

На правах рукописи



Толмачев Виталий Олегович

**РАЗРАБОТКА НАПИТКОВ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ,
ОБОГАЩЕННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ИНГРЕДИЕНТАМИ**

Специальность 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет»

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Тихонов Сергей Леонидович

Официальные оппоненты: **Сергеева Ирина Юрьевна**
доктор технических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», заведующий кафедрой технологии продуктов питания из растительного сырья

Сидоренко Михаил Юрьевич
доктор технических наук, профессор,
ООО «Геон», г. Москва, коммерческий директор

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»

Защита диссертации состоится 18 ноября 2021 г. в 15:30 на заседании диссертационного совета Д 212.196.07 на базе ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова» по адресу: 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36, корп. 3, ауд. 353.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в Научно-информационном библиотечном центре им. академика Л.И. Абалкина ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова» по адресу: 117997, г. Москва, ул. Зацепа, д. 43 и на сайте организации: <http://ords.rea.ru/>

Автореферат разослан « ____ » _____ 2021 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
доктор химических наук,
профессор

 Чалых Татьяна Ивановна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Достижение высокого спортивного результата, сохранение физической работоспособности, обеспечение эффективности процессов восстановления, адаптации к физическим нагрузкам невозможны без рационального питьевого режима и употребления специализированных напитков, обогащенных биологически активными веществами. Физические нагрузки приводят к снижению воды в организме, потере минеральных веществ и сгущению крови, что ослабляет скоростно-силовые качества и физическую работоспособность спортсменов, поэтому, важно восстановить потери жидкости и микроэлементов между физическими нагрузками. С целью снижения физического утомления используют биологически активные вещества антиоксидантного действия, так как механизм возникновения утомления при тренировочном процессе обусловлен развитием окислительного стресса в результате усиления образования активных форм кислорода и накопления продуктов окисления липидов (ПОЛ), повреждающих органеллы клеток. Поступившие в организм антиоксиданты обезвреживают активные формы кислорода и азота, прерывают образование свободных радикалов и нейтрализуют ПОЛ. Недостаток антиоксидантов также может привести к повреждению мышц. Экстракты растений – природные источники антиоксидантов – являются эффективными средствами для обеспечения антиоксидантной защиты в период тренировочного процесса и соревнований.

В результате окислительных процессов, происходящих в организме человека, потребность в незаменимых аминокислотах составляет 70–80 мг/кг массы тела в сутки и значительно возрастает при физических нагрузках. Равновесие азота при повышенном метаболизме у спортсменов возможно поддерживать путем употребления ими напитков с содержанием азота не менее 10–15 г в литре, при этом количество незаменимых аминокислот в них должно быть не менее 19 %, так как наличие только заменимых аминокислот в рационах питания спортсменов может привести к азотистому дисбалансу, который является одной из причин снижения результативности спортсменов. Высокой эффективностью для повышения адаптации к физическим нагрузкам характеризуются комплексные продукты специализированного назначения, включающие макро- и микроэлементы, аминокислоты и антиоксиданты.

В связи с этим исследования, направленные на создание спортивных напитков с аминокислотами, минеральными веществами, антиоксидантами природного происхождения актуальны.

Степень разработанности темы исследования. Степень разработанности темы исследования. Разработке и исследованию создания продуктов питания и напитков с заданными свойствами посвящены работы профессоров Л. Г. Елисеевой, Т. Ф. Киселевой, Л. А. Маюрниковой, М. А. Николаевой, В. М. Позняковского и других ученых. Вопросам спортивного питания посвящены труды академика РАН В. А. Тутельяна, членов-корреспондентов РАН В. А. Бадтиева, Д. Б. Никитюк, профессоров А. А. Покровского, М. Н. Волгарева, В. Клочковой, В. М. Коденцовой, Ю. И. Сидоренко, М. Ю. Сидоренко, Р. А. Харферьяна, Л. Н. Шатнюк, С. В. Штермана и других исследователей.

Цель и задачи работы. Цель работы - разработка спортивных напитков, обогащенных аминокислотами, минеральными веществами и биологически активной добавкой «Эрамин».

В соответствии с целью поставлены следующие задачи:

- научно обосновать возможность обогащения функциональными ингредиентами минеральной воды «Ардви» и дальнейшего ее использования в производстве напитков для питания спортсменов;
- разработать рецептуру, технологию, дать товароведную оценку напитка белкового сухого для питания спортсменов, определить регламентируемые показатели качества и обосновать возможность его использования в качестве функционального ингредиента для обогащения минеральной воды «Ардви»;
- разработать технологию порошкообразной формы БАД «Эрамин» и научно обосновать перспективность ее использования в качестве функционального ингредиента для обогащения антиоксидантами минеральной воды «Ардви»;
- разработать рецептуру, технологию, дать товароведную оценку и определить регламентируемые показатели качества напитка для питания спортсменов, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» функциональным ингредиентом БАД «Эрамин»;
- дать оценку эффективности напитков для питания спортсменов на минеральной воде «Ардви», обогащенных напитком белковым сухим для питания спортсменов и БАД «Эрамин».

Научная новизна. Диссертационная работа содержит элементы научной новизны, соответствующие п. 4 и 5 Паспорта специальности 05.18.15.

Впервые разработан напиток белковый сухой для питания спортсменов, употребление которого разведенного в минеральной воде «Ардви» в рекомендуемой дозе обеспечивает до 45 % суточной потребности организма спортсменов в кремнии и до 48 % в аминокислотах с АРУЦ. В клинических исследованиях доказана его эффективность за счет синергизма биологически активных веществ.

Усовершенствована технология БАД «Эрамин» путем предварительной обработки растительного сырья высоким давлением с определением рационального режима ($P=200$ МПа ; $t= 60$ с), что увеличивает выход лютеолин-7-гликозида в экстракт на 151,5 %, антиоксидантную активность (АОА) – 148,7 %, микроэлементов - 75,6 %.

Научно обоснованы параметры процесса ультрафильтрации творожной сыворотки: $u \geq 4,0$ м/с; $P = 0,25$ МПа; $t = 50 \pm 5^\circ\text{C}$, распылительной сушки: $T=15-30$ с, $t_{\text{вх}} = 140^\circ\text{C}$; $t_{\text{вых}} = 70-80^\circ\text{C}$, $t_{\text{пр.вых}} = 50-60^\circ\text{C}$, что позволяет достигнуть выхода концентрата сывороточного белка не менее 80 %. Определены рациональные параметры выделения лактозы на обратноосмотической установке: $P = 2-2,4$ Мпа (СВ-5–15 %); $P = 3,8-5$ МПа (СВ = 15–22 %); $t = 20 \pm 5^\circ\text{C}$.

Предложен продукт спортивного питания, полученный путем обогащения минеральной воды «Ардви» биологически активной добавкой «Эрамин» антиоксидантной направленности. Доказана его регенерирующая способность, адаптационные свойства на основании ослабления развития стресс-реакции лабораторных животных, вызванной плаванием. Установлена эффективность напитка, обогащенного БАД «Эрамин» путем повышения абсолютной физической работоспособности спортсменов, адаптации сердечно-сосудистой системы к работе до отказа, при снижении частоты сердечных сокращений и увеличении анаэробного порога, о чем свидетельствует достоверное изменение биохимических показателей крови (увеличение уровня тестостерона, антиоксидантной активности, каталазы и церулоплазмينا).

Теоретическая и практическая значимость работы. Диссертационная работа

имеет прикладной характер и содержит новые знания о технологии сухих белковых напитков, обогащенных аминокислотами с разветвленной углеродной цепью и концентратом сывороточного протеина; химическом составе, антиоксидантной активности БАД «Эрамин» и ее возможности использования для производства спортивных напитков на основе минеральной воды «Арви». Практическая значимость состоит в разработке, промышленной апробации и внедрении на предприятии ООО «Национальная водная компания «Ниагара» (г. Челябинск) следующих напитков для питания спортсменов: ТУ 1544240-012-02069214-2020 «Напиток белковый сухой для питания спортсменов», ТУ 1544240-009-02069214-2020 «Напиток функциональный спортивный». Получены патенты на изобретения № 2694582 «Функциональный напиток» (патентообладатель Толмачев Виталий Олегович, авторы Толмачев Виталий Олегович, Толмачев Олег Анатольевич, заявка № 2018145912 от 21.12.2018), № 2693658 «Сухая смесь для приготовления функционального напитка» (патентообладатель Толмачев Виталий Олегович, авторы Толмачев Виталий Олегович, Толмачев Олег Анатольевич, заявка № 2018145911 от 21.12.2018).

Результаты диссертационной работы используются в учебном процессе на кафедре пищевой инженерии ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» для бакалавров по направлениям подготовки «Товароведение» и «Биотехнология».

Методология и методы исследования. Методологическая основа диссертационного исследования заключается в изучении научно-технической литературы и патентной информации, посвященной принципам спортивного питания, обогащения пищевых продуктов, влиянию биологически активных веществ на метаболизм спортсменов. Разработан поэтапный план экспериментальных исследований, которые проводились в аккредитованных и лицензированных лабораториях в 5-кратной повторности. Для исследований использованы общепринятые методы оценки качества пищевой продукции, в том числе органолептические, физико-химические, микробиологические и статистические.

Положения, выносимые на защиту:

- научное обоснование возможности обогащения функциональными ингредиентами минеральной воды «Ардви» и дальнейшего ее использования в производстве напитков для питания спортсменов;
- рецептура, технология, товароведная оценка напитка белкового сухого для питания спортсменов и обоснование возможности его использования в качестве функционального ингредиента для обогащения минеральной воды «Ардви»;
- технология БАД «Эрамин» и научное обоснование перспективности ее использования в качестве функционального ингредиента для обогащения антиоксидантами минеральной воды «Ардви»;
- рецептура, технология, товароведная оценка, регламентируемые показатели качества напитка для питания спортсменов, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» функциональным ингредиентом БАД «Эрамин»;
- оценка эффективности напитков для питания спортсменов на минеральной воде «Ардви».

Апробация работы. Результаты диссертационной работы обсуждены и одобрены на конференциях международного и всероссийского уровней: Международная научно-практическая конференция «Пища, экология, качество» (Новосибирск, 2020 г.);

XXII Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова «Пищевые системы. Биобезопасность, технологии и инжиниринг» (Москва, 2020), VII Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании» (Екатеринбург, 2020), VIII Международная научно-практическая конференция «Региональный рынок потребительских товаров и продовольственная безопасность в условиях Сибири и Арктики» (Тюмень, 2019), Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations (2019), Всероссийская с международным участием онлайн-конференция «Современная биотехнология: актуальные вопросы, инновации и достижения» (Кемерово, 2020).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 14 научных работ, в том числе 6 в журналах («Достижения науки и техники АПК», «Ползуновский вестник», «АПК России», «Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов», «Пищевые и биотехнологии», «Индустрия питания»), входящих в перечень ВАК, 2 статьи в журналах («Человек. Спорт. Медицина», «Теория и практика физической культуры»), индексируемых в Международных базах Web of Science и Scopus, статья в международной конференции, индексируемой Scopus, 2 патента на изобретение.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы и приложений. Основное содержание диссертации изложено на 144 страницах машинописного текста, включает 10 рисунков и 52 таблицы, 188 источника литературы, из них 108 на иностранном языке.

Глава 1. Аналитический обзор научно-технической литературы

В первой главе дана характеристика, классификация и результаты эффективности применения спортивных напитков отечественного и зарубежного производства, представленных на отечественном потребительском рынке. Проведен анализ научно-технической литературы по использованию аминокислот, в частности, аминокислот с разветвленной углеродной цепью для коррекции метаболизма организма спортсменов, а также рассмотрены биологически активные вещества растений, как перспективные функциональные ингредиенты, используемые в рецептуре специализированных напитков для питания спортсменов. Показано, что особое внимание заслуживает включение веществ растительного происхождения антиоксидантной направленности в продукты спортивного питания, так как состояние антиоксидантной системы организма является важным показателем здоровья и спортивной работоспособности, а окислительный стресс оказывает негативное влияние на процессы восстановления после физической нагрузки. Анализ литературных данных, приведенных в первой главе диссертации позволяет определить перспективность использования в специализированной пищевой продукции для питания спортсменов аминокислот и растительных экстрактов в качестве сырьевых компонентов.

Глава 2. Организация эксперимента, объекты и методы исследования

Экспериментальные исследования проведены в 2017–2020 гг. на кафедре ветеринарно-санитарной экспертизы и товароведения ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет». Общая схема исследований представлена на рисунке 1 и состоит из 4 взаимосвязанных этапов.

На первом этапе проанализирована отечественная и зарубежная научно-техническая литература, посвященная составу, классификации и рекомендациям по применению спортивных напитков; использованию АРУЦ в питании спортсменов, приведены характеристики растительных биологически активных веществ и способы их экстрагирования.

Второй этап посвящен научному обоснованию возможности обогащения функциональными ингредиентами минеральной воды «Ардви» и ее использованию в производстве напитков для питания спортсменов. Проведены органолептические исследования, определен химический состав, микробиологические, радиологические и токсикологические показатели, продукты миграции токсических веществ из потребительской тары в минеральную воду, определены сроки годности.

На третьем этапе разработаны спортивные напитки путем обогащения минеральной воды «Ардви» сухим белковым напитком и БАД «Эрамин». Предварительно была разработана рецептура и технология белкового спортивного напитка, дана товарная оценка по органолептическим (внешний вид, цвет и вкус), физико-химическим (массовая доля влаги, белка, жира, углеводов, перекисное число, индекс растворимости, содержание АРУЦ), микробиологическим и токсикологическим показателям, установлены регламентируемые показатели качества, срок и режим хранения.

Определена токсикологическая безопасность (острая и субхроническая токсичность) сухого спортивного напитка на беспородных белых мышах. Разработан спортивный напиток путем обогащения минеральной воды «Ардви» белковым сухим напитком для питания спортсменов. На третьем этапе проведены исследования по разработке спортивного напитка на основе минеральной воды «Ардви» путем обогащения функциональным ингредиентом БАД к пище «Эрамин». Предварительно определены показатели качества растительного сырья (люцерна посевная): органолептические показатели, химический состав и безопасность. Усовершенствована технология БАД «Эрамин» путем обработки растительного сырья сверхвысоким давлением при разных технологических режимах (100, 150 и 200 МПа в течение 60 секунд), разработана рецептура и технология, определены показатели качества и безопасности, установлены срок годности и режим хранения спортивного напитка.

Четвертый этап посвящен оценке эффективности напитков для питания спортсменов на минеральной воде «Ардви», обогащенной напитком белковым сухим для питания спортсменов и БАД «Эрамин». У лабораторных животных (белых крысах линии Wistar, справка Комитета по биоэтике Южно-Уральского государственного аграрного университета, протокол №4 от 8 июня 2017 года) определяли адаптационные показатели при плавательном стрессе (изменения во внутренних органах (тимус, селезенка, надпочечники), содержание плазменного кортизола, продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в крови, регенерирующую способность мышечной ткани; у спортсменов - клеточный состав крови, абсолютную и относительную физическую работоспособность, максимальное потребление кислорода, максимальную мощность, ЧСС, анаэробный порог, активность ферментов АСТ, АЛТ, КФК, антиоксидантную активность, активность каталазы и содержание ЦП.

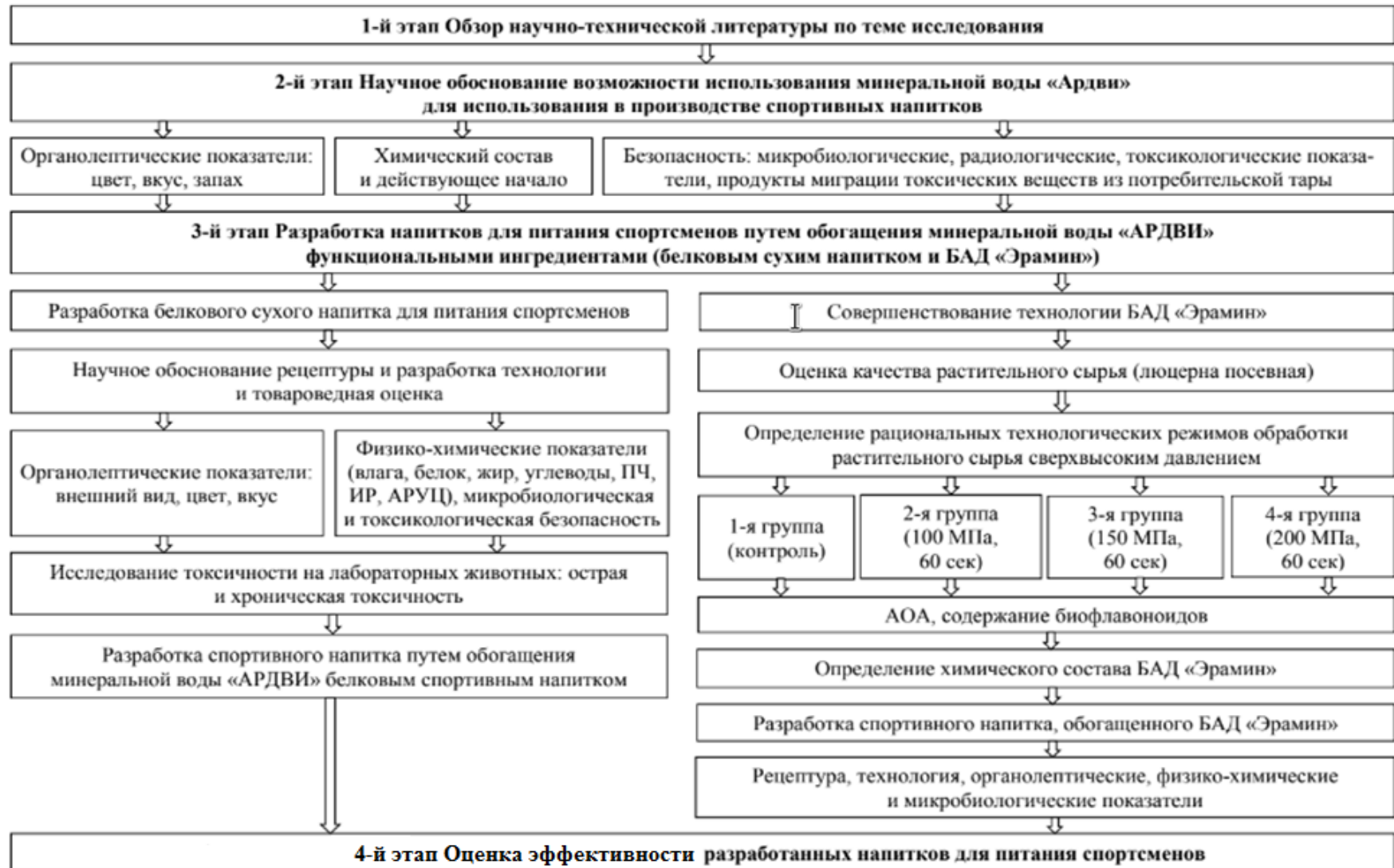


Рисунок 1 - Общая схема исследований

Глава 3. Разработка и оценка качества напитков для питания спортсменов путем обогащения функциональными ингредиентами минеральной воды «Ардви»

Проведены исследования по возможности использования минеральной воды «Ардви» скв. 998-ю участка «Бежин луг» пос. Касарги Сосновского района Челябинской области для производства спортивных напитков. Из результатов органолептических, физико-химических, микробиологических и радиологических исследований следует, что минеральная вода «Ардви» в соответствии с Классификацией минеральных вод Минздрава России и принятой в ГОСТ Р 54316-2011, относится к пресным гидрокарбонатным кальциево-магниевым или натриево-кальциево-магниевым минеральным столовым водам. Установлено, что содержание в минеральной воде природной H_2SiO_3 составляет 20–40 мг/дм³, что позволяет ее рекомендовать для производства спортивных напитков, способствующих регенерации мышечной ткани.

Нами разработана рецептура белкового сухого концентрата (напитка) для питания спортсменов (табл. 1.), которая включает концентрат сывороточного белка, аминокислоты с разветвленной углеродной цепью, ароматизаторы пищевые, лимонную и яблочную кислоты, цитрат и гидрокарбонат натрия. Согласно ГОСТ 34006-2016 «Продукция пищевая специализированная. Продукция пищевая для питания спортсменов. Термины и определения», аминокислоты с разветвленными боковыми цепями (ВСАА) или АРУЦ – это компонент специализированных продуктов для питания спортсменов, состоящий из трех незаменимых аминокислот – валина, лейцина, изолейцина.

По классификации, представленной в ГОСТе 34621-2019 «Продукция пищевая специализированная. Напитки белковые, белково-углеводные и углеводно-белковые сухие для питания спортсменов», с учетом рецептуры сухой концентрат (напиток) относится к напиткам: с включением свободных аминокислот не присутствующих в продуктах изначально.

В качестве функционального пищевого ингредиента - белка в напитке белковым сухом для питания спортсменов использован сывороточный протеин, полученный на специальной ультрафильтрационной установке лаборатории кафедры пищевой инженерии УрГЭУ. Определены параметры ультрафильтрации творожной сыворотки: $u \geq 4,0$ м/с; $P = 0,25$ МПа; $t = 50 \pm 5^\circ\text{C}$, распылительной сушилки: $T = 15\text{--}30$ с, $t_{\text{вх}} = 140^\circ\text{C}$; $t_{\text{вых}} = 70\text{--}80^\circ\text{C}$, $t_{\text{пр.вых}} = 50\text{--}60^\circ\text{C}$, что позволяет достигнуть выхода концентрат сывороточного белка не менее 80 %. Установлены рациональные параметры выделения лактозы на обратноосмотической установки: $P = 2\text{--}2,4$ МПа (СВ-5–15 %); $P = 3,8\text{--}5$ МПа (СВ = 15–22 %); $t = 20 \pm 5^\circ\text{C}$.

Для изготовления напитка белкового сухого для питания спортсменов в специальную емкость смесителя засыпают последовательно рецептурные компоненты: фруктозу, смесь аминокислот, лимонную кислоту, ароматизаторы (каждый в отдельности), яблочную кислоту, цитрат натрия и гидрокарбонат натрия при постоянном помешивании с частотой вращения лопастей 2400–2500 оборотов в минуту. Смешивание рецептурных компонентов проводят при температуре 2–4 °С.

Напиток белковый сухой для питания спортсменов представляет собой мелкий порошок без посторонних включений с фруктовым вкусом и ароматом киви и кокоса.

В таблице 1 представлены физико-химические показатели и пищевая ценность напитка белкового сухого для питания спортсменов после производства.

Таблица 1 – Физико-химические показатели и пищевая ценность напитка белкового сухого для питания спортсменов после производства (разовая порция 55 г), (n=5)

Наименование показателя	Значение показателя	Норма по ГОСТ 36621-2019
Массовая доля влаги, %	6,4	Не более 7,5
Массовая доля общего белка в сухом веществе, %	72,3	От 50,0 до 80 включ.
Массовая доля жира, %	12,4	Не более 20 включит.
Массовая доля углеводов, %	8,9	Не более 10
ПЧ, ммоль активного кислорода/кг жира	0,1	Не более 4
Индекс растворимости, см ³ сырого остатка	0,04	Не более 0,1
Содержание БАВ, % от рекомендуемого уровня суточного потребления (РУСП)		От 15,0 до 50,0 % включ.
Лейцин, % (мг)	48 (1310)*	
Изолейцин % (мг)	24 (336)*	
Валин, % (мг)	30 (546)*	

Примечание: * Рекомендуемая суточная норма потребления по данным ВОЗ.

Из данных таблицы 1 видно, что количество АРУЦ в разовой порции сухого напитка после выработки обеспечивает от 24 до 48 % суточной потребности взрослого человека в указанных аминокислотах. По микробиологическим показателям напиток после производства соответствовали требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 21/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Определение срока годности напитка белкового сухого для питания спортсменов проводили согласно требованиям Методических указаний (МУК) 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Предполагаемый срок годности разработанного напитка белкового сухого для питания спортсменов при хранении в вакуумной упаковке составляет 12 месяцев с даты изготовления, в связи с этим исследования проводили с периодичностью отобранных образцов 4 раза (после производства, через 3, 9, 12 и 14 месяцев хранения с учетом коэффициента резерва - 1,15. Установлено, что физико-химические и микробиологические показатели напитка белкового сухого для питания спортсменов в течение 14 месяцев хранения при температуре 25±2 °С и относительной влажности 75–85 % соответствовали требованиям ГОСТ 36621-2019 и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», содержание аминокислот достоверно не изменилось.

На основании проведенных исследований установлены регламентируемые показатели качества, срок годности и режимы хранения (табл. 2).

Таблица 2 – Регламентируемые показатели напитка белкового сухого для питания спортсменов

Наименование показателя	Значение
Массовая доля влаги, %	Не более 7,0
Массовая доля общего белка, %	От 50,0 до 80,0
Массовая доля жира, %	Не более 20 включит.
Массовая доля углеводов, %	Не более 10,0
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг жира	Не более 4,0
Индекс растворимости, см ³ сырого остатка	Не более 0,1
Содержание АРУЦ, % от РУСП	От 15,0 до 50,0 % включ.

Установлено, что употребление рекомендуемой разовой дозы нормы (55 г) обеспечивает от 24 до 48 % потребности в АРУЦ.

Разработаны рекомендации по употреблению напитка белкового сухого для питания спортсменов. Перед употреблением рекомендуется 30–50 г напитка растворить в емкости с минеральной водой «Ардви» объемом 0,5 дм³ и употреблять до тренировки или во время тренировки в количестве 100–200 мл 2–3 раза, что обеспечит до 45 % суточной потребности организма спортсменов в кремнии и от 24 до 48 % в АРУЦ.

Разработка спортивного напитка, выработанного путем обогащения минеральной воды «Ардви» функциональным ингредиентом - БАД «Эрамин»

В результате проведенных исследований усовершенствована технология получения БАД «Эрамин», позволяющая увеличить экстракцию биологически активных веществ из растительного сырья (сухие измельченные листья люцерны посевной), в частности, биофлавоноидов, путем обработки растительного сырья высоким давлением. Технология получения БАД «Эрамин» следующая: обработка растительного сырья высоким давлением; внесение растительного сырья в смеситель, заливка раствором на дистиллированной воде с минеральными веществами: железо сернокислое 7-водное; цинк сернокислый 7-водный; марганец сернокислый 5-водный; медь сернокислая 5-водная; кобальт сернокислый 7-водный при соотношении растительного сырья и раствора 1:6; экстрагирование при температуре 90–95 °С в течение 6 часов при постоянном перемешивании; перекачка экстракта из смесителя с помощью насоса в биореактор, разогрев реактора паром при давлении 5,4–5,9 10⁵ Па до температуры 90–95 °С в течение 90 минут; затем экстракт после центробежной очистки от взвешенных частиц поступает из разности давления в выпарной аппарат; распылительная сушка экстракта.

Нами определены рациональные технологические режимы обработки сверхвысоким давлением растительного сырья. Для эксперимента в камеру высокого давления помещали растительное сырье в герметичной вакуумной упаковке, затем заполняют рабочей жидкостью (питьевой водой) до отказа и герметично закрывают, задают необходимое давление в рабочей камере. Контрольный образец (1-я группа) растительного сырья высоким давлением не обрабатывали, образцы растительного сырья 2-й группы обрабатывали давлением 100 МПа в течение 60 секунд, 3-й группы – 150 МПа в течение 60 секунд и 4-й группы – 200 МПа в течение 60 секунд.

На рисунке 2 представлено содержание биофлавоноидов и АОА растительного сырья при разных режимах обработки высоким давлением. Предварительная обработка растительного сырья высоким давлением достоверно ($P \leq 0,01$) увеличивает экстракцию биологически активных веществ (БАВ). В образцах растительного сырья, обработанного высоким давлением содержание биофлавоноидов при втором технологическом режиме выше, чем в контроле, на 41,3 %, третьем – 112,1 % и в четвертом – 151,5 %. Аналогичные изменения АОА отмечаются при указанных режимах обработки высоким давлением. В частности, наибольшая АОА – 18,9 моль экв./дм³ (148,7 %) отмечается при предварительной обработке растительного сырья давлением 200 МПа в течение 60 секунд.

Проведены исследования микробиологических показателей обработанного высоким давлением растительного сырья в течение 12 месяцев хранения в вакуумной упаковке. КМАФАнМ в контрольных образцах экстрактов после 3, 6 и 12 месяцев хранения составляет 1×10^1 , 15×10^2 и 20×10^5 КОЕ/г.

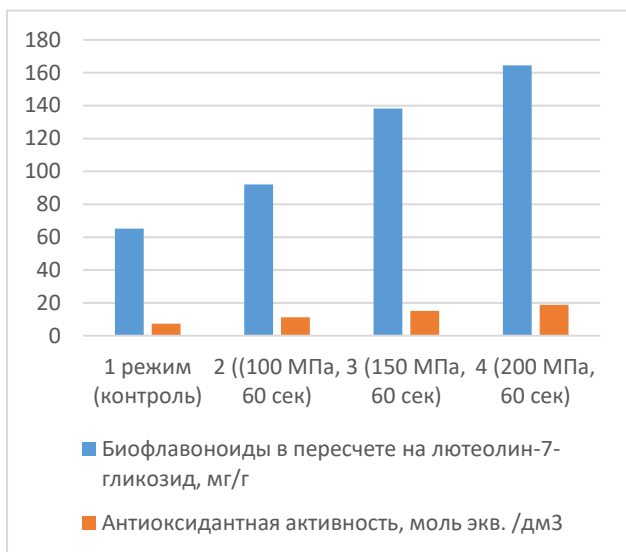


Рисунок 2 - Содержание биофлавоноидов и АОА растительного сырья при разных режимах обработки высоким давлением

В опытных образцах растительного сырья МАФАНМ не обнаружены на всем периоде хранения, что объясняется механизмом бактерицидного действия высокого давления (обработка растительного сырья давлением более 150 МПа разрушает клеточную оболочку и органоиды микроорганизмов).

Следовательно, обработка растительного сырья высоким давлением позволяет расширить возможности обеспечения

сохранности пищевой продукции и в некоторой степени является инновационной технологией.

В таблице 3 представлен химический состав и антиоксидантная активность (АОА) БАД «Эрамин» после выработки. Из данных таблицы 3 следует, что после выработки БАД «Эрамин» содержит в составе микроэлементы и биофлавоноиды, содержание которых обеспечивает 10 до 65% суточной нормы потребления при условии потребления 1 г БАД в указанных биологически активных веществах.

Таблица 3 – Химический состав и АОА БАД «Эрамин» после выработки ($X \pm S_x$; $n=10$)

Наименование показателя	Содержание	% от РСНП при условии потребления 1 г БАД
Массовая доля белка, %	12,3±0,6	-
Массовая доля жира, %	6,9±0,4	-
Массовая доля углеводов, %	42,1±3,7	-
Массовая доля клетчатки, %	23,6±2,3	-
Массовая доля общей золы, %	11,2±2,1	-
Массовая доля влаги, %	27,5±2,6	-
Биофлавоноиды в пересчете на лютеолин-7-гликозид, мг/г	165,0±2,3	30
Антиоксидантная активность, в лютеолин-7-гликозид, мг/г моль экв./дм ³	18,2±1,3	28
Микроэлементы, мг/г,		
Железо	6,24±0,01	63
Медь	0,045±0,001	40
Цинк	0,31±0,01	38
Марганец	0,11±0,02	65
Кобальт	0,37±0,02	10

На основании проведенных исследований с учетом коэффициента резерва установлены регламентируемые показатели качества БАД «Эрамин» сроки и режимы хранения: 12 мес. хранения при t от 0 до 25 °С, ОВВ ≤ 75 %.

Рецептура напитка на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин» включает, кг: экстракт гибискуса -11,0; БАД «Эрамин» -

0,17; стевиозид – 0,14, сорбат калия – 0,23; сорбат натрия – 0,13; вода минеральная природная питьевая столовая «Ардви», дм³- до 1000.

Для приготовления напитка предварительно готовят купажный сироп путем внесения (при постоянном перемешивании) отдельных компонентов, предусмотренных рецептурой напитка. В специальную емкость вносят минеральную воду в количестве 20 % от общего объема, нагревают до температуры 50–60 °С и вносят водные растворы рецептурных ингредиентов при постоянном помешивании в следующей последовательности: раствор БАД «Эрамин», раствор подсластителя стевиозида, раствор красителя и ароматизатора (экстракт гибискуса), раствор консервантов, минеральную воду для расчетного объема, полученный раствор фильтруют и перекачивают в емкость для купажного сиропа. Приготовленный купажный сироп перед розливом выдерживают не менее получаса для достижения стабильности по органолептическим и физико-химическим показателям. Непосредственно перед розливом готовят модельный напиток, для чего в лаборатории купажный сироп, предназначенный для розлива, и подготовленную воду доводят до температуры 20 °С и смешивают в соотношении, обеспечивающем рецептурные физико-химические показатели напитка. Полученный модельный напиток перемешивают и исследуют органолептические показатели (внешний вид, вкус, цвет и аромат) и титруемую кислотность на соответствие рецептурным значениям. Полученное значение кислотности напитка является контрольным и используется для запуска линии розлива.

В таблице 4 представлены физико-химические показатели качества разработанного напитка после выработки.

Таблица 4 – Физико-химические показатели напитка на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин»

Наименование показателя	Содержание
Биофлавоноиды в пересчете на лютеолин-7-гликозид, мг/г	150,0–160,0
Антиоксидантная активность, моль экв./дм ³	15,0–18,0
Микроэлементы, мг/г	
Железо	5,5–6,2
Медь	0,38–0,41
Цинк	4,2–4,5
Марганец	1,1–1,3
Кобальт	3,5–3,6
SO ₄ ²⁻	70–90
Cl ⁻	100–140
Ca ₂₊	70–120
Mg ₂₊	60–100
(Na+K) ⁺	60–90
Минерализация, г/дм ³	0,6–1,2
Специфический компонент H ₂ SiO ₃ , мг/дм ³	40–60
Массовая доля сухих веществ, %	11,7±0,2
Осмоляльность, мОсм/кг	297±8
Кислотность, см ³ раствора гидроксида натрия концентрацией 1,0 моль/дм ³ на 100 см ³	6,1±0,3
Пищевая ценность (углеводы), г/100 см ³	8,0
Энергетическая ценность (калорийность), кДж ккал/100 см ³	35,0 10,0

В случае несоответствия данных показателей необходимо провести корректировку купажного сиропа. Для повышения микробиологической стойкости напитков купажный сироп пастеризуют. Разработанный напиток представляет собой непрозрачную жидкость коричневого цвета с травянистым запахом.

Разработаны регламентируемые показатели качества напитка на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин» (табл.5).

Таблица 5 – Регламентируемые показатели напитка на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин»

Наименование показателя	Характеристика	% от суточной потребности при употреблении 200 мл
Специфический компонент H_2SiO_3 , мг/дм ³	50–55	17
Биофлавоноиды в пересчете на лютеолин-7-гликозид, мг/100 см ³	130–180	16
Микроэлементы, мг/100 см ³		
Железо	5,5–6,5	20
Цинк	4,0–5,2	18
Медь	0,3–0,5	16
Марганец	1,0–1,3	24
Кобальт	3,3–3,7	4

Установлено, что все органолептические, физико-химические и микробиологические показатели напитка при хранении в полимерной таре вместимостью 0,5 и 1,5 дм³ в течение 14 месяцев при температуре 25 ± 2 °С и относительной влажности 75–85 % не изменились, поэтому определен срок годности напитка – 12 месяцев при указанной выше параметрам температурно-влажностного режима.

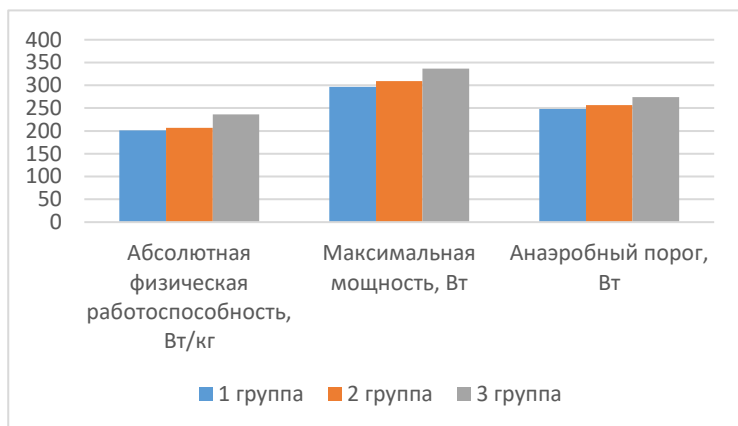
Разработанный напиток соответствует требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и согласно ГОСТ 34006-2016, относится к изотоническим напиткам для питания спортсменов.

При употреблении рекомендуемой дозы (100 мл напитка) обеспечивается суточная норма потребления железа на 20, цинка – 18, меди – 16, марганца – 24, кобальта – 4, кремния – 17 и флавоноидов – 16%.

Глава 4. Исследование физиологической эффективности напитка для питания спортсменов, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» и белкового сухого напитка

Для эксперимента сформировали три рандомизированные группы спортсменов-студентов Южно-Уральского государственного аграрного университета (1 контрольная, 2 контрольная и 3 основная) в возрасте от 18 до 22 лет по 16 человек в каждой. Спортсмены первой контрольной группы принимали плацебо (минеральную воду «Ардви» в количестве 1 литр в течение 21 дня), второй контрольной группы плацебо (напиток сухой белковый, растворенный в питьевой воде), футболисты третьей основной группы - напиток сухой белковый, растворенный в минеральной воде «Арви» в количестве 1 литра ежедневно в течение 21 дня.

Установлено, что на фоне употребления разработанного напитка в течение 21 дня отмечается увеличение количества эритроцитов на 7,7%, лейкоцитов на 7,4%, снижение содержания лимфоцитов в крови на 18,6 % и увеличение сегментоядерных нейтрофилов на 13%, снижение СОЭ на 7,3 %, количество тромбоцитов возросло к концу эксперимента на 4,2 %.



В исследованиях физической работоспособности (рис. 3) до отказа установлено, что абсолютная и относительная физическая работоспособность на фоне употребления разработанного напитка возросла на 24,9 и 9%, максимальное потребление кислорода возросло на 7,5%, максимальная мощность увеличилась 10,5 %.

Рисунок 3 - Физическая работоспособность спортсменов на фоне упо-

требления белкового сухого напитка, растворенного в минеральной воде «Арви»

У спортсменов основной группы отмечается лучшая переносимость физической нагрузки, что подтверждается нормотонической реакцией сердечно-сосудистой системы, в контрольной группе отмечается гипертонический тип реакции на нагрузку.

При оценки эффективности напитка для питания спортсменов, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» БАД «Эрамин» на белых крысах доказано, что площадь раневой поверхности на фоне введения через зонд исследуемого напитка через 5, 10 и 14 суток была ниже на 24,4, 35,8 и 72,3 % в сравнении с контрольными животными.

Введение напитка, обогащенного БАД «Эрамин» стрессированным крысам повышает адаптационные возможности. На слизистой желудка отсутствует кровоизлияния, количество гормона стресса в плазме крови ниже на 31 %, продуктов перекисного окисления: маланогодиальдегида (МДА) на 18,2 и диеновых конъюгатов (ДК) на 33 %, не отмечается гипертрофия надпочечников.

Для оценки эффективности напитка для питания спортсменов на минеральной воде, обогащенной БАД «Эрамин» сформировали три группы спортсменов-футболистов Южно-Уральского государственного аграрного университета по 10 в каждой в возрасте от 18 до 22 лет. Первая группа плацебо (минеральную воду «Ардви» в количестве 1 литр в течение 21 дня), второй контрольной группы плацебо (БАД «Эрамин», растворенная в питьевой воде), футболисты третьей основной группы - исследуемый напиток (минеральную воду «Арви», обогащенную БАД «Эрамин») в количестве 1 литра ежедневно в течение 21 дня.

В крови третьей основной группы спортсменов отмечается тенденция к увеличению содержания эритроцитов при увеличении содержания концентрации гемоглобина на 5,5 %, увеличение лейкоцитов на 5,3 %, тенденция к снижению лимфоцитов на 3,7 %. В результате исследований установлено повышение абсолютной физической работоспособности на 6,3 % при усилении относительной физической работоспособности на 5,8 %. Максимальное потребление кислорода увеличилось на 14,0%, максимальная мощность на 7,5 %. На рисунке 4 представлена концентрация фермента каталаза (К) и белка церулоплазмينا (ЦП). Употребление напитка повышает количество тестостерона на 12,7% при снижении плазменного кортизола на 11,5 %. Высокое содержание тестостерона в крови спортсменов третьей опытной группы свидетельствует о быстром восстановлении организма после тренировок, что согласуется с величиной индекса утомления 6,4, в то время как в контрольной 7,8 при норме от 5 до 8, увеличение уровня тестостерона на 12,7 %, отмечается увеличение АОА крови на 21,1, активности фермента каталазы на 17,5 %, ЦП на 15,2 %.

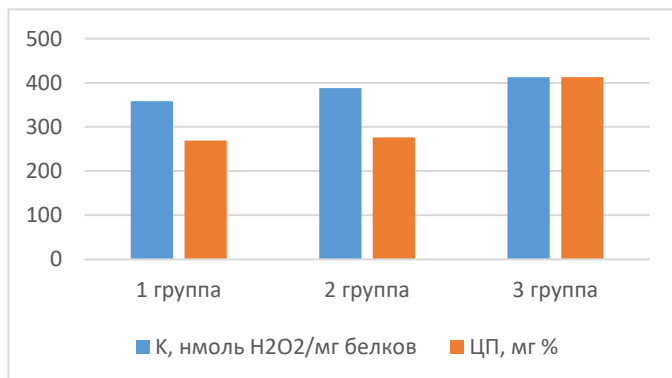


Рисунок 4 - Концентрация ферментов каталазы и церулоплазмينا в крови спортсменов

Активность ферментов АСТ, АЛТ и КФК у спортсменов 3 группы ниже на 21,4, 21,3 и 61,2 %, по сравнению с первой, соответственно. Коэффициент де Ритиса, свидетельствующей о возможном повреждении мышечной ткани в пределах нормы – 1,33, отношение

КФК/АСТ – 10,3 при норме менее 10.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обеспечение высокой работоспособности, ускорения восстановительных процессов, снижения утомляемости, дегидратации, повышение иммунитета и усиление адаптации к физическим нагрузкам спортсменов невозможны без включения в рацион специализированных напитков и продуктов, в том числе БАД к пище, содержащих аминокислоты, макро- и микроэлементы, биологически активные вещества с антиоксидантной направленностью. В результате исследований разработан напиток для питания спортсменов, обогащенный белковым сухим напитком. На основе минеральной воды «Ардви», содержащей кремний, разработан напиток антиоксидантного действия, обогащенный БАД «Эрамин».

По результатам работы сделаны выводы.

1. Научно обоснована возможность обогащения функциональными ингредиентами минеральной воды «Ардви». Установлено, что минеральная вода «Ардви» относится к IV группе «Гидрокарбонатных магниевых-кальциевых (кальциево-магниевых)» пресных вод с содержанием биологически активного компонента – метакремниевой кислоты 24,7–69,0 мг/дм³, имеет удовлетворительные токсикологические, радиологические, санитарно-микробиологические и органолептические показатели, соответствует требованиям ТР ТС 021/2011, ГОСТ Р 54316-20 и дальнейшего ее использования в производстве напитков для питания спортсменов.

1.1 Проведенные исследования органолептических и физико-химических показателей, в том числе продуктов миграции токсичных веществ (ди (2-этилгексил) фталат, формальдегид, этилацетат и др.) из материала потребительской тары (ПЭТФ) вместимостью 0,5, 1,5 и 19 литров в минеральную воду при хранении в течение 15 месяцев при 3 температурных режимах (4, 22 и 37 °С) показали отсутствие статистически значимых изменений нормируемых показателей в исследуемой воде.

1.2 Установлены регламентируемые показатели химического состава, срок годности и условия хранения минеральной воды «Ардви» в потребительской таре (ПЭТФ) вместимостью 0,5, 1,5 и 19 литров: 12 месяцев при температуре не более 25+2 °С.

2. Разработан напиток белковый сухой для питания спортсменов и обосновать возможность его использования в качестве функционального ингредиента для обогащения минеральной воды «Ардви».

2.1 Разработана рецептура и технология белкового сухого напитка для питания спортсменов, обогащенного валином, лейцином и изолейцином. В качестве источника

белка использован 80 %-й сывороточный протеин, полученный путем переработки молочной сыворотки методом микрофильтрации, ультрафильтрации ($u \geq 4,0$ м/с; $P = 0,25$ МПа; $t = 50 \pm 5^\circ\text{C}$) и обратного осмоса творожной сыворотки, распылительной сушки ($T=15-30$ с, $t_{\text{вх}} = 140^\circ\text{C}$; $t_{\text{вых}} = 70-80^\circ\text{C}$, $t_{\text{пр.вых}} = 50-60^\circ\text{C}$), установлены рациональные параметры концентрирования лактозы на обратноосмотической установке: $P = 2-2,4$ МПа (СВ-5-15 %); $P = 3,8-5$ МПа (СВ = 15-22 %); $t = 20 \pm 5^\circ\text{C}$. Технология приготовления напитка включает: приемку сырья; последовательное смешивание рецептурных компонентов в универсальной синхронно-смесительной установке с частотой вращения лопастей 2400-2500 оборотов в минуту при температуре 2-4 °С; упаковку, маркировку и передачу готовой продукции на склад; хранение и транспортировку.

2.2 Проведена товароведная оценка белкового сухого напитка для питания спортсменов. Напиток представляет собой мелкий порошок без посторонних включений с фруктовым запахом, вкусом киви и кокоса. Физико-химические показатели и содержание биологически активных веществ (лейцина, изолейцина и валина) соответствуют требованиям ГОСТ 36621-2019, показатели безопасности – ТР ТС 21/2011 «О безопасности пищевой продукции».

2.3 Установлены регламентируемые показатели качества напитка: массовая доля влаги не более 7 %, массовая доля общего белка в сухом веществе от 50 до 80 %, массовая доля жира не более 20 %, массовая доля углеводов не более 10 %, перекисное число не более 4 ммоль активного кислорода/кг жира, индекс растворимости не более 1 см³ сырого остатка, содержание лейцина, изолейцина и валина в разовой порции от 15,0 до 50,0 % от рекомендуемого уровня суточного потребления, срок годности – 12 месяцев при температуре $25 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности 75-85 %.

2.4 Разработаны рекомендации по употреблению напитка белкового сухого для питания спортсменов. Перед употреблением рекомендуется 30-50 г напитка растворить в емкости с минеральной водой «Ардви» объемом 0,5 дм³, и употреблять до тренировки или во время тренировки в количестве 100-200 мл 2-3 раза, что обеспечит до 45 % суточной потребности организма спортсменов в кремнии и от 24 до 48 % в АРУЦ.

3. Разработана технология БАД «Эрамин», включающая обработку растительного сырья высоким давлением (200 МПа в течение 60 с), приготовление раствора из растительного сырья и дистиллированной воды (1:6), внесение микроэлементов, экстрагирование при давлении $5,4-5,9 \cdot 10^5$ Па и температуре 90-95 °С в течение 90 минут и сушку. Доказано, что обработка растительного сырья давлением 200 МПа увеличивает экстракцию биофлавоноида лютеолин-7-гликозида на 151,5 %, АОА – 148,7 %, микроэлементов до 75,6 %. Установлены регламентируемые показатели качества экстракта люцерны, обогащенного микроэлементами, сроки и режимы хранения: 12 мес. хранения при t от 0 до 25 °С, ОВВ ≤ 75 %, употребление 1 г порошка БАД «Эрамин» в день обеспечивает 30 % суточной потребности в биофлавоноидах и от 10 до 73,2 % в минеральных веществах. Научно обоснована перспективность ее использования в качестве функционального ингредиента для обогащения антиоксидантами минеральной воды «Ардви».

4. Разработана рецептура спортивного напитка, обогащенного БАД «Эрамин», включающая экстракт гибискуса, стевиозид, сорбат калия, бензоат натрия, «Эрамин» и воду минеральную природную питьевую столовую «Ардви». Технология следующая: приемка сырья, подготовка воды, последовательное приготовление и внесение компонентов купажного сиропа, пастеризация купажного сиропа (при розливе напитка без

консервантов), приготовление напитка, розлив, укупорка, бракераж, маркировка, упаковка и передача готовой продукции на склад.

4.1 Дана товароведная оценка спортивного напитка, обогащенного БАД «Эрамин». По органолептическим показателям напиток представляет собой непрозрачную жидкость коричневого цвета с травянистым запахом и вкусом. Установлены регламентируемые показатели качества, срок годности и режим хранения спортивного напитка: 12 месяцев при температуре 25 ± 2 °С и относительной влажности 75–85 %. Установлена принадлежность напитка к изотоническим и соответствие требованиям ГОСТ Р 56543-2015 «Напитки функциональные. Общие технические условия». При употреблении рекомендуемой нормы (200 мл напитка) обеспечивается суточная норма железа на 20, цинка – 14, меди – 16, марганца – 24, кобальта – 4, кремния – 12 и флавоноидов – 10 %.

5. Проведена оценка эффективности напитков для питания спортсменов на минеральной воде «Ардви», обогащенной напитком белковым сухим для питания спортсменов и БАД «Эрамин».

5.1 Доказано, что напиток для питания спортсменов полученный путем обогащения минеральной воды «Ардви» напитком сухим белковым не обладает субхронической токсичностью, не вызывает патологических процессов во внутренних органах мышц и относится согласно ГОСТ 12.1.007-76 к IV классу опасности (малоопасные вещества).

5.2 Установлено, что употребление напитка, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» напитком сухим белковым спортсменами в количестве 1 литра ежедневно в течение 21 дня активизирует процесс эритропоэза, способствует опосредованному усилению клеточного иммунитета, повышает физическую работоспособность за счет максимального потребления кислорода спортсменами, возрастания максимальной мощности и нормотонической реакцией сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку.

5.3 На лабораторных животных доказано, что введение напитка для питания спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин» внутрь белым крысам увеличивает регенерацию мышечной ткани до 72,3 %, усиливает адаптационные возможности при моделировании стресса (отсутствие кровоизлияний на слизистой оболочке желудка, количество гормона стресса в плазме крови ниже на 31 %, продуктов перекисного окисления: МДА на 18,2 и ДК на 33 %).

5.4 Доказано, что употребление напитка, обогащенного БАД «Эрамин» спортсменами в количестве 200 мл ежедневно на протяжении 21 дня способствует о повышению физической работоспособности и снижению утомляемости (увеличение уровня тестостерона на 12,7 %, снижение плазменного кортизола на 11,5 %, увеличение АОА крови на 21,1, активности фермента каталазы на 17,5 %, содержание церуплазмина на 15,2 %, активность ферментов АСТ, АЛТ и КФК ниже на 21,4, 21,3 и 61,2 %, соответственно). Коэффициент де Ритиса, свидетельствующей о возможном повреждении мышечной ткани в пределах нормы – 1,33, отношение КФК/АСТ – 10,3 при норме менее 10.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК

1. Толмачев, В. О. Разработка технологии экстракта люцерны посевной и его использование для производства безалкогольных напитков антиоксидантной направленности [Текст] / В. О. Толмачев, С. Л. Тихонов, Н. В. Тихонова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2016. – № 3 (4). – С. 47–54.

2. **Толмачев, В. О.** Оценка качества кремнийсодержащей воды «Ардви» и исследование ее влияния на развитие «Окислительного стресса» [Текст] / О. А. Толмачев, В. О. Толмачев, С. Л. Тихонов [и др.] // Ползуновский вестник. – 2017. – № 1. – С. 19–23.

3. **Толмачев, В. О.** Обоснование срока годности воды минеральной природной питьевой «Ардви» [Текст] / О. А. Толмачев, В. О. Толмачев, С. Л. Тихонов [и др.] // АПК России. – 2017. – № 1 (24). – С. 165–169.

4. **Толмачев, В. О.** Разработка и оценка качества напитка для спортсменов на основе минеральной воды, обогащенного аминокислотами [Текст] / В. О. Толмачев, С. Л. Тихонов, Н. В. Тихонова // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – № 1 (33). – С. 53–60.

5. **Tolmachev, V. O.** Efficiency research of the beverage based on the still mineral water and BAD «Eramin» [Text] / V. O. Tolmachev, S. L. Tikhonov, N. V. Tikhonova // Food industry. – 2020. – № 1 (5). – С. 17–24.

6. **Толмачев, В. О.** Производство спортивного напитка с микрокапсулированными аминокислотами [Текст] / В. О. Толмачев, С. Л. Тихонов, Н. В. Тихонова // Все о мясе. – 2020. – № 5. – С. 348–350.

Статьи в журналах и конференциях, индексируемых Web of Science и Scopus

7. **Толмачев, В. О.** Влияние минерализованного напитка функционального назначения на адаптационные возможности спортсменов [Текст] / О. А. Толмачев, В. О. Толмачев, С. Л. Тихонов, Н. В. Тихонова // Теория и практика физической культуры. – 2019. – № 2. – С. 15–17.

8. **Толмачев, В. О.** Влияние кремнийсодержащей воды «Ардви» на регенерацию мягких тканей и долгосрочную оставленную мышечную болезненность [Текст] / О. А. Толмачев, В. О. Толмачев, С. Л. Тихонов [и др.] // Человек. Спорт. Медицина. – 2017. – № 6 (17). – С. 73–84.

9. **Tolmachev, V.O.** Production of vitaminized food products as a new development vector for the agro-industrial complex [Text] / A.V. Diachkova, S. L. Tikhonov, N.V. Tikhonova, V.O. Tolmachev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – № 2 (315), статья № 022043.

Статьи в журналах, международных и всероссийских (национальных) научно-практических конференциях

10. **Толмачев, В.О.** Напиток белковый сухой для питания спортсменов [Текст] / В.О. Толмачев, С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова [и др.] // Сборник: Пища. Экология. Качество. Труды XVII Международной научно – практической конференции. – 2020. Екатеринбург. – С. 648–650.

11. **Толмачев, В.О.** Спортивный напиток антиоксидантной направленности [Текст] / В.О. Толмачев, С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова // Современная биотехнология: актуальные вопросы, инновации и достижения. Сборник тезисов Всероссийской с международным участием онлайн-конференции. Под общей редакцией А.Ю. Просекова. –2020. – С. 161-162.

12. **Толмачев, В.О.** Оценка качества спортивного напитка на основе минеральной воды и обогащенного аминокислотами [Текст] / В.О. Толмачев, С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова // Сборник: Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании. Материалы VII Международной научно-практической конференции. – 2020. Екатеринбург. – С. 169-171.

13. **Толмачев, В.О.** Разработка сухой смеси для спортивного напитка [Текст] / И.С. Брашко, В.О. Толмачев, С.Л. Тихонов // Сборник: Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности. Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. – 2020. – С. 648–650.

14. **Толмачев, В.О.** Разработка и оценка качества спортивного напитка, обогащенного незаменимыми аминокислотами и кремнием [Текст] / В.О. Толмачев, С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова // Профессорский журнал. Серия: Рекреация и туризм. – 2019. № 2 (2). – С. 34–42.