла (Краснодар)	М	0,48	0,09	Нет	0,16	107,7	5,95	2,16	10,4
	К	3,03	1,18	1071	27,60	8,6	32,24	15,3	3,8
	С	2,1	1,7	-	35,60	3,8	34,07	22,14	72,2
Стрелец	М	0,46	0,31	29,1	0,12	97	3,01	9,72	нет
	К	5,6	1,5	795,3	34,32	6,7	5,12	7,92	нет
	С	4,4	1,9	-	39,84	0,045	6,95	21,06	3,7
Саперави	М	0,25	0,12	Нет	0,10	218,3	3,73	1,26	77
	К	3,9	1,7	985,7	3,56	38,1	7,52	6,48	78,4
	С	4,2	3,1	-	17,48	0,8	39,58	16,02	83,1
Мерло	М	1,06	0,79	20,1	1,16	89,5	3,24	1,53	15,4
	К	3,6	1	397,1	39,15	18,4	7,43	1,08	14,0
	С	4,9	2,1	-	43,35	0,29	57,46	25,74	5,2
Регент	М	0,78	0,34	178,3	3,24	109,1	3,48	2,61	нет
	К	5,6	2,5	1350	15,23	0,47	6,29	21,60	18,4
	С	4,7	2,2	-	38,71	0,27	56,81	27,72	нет
Левокумский (г. Самара)	М	1,05	0,13	106,1	3,59	3,7	3,92	3,33	нет
	К	2,1	1,3	192,4	36,83	0,8	9,14	23,04	10,7
	С	4,1	3,8	-	23,53	0,37	57,13	27,78	нет
Изабелла (Абхазия)	М	0,31	0,1	8,4	3,01	164,2	4,15	1,17	13,7
	К	3,2	1,1	131,7	22,5	20,8	8,21	11,07	11,3
	С	5,1	4,2	-	33,17	0,19	48,7	21,96	15,5
Столовые сорта винограда									
Дружба	М	0,63	0,32	Нет	0,90	108	2,24	7,74	нет
	К	0,6	0,23	48,5	4,61	3,2	7,14	8,26	нет
	С	2,9	3,1	-	29,82	2,3	30,79	12,96	9,9
Декабрьский	М	0,71	0,44	35,2	3,46	99	13,13	4,32	9,7
	К	2,7	0,79	78,8	21,48	5,9	36,76	23,94	15,1
	С	3,1	2,6	-	77,61	4,5	56,58	12,06	6,7
Адель	М	0,67	0,48	Нет	0,14	38	4,36	2,25	нет
	К	1,3	0,9	1111	9,46	8,7	33,01	8,46	17,8
	С	2,9	2,1	-	26,84	4,2	29,75	17,82	9,7
Памяти Хи- рурга	М	0,74	0,57	Нет	0,09	97,8	1,89	3,32	нет
	К	1,1	0,6	1279	0,94	32,1	7,83	44,6	1,9
	С	3,2	2,5	-	25,74	0,3	59,38	13,86	6,0
Русский Кон- корд	М	0,92	0,69	Нет	0,15	153,2	3,75	2,70	22,4
	К	1,23	0,67	454,6	13,04	34,5	28,09	15,84	5,3
	С	3,9	3,7	-	8,38	3,9	59,44	14,40	9,2

Анализ данных (рисунок 2) свидетельствует о целесообразности применения вторичного виноградного сырья для производства продуктов питания с повышенными антиоксидантными свойствами.

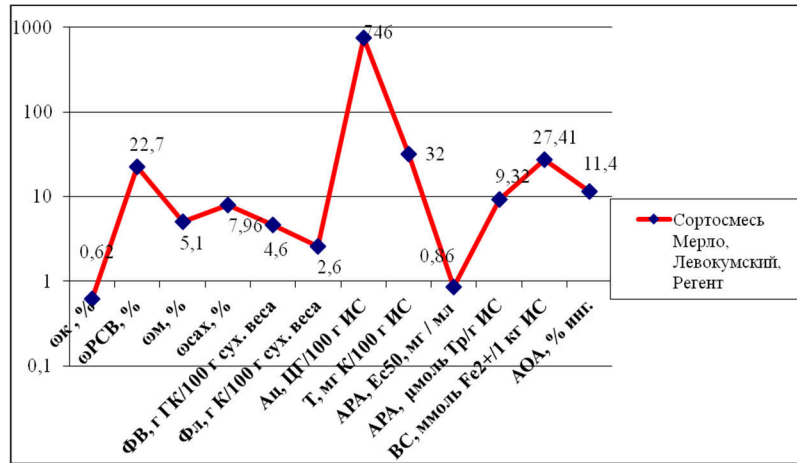


Рисунок 2 - Изучение физико-химических показателей и антиоксидантных свойств вторичного виноградного сырья

Поскольку способностью непосредственно реагировать с пероксидными радикалами обладают только природные антиоксиданты фенольного строения, именно антирадикальные свойства были положены в основу выбора сорта груш для производства конечного продукта. Сравнение химического состава и антиоксидантных свойств плодов груш, произрастающих на территории Самарской области, показало (таблица 2) значительное преимущество над импортными грушами. Показано, что местные сорта груш проявляют более высокие показатели полифенольных веществ, антирадикальную активность и восстанавливающую силу по сравнению с грушами из торговой сети.

Таблица 2 - Изучение химического состава и антиоксидантных свойств плодовой культуры груш

Сорта груш	Показатели				
	ФВ, г ГК/100 г СВ	Фл, г К/100 г СВ	АРА Ес50, мг/мл	ВС, ммоль Fe ²⁺ / 1 кг ИС	АОА, % инг.
Самарская красавица	1,34	0,4	25	8,01	1,6
Самарянка	2,3	0,41	88	9,09	2,9
Краса Жигулей	2,96	1,06	16	11,88	2,4
Осенняя крупная	3,54	1,08	9	15,12	9,9
Краснощекая из Самары	5,31	1,28	17	12,96	3,8
Галиана	4,39	1,22	8	18,00	Нет
24-11-44	2,78	1,01	15	11,34	6,6
Даренка	4,01	1,6	69	9,90	5,6
Воложка	3,61	1,14	36	14,04	3,9
Маршал Жуков	1,8	0,52	62	8,55	3,1
Любимица Яковлева	3,18	0,98	29	12,06	5,4
Душечка	2,74	0,79	28	13,14	9,5
Скромница	3,62	1,41	46	15,30	Нет
Самарская десертная	0,9	0,36	230	1,71	5,6
Комис (импорт)	1,14	0,41	515	3,78	Нет
Конференц (импорт)	0,51	0,2	545	1,08	Нет
Ya (импорт)	0,87	0,13	нет	3,69	Нет

Проведенные исследования свидетельствуют о возможности использования груш в составе продуктов питания с повышенным содержанием биологически активных веществ. При этом сложившаяся ситуация импортозамещения обосновывает использование местного плодового сырья и вторичного виноградного сырья, что позволит не только расширить отечественную сырьевую базу, но и уменьшить затраты на поставку, а следовательно снизить себестоимость продукции.

3.2 Разработка технологии получения экстракта из вторичного виноградного сырья. Для разработки технологии получения биологически активных экстрактов вторичного виноградного сырья важное влияние на процесс экстракции оказывают такие параметры, как сушка сырья; подбор растворителя; температура экстракции; продолжительность экстракции; концентрирование.

С целью определения оптимальной температуры сушки вторичного виноградного сырья проводили оценку влияния трех температурных режимов 50-52°C, 100-102°C, 130-132°C при конвективной сушке и сублимационной сушке на изменение химического и антиоксидантной активности. На основании экспериментальных данных (таблица 3, рисунок 3) в качестве режимов сушки вторичного виноградного сырья были выбраны технологические режимы процесса сушки: конвективная сушка при 50-52 °С в течение 24 часов, т.к. при данном способе сушке сохраняется максимальное количество фенольных веществ, флавоноидов, танинов, антоцианов, а также проявляется высокая антирадикальная активность и восстанавливающая сила.

С целью определения оптимального растворителя использовались вода, этиловый спирт, смесь воды и этилового спирта в соотношениях: 100% H₂O, 30% C₂H₅OH, 50%-й C₂H₅OH, 70%-й C₂H₅OH, 96%- й C₂H₅OH.

Таблица 3 - Изучение химического состава вторичного виноградного сырья

Показатели t сушки, °С	ФВ, г ГК/100 г СВ	Фл, г К/100 г СВ	Ац, ЦГ/100 г ИС	Т, мг К/100 г ИС
Свежие мякоть и кожица	1,77	0,81	647,7	34,50
50-52	2,24	2,07	964,4	101,92
100-102	1,94	1,53	97,5	62,72
130-132	2,16	1,52	257,8	55,72
СС	0,4	0,23	980	65,5
Свежие семена	7,51	6,9	-	36,84
50-52	7,84	7,05	-	72,80
100-102	6,67	5,8	-	72,80
130-132	4,49	3,81	-	42,80
СС	5,91	5,09	-	22,34
Свежие выжимки	2,72	2,29	746	11,40
50-52	3,32	3,05	659	83,40
100-102	2,84	3,01	103,4	73,80
130-132	2,26	2,01	227,3	46,70
СС	0,69	1,09	1069	15,92

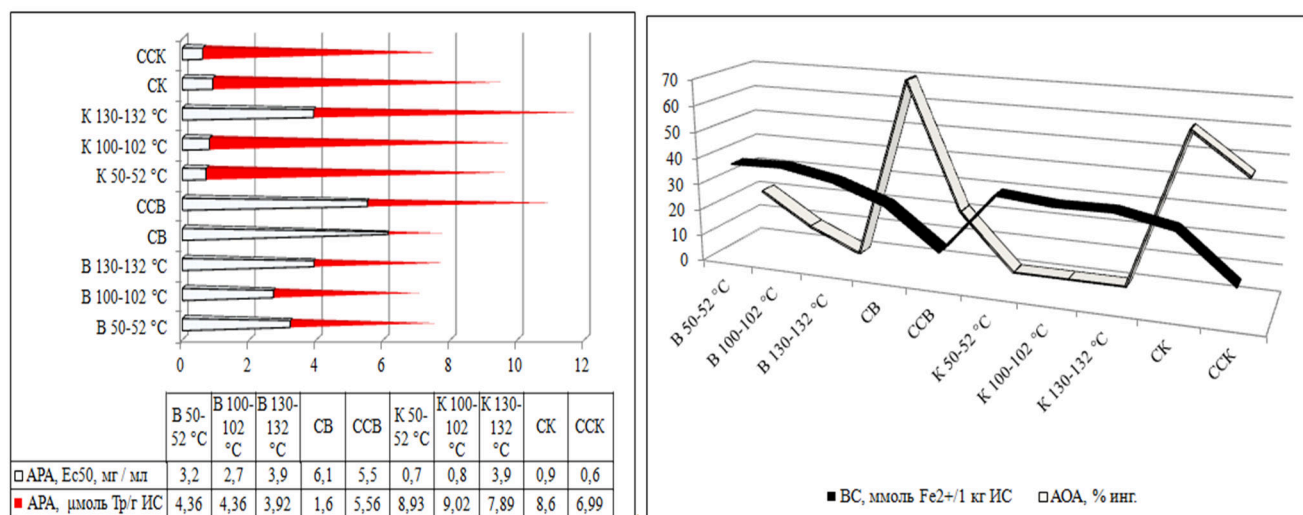


Рисунок 3 – Антиоксидантная активность вторичного виноградного сырья

Для определения оптимальной величины гидромодуля измельченное высушенное сырье заливали экстрагентом в соотношении сырье : экстрагент 1:10 (по массе), выдерживали при комнатной температуре в течение 24 часов при периодическом перемешивании и отделяли экстракт. В полученных экстрактах определяли содержание фенольных веществ, флавоноидов, танинов, антоцианов, а также антиоксидантную активность. Анализ полученных данных представлен в таблице 4 и на рисунке 4.

Таблица 4 - Исследование растворителя для виноградных выжимок и косточек

Показатели Растворитель	ФВ, г ГК/100 г СВ	Фл, г К/100 г СВ	Ац, ЦГ/100 г ИС	Т, мг К/100 г ИС
Мякоть и кожица				
100% H ₂ O	1,49	1,31	329,6	13,80
30% C ₂ H ₅ OH	2,18	1,86	661,7	45,90
50% C ₂ H ₅ OH	2,24	2,06	882,3	64,30
70% C ₂ H ₅ OH	2,41	2,17	1132,5	72,80
96% C ₂ H ₅ OH	2,1	1,88	583,1	65,20
Семена				
100% H ₂ O	4,95	2,18	-	14,80
30% C ₂ H ₅ OH	7,88	6,96	-	36,72
50% C ₂ H ₅ OH	7,33	7,04	-	72,80
70% C ₂ H ₅ OH	7,63	7,06	-	52,16
96% C ₂ H ₅ OH	8,39	7,57	-	87,36
Выжимки				
100% H ₂ O	2,17	1,8	348,5	14,12
30% C ₂ H ₅ OH	3,46	3,16	689,1	42,80
50% C ₂ H ₅ OH	3,62	3,22	912,2	68,30
70% C ₂ H ₅ OH	4,21	3,12	1145,2	69,45
96% C ₂ H ₅ OH	6,04	3,42	612,3	72,56

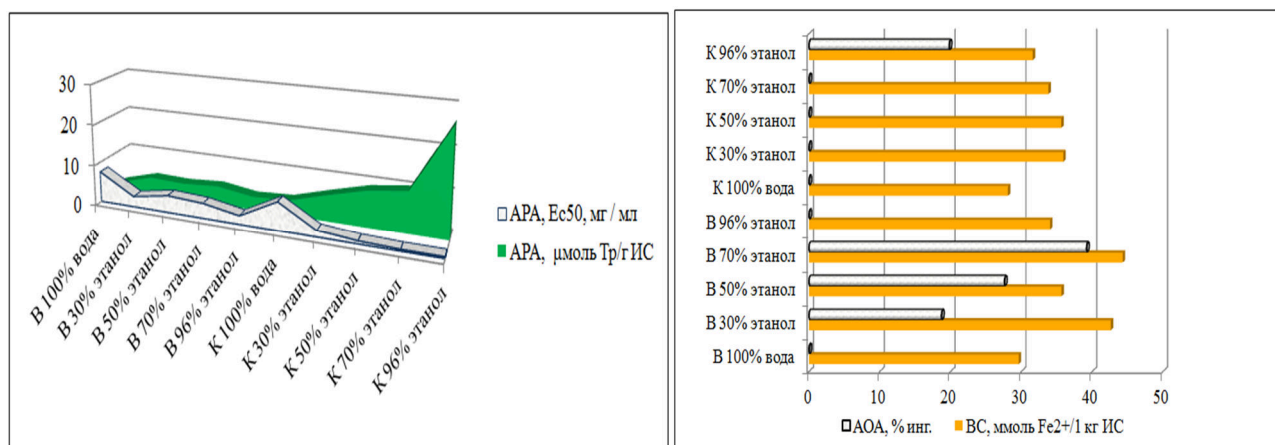


Рисунок 4 - Зависимость антиоксидантной активности экстрактов вторично-виноградного сырья от используемого растворителя

Из таблицы 4 видно, что с увеличением концентрации спирта до 70 % увеличивается общее количество фенолов, флавоноидов, танинов и антоцианов в экстрактах выжимок винограда. При концентрации спирта до 96 % происходит увеличение фенолов, флавоноидов и антоцианов в экстрактах косточек винограда.

По способности улавливать свободные радикалы ABTS, наиболее лучшим растворителем для получения экстракта из косточек был 96%-й C_2H_5OH , кроме этого при данной концентрации спирта экстракт проявляет наивысшие антирадикальные показатели ($E_{C50} = 0,4$ мг/мл). Для выжимок таким растворителем является 70%-й C_2H_5OH .

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что 70 %-й C_2H_5OH является технологически обоснованным для получения экстрактов из выжимок винограда, с максимальным содержанием фенолов, флавоноидов, антоцианов, танинов и антиоксидантной активностью, а для получения экстракта из косточек винограда таким растворителем является - 96%-й C_2H_5OH .

С целью определения оптимальной температуры экстракции были исследованы три варианта диапазона температур: 36-37 °С, 50-51 °С, 78-79 °С. Полученные результаты представлены в таблице 5 и на рисунке 5.

Таблица 5 - Результаты исследования химического состава от температуры экстракции

Показатели t сушки	ФВ, г ГК/100 г СВ	Фл, г К/100 г СВ	Ац, ЦГ /100 г ИС	Т, мг К /100 г ИС
Мякоть и кожица				
36-37 °С	2,9	1,78	1006,5	64,40
50-51 °С	2,19	2,01	953,9	63,28
78-79 °С	3,36	2,51	680,6	67,06
Семена				
36-37 °С	9,51	7,31	-	84,20
50-51 °С	9,01	7,33	-	85,82
78-79 °С	8,81	6,95	-	70,28
Выжимки				
36-37 °С	3,41	2,81	986,4	72,40
50-51 °С	3,73	3,21	812,7	75,20
78-79 °С	3,64	3,18	596,2	69,8

Анализ экспериментальных данных (таблица 5) свидетельствуют о том, что по общему содержанию фенолов, танинов, по показателям восстанавливающей силы и антиокислительной активности оптимальной температурой экстракции для косточек винограда является температура 36-37 °С. Для выжимок винограда по общему содержанию концентрации полифенолов такой температурой является 50-51 °С.

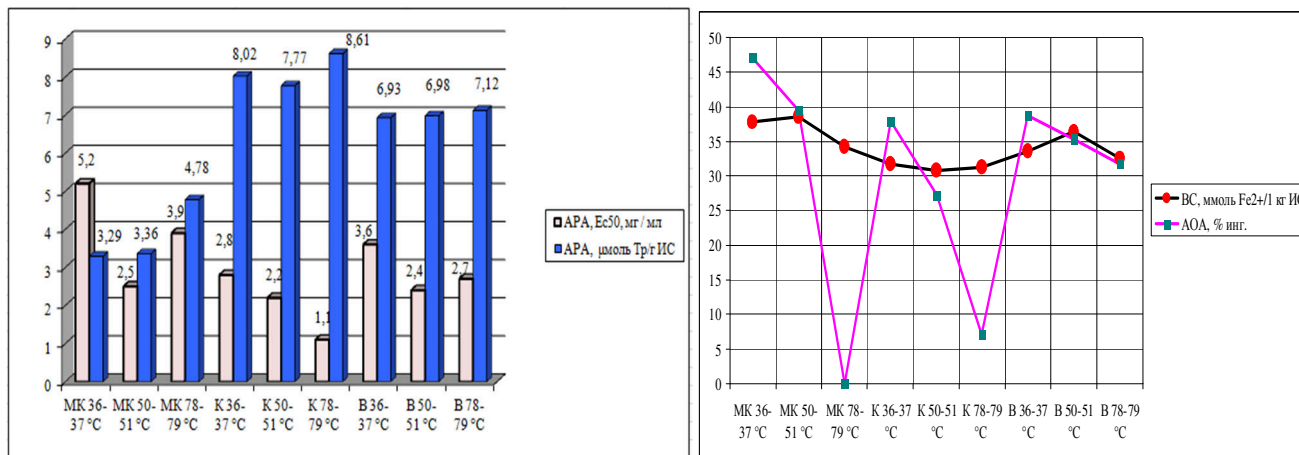


Рисунок 5 – Изучение общей антиоксидантной активности

По общему содержанию антиоксидантной активности (рисунок 5) технологически обоснованная температура экстракции для выжимок винограда составляет 50-51 °С. Дальнейшее повышение температуры не способствует увеличению полноты экстракции и, согласно литературным данным, вызывает разрушение биологически активных веществ (полифенолов, витаминов).

Проведена статистическая обработка результатов экспериментов с помощью регрессионного анализа. После математической обработки экспериментальных данных для параметра оптимизации Y_7 – антирадикальной активности по методу DPPH, мг/см³ получены следующие результаты:

1. аппроксимирующая модель для опытных данных

$$\hat{Y}_8 = -0,000693t^2 + 0,076857t + 5,001409 ;$$

2. остаточная дисперсия $\delta_{\text{ост}}^2 = 0,044989$;

3. общая дисперсия $\delta_{\text{общ}}^2 = 0,126664$;

4. индекс корреляции $R = 0,803006$;

5. индекс детерминации $R^2 = 0,644818$;

6. средняя ошибка аппроксимации в процентах $\bar{A} = 2,52\%$;

7. полученное уравнение хорошо аппроксимирует опытные данные, так как $R^2 \approx 1$ и $\bar{A} = 2,52\% < 7\%$;

8. максимальное значение $\hat{Y}_8^{\text{max}}(55) = 7,132$, а минимальное $\hat{Y}_8^{\text{min}}(91) = 6,26$.

С целью определения технологически обоснованной продолжительности процесса экстракцию проводили в течение 1, 2 и 4 часов. Проведенный анализ показал (таблица 6, рисунок 6), что технологически обоснованная продолжитель-

ность экстракции для мякоти и кожицы, выжимок, косточек винограда составляет – 2 часа, более длительное экстрагирование приводит к разрушению фенольных веществ.

Таблица 6 - Влияние продолжительности экстракции выжимок и семян на химический состав экстракта

Время экстракции	Показатели	ФВ,	Фл,	Ац,	Т,
		г ГК/100 г СВ	г К/100 г СВ	ЦГ/100 г ИС	мг К/100 г ИС
Мякоть и кожица					
1 ч		2,01	1,81	953,9	63,28
2 ч		2,08	1,88	972,1	64,7
4 ч		2,04	1,75	964,2	64,1
Выжимки					
1 ч		3,73	3,21	812,7	75,20
2 ч		3,94	3,37	826,7	77,1
4 ч		3,86	3,29	819,1	76,2
Семена					
1 ч		9,01	7,33	-	85,2
2 ч		9,67	7,61	-	87,1
4 ч		9,61	7,99	-	86,2

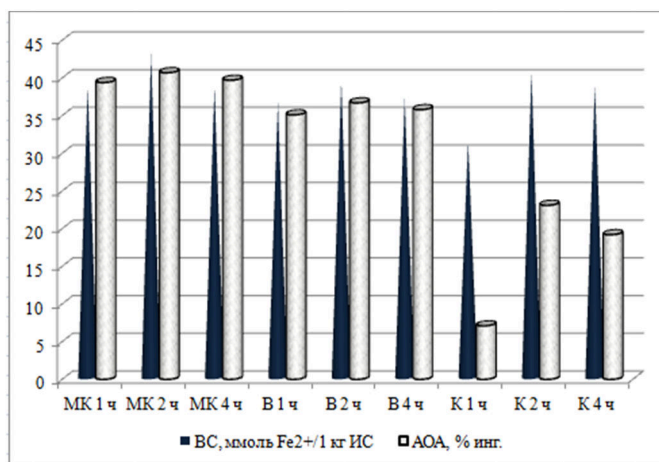
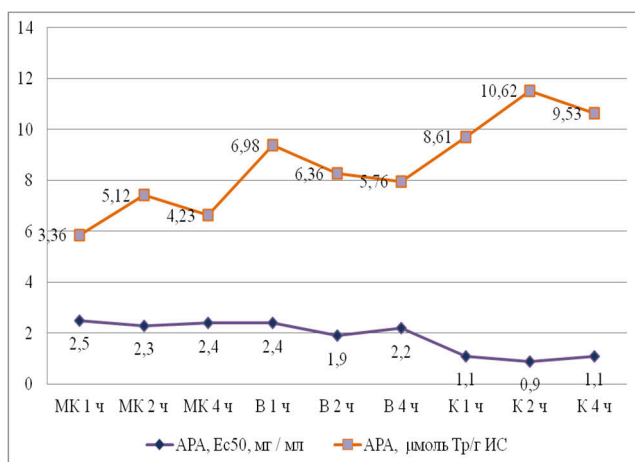


Рисунок 6 - Общая антиоксидантная активность

На основании проведенных исследований технологически обоснованные параметры экстракции вторичного виноградного сырья можно сформулировать следующим образом (таблица 7).

Таблица 7 - Параметры экстракции

Параметры	Экстракт		
	Мякоть, кожица	Косточки	Выжимки
t сушки, °С	50-52	50-52	50-52
Растворитель	70 % C ₂ H ₅ ОН	96 % C ₂ H ₅ ОН	70 % C ₂ H ₅ ОН
t экстракции, °С	78-79	36-37	50-51
Время экстракции, ч	2	2	2
Процесс экстракции	Концентрирование под вакуумом		

Для дальнейшего использования при разработке рецептур грушевых снеков был выбран экстракт виноградных выжимок, так как он обладает высокой антиоксидантной активностью и не предполагает дополнительных стадий технологического процесса. Кроме этого, экстракт выжимок винограда имеет более низкую себестоимость в отличие от экстракта из косточек винограда.

В результате проведенных исследований была разработана технология получения экстрактов из вторичного виноградного сырья, процессуальная схема которой представлена на рисунке 7.

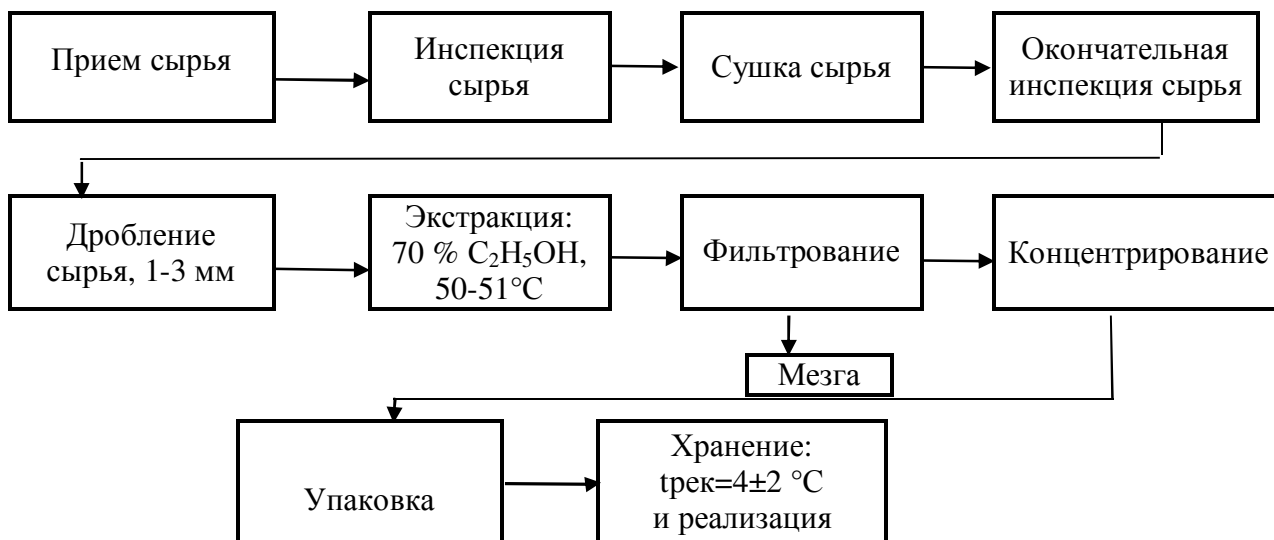


Рисунок 7 – Технологическая схема получения экстракта из выжимок винограда

Полученные по предложенной технологии экстракты были проанализированы по органолептическим, биохимическим и микробиологическим показателям (таблица 8). Экстракты представляли собой слегка мутную жидкость темно-бардового цвета с незначительным осадком; вкус кисло-сладкий, с легкой терпкостью; запах виноградный.

Таблица 8 – Биохимические и микробиологические показатели биологически активных экстрактов

Показатели	Выжимки
ωPCB, %	47,0
ωк, %	9,20
ФВ, г ГК/100 г СВ	4,78
Фл, г К/100 г СВ	3,02
Ац, ЦГ/100 Гис	415,4
Т, мг К/100 г ИС	127,1
АРА E _{c50} , мг/мл	1,1
АРА, μмоль Тр/г ИС	134,7
ВС, ммоль Fe ²⁺ / 1 кг ИС	32,13
АОА, % инг.	Не обнаружена
Микробиологические показатели биологически активных экстрактов	
КМАФАнМ, КОЕ /г	Нет
БГКП, КОЕ /г	Нет
Дрожжи и плесени, КОЕ /г	Нет

3.3 Разработка технологии получения грушевых снеков с добавлением экстракта виноградных выжимок

Для получения снеков с высокими антиоксидантными свойствами, груши подвергались предварительной обработке, предусматривающей инспекцию, сортировку, мойку, удаление несъедобных частей. Была выявлена зависимость физико-химических и антиоксидантных свойств снеков от массовой доли экстракта. Нарезанные плоды груш выдерживали в экстракте виноградных выжимок различной концентрации в течение часа при 5°C, 25°C и 35°C. В процессе обработки данных выявлена потеря массовой доли растворимых сухих веществ в результате вымывания и удаления воздуха, содержащегося в межклеточных пространствах тканей грушевых долек. В среднем после обработки образцы теряли от 1 до 2 % сухих веществ.

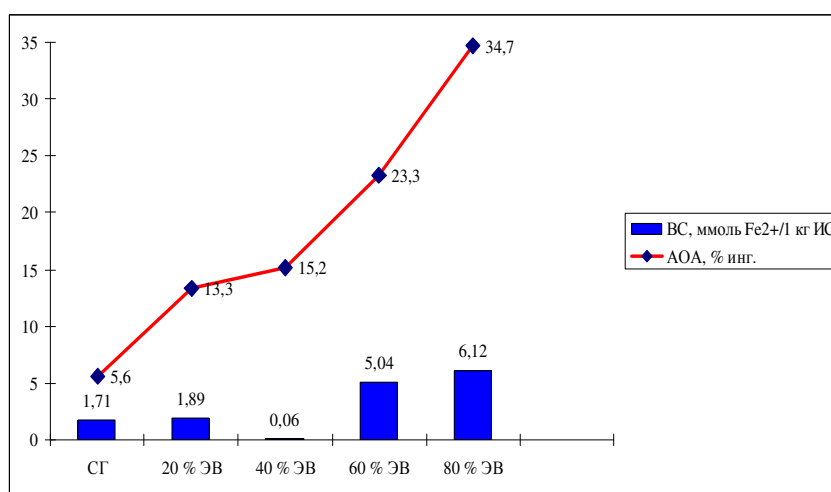


Рисунок 8 - Изучение восстанавливающей силы и антиокислительной активности снеков при добавлении различной концентрации экстракта

Таким образом (рисунок 8), вымачивание грушевых долек в экстракте различной концентрации приводит к повышению концентрации полифенолов и антиоксидантных свойств по сравнению с исходным сырьем.

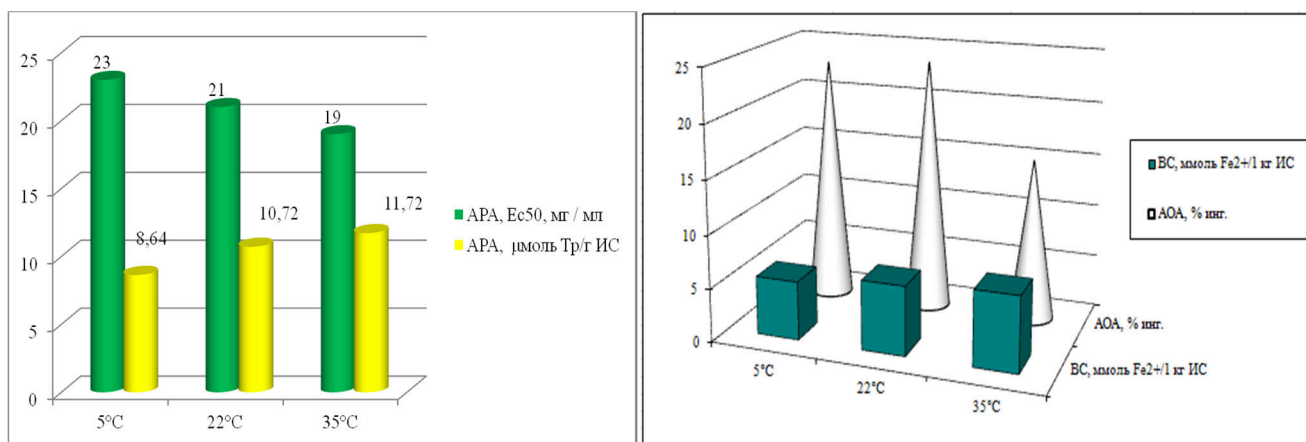


Рисунок 9 – Изучение антиоксидантной активности грушевых ломтиков

Было установлено (рисунок 9), что при температурах 20-22 °С и 35 °С в течение 60 минут наблюдается наилучшее диффундирование экстракта в клеточную

структуру грушевых ломтиков. В качестве оптимально выбрана комнатная температура, что позволит снизить энергозатраты.

Для удаления излишней влаги ломтики груши проходят процесс обдувки при температуре 25 °С в течение 15-20 минут. Это способствует лучшей отдаче влаги при сушке грушевого сырья. При тепловом способе сушки снеков на начальном этапе сушильный процесс протекает достаточно эффективно. Однако, по мере обезвоживания продукта и связанного с этим снижения его тепло- и массопроводящих характеристик, все большая доля тепловой энергии не протекает вглубь высушиваемых продуктов. Энергоемкость процесса возрастает, продолжительность сушки увеличивается, возникают локальные перегревы продукта, что отражается на качестве готовых снеков.

Для получения конечного продукта – грушевых снеков были исследованы три вида сушки: конвективная при 70 °С, инфракрасная сушка при 70 °С, сублимационная сушка (таблица 9).

Таблица 9 - Влияние вида сушки на химический состав конечного продукта

Виды сушки	ФВ, г ГК/100 г СВ	ФЛ, г К/100 г СВ	Ац, ЦГ/100 г ИС	Т, мг К/100 г ИС
ИК сушка	1,36	1,16	Отсутствуют	2,4
Конвективная	2,98	2,14	24,57	1,54
Сублимационная	3,74	2,89	63,8	2,52

Анализ данных таблицы 9 показал, что наибольшим содержанием фенольных веществ (3,74 г галловой кислоты / 100 г сухого вещества) обладают грушевые снеки, высушенные сублимационным способом.

Ранжирование полученных данных позволяет сделать вывод о том, практически при всех видах тепловой обработки снижается антиокислительная способность снеков. Это объясняется тем, что антиокислительной активностью в растительных клетках обладают не только фенольные вещества, флавоноиды, но также и витамины С, А, Е, ферментные системы клетки. При нагревании эти антиоксиданты, по-видимому, разрушаются, и остается антиокислительная активность, присущая фенольному комплексу антиоксидантов.

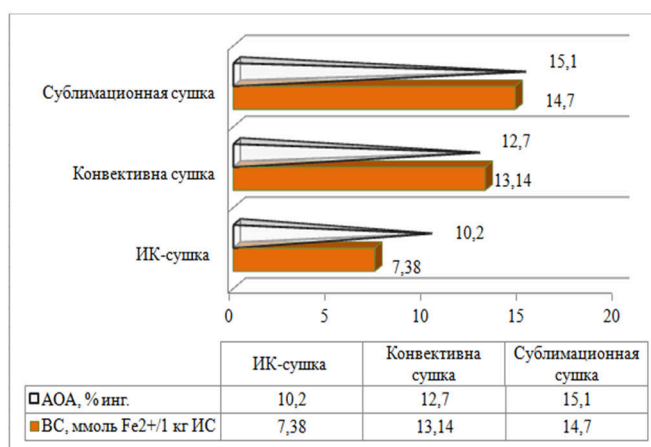
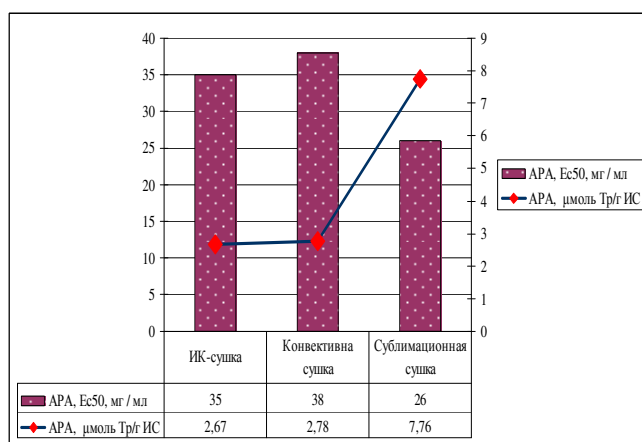


Рисунок 10 - Изучение общей антиоксидантной активности конечного продукта

Таким образом (рисунок 10), в ходе исследования влияния конвективной, сублимационной, ИК-сушки на содержание фенольных веществ и антиоксидантную активность плодовых снеков можно сделать вывод о том, что снеки, приготовленные сублимационным методом сушки, имеют наивысшие показатели по общему содержанию фенолов, флавоноидов, антоцианов и антиоксидантной активности в отличие от снеков, приготовленных конвективным и инфракрасными методами сушки.

Органолептические показатели экспериментальных образцов грушевых снеков, с добавлением экстракта выжимок винограда, полученных методом конвективной, инфракрасной и сублимационной сушки, представлены на рисунке 11.

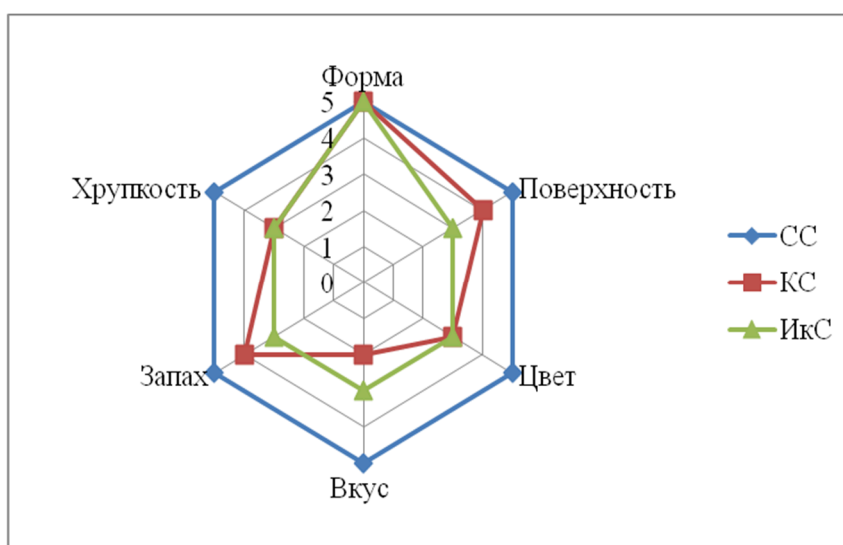


Рисунок 11 – Органолептические показатели образцов грушевых снеков с добавлением экстракта виноградных выжимок, высушенных различными способами сушки

Анализируя данные дегустационной оценки снеков, можно сделать вывод о том, что наиболее благоприятным способом сушки при производстве грушевых снеков, с добавлением экстракта выжимок винограда, является способ сублимационной сушки.

Изученные микробиологические показатели безопасности грушевых снеков с добавлением экстракта виноградных выжимок по содержанию БГКП (колиформы), КМАФАнМ, плесеней и дрожжей, остаются в пределах нормы и полностью соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», что свидетельствует о правильно веденном технологическом процессе производства грушевых снеков.

По результатам исследования была разработана техническая документация (ТУ, ТИ) на грушевые снеков с повышенными антиоксидантными свойствами.

Полученные данные позволяют позиционировать разработанные рецептуры грушевых снеков как конкурентоспособный высококачественный пищевой продукт с повышенными антиоксидантными свойствами.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что химический состав, физико-химические и антиоксидантные свойства плодового (груши) и ягодного (виноград) сырья, значительно различаются между собой в зависимости от сортовой принадлежности и места произрастания. На основании анализа экспериментальных данных установлено, что выжимки и семена винограда, являются перспективным сырьем для получения биологически активных экстрактов, что предопределяет целесообразность разработки технологии их производства.

2. Теоретически обоснованы и установлены параметры экстракции вторичного виноградного сырья: предварительная обработка сырья при температуре 50-52 °С, растворитель 70 % C₂H₅OH, температура экстракции 50-51 °С, продолжительность экстракции 2 часа, концентрирование экстракта под вакуумом. Установлено, что при хранении виноградного экстракта в течение 12 месяцев при температуре 4 – 5 °С сохраняются высокие потребительские, физико-химические и антиоксидантные свойства.

3. Разработана технология и экспериментальная аппаратурно-технологическая схема для производства экстрактов выжимок винограда с повышенными антиоксидантными свойствами.

4. Установлено, что при вымачивании грушевых ломтиков в экстракте виноградных выжимок увеличивается концентрация различных форм полифенолов и антиоксидантные свойства в среднем в 6 - 8 раз в сравнении с исходным сырьем - грушей.

5. Разработана рецептура и определены технологические параметры производства грушевых снеков с повышенными антиоксидантными свойствами: толщина грушевых ломтиков $2 \pm 0,1$ мм, вымачивание грушевых ломтиков в концентрированном экстракте при температуре 25 °С в течении 60 минут, способ сушки сырья.

6. Обоснован сублимационный метод и режимы сушки грушевых снеков с добавлением экстракта выжимок винограда: температура минус 72 °С, конечная величина относительной влажности снека 4-5 %.

7. Обоснован и установлен срок хранения снеков – 12 месяцев относительной влажности не более 85 %. Доказано, что экстракт выжимок винограда оказывает пролонгирующие свойства на антиоксидантные свойства конечного продукта в процессе хранения.

8. Разработана технологическая инструкция (ТИ) по производству грушевых снеков с повышенным антиоксидантным действием.

Список основных работ, опубликованных по теме диссертации
Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК
Минобрнауки РФ

1. **Батькова И.А.** (Кустова). Химический состав и антиоксидантные свойства винограда / И.А. Кустова, Н.В. Макарова, И.А. Яшина // Виноделие и виноградарство. – 2013. - № 4. – С. 41-43 (0,19 п.л., в т.ч. лично автором 0,06 п.л.).

2. **Кустова И.А.** Влияние температуры сушки на химический состав и антиоксидантные свойства виноградных выжимок и косточек / И.А. Кустова, Н.В. Макарова, И.А. Яшина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. - № 2. – С. 41-43 (0,19 п.л., в т.ч. лично автором 0,04 п.л.).

3. **Кустова И.А.** Антиоксидантные свойства винограда, выращенного на территории г. Пятигорска / И.А. Кустова, Н.В. Макарова, Д.Ф. Валиулина // Хранение и переработка сельхозсырья – 2014. - № 9. – С. 37-41 (0,3 п.л., в т.ч. лично автором 0,1 п.л.).

4. **Кустова И.А.** Технология получения экстракта с антиоксидантными свойствами из косточек винограда / И.А. Кустова, Н.В. Макарова // Хранение и переработка сельхозсырья - 2014. - №10. – С. 27-30 (0,25 п.л., в т.ч. лично автором 0,1 п.л.).

5. **Кустова И.А.** Получение экстрактов из выжимок и семян винограда с высокой антиокислительной активностью / И.А. Кустова, Н.В. Макарова, И.А. Яшина, М.Н. Новикова, Н.В. Смирнова // Пищевая промышленность. – 2014. - №2. – С. 68-70 (0,19 п.л., в т.ч. лично автором 0,04 п.л.).

6. **Кустова И.А.** Химический состав и антиоксидантные свойства столового винограда в Самарской области в 2013 г / И.А. Кустова, Н.В. Макарова, К.М. О.И. Азаров, В.Д. Углов // Виноделие и виноградарство. – 2014. - №6. –С. 45-48 (0,25 п.л., в т.ч. лично автором 0,06 п.л.).

7. **Кустова И.А.** Содержание веществ функциональной направленности в ягодах винограда различных сортов / И.А. Кустова, Н.В. Макарова // Виноделие и виноградарство. – 2014. - №5. –С. 50-52 (0,2 п.л., в т.ч. лично автором 0,1 п.л.).

8. **Кустова И.А.** Антиоксидантная активность урожая винограда в Самарской области 2013 года / И.А. Кустова, Н.В. Макарова, К.М. О.И. Азаров, В.Д. Углов // Виноделие и виноградарство. – 2014. -№ 4. – С. 33-35 (0,25 п.л., в т.ч. лично автором 0,05 п.л.).

9. **Кустова И.А.** Оценка физико-химического состава и антиоксидантной активности местных сортов и образцов груш из торговой сети / И.А. Кустова, Н.В. Макарова, Д.Ф. Валиулина, О.И. Азаров, В.В. Бахарев, А.А. Кузнецов, А.Н. Дмитриева // Хранение и переработка сельхозсырья – 2015. - № 3. –С. 19-23 (0,3 п.л., в т.ч. лично автором 0,04 п.л.).

10. **Кустова И.А.** Получение экстрактов с антиоксидантными свойствами из косточек винограда / И.А. Кустова, Н.В. Макарова, И.А. Яшина, М.Н. Новикова, Н.В. Смирнова // Виноделие и виноградарство. – 2014. - № 1. – С. 33-35 (0,19 п.л., в т.ч. лично автором 0,04 п.л.).

Статьи, опубликованные в зарубежных журналах, включенных в международные базы цитирования

11. **Batkova (Kustova) I.A.** Antioxidant activity of technical grapes harvested in the Samara Region in 2013 / I.A. Batkova, D.F. Valiulina, N.V. Makarova, // Life Science Journal. – 2014. – № 11(12s). – P. 797-801. (0,4 п.л., в т.ч. лично автором 0,13 п.л.).

12. **Batkova (Kustova) I.A.** Study of the Content of the Functional Directivity Substances in Table Grape Varieties / I.A. Batkova, D.F. Valiulina, N.V. Makarova, I.A. Platonov // Advances in Environmental Biology - 2014 №8(22). – P. 153-157. (0,31 п.л., в т.ч. лично автором 0,08 п.л.).

13. **Kustova I.A.** Antioxidant Activity of Six Varieties of Grapes from the City of Pyatigorsk Harvest 2013 / I.A. Kustova, D.F. Valiulina, N.V. Makarova // American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture – 2015 № 9. - P. 24-30. (0,37 п.л., в т.ч. лично автором 0,12 п.л.).

Материалы конференций

Список наиболее значимых работ автора

14. **Батькова (Кустова) И.А.** Антиоксидантные свойства кожицы винограда / И.А. Батькова // Материалы VI Международной научно-практической конференции. / Под ред. Рудика. – Саратов: КУБиК, 2012. – С.23-26 (0,25 п.л., в т.ч. лично автором 0,25 п.л.).

15. **Батькова (Кустова) И.А.** Антиоксидантные свойства мякоти винограда / И.А. Батькова // материалы второй Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Новосиб. области. Новосибирский государственный аграрный университет, 2012.- С.160-163 (0,25 п.л., в т.ч. лично автором 0,25 п.л.).

16. **Батькова (Кустова) И.А.** Антиоксидантные свойства косточек винограда / И.А. Батькова, Н.В. Макарова, И.А. Яшина // III всероссийская научно-практическая конференция. Пенза, 2013. – С.11-14. (0,25 п.л., в т.ч. лично автором 0,08 п.л.).

17. **Батькова (Кустова) И.А.** Влияние температуры сушки на химический состав и антиоксидантные свойства виноградных косточек / И.А. Батькова, Н.В. Макарова, И.А. Яшина, М.Н. Новикова Н.В. Смирнова // материалы пятой Международной Дистанционной научно-практической конференции молодых ученых. – Краснодар: ГНУСКЗНИИСиВ, 2013. – С. 294-299. (0,4 п.л., в т.ч. лично автором 0,08 п.л.).

18. **Батькова (Кустова) И.А.** Антиоксидантные свойства шести сортов винограда из г. Пятигорска урожая 2013 года материалы Региональной научно-практической конференции посвященной 90-летию юбилею кафедры садоводства ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина и 135-летию со дня рождения А.Д. Кизюрина, - Омск, 2014. – С. 20-23. (0,19 п.л., в т.ч. лично автором 0,06 п.л.).

19. **Батькова (Кустова) И.А.** Фенольный комплекс винограда самарской области как эффективное средство борьбы с окислительным стрессом / И.А. Батькова, Н.В. Макарова, И.А. Яшина // Материалы I международной научной конфе-

ренции. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2013.– С. 363-364. (0,1 п.л., в т.ч. лично автором 0,03 п.л.).

20. **Батькова (Кустова) И.А.** Изучение химического состава и антиоксидантных свойств семи сортов столового винограда выращенного на территории самарской области в 2013 году / И.А. Батькова, Н.В. Макарова, К.М. Ахметзакирова // материалы Международной научной конференции с элементами школы для молодежи – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014. – С. 140-145

21. **Кустова И. А.** Разработка технологии производства экстракта из вторичного виноградного сырья с повышенными антиоксидантными свойствами / И.А. Кустова, Н.В. Макарова, О.Ю. Кривенко // Материалы I международной студенческой научно-практической конференции «Инновации в химических и нефтехимических производствах и биотехнологии». - Воронеж, 2015. – С. 99-104. (0,3 п.л., в т.ч. лично автором 0,09 п.л.).

22. **Кустова И.А.** Разработка технологии производства грушевых снежков с добавлением экстракта из местного виноградного сырья, обладающего высокими антиоксидантными свойствами / И.А. Кустова, Н.В. Макарова // Современные технологии продуктов питания Сборник научных статей 2-й Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 94-96. (0,3 п.л., в т.ч. лично автором 0,04 п.л.).

23. **Кустова И.А.** Подбор температуры для получения экстрактов из выжимок винограда с высокой антиокислительной активностью / И.А. Кустова, Н.В. Макарова, Е.В. Календарева // Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов III международная научная конференция с элементами научной школы для молодежи. – Курск, 2015. – С. 44-48. (0,16 п.л., в т.ч. лично автором 0,08 п.л.).

24. **Кустова И.А.** Сравнительный анализ физико-химических показателей и антиоксидантных свойств экстрактов винограда / И.А. Кустова, Н.В. Макарова // I Международная научно-практическая Интернет-конференция современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия» ФГБНУ «ПНИИАЗ», 2016. – С. 2347-2349. (0,1 п.л., в т.ч. лично автором 0,08 п.л.).

25. **Кустова И.А.** Флавоноиды винограда – как биологически активные вещества/ И.А. Кустова, Н.В. Макарова // Биотехнология от науки к практике. Всероссийская конференция с международным участием. - Уфа: Риц БашГУ, 2014. – С. 79-81. (0,19 п.л., в т.ч. лично автором 0,1 п.л.).

26. **Кустова И.А.** Разработка технологии получения экстракта из косточек винограда с высоким антиоксидантным действием: подбор растворителя для экстракции / И.А. Кустова, Н.В. Макарова // Биотехнология от науки к практике. Всероссийская конференция с международным участием. - Уфа: Риц БашГУ, 2014. – С. 81-83. (0,19 п.л., в т.ч. лично автором 0,1 п.л.).

27. **Кустова И.А.** Сравнительный анализ химического состава и антиоксидантной активности винограда нескольких сортов: мировой уровень и собственные исследования / И.А. Кустова, Н.В. Макарова // Магарач виноградарство и

виноделие ISSN 2309-9305. - Крым, 2015. – С. 76-77 (0,1 п.л., в т.ч. лично автором 0,05 п.л.).

28. **Кустова И.А.** Влияние температуры сушки на химический состав и антиоксидантные свойства виноградных выжимок / И.А. Кустова, Н.В. Макарова // Биотехнология от науки к практике. Всероссийская конференция с международным участием. - Уфа: Риц БашГУ, 2014. – С. 83-86. (0,19 п.л., в т.ч. лично автором 0,1 п.л.).

29. **Кустова И.А.** Разработка технологии получения экстракта из выжимок винограда с высоким антиоксидантным действием: подбор растворителя для экстракции / И.А. Кустова, Н.В. Макарова, Д.Ф. Валиулина // Материалы Международной научно-практической конференции. – Воронеж, 2014. – С. 280-285 (0,4 п.л., в т.ч. лично автором 0,1 п.л.).

Подписано в печать 22.06.16. Формат 60×84 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Печать трафаретная. Гарнитура Times. Усл. печ. 1,0.
Заказ 1600. Тираж 130 экз.

Отпечатано в ООО «Издательский Дом-Юг»
350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2, корп. «В», оф. В-122,
тел. +7(918) 41-50-571
<http://www.id-yug.com> id.yug2016@gmail.com