

на правах рукописи

Захарова Евгения Владимировна

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СЫВОРОТОЧНЫХ НАПИТКОВ С
АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТЬЮ**

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

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

г. Москва, 2012

Работа выполнена в Государственном научном учреждении Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии)

Научный руководитель: Доктор биологических наук,
старший научный сотрудник
Донская Галина Андреевна

Официальные оппоненты: Доктор технических наук,
доцент
Творогова Антонина Анатольевна

Кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник
Шидловская Виктория Павловна

Ведущая организация: **ФГБОУ ВПО Московский
Государственный Университет
Пищевых Производств**

Защита диссертации состоится «__» _____ 2012 г. в __ часов на заседании диссертационного совета ДМ 006.021.01 при Государственном научном учреждении Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова Российской академии сельскохозяйственных наук.

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью учреждения, просим направлять по адресу: 109316, г. Москва, ул. Талалихина, 26, ГНУ ВНИИМП им. В.М.Горбатова Россельхозакадемии, Ученому секретарю диссертационного совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГНУ ВНИИМП им. В.М. Горбатова Россельхозакадемии.

Автореферат разослан «__» _____ 2012 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник



А. Н. Захаров

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Рациональное использование вторичного сырья является важным резервом увеличения объемов вырабатываемой молочной продукции, в том числе с функциональными свойствами. В настоящее время лишь 12,2% молочной сыворотки используется на пищевые цели, из них 1,3% - на производство напитков.

Между тем производство функциональных напитков на основе сыворотки является одним из перспективных направлений ее использования. Вводя в рецептуру сывороточных напитков физиологически функциональные ингредиенты, можно варьировать их профилактическую направленность. Важное место среди БАВ занимают антиоксиданты (АО), которые позиционируют в качестве профилактики от многих заболеваний, в том числе сердечно-сосудистых и онкологических. Попадая в организм человека с продуктами питания, АО выполняют свое защитное действие, предотвращая окисление важнейших компонентов биологических мембран клеток. Особая роль при разработке продуктов отводится природным АО, к числу которых относятся токоферолы, аскорбиновая кислота, фенольные и полифенольные соединения (в том числе флавоноиды, антоцианы и др.), каротиноиды и др.

Теоретические и практические положения разработки функциональных молочных продуктов, которыми руководствовались в работе, изложены в трудах отечественных и зарубежных ученых Ганиной В.И. Гаврилова Г.Б., Голубевой Л.В., Донской Г.А., Евдокимова И.А., Зобковой З.С., Кравченко Э.Ф., Полянского К.К., Радаевой И.А., Рябцевой С.А., Свириденко Ю.Я., Тихомировой Н.А., Токаева Э.С., Харитонов В.Д., Храмцова А.Г., Farrell H. M., Bede M. J. и др. и подтверждают целесообразность совершенствования и разработки новых технологических процессов в данной области.

Цель и задачи исследований

Целью настоящей диссертационной работы является разработка рецептур и технологии низкокалорийных напитков из творожной сыворотки с антиоксидантной активностью.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- исследовать антиоксидантную активность (АОА) творожной сыворотки в различные периоды года, а также в зависимости от способа ее обработки;
- изучить функциональные свойства и исследовать АОА краснопигментированных растительных концентратов сублимационной сушки (с/с). Теоретически и экспериментально обосновать возможность их применения в составе сывороточных напитков;
- определить и научно обосновать дозировку и способы внесения в сыворотку концентратов с/с. Разработать ингредиентный состав сывороточных напитков с использованием в качестве целевой функции АОА и определить рациональные технологические режимы производства;
- провести комплексные исследования состава и свойств напитков из сыворотки и определить срок их годности;
- разработать техническую документацию на новый вид сывороточных напитков и апробировать разработанную технологию в промышленных условиях.

Научная новизна

Изучена АОА творожной сыворотки в различное время года. Показано, что наибольшую АОА имеет нативная сыворотка в период с августа по октябрь-месяцы. Установлено, что сепарирование и тепловая обработка сыворотки (90-95°C) снижают ее АОА.

Доказана экстрагирующая активность творожной сыворотки по отношению к АО из концентратов сублимационной сушки.

Установлена зависимость АОА сывороточного экстракта от температуры и продолжительности экстракции.

Установлено, что введение в сывороточные напитки краснопигментированных концентратов с/с повышает их АОА и увеличивает сроки годности.

Научно и экспериментально обоснованы рациональные параметры технологии, обеспечивающие получение низкокалорийных сывороточных напитков с антиоксидантной активностью.

Получен патент РФ № 2391017 «Напиток сывороточный»

Практическая значимость

- предложено безотходное использование ягодных и овощных концентратов с/с в производстве молочных продуктов, в том числе в качестве экстрактов – для сывороточных напитков и в качестве ягодно-овощных добавок – для йогурта;
- разработаны рецептуры и технология сывороточных напитков с антиоксидантной активностью для массового потребления;
- разработаны и утверждены в установленном порядке комплекты технической документации - «Напитки сывороточные» СТО 00419785-007-2011 и «Йогурт фруктовый» СТО 00419785-008-2011.

Апробация работы

Результаты диссертационной работы были представлены на: I Всероссийской студенческой научной конференции «Молодежная наука – пищевой промышленности России» (Ставрополь, 2009 г); Международной научно-практической конференции «Технологии функциональных продуктов питания» (Воронеж, 2010 г); Международной научно-практической конференции «Инновационные пути в разработке ресурсосберегающих технологий производства и переработке с/х продукции» (Волгоград, 2010 г); 4 Конференции молодых ученых и специалистов Отделения «Хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» Россельхозакадемии

«Научно-инновационные технологии как основа продовольственной безопасности Российской Федерации» (Москва, 2010 г).

Публикации

По материалам диссертации опубликовано 11 работ, в том числе 2 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК РФ, получен патент.

Структура и объем диссертации

Работа изложена на 112 стр., содержит 22 таблицы, 22 рисунка. Библиография представлена 145 источниками, из которых 55 зарубежных. Количество приложений 5.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Во введении сформулированы актуальность темы диссертационной работы, цели и задачи собственных исследований, научная новизна и практическая значимость.

В первой главе «Аналитический обзор литературы» проанализированы и обобщены данные, в которых показана роль антиоксидантов в организме человека. Представлена классификация антиоксидантов, а также рассмотрены различные природные антиоксиданты фенольного строения. Даны обзор рекомендуемых норм потребления антиоксидантов и их источники в продуктах питания.

Во второй главе «Методика проведения работ и методы исследований» дана характеристика объектов исследований, описание организации постановки экспериментов и комплекса исследованных показателей, приведены методы их определения. Схема проведения исследований представлена на рис. 1.

Экспериментальная часть работы была выполнена в лаборатории ресурсосберегающих процессов и спецтематики ГНУ Всероссийского научно-исследовательского института молочной промышленности Россельхозакадемии и в испытательном лабораторном центре «Биотест».

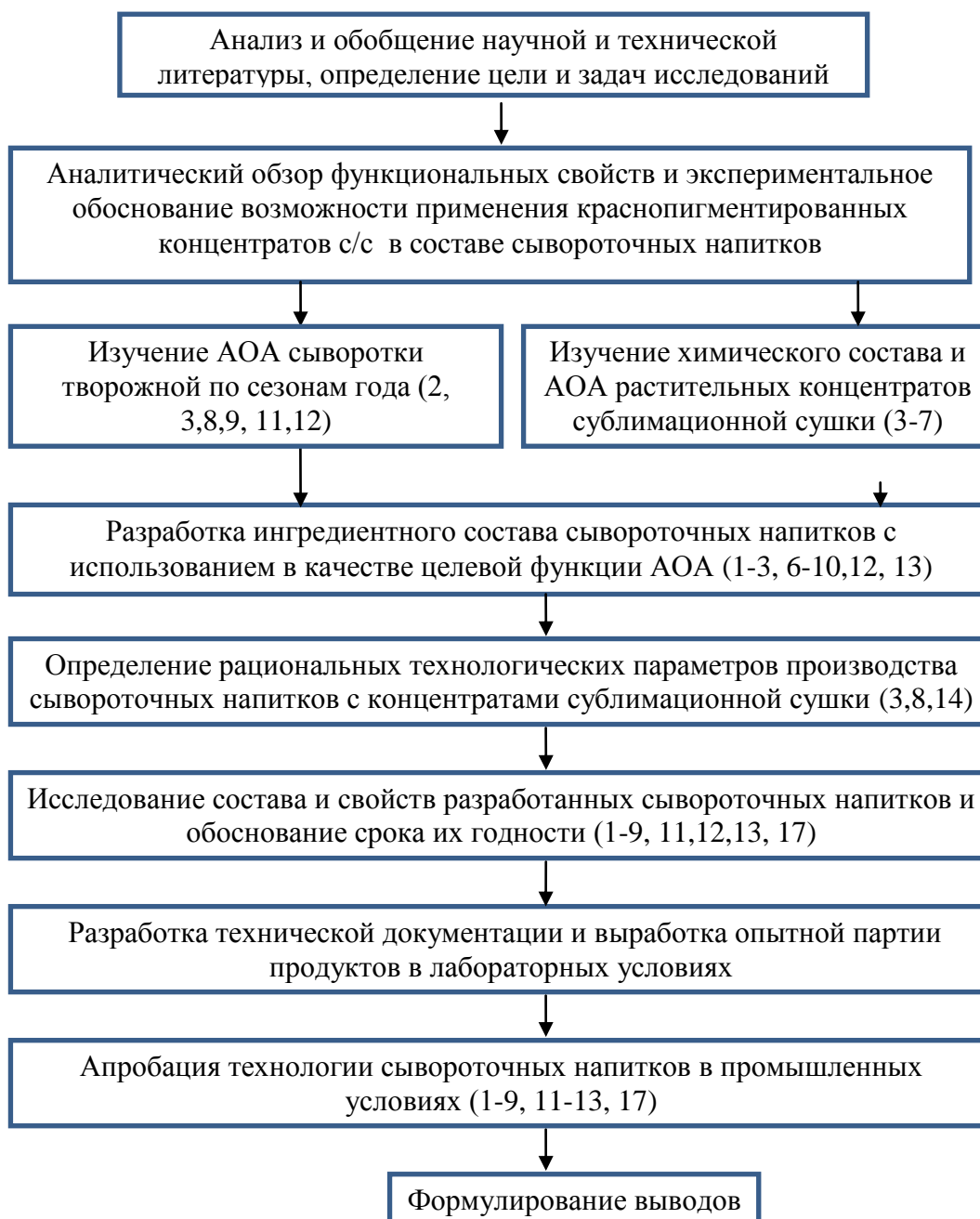


Рис.1. Схема проведения экспериментальных исследований

Показатели: 1 – массовая доля жира; 2 – массовая доля белка; 3 – суммарная антиоксидантная активность; 4 – массовая доля антоцианов; 5 – массовая доля флавоноидов; 6 – минеральный состав; 7 – витаминный состав; 8 – активная кислотность; 9– титруемая кислотность; 10- массовая доля золы; 11 – содержание общего азота; 12 – содержание небелкового азота; 13 – органолептические показатели; 14 – окислительно-восстановительный потенциал и индекс ОВП; 15 – массовая доля сухих веществ; 16 – содержание органических кислот; 17 – микробиологические показатели.

Объектами исследований служили: творожная нативная сыворотка, полученная с ОАО «Тульский молочный комбинат» по ГОСТ Р 53438-2009, творожная сепарированная сыворотка, сыворотка термически осветленная,

концентраты с/с: черника, брусника, морковь, свекла, вырабатываемые в Волгограде фирмой ООО «Сублимированные продукты» «Галакс» по ТУ 9164-097-04801346-05 и по ТУ 9164-105-04801346-05; сывороточно-растительные композиции, сывороточные напитки, изготовленные по разработанным рецептурам с краснопигментированными концентратами с/с, контрольный образец - аналогичный по составу сывороточный напиток без добавления концентратов с/с.

При проведении исследований использовали стандартизованные и общепринятые методы анализа исследуемых объектов. Определение суммарной АОА проводили амперометрическим методом измерения массовой доли антиоксидантов, эквивалентной галловой кислоте, с помощью прибора «ЦветЯуза – 01-АА» и использовании градуировочного графика зависимости выходного сигнала от концентрации галловой кислоты. Общее содержание белка, содержание общего азота и небелкового азота определяли по методу Кьельдаля на анализаторе белка/азота "Kjeltec 2100" по ГОСТ Р 53951-2010. Определение минеральных веществ проводили методом атомноабсорбционной спектроскопии на приборе с внешней системой обработки данных «SpectrAA–220» фирмы VARIAN. Определение массовой доли сухих веществ проводили по ГОСТ 3626-73. Массовую долю витамина С – по ГОСТ 30627.2-98. Микробиологические показатели: количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов - по ГОСТ 10444.15-94; бактерии группы кишечных палочек – по ГОСТ Р 53430-2009; *S. aureus* – по ГОСТ 30347-97; патогенные микроорганизмы, в том числе салмонеллы по ГОСТ Р 52814-2007; дрожжи и плесневые грибы – по ГОСТ 10444.12-88. Активную кислотность и окислительно-восстановительный потенциал определяли потенциометрическим методом на иономере «Эксперт-001» по ГОСТ Р 53359-2009. Титруемую кислотность - по ГОСТ 3624-92. Массовую долю жира - по ГОСТ 5867-90. Массовую долю углеводов - по ГОСТ 3628-78. Массовую долю золы - по ГОСТ Р 51466-99. Суммарное содержание

антоцианиновых пигментов определяли методом рН-дифференциальной спектрофотометрии при длине волны $\lambda = 510$ нм. Органические кислоты определяли в условиях обращеннофазной высокоэффективной жидкостной хроматографии (ОФ ВЭЖХ) при длине волны $\lambda = 210$ нм. Содержание флавоноидов определяли методом спектрофотометрии при длине волны 415 нм. Пищевую ценность продукта рассчитывали по стандартной формуле. Оценку органолептических показателей сывороточных напитков проводили сенсорно с применением профильного метода.

Эксперименты проводили в 3-5 кратной повторности. Достоверность экспериментальных данных оценивали общепринятыми методами математической статистики с использованием стандартных пакетов компьютерных программ “Microsoft Exel”, “Statistica 6,0” при доверительной вероятности $P=0,95$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В третьей главе «Исследование суммарной антиоксидантной активности творожной сыворотки и концентратов сублимационной сушки» представлены материалы по: изучению физико-химических показателей творожной сыворотки, а также суммарной АОА в зависимости от сезона года, исследованию влияния механической и тепловой обработки на антиоксидантные свойства сыворотки, обоснованию выбора экстрагента для экстракции краснопигментированных концентратов с/с.

Результаты исследований по изучению суммарной АОА нативной творожной сыворотки в различные периоды года представлены на рис. 2.

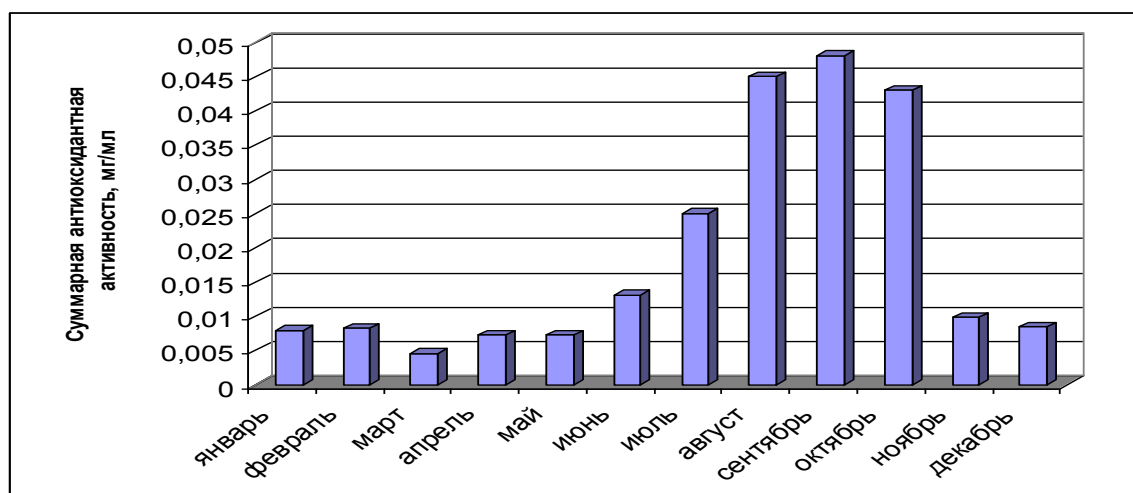


Рис.2. Суммарная антиоксидантная активность нативной сыворотки в различные периоды года

Анализ полученных данных показал, что максимальная АОА нативной творожной сыворотки наблюдается в период с августа по октябрь. Эффективные значения АОА сыворотки в летне-осенний период обусловлены наличием в рационах с/х животных зеленого корма, богатого белками, витаминами и природными антиоксидантами. По мере уменьшения доли зеленого корма в рационе дойных коров АОА молочной сыворотки постепенно снижается, достигая в марте значения 0,0046 мг/мл. Следовательно, для получения напитков с антиоксидантной активностью наиболее рационально использовать сыворотку в летне-осенний период.

Одними из важнейших технологических операций, используемых при переработке творожной сыворотки являются центробежная очистка, а при получении осветленных напитков - тепловая обработка. Результаты экспериментальных исследований АОА творожной сыворотки в зависимости от способа обработки представлены в таблице 1.

Таблица 1

Антиоксидантная активность творожной сыворотки

Показатель	Сыворотка		
	нативная	сепарированная	осветленная термическим способом
АОА, мг/мл	0,048±0,005	0,027±0,005	0,016±0,005

Полученные данные свидетельствуют о снижении АОА сыворотки при сепарировании и при последующей тепловой обработке ($t = (95 \pm 2)^\circ\text{C}$, $\tau = 40$ мин.).

Учитывая, что большей потребительской популярностью пользуются осветленные сывороточные напитки, представлялось целесообразным усиливать их функциональные свойства за счет внесения природных антиоксидантов, в том числе флавоноидов.

С этой целью в сыворотку вводили биокорректоры в виде концентратов с/с, содержащих в своем составе комплекс БАВ.

Для характеристики показателей компонентов, используемых в качестве биокорректоров, определяли их химический состав и АОА (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав растительных концентратов сублимационной сушки

Наименование показателя	Фактические значения			
	Морковь	Свекла	Брусника	Черника
Антиоксидантная активность мг/г	0,007±0,003	0,019±0,005	0,011±0,005	0,015±0,005
Содержание витамина С, мг/100 г	21,4±1,80	139,3±1,80	154,8±1,80	123,2±1,80
Кальций, мг/100 г	139,6±1,8	311,9±1,8	282,6±1,8	162,0±1,8
Магний, мг/100г	190,15±0,50	200,14±0,50	74,35±0,50	56,91±0,50
Фосфор, мг/100 г	258,8±0,36	389,9±0,36	180,2±0,36	137,5±0,36
Железо, мг/100 г	2,03±0,04	2,01±0,04	4,39±0,04	0,48±0,04
Калий, мг/100 г	1975,4±1,0	1993,5±1,0	632,33±1,0	660,51±1,0
Флавоноиды, мг/100 г	282,3±28,2	291,0±29,0	498,0±49,8	859,0±86,0
Антоцианы, мг/100г	отсутствуют	отсутствуют	330,0±33,0	2730,0±273,0

Анализ полученных данных показал, что наибольшей суммарной АОА, более высоким содержанием витамина С, флавоноидов, антоцианов обладают концентраты свеклы, брусники и черники, что предопределило перспективность их использования для производства напитков с повышенными функциональными свойствами и АОА.

При разработке напитков с АОА руководствовались методическими рекомендациями МР 2.3.1.2432 -08 «Нормы физиологических потребностей в

энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». В соответствии с МР рекомендуемый уровень потребления флавоноидов составляет 250 мг/сутки. В задачу наших исследований входило получение сывороточных напитков с содержанием флавоноидов не менее 25% от рекомендуемой суточной нормы

Четвертая глава «Обоснование технологии сывороточных напитков с краснопигментированными концентратами сублимационной сушки» посвящена разработке и обоснованию режимов технологического процесса производства сывороточного напитка с АОА.

Для оптимального извлечения природных антиоксидантов из концентратов с/с проводили процесс экстракции. В качестве экстрагента использовали творожную осветленную сыворотку, содержащую органические кислоты, способствующие извлечению БАВ. Экстракцию осуществляли при $t = (20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и постоянном перемешивании (частота вращения мешалки – 28 об./мин.). Результаты исследований АОА сывороточных экстрактов приведены на рис.3.

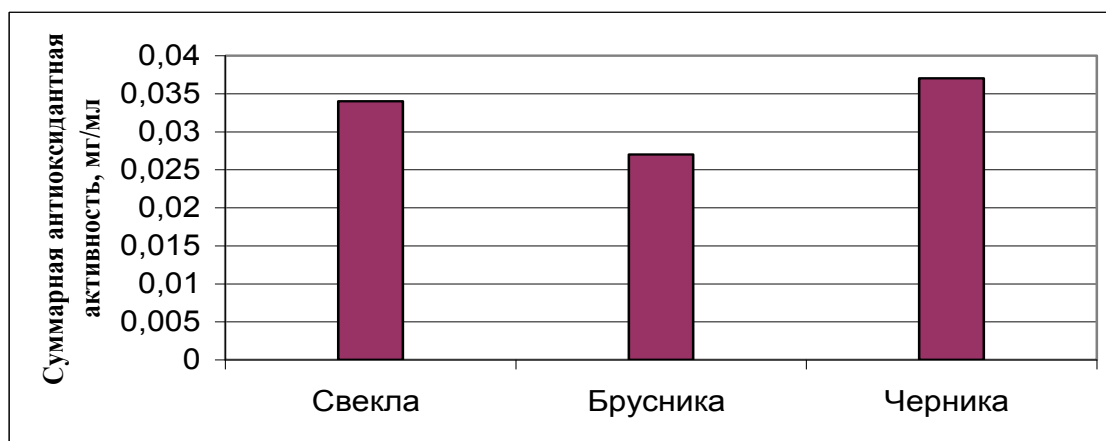


Рис.3. Антиоксидантная активность экстрактов концентратов с/с в творожной сыворотке

С целью увеличения перехода БАВ в сыворотку исследовали влияние соотношения твердой и жидкой фаз, длительности контакта, температурных факторов на режим экстрагирования. В качестве отклика использовали органолептические показатели сывороточно-растительных композиций, которые оценивали, используя профильный метод сенсорной оценки.

Диапазон количества вносимых растительных компонентов был выбран от 0,5% до 4,0%.

Выделение наиболее характерных для сывороточного напитка элементов вкуса позволило установить профиль его восприятия. Результаты сенсорного анализа сывороточно-растительных композиций представлены на рисунке 4, 5, 6.

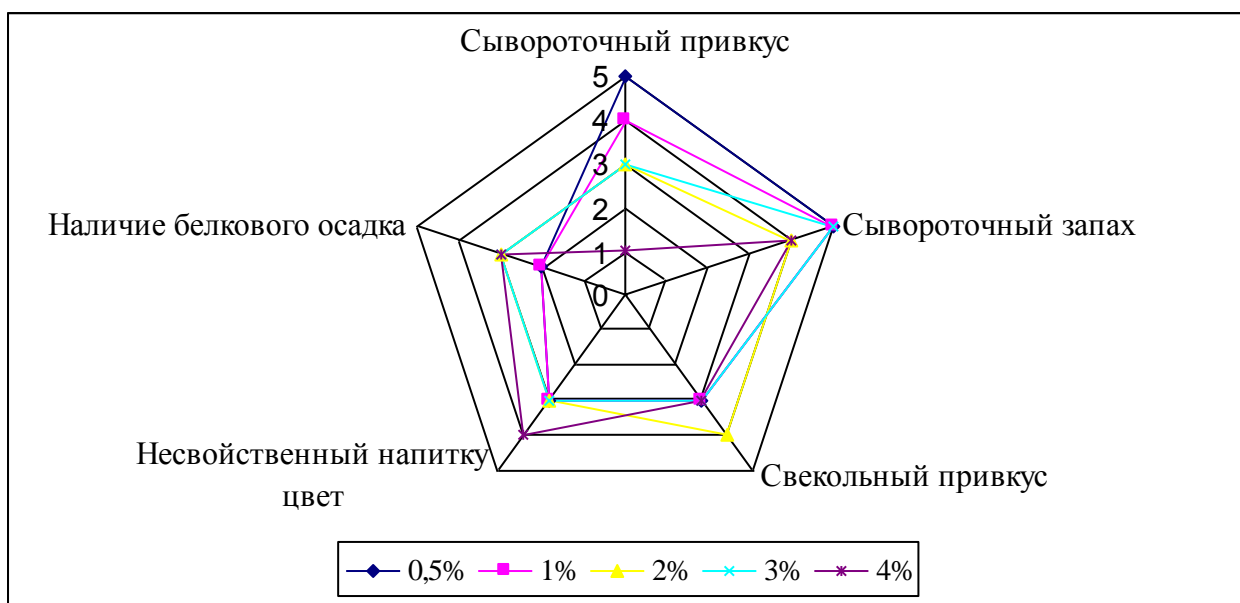


Рис. 4. Профилограмма органолептической оценки сывороточно-свекольной композиции с различным содержанием концентрата

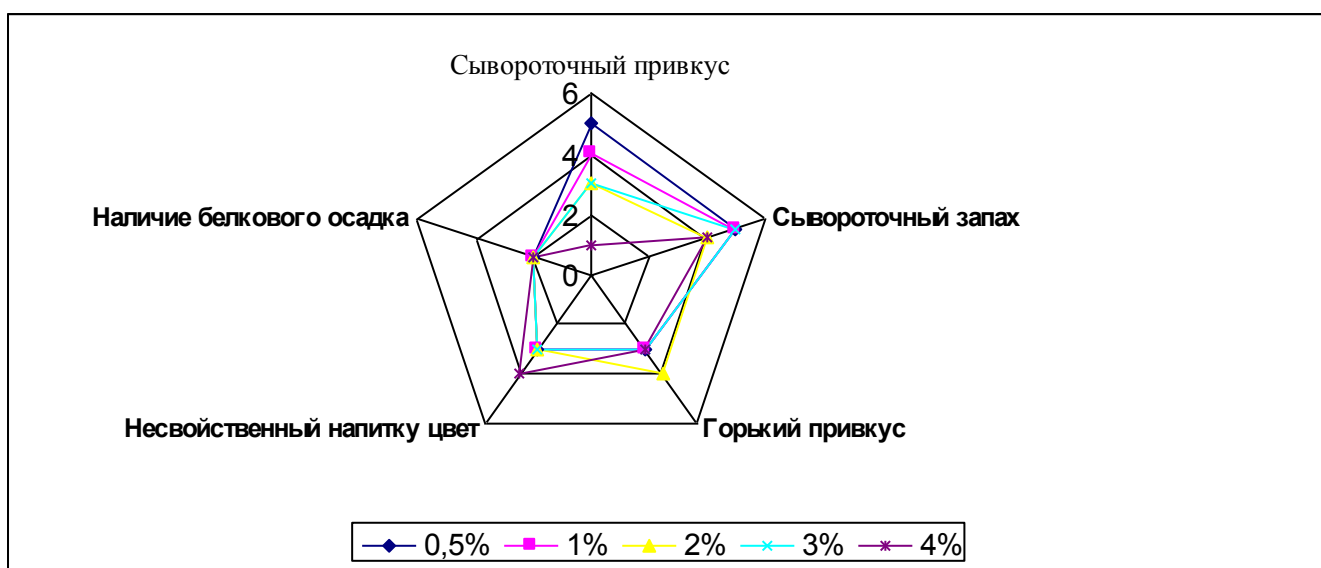


Рис.5. Профилограмма органолептической оценки сывороточно-брусничной композиции с различным содержанием концентрата

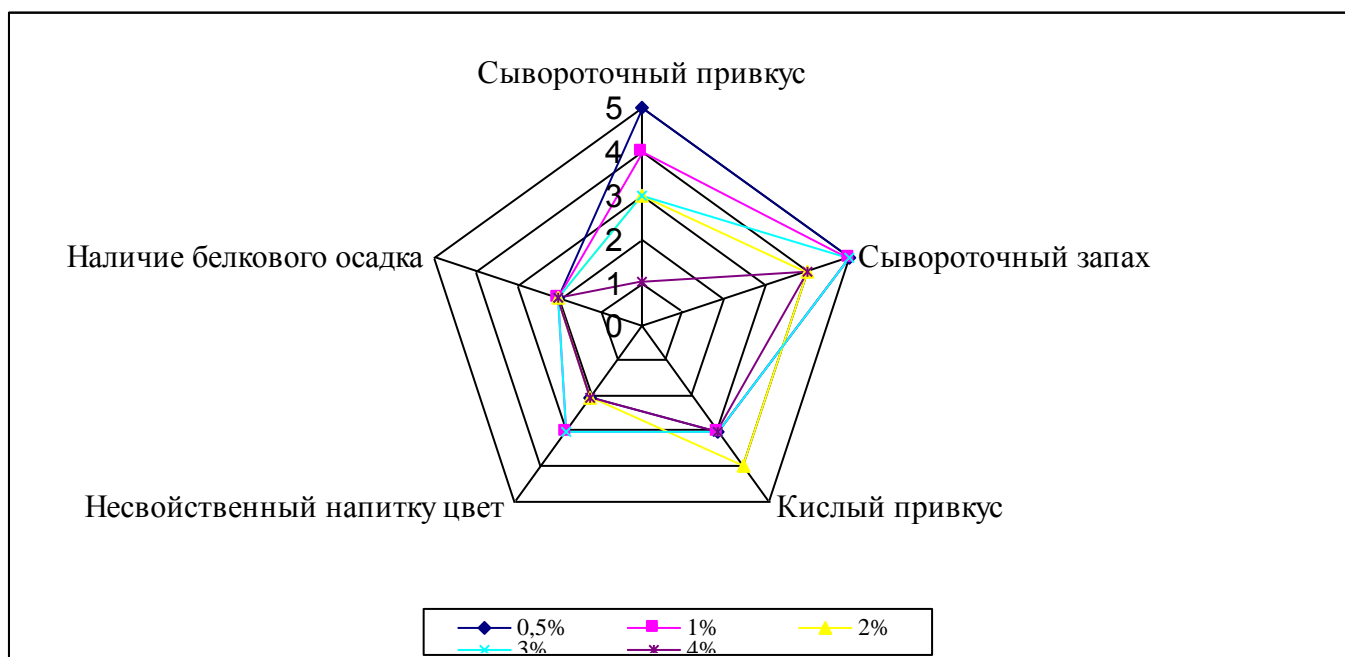


Рис. 6. Профилограмма органолептической оценки сывороточно-черничной композиции с различным содержанием концентрата

Полученные результаты показали, что наивысшее количество баллов получили сывороточно-растительные композиции с 1%-ным содержанием растительных концентратов. Указанное значение концентрации при проведении дальнейших экспериментов было принято за базовое.

На первом этапе изучали влияние длительности экстракции на АОА сывороточно-растительной композиции (рис. 7).

Экстрагирование проводили в течение 5, 10, 15, 20 минут при постоянной температуре $t=(20\pm 2)^\circ\text{C}$.

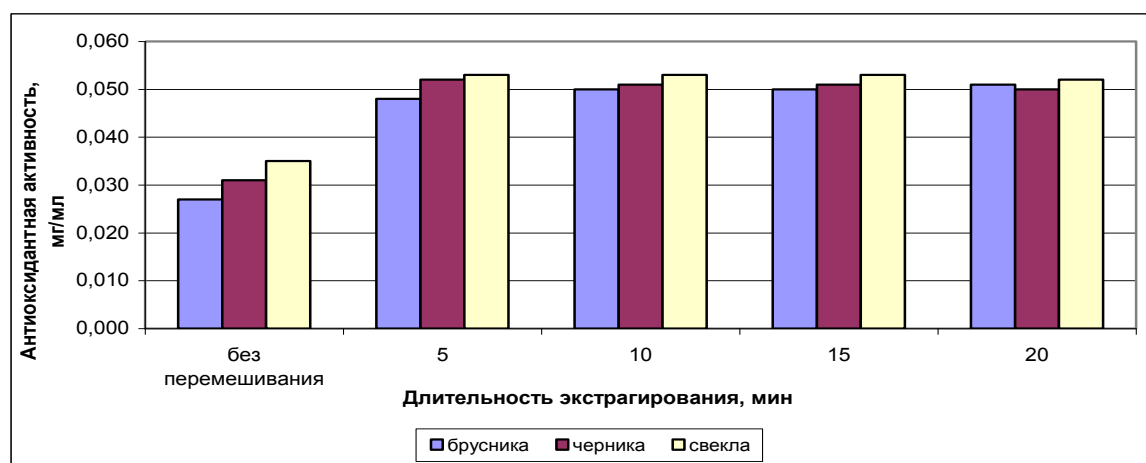


Рис. 7. Величина АОА сывороточных экстрактов в зависимости от длительности экстракции

Полученные данные свидетельствуют о том, что с увеличением экспозиции экстракции АОА экстракта брусники возрастает с 0,027 до 0,050 мг/мл, достигая значения 0,050 мг/мл при 10-минутной экспозиции. Дальнейшее увеличение времени контакта не оказывает существенного влияния на показатели АОА. Переход растительных ингредиентов из свеклы с/с в сыворотку резко возрастает при увеличении экспозиции экстракции в диапазоне от 0 до 5 минут (с 0,035 мг/мл до 0,053 мг/мл), оставаясь примерно на одном уровне при дальнейшем росте экспозиции. Усиление процесса экстракции из черники с/с наблюдается при 5-минутной экспозиции. Значение АОА экстракта возрастает при этом с 0,031 до 0,052 мг/мл, незначительно увеличиваясь (до 0,053 мг/мл) при 20-минутной экспозиции экстракции.

На втором этапе изучали влияние температуры экстрагирующей среды на АОА сывороточно-растительных композиций (рис. 8). Результаты исследований показали, что увеличение температуры экстракции с 20 до 85°C для композиций, включающих бруснику или чернику приводит к возрастанию АОА. При дальнейшем повышении температуры наблюдается снижение АОА. Для сывороточно-растительной композиции со свеклой оптимальная температура экстрагирования составляет $(75\pm 2)^\circ\text{C}$.

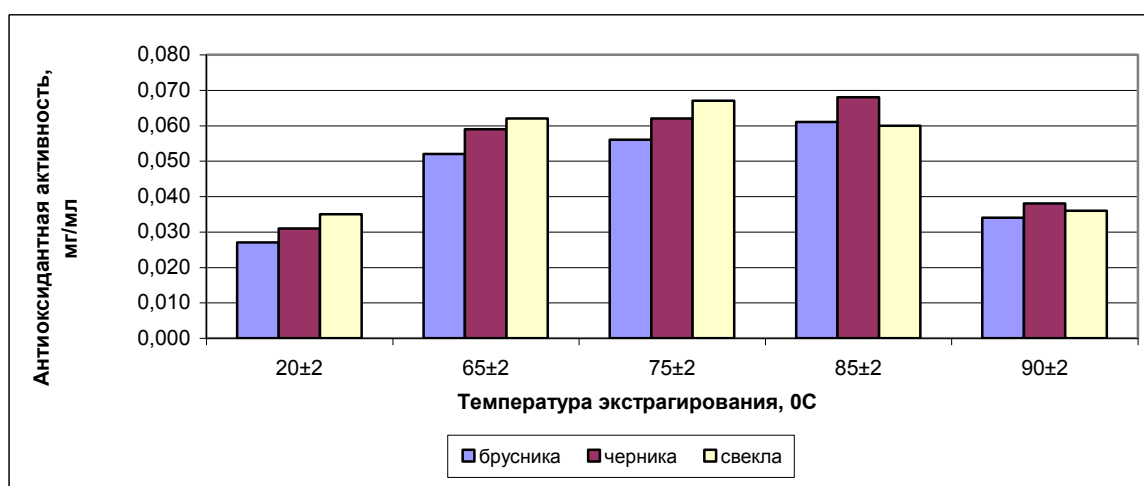


Рис.8. Влияние температуры на антиоксидантную активность сывороточных экстрактов

На основании исследований кинетики процесса экстрагирования получены оптимизационные модели процесса и соответствующие уравнения регрессии, описывающие зависимость величины АОА (Y) в экстрактах от

температуры (X_1) и длительности экстрагирования (X_2). Результаты приведены на рис. 9,10,11.

- для сывороточно-черничной композиции:

$$Y=0,0142+5,5619*10^{-5}X_1+0,0004*X_2-1,6*10^{-6}X_1X_1+2,2857*10^{-6}X_1X_2-3,265*10^{-6}X_2X_2$$

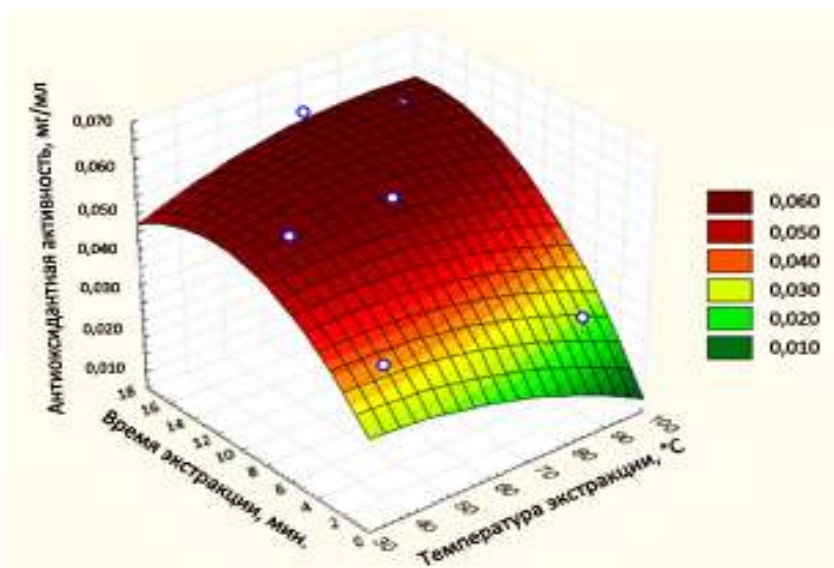


Рис.9. Поверхность отклика АОА сывороточно-черничной композиции при варьировании длительности экстрагирования и температуры экстракции

- для сывороточно-брусничной композиции

$$Y=-0,049+0,002X_1+0,0007*X_2-1,49330*10^{-5}X_1X_1-4,8571*10^{-6}X_1X_2-2,7211*10^{-6}X_2X_2$$

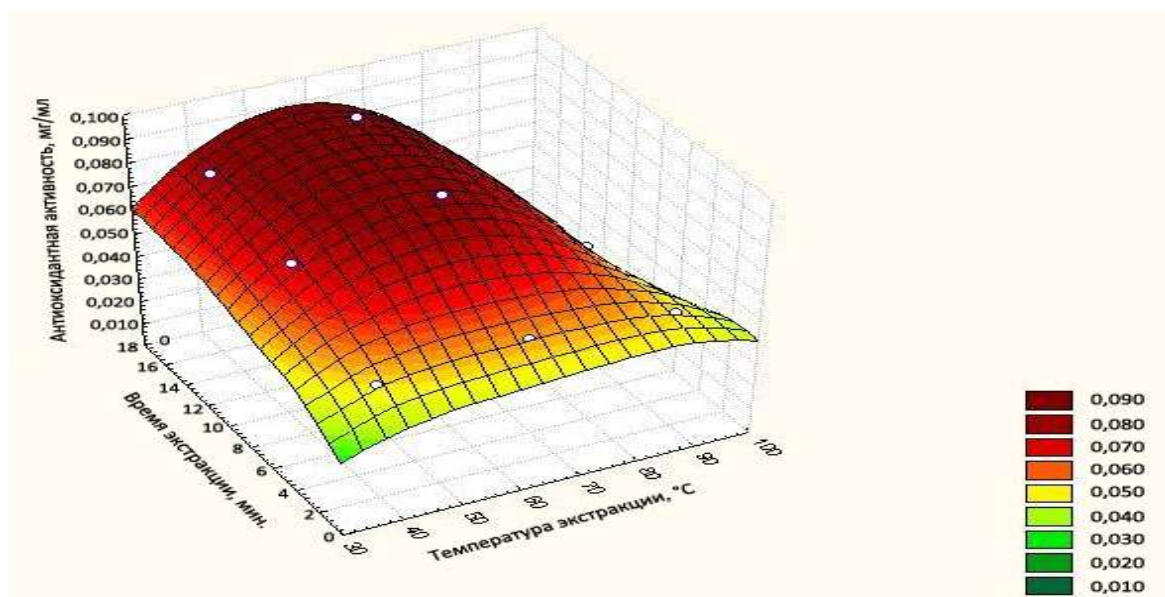


Рис.10. Поверхность отклика АОА сывороточно-брусничной композиции при варьировании длительности экстрагирования и температуры экстракции

- для сывороточно-свекольной композиции:

$$Y = -0,0125 + 0,0006X_1 + 0,0009X_2 - 4,2667 \cdot 10^{-6}X_1X_1 - 2,2857 \cdot 10^{-6}X_1X_2 - 5,034 \cdot 10^{-6}X_2X_2$$

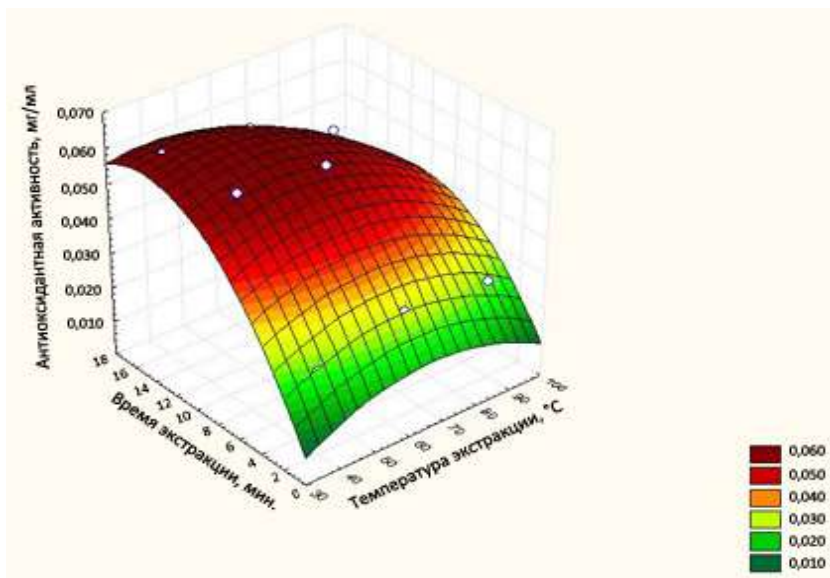


Рис.11. Поверхность отклика АОА сывороточно-свекольной композиции при варьировании длительности экстрагирования и температуры экстракции

В результате полученных данных установлены рациональные параметры технологического процесса экстракции, обеспечивающие наибольший переход антиоксидантов в сыворотку: время экстрагирования концентрата брусники – 10 минут, концентратов свеклы и черники – 5 мин.; температура экстрагирующей среды для сывороточно-растительной композиции со свеклой – $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$; для композиции с брусникой и черникой – $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$.

С целью формирования сбалансированных органолептических показателей сывороточных напитков использовали дополнительные компоненты.

На основании результатов исследований и корректировки органолептических показателей разработаны рецептуры сывороточных напитков с АОА (Табл.2). С учетом установленных параметров экстракции определены оптимальные режимы пастеризации, соответствующие $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$, с выдержкой 20 сек. Сывороточные напитки, подвергнутые пастеризации при данной температуре, сохраняли свою максимальную антиоксидантную активность.

Рецептуры сывороточных напитков

Наименование сырья	Нормы расхода сырья, кг/100 кг		
	Сывороточный напиток со свеклой	Сывороточный напиток с брусникой	Сывороточный напиток с черникой
сыворотка творожная	83,0	89,9	89,9
свекла с/с	1,0	-	-
брусника с/с	-	1,0	-
черника с/с	-	-	1,0
сахар-песок	3,0	5,0	5,0
ФГС	3,0	3,0	3,0
фруктово-ягодный наполнитель «Сок красных ягод»	10,0	1,0	1,0
лимонная кислота	-	0,1	0,1
Итого	100,0	100,0	100,0
Энергетическая ценность (в 100 г), ккал	45,0	40,0	42,0

На рис. 12. представлена схема технологического процесса производства сывороточных напитков с АОО. С целью создания безотходного производства предложено использование концентратов с/с в качестве экстрактов при выработке напитков и в качестве ягодно-овощных добавок (мякоти после фильтрации)– при производстве йогуртов.

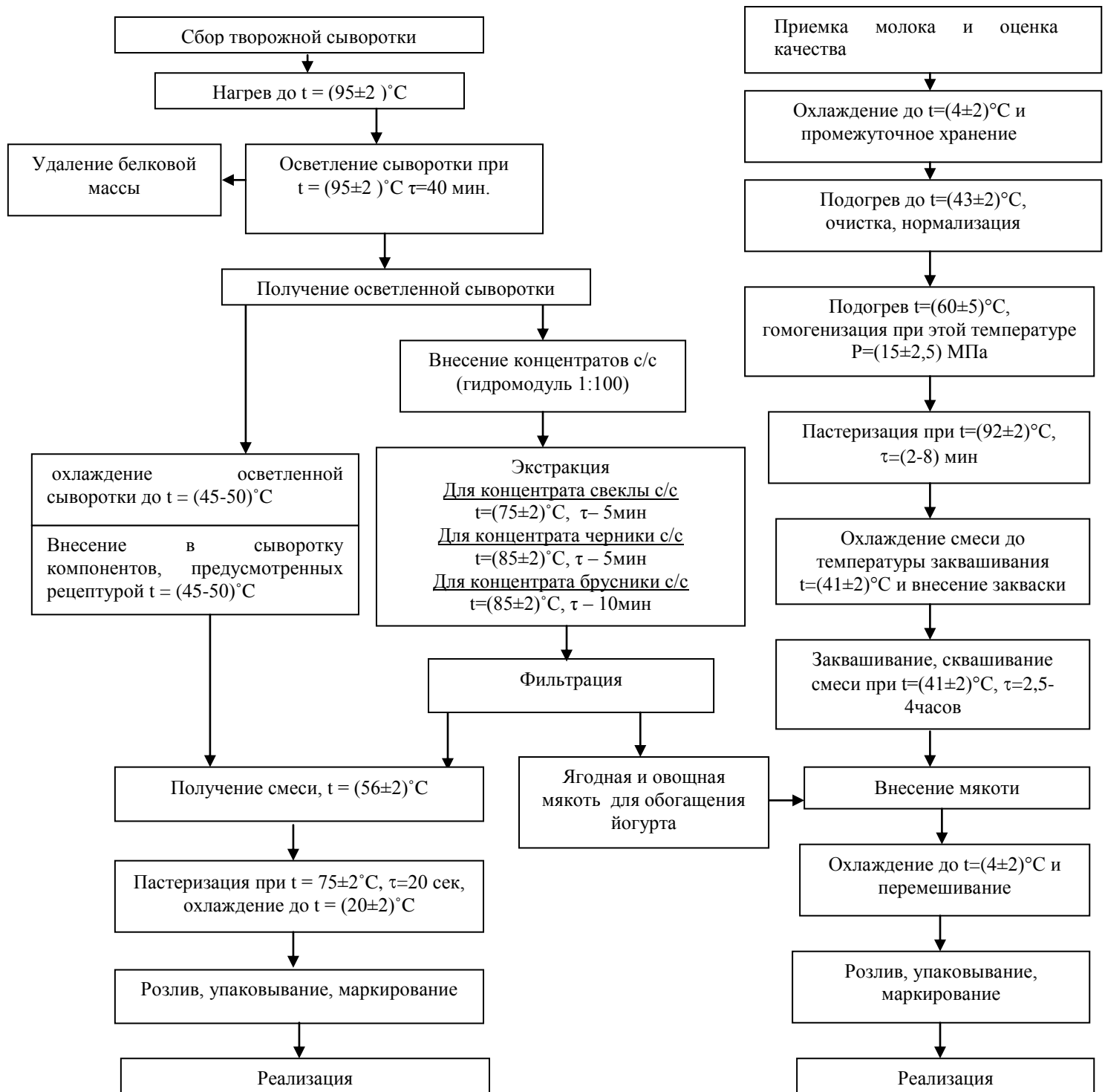


Рис. 12. Схема технологического процесса производства сывороточного напитка с антиоксидантной активностью

Пятая глава «Характеристика показателей качества напитков из сыворотки с краснопигментированными концентратами сублимационной сушки» посвящена исследованию физико-химических показателей разработанных сывороточных напитков с АОА (Табл. 3.).

Показатели качества разработанных сывороточных напитков

Показатели	Сывороточный напиток			
	контроль	с брусникой	с черникой	со свеклой
Антиоксидантная активность, мг/мл	0,022±0,011	0,064±0,011	0,068±0,011	0,067±0,011
Массовая доля белка, %	0,72±0,06	0,77±0,06	0,72±0,06	0,78±0,06
Массовая доля жира, %	0,15±0,01	0,15±0,01	0,15±0,01	0,15±0,01
Массовая доля сухих веществ, %	5,94±0,1	14±0,1	14±0,1	16,4±0,1
Массовая доля углеводов, в том числе сахара, %	6,01±0,65	6,5±0,65	6,24±0,65	6,01±0,65
Массовая доля золы, %	0,82±0,06	0,85±0,06	0,97±0,06	1,05±0,06
Титруемая кислотность, °Т	71,0±2	74,0±2	73,0±2	76,0±2
Активная кислотность, ед. рН,	4,1±0,1	4,0±0,1	4,1±0,1	4,1±0,1

Для более полной характеристики разработанных сывороточных напитков был исследован микронутриентный состав готового продукта (Табл.4.). Представленные данные свидетельствуют о более полном содержании в напитках микронутриентов и антиоксидантов в виде флавоноидов, антоцианов, органических кислот.

В процессе хранения напитков с целью установления сроков их годности исследовали суммарную АОА, физико-химические, микробиологические, органолептические показатели. Разработанные сывороточные напитки и контрольный образец хранили при температуре (4±2)°С. Время хранения составляло 72 сут., что было обусловлено установлением возможного срока годности продукта 60 суток с учетом коэффициента резерва 1,2, предусмотренного Методическими указаниями Минздрава РФ (МУК 4.2.1847 – 04).

Микронутриентный состав сывороточных напитков

Показатели	Сывороточный напиток			
	контроль	с брусникой	с черникой	со свеклой
Кальций, мг/100 г	113,0±1,8	116,18±1,8	115,21±1,8	116,46±1,8
Магний, мг/100г	60,46±0,50	61,54±0,50	62,38±0,50	63,2±0,50
Фосфор, мг/100 г	100,0±0,36	105,45±0,36	102,63±0,36	103,31±0,36
Железо, мг/100 г	0,046±0,04	0,086±0,04	0,051±0,04	0,066±0,04
Калий, мг/100 г	136,4±1,0	143,03±1,0	142,52±1,0	156,33,28±1,0
Флавоноиды, мг/100 мл	отсутствуют	67,2±2,6	77,9±7,8	71,0±7,1
Антоцианы, мг/100 мл	отсутствуют	0,16±0,22	1,0±0,1	отсутствуют
Органические кислоты, %	отсутствуют	0,68	0,60	0,94

Разработанные сывороточные напитки характеризовались высокой микробиальной чистотой, как в день выработки, так и в течение всего периода хранения. Количество мезофильных и факультативно анаэробных микроорганизмов в конце срока хранения для сывороточных напитков с АОО составляло от 2×10^3 до 5×10^3 КОЕ/см³, что отвечает требованиям Федерального закона №88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» с изменениями от 22.07.2010 г. №163-ФЗ. В контрольном образце КМАФАнМ достигает значения 4×10^5 КОЕ/см³ на 30-е сутки хранения, превышающего допустимый уровень. На протяжении всего срока хранения в сывороточных напитках, отсутствовали патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, БГКП и *S.aureus*.

Результаты проведенных исследований показали, что АОО напитков с концентратами сублимационной сушки в процессе хранения снижается, что обусловлено протеканием биохимических процессов, происходящих в продукте под влиянием ряда факторов, в том числе наличия кислорода воздуха (рис.12.). Однако за счет наличия в составе опытных образцов

напитков флавоноидов, органических кислот, антоцианов, их АОА на протяжении 72 суток хранения остается на высоком уровне в сравнении с контролем.

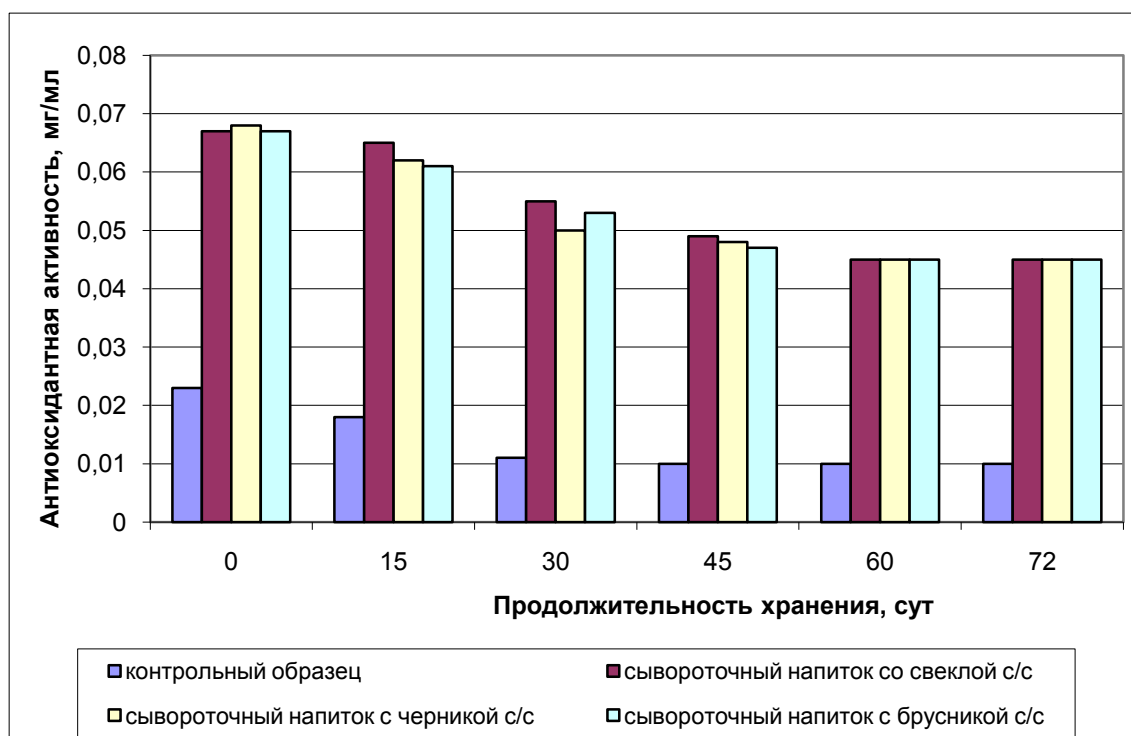


Рис.13. Изменение суммарной антиоксидантной активности сывороточных напитков в процессе хранения

На основании результатов проведенных исследований установлен срок годности напитков, соответствующий 60 суткам. Разработаны и утверждены комплекты технической документации на «Напитки сывороточные» СТО 00419785-007-2011 и «Йогурт фруктовый» СТО 00419785-008-2011.

В производственных условиях ОАО «Гульский молочный комбинат» выработана опытная партия продукта.

ВЫВОДЫ

1. Исследована антиоксидантная активность творожной сыворотки в различное время года. Показано, что наибольшую антиоксидантную активность (0,045-0,048 мг/мл) имеет нативная сыворотка в период с августа по октябрь-месяцы. Обработка сыворотки путем сепарирования, с целью извлечения жира и казеиновых частиц, снижает ее АОА на 44%.

Тепловая обработка ($t = (95 \pm 2)^\circ\text{C}$, $\tau = 40$ мин.), с целью получения осветленных напитков, снижает АОА сыворотки на 67,2%.

2. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность использования краснопигментированных концентратов сублимационной сушки (свеклы, брусники, черники), содержащих в своем составе природные АО в виде витамина С, флавоноидов, антоцианов, органических кислот, а также макро- и микроэлементы, при производстве осветленных сывороточных напитков для усиления их функциональных свойств.
3. Установлена экстрагирующая активность творожной сыворотки по отношению к антиоксидантам концентратов с/с. Показано влияние температуры и продолжительности экстракции на антиоксидантную активность сывороточно - растительных экстрактов. Определены оптимальные параметры экстракции. Максимальная АОА сывороточных композиций со свеклой (0,067 мг/мл) получена при температуре $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ с экспозицией 5 минут; с брусникой (0,064 мг/мл) и черникой (0,068 мг/мл) при температуре $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$ с экспозициями 10 и 5 минут, соответственно.
4. Подтверждено экспериментально, что внесение в творожную сыворотку 1 % концентрата с/с повышает антиоксидантную активность напитка с 0,022 до 0,064-0,068 мг/мл, содержание флавоноидов (природных антиоксидантов) до 67-77 мг%, антоцианов до 0,16-1 мг%, органических кислот до 0,68-0,94%; увеличивает количество макро- и микроэлементов и в сочетании с пищевыми добавками обеспечивает получение продукта с высокими органолептическими показателями.
5. Определены рациональные режимы пастеризации напитков - $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ с выдержкой 20 сек., обеспечивающие, при введении в сыворотку ягодных или овощных экстрактов, их максимальную АОА. Установлен срок годности напитков – 60 суток. Разработанная технология защищена патентом.

6. Установлено, что АОА напитков в процессе хранения снижается, что обусловлено протеканием биохимических процессов. При этом содержание флавоноидов в 200 г сывороточного напитка с концентратами с/с на конец срока годности составляет от 48,4 до 53,0 % от рекомендуемой суточной нормы потребления для взрослых (250 мг/сутки) и от 48,4 – 53,0 % до 80,6 – 88,2 % для детей (150-250 мг/сутки).
7. Предложено безотходное использование ягодных и овощных концентратов с/с: в качестве экстрактов при производстве сывороточных напитков и в качестве ягодно-овощных добавок при производстве йогурта. Разработаны и утверждены в установленном порядке комплекты технической документации - «Напитки сывороточные» СТО 00419785-007-2011 и «Йогурт фруктовый» СТО 00419785-008-2011. Осуществлена апробация технологии в промышленных условиях, подтверждающая возможность ее реализации. Дополнительная прибыль на 1 т. сывороточного напитка с АОА, составила 4, 84 тыс. руб.

Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:

Статьи в периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Донская Г.А. Антиоксидантные свойства молочной сыворотки / Г.А. Донская, Е.В. Захарова// Молочная промышленность – 2010. -№9. с-72-74.
2. Донская Г.А. Краснопигментированные биокорректоры для увеличения сроков хранения сывороточных напитков/ Г.А. Донская, Е.В. Захарова// Молочная промышленность – 2012.-№1. с-71-72.

Научные труды институтов, материалы конференций

3. Донская Г.А. Исследование окислительно-восстановительных свойств сывороточных напитков в процессе хранения/ Г.А. Донская, Е.В. Захарова//Научное обеспечение молочной промышленности (ВНИМИ – 80 лет). Сборник научных трудов. – М.: ГНУ ВНИМИ, 2009. – С. 132-134.
4. Донская Г.А. Изучение микробиологических показателей сывороточных напитков с полисахаридами природного происхождения в процессе хранения /Г.А. Донская, Е.В. Захарова// Материалы I Всероссийской студенческой научной конференции «Молодежная наука – пищевой промышленности России». Ставрополь: СевКавГТУ, 2009 – С. 66-67.

5. Захарова Е.В. Изучение антиоксидантной активности творожной сыворотки /Е.В. Захарова// Инновационные пути в разработке ресурсосберегающих технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции: В 2 ч. Ч.2 переработка сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов: мат. Международной научн.-практической конференции; - Волгоград – 2010. – С.166-168.
6. Донская Г.А. Природные антиоксиданты в молочной сыворотке /Г.А. Донская, Е.В. Захарова// Сборник материалов международной научно-практической конференции «Инновационные технологии и оборудование в молочной промышленности»; - Воронеж – 2010. – С. 154-155.
7. Захарова Е.В. Использование растительного сырья, стимулирующего усвоение природных антиоксидантов из молочных продуктов /Е.В. Захарова, Е.С. Аверкина// 4- я Конференция молодых ученых и специалистов Отделения «Хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» Россельхозакадемии «Научно-инновационные технологии как основа продовольственной безопасности Российской Федерации». – М.: 2010 – С. 98-99;
8. Захарова Е.В. Выбор экстрагентов и параметров экстракции для оптимального извлечения антиоксидантов из биологически активного сырья /Е.В. Захарова, Г.А. Донская// Живые системы и биологическая безопасность населения: материалы VIII Международной научной конференции студентов и молодых ученых.- М.: МГУПБ. – 2010. – С.18-20.
9. Захарова Е.В. Влияние механической и тепловой обработки на антиоксидантные свойства творожной сыворотки, предназначенной для производства напитков /Е.В. Захарова, Г.А. Донская// Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные технологии – основа модернизации отраслей производства и переработки сельскохозяйственной продукции»; - Волгоград – 2011. – С.251-254.
10. Захарова Е.В. Переход антиоксидантов из черники сублимационной сушки в творожную сыворотку /Е.В. Захарова//Сборник научных трудов 5-й Конференции молодых ученых и специалистов институтов Отделения хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Россельхозакадемии; - Москва – 2011.- С.115-120;

Патенты

11. Патент № 2391017 RU, МПК, С1, А23С21/00 Напиток сывороточный /Донская Г.А., Захарова Е.В., Харитонов В.Д., Кочнев Н.К., Филин А.И., опубл. 10.06.2010, Бюл № 16.

Список сокращений:

с/с - сублимационная сушка

АОА – антиоксидантная активность

БАВ – биологически активные вещества

АО – антиоксиданты

ФГС – фруктозо-глюкозный сироп

ОВП (Eh) – окислительно-восстановительный потенциал

Индекс ОВП (rH_2) – индекс окислительно-восстановительного потенциала

t – температура

τ - длительность