

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»

На правах рукописи



ТОЛМАЧЕВ Виталий Олегович

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

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

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

Научный руководитель:
доктор технических наук, профессор
Тихонов Сергей Леонидович

Троицк – 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Глава 1 Аналитический обзор научно-технической литературы	10
1.1 Спортивные напитки. Функциональные ингредиенты в спортивных напитках	10
1.2 Аминокислоты как функциональный пищевой ингредиент в продукции для питания спортсменов.....	16
1.3 Биологически активные вещества растений. Перспективы использования в составе специализированной пищевой продукции для питания спортсменов	20
Заключение по аналитическому обзору научно-технической литературы.....	45
Глава 2 Организация эксперимента, объекты и методы исследования.....	47
2.1 Организация эксперимента.....	47
2.2 Объекты и методы исследований.....	50
Глава 3 Результаты исследований и их обсуждение	56
3.1 Разработка и оценка качества напитков для питания спортсменов путем обогащения функциональными ингредиентами минеральной воды «Ардви»..	56
3.1.1 Научное обоснование возможности обогащения функциональными ингредиентами минеральной воды «Ардви» и дальнейшего ее использования в производстве напитков для питания спортсменов.....	56
3.1.2 Разработка рецептуры и технологии белкового сухого концентрата (напитка), предназначенного для производства спортивного напитка, выработанного путем обогащения минеральной водой «Ардви»	66
3.1.3 Товароведная оценка комплекса белкового сухого концентрата (напитка), предназначенного для производства спортивного напитка, выработанного путем обогащения минеральной водой «Ардви».....	75

3.1.4 Установление регламентируемых показателей качества, срока годности, условий и режима хранения комплекса белкового сухого концентрата (напитка), предназначенного для производства спортивного напитка, выработанного путем обогащения минеральной водой «Ардви».....	77
3.1.5 Разработка спортивного напитка путем обогащения минеральной воды «Ардви» функциональным ингредиентом – БАД «Эрамин»	80
Заключение по главе 3	103
Глава 4 Исследование физиологической эффективности напитка для питания спортсменов, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» и белкового сухого напитка	105
4.1 Доклинические исследования напитка для питания спортсменов, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» напитком сухим белковым.....	105
4.2 Клинические испытания напитка для питания спортсменов, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» напитком сухим белковым..	110
4.3 Доклинические испытания напитка для питания спортсменов, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» БАД «Эрамин».....	115
4.4 Клинические испытания напитка для питания спортсменов, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» БАД «Эрамин»	117
Заключение по главе 4	126
Заключение	128
Список литературы	133
Приложения	150

ВВЕДЕНИЕ

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 органоиды 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 нали-

чие 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. 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. Ключковой, В. М. Коденцовой, Ю. И. 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» в доклинических и клинических исследованиях.

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 разветвленной углеродной цепью. В клинических исследованиях доказана его эффективность за счет синергизма биологически активных веществ. Впервые предложен продукт спортивного питания, полученный путем обогащения минеральной воды «Ардви» биологически активной добавкой «Эрамин» антиоксидантной направленности. Доклиническими исследованиями доказана его регенерирующая способность, адаптационные свойства на основании ослабления развития стресс-реакции лабораторных животных, вызванной плаванием. Клиническими исследованиями установлена эффективность напитка, обогащенного БАД «Эрамин», путем повышения абсолютной физической работоспособности спортсменов на 6,3 % при усилении относительной физической работоспособности на 5,8 %, 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 при снижении плазменного кортизола).

Теоретическая и практическая значимость работы

Диссертационная работа имеет прикладной характер и содержит новые сведения о технологии и оценке качества напитков для питания спортсменов.

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» в доклинических и клинических исследованиях.

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 пе-

речень 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 149 страницах машинописного текста, включает 10 рисунков и 52 таблицы, 188 источников литературы, из них 108 на иностранном языке.

ГЛАВА 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Спортивные напитки. Функциональные ингредиенты в спортивных напитках

В период физических тренировок отмечается общее снижение содержания воды в организме со сгущением крови, и этот процесс носит название «дегидратация», что может иметь неблагоприятные последствия, в частности снижение эффективности тренировок, результативности физических показателей и повышение утомляемости (Колесникова А.А., Артемьева Н.К., Тарасенко А.А., 2016). При обезвоживании отмечается значительное ухудшение показателей скоростно-силовых качеств и физической силы как при аэробных, так и анаэробных энергетических процессах [85, 104, 145]. Физические нагрузки приводят к снижению массы тела, и для восстановления баланса жидкости рекомендуется на 1 кг потерянной массы употреблять 1,5 литра жидкости [155, 180]. Потери жидкости в период физических тренировок особенно высоки, если время восстановления между физическими нагрузками менее 12 часов. При этом необходимо учитывать, что избыток жидкости, как ее и недостаток, отрицательно влияют на физическую работоспособность [35, 143]. Избыточное потребление жидкости может вызвать дискомфорт в пищеварительной системе и, соответственно, ослабить физическую работоспособность [104], но имеется и положительный момент употребления избыточного количества жидкости спортсменами, в частности, большие объемы жидкости в желудке усиливают процессы регидратации [110].

Согласно ТР ТС 027/2012 Пищевая продукция для питания спортсменов, это специализированная пищевая продукция заданного химического состава, повышенной пищевой ценности и (или) направленной эффективности, состоящая из комплекса продуктов или представленная их отдельными видами, которая оказывает специфическое влияние на повышение адаптивных возможностей человека к физическим и нервно-эмоциональным нагрузкам.

Исходя из рекомендаций комитета по питанию Европейской комиссии, выделяют 4 группы (категории) продуктов для спортсменов: А, В, С и D. Жидкости, напитки относятся к углеводно-электролитным растворам [15].

Разработанные для спортсменов спортивные напитки (СН) имеют ряд преимуществ по сравнению с твердой пищей. Они быстрее и легче усваиваются организмом. Выработанные на основе сухих смесей спортивные напитки более компактны, имеют длительные сроки хранения, подразделяются на три группы: гипотонические (осмотическое давление меньше, чем у плазмы крови), изотонические (давление равно плазме), гипертонические (превышающее значение давления в плазме). Все напитки преследуют цель защитить организм спортсмена от обезвоживания и обеспечить возможность достижения более высоких результатов в спортивной деятельности. Базовыми компонентами в рецептуре напитков для спортсменов являются хлориды натрия (0,5–0,7 г/л).

В современных условиях набирают популярность изотонические напитки, в состав которых, помимо магния, микроэлементов, солей калия, натрия, входят углеводы, обеспечивающие организму восстановление при длительных физических упражнениях энергетического потенциала. Превалирующим свойством данных напитков является возможность их использования во время тренировок. Содержание углеводов для занимающихся фитнесом и спортом не превышает 6 %, что аналогично изотонической концентрации низкомолекулярных сахаров. Повышенная концентрация углеводов может привести к регидратации и риску повышенного выброса инсулина. При концентрации углеводов свыше 10 % интенсивные физические упражнения приведут к расстройству желудочно-кишечного тракта.

Некоторые производители, изготавливающие напитки для спортсменов, заменяют сахар фруктозой, обладающей более низким гликемическим индексом и способствующей меньшему выбросу инсулина. Отрицательным свойством фруктозы является возникающее биохимическое напряжение, связанное с ее предварительной изомеризацией в процессе усвоения организмом. С этим связывают отсутствие заметного роста показателей в спортивной деятельности.

Установлено, что спортсмену, тренирующемуся ежедневно в течение 90 минут, необходимо после тренировки принимать углеводы в количестве 1,5 г/кг массы тела, повторяя данный прием через 2 часа. Более полезна в данной ситуации замена углеводной пищи напитком. Рекомендуется принимать напитки, содержащие растворимые продукты частичного гидролиза крахмала с различной степенью полимеризации (мальтодекстрины), обеспечивающие медленное, но длительное поступление глюкозы в кровь, не вызывающее всплеска инсулина, создающее впечатление длительного насыщения, не создающее тяги к излишнему приему пищи. Таким продуктом стал изомер сахарозы (изомальтулоза), который, кроме других преимуществ, не разрушает зубы спортсмена.

В нашей работе рассмотрена возможность получения спортивных напитков путем обогащения минеральной воды функциональными ингредиентами, поэтому целесообразно дать определение функциональному пищевому ингредиенту – это живые микроорганизмы, вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, входящие в состав функционального пищевого продукта в количестве не менее 15 % от суточной физиологической потребности, в расчете на одну порцию продукта, обладающие способностью оказывать научно обоснованный и подтвержденный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении содержащего их функционального пищевого продукта (ГОСТ Р 52349-2005).

Следует отметить, что согласно ГОСТ Р 52349-2005, функциональные пищевые ингредиенты входят в состав функциональных пищевых продуктов, предназначенных для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, обладающих научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающих риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающих дефицит или восполняющих имеющийся в организме человека дефицит пищевых веществ, сохраняющих и улучшающих здоровье.

Предпринимаются попытки включить в состав напитков для спортсменов функциональный пищевой ингредиент – высококонцентрированный белок. По мнению разработчиков, данная продукция приведет к более быстрой регенерации мышечных волокон спортсмена.

Биологически активные добавки (БАД) часто рассматриваются как аналоги функциональных пищевых продуктов. Для усиления функциональной готовности спортсменов используют БАД с высоким содержанием функциональных ингредиентов – белка и пептидов [57, 69, 123, 130, 133, 137, 180].

Среди множества БАД, применяемых для отсрочивания возникновения физического утомления и повышения работоспособности, особое место занимают добавки с антиоксидантной направленностью [18].

Нами при разработке напитка для питания спортсменов в качестве функционального пищевого ингредиента использована БАД «Эрамин».

С целью повышения функциональных возможностей организма и укрепления здоровья рецептуру напитков пытаются обогатить функциональными ингредиентами – биологически активными веществами, в частности адаптогенами (компоненты, содержащиеся в некоторых растениях). Адаптогены не влияют на нормальные функции организма, но значительно повышают физическую и умственную работоспособность, увеличивают переносимость нагрузок, повышают устойчивость к неблагоприятным внешним факторам (жара, холод) и психологическим стрессам. В качестве адаптогенов применяют женьшень, зверобой, имбирь.

Для сокращения объема жировых отложений и повышения выносливости сердечной мышцы в спортивные напитки добавляется L-карнитин, который оказывает нейропротекторное, антигипоксическое, антиоксидантное и антитиреоидное действия, предотвращает остеопороз, стимулирует регенерацию тканей. Для обеспечения роста скоростно-силовых возможностей добавляется креатин, а для повышения устойчивости клеточных структур спортсмена к негативному действию свободных радикалов при длительных физических нагрузках в спортивные напитки добавляется зеленый чай или коэнзим Q₁₀. Для быстрого набора мышечной массы

в напитки добавляют комплексные наборы с включением незаменимых аминокислот или АРУЦ (аминокислоты с разветвленной углеродной цепью).

Ко всем спортивным напиткам предъявляют определенные требования. В частности, неприменение их в газированной форме, поддержание температуры в момент приема напитка не выше 15–22 °С.

Опросы показали, что спортсмены и люди, занимающиеся фитнесом, предпочитают пить не воду, а специализированные спортивные напитки. Однако выпуск новых, все более разнообразных напитков требует серьезного исследования их влияния на организм человека и на результаты спортивной деятельности.

Среди спортивных напитков выделяют: углеводно-минеральные, которые представлены или непосредственно напитками, или сухими смесями, содержащими в рецептуре углеводы, макро- и микроэлементы, т. е. электролиты – соли кислот (хлорид и фосфат калия, хлорид и фосфат кальция, цитрат натрия, хлорид калия и фосфат магния). Органические и неорганические соли кислот способствуют восстановлению водно-солевого баланса.

Выделяют изотонические напитки для спортсменов с осмоляльностью 270–330 мОсм/кг. Такие напитки содержат минералы, растворенные в воде (электролиты). В рецептуру напитков вводят соли, углеводы и биологически активные компоненты, обеспечивающие баланс жидкости и минеральных веществ [25].

Для восполнения потерь жидкости в период тренировок и соревнований используют специализированные спортивные напитки в основном на основе углеводно-хлоридно-натриевой композиции. Но вместе с тем необходимо, чтобы спортивные напитки не только восстанавливали потери жидкости, но и имели функциональную направленность, что достигается обогащением рецептуры биологически активными веществами. Особое место занимают вещества, обладающие адаптогенным действием, в частности, экстракты растений, например, эхинацеи, женьшеня, имбиря и зверобоя [3, 77].

Что касается углеводных напитков, то спортсменам в период длительной физической нагрузки необходимо употреблять 8 %-й водный раствор углеводов (1 стакан) каждые 20 минут или 25–30 г углеводов в час. Указанный режим

(1 г в минуту) потребления спортивного напитка снижает развитие усталости в период тренировки. Во время соревнований количество углеводов в спортивных напитках должно быть от 5 до 10 %. Концентрация ниже 5 % является менее эффективной, а более высокая приводит к спазмам, тошноте и диарее [58].

Углеводно-электролитные напитки восполняют не только количество жидкости и электролитов, но и восстанавливают энергетический баланс. В спортивные напитки целесообразно вводить БАД в качестве источника витаминов группы В, антиоксидантов, минеральных солей, полиненасыщенных жирных кислот и других БАВ [71].

Авторами [50–52] разработан спортивный углеводно-белковый напиток на основе обезжиренного молока, мальтодекстрина, соевого масла, обогащенный витаминным премиксом и пробиотическими бактериями витаминного премикса, с фруктово-ягодными наполнителями (или без их добавления).

В НИИ детского питания разработана рецептура спортивного напитка «Спортивный» для школьников на основе белково-углеводной смеси. Рецептура спортивного напитка включает белковые препараты, молочный белок, мальтодекстрин, фруктовый сироп, масло растительное, макро- и микроэлементы, комплекс витаминов [45].

Разработан состав спортивного напитка на основе сывороточного белка с содержанием яичного белка, сливок растительного происхождения, кофе, кофеина, камеди, лецитина и ароматизаторов [46].

Авторами [49] в результате исследований разработана смесь для контроля массы тела спортсменов, состоящая из масла сафлорового, лецитина, кофеина, экстрактов растений и пиколината хрома.

Авторами [47] доказана эффективность спортивного напитка, имеющего в составе следующие биологически активные вещества: гидролизат коллагена, L-карнитин, аскорбиновая кислота, витамин Е и другие фармакологически активные вещества. Употребление напитка в рекомендуемых количествах обеспечивает высокую антиоксидантную защиту, улучшает подвижность суставов.

Авторы [48] получили патент на способ производства питьевых киселей, обогащенных коллагеном, предназначенных для специализированного питания. Состав разработанного киселя включает ягоды жимолости и актинидии, рябины красной и аронии, гидролизат коллагена, крахмал, сахар и камедь.

Особое внимание отводится контролю качества специализированных продуктов питания. Авторами [32] разработана компьютерная методика, позволяющая проводить поликритериальную оценку продуктов специализированного назначения с заданными функциональными свойствами, например, оценка качества белков осуществляется с помощью расчета аминокислотного сора, качество жира на основе исследования липидных комплексов так называемой «формулы идеального жира» [32].

1.2 Аминокислоты как функциональный пищевой ингредиент в продукции для питания спортсменов

В настоящее время в продуктах специализированного назначения, например, в продукции для питания спортсменов в качестве функциональных ингредиентов используют аминокислоты [38]. В основном технологии производства аминокислот разработаны в Японии, но производство пищевых продуктов и напитков с их использованием находится в странах Европы и США. В питании спортсменов некоторые аминокислоты используются для коррекции метаболизма. В частности, пищевые продукты и напитки, обогащенные аминокислотами, оказывают адаптогенное действие, регулируют активность ферментов антиоксидантной защиты клетки (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатионпероксидаза и др.). При поступлении аминокислот в организм, превышающем рекомендуемую норму, усиливаются окислительно-восстановительные реакции, соответственно, возрастает энергетический обмен, обезвреживаются токсины. В основном это относится к продуктам питания и напиткам, имеющим в своем составе следующие аминокислоты: лейцин, метионин, глицин или аминокислоты в комплексе с микроэлементами

и витаминами, например, глутамевит и аспаркам. Такие комплексные соединения могут быть использованы в питании спортсменов для поддержания сердечно-сосудистой системы при высоких физических нагрузках. Особое место в питании спортсменов отводится аминокислотам с разветвленной углеродной цепью (АРУЦ), в частности, лейцину. Указанная аминокислота стимулирует синтез белка в мышечной ткани и усиливает иммунную систему, что важно в период пика нагрузок у спортсменов в предсоревновательный или соревновательный период. Следует отметить, что регуляторное действие продуктов питания и напитков, содержащих лейцин, на организм спортсменов изучено недостаточно. При этом следует рассматривать регуляторные функции лейцина при воздействии на жизненно важные функции при концентрации аминокислоты, близкой к экзогенной.

Такое направление разработки напитков для спортсменов позволит повысить эффективность действия аминокислот как эндогенных регуляторов для коррекции метаболизма спортсменов. Особенностью АРУЦ является то, что они физиологически уникальны для организма спортсмена в сравнении с другими аминокислотами. АРУЦ являются незаменимым компонентом в рационе человека, но вместе с тем они имеют способность метаболизироваться в печени и диссимилируют в поперечно-полосатой мышечной ткани, а у спортсменов скелетная мускулатура составляет более 50 % от массы тела [75]. Более того, эффективность введения АРУЦ в рацион спортсменов обуславливается их использованием в качестве источника энергии и активатора синтеза белка в печени, в том числе альбумина.

АРУЦ входят в число 20 аминокислот, которые необходимы организму для биосинтеза белков и нейротрансмитеров, при этом АРУЦ не синтезируются в организме человека самостоятельно.

Анаболическая роль АРУЦ обусловлена их важной ролью в качестве промоторов процесса трансляции (активации биосинтеза белка на уровне транскрипции) и ингибирования протеолиза. Лейцин играет важную роль в сигнальных механизмах. Добавление в рацион АРУЦ препятствует снижению массы тела, улучшает восстановительный процесс организма после физических нагрузок, хронических

инфекционных или воспалительных заболеваниях, препятствует истощению мышечной ткани у пожилых людей, оказывает положительное воздействие на поражения печени и почек. Спортсмены также используют биологически активные добавки, содержащие АРУЦ [182].

Что касается лейцина, то он активизирует синтез белка и ослабляет активность ферментов *in vivo* и *in vitro* [162].

Длительная и высокая физическая нагрузка приводит к транзиторной иммунносупрессии, что связано с нарушением метаболизма в иммунных клетках и гормонального обмена, происходит ингибирование Т-лимфоцитами цитокинов, нарушается экспрессия белков теплового шока и снижение в плазме крови содержания аминокислоты глутамина [159].

Учитывая, что АРУЦ активно участвует в синтезе глутамина в качестве доноров азота, введение дополнительного количества АРУЦ в рацион спортсменов позволит усилить защитные и адаптационные возможности их организма. Доказано, что применение АРУЦ ежедневно в течение 4 недель в дозе 6 г/день или 3 г за 30 мин. спортсменами-легкоатлетами до начала тренировки (кросс) стабилизирует содержание глутамина и сдерживает ослабление иммунитета. У спортсменов в результате повышенной физической нагрузки происходит падение пролиферации лимфоцитов, снижается концентрация продуктов цитокинов, в том числе ФНО- α , ИНФ- γ , ИЛ-1 и ИЛ4. При введении в рацион спортсменов АРУЦ вышеуказанные показатели повысились [93].

Другая аминокислота, аргинин, может также выполнять полезные функции при физической нагрузке. Ее потребление способствует секреции гормонов, необходимых для адекватного метаболического ответа [128], а также облегчает удаление аммиака в цикле мочевины, что уменьшает периферическую усталость, связанную с физической нагрузкой. С другой стороны, физическую выносливость повышают также производное аргинина, оксид азота, сильный эндогенный вазодилатор [93].

При отсутствии пищи в течение нескольких суток в качестве основного источника энергии для клеток мозга используется глюкоза. Гликоген печени является

источником глюкозы крови в первые 10–18 ч, а затем активируется глюконеогенез. Протеолиз позволяет получать свободные аминокислоты, которые используются в печени для глюконеогенеза (наиболее значимые среди которых – аланин и глутамин). Таким образом, кратковременное голодание (1–3 дня) приводит к стимуляции протеолиза и окисления лейцина. Уровни АРУЦ в плазме крови повышаются при голодании параллельно с увеличением скорости распада белка. Однако уже через несколько недель после начала голодания скорость протеолиза мышечных белков резко снижается, поскольку уменьшается значение глюкозы как источника энергии для мозга. В качестве основного источника энергии мозг начинает потреблять кетоновые тела. В результате уровень АРУЦ также падает. Показано, что введение β-18 гидроксibuтирата способствует активации биосинтеза белка в мышцах, хотя как именно кетоновые тела стимулируют биосинтез белка, остается неясным. Для полноценного катаболизма АРУЦ необходимы витамин В₆, тиамин, рибофлавин, липоевая кислота, недостаточность которых при длительном голодании также может тормозить окислительный метаболизм АРУЦ [75, 76].

В покое кровоток в скелетных мышцах достаточно медленный (3–4 мл/мин/100 г) по сравнению с такими тканями, как печень, почки, мозг и сердце, которые имеют базальный кровоток в 20–40 раз выше. Однако скелетные мышцы обладают способностью быстро повышать кровоток (при интенсивной физической нагрузке до 20 раз) [87]. Доказано, что в этом процессе могут также участвовать инсулин, IGF-I и гормон роста, что в свою очередь вносит определенный вклад в общую активацию метаболических процессов, в частности, в стимуляцию биосинтеза белка. Инсулин и IGF-I, вероятно, непосредственно действуют на эндотелиальные клетки, которые обладают гибридными рецепторами к инсулину и IGF-I [187]. Гибридные рецепторы имеют одну β-субъединицу от инсулинового рецептора, сопряженную с субъединицей рецептора к IGF-I [187]. В свою очередь каждый из этих гормонов может повышать скорость продукции вазодилататора оксида азота. Механизм действия обоих гормонов заключается в повышении фосфорилирования синтазы оксида азота (NOS) протеинкиназой В (Akt) [167]. Эта киназа может непосредственно фосфорилировать специфические сериновые остатки

(Ser1179) NOS, повышая кальций-независимым образом ее активность. Используя подходы метаболомики, показано, что наиболее сильно коррелирует с чувствительностью к инсулину содержание АРУЦ, количество ароматических аминокислот (фенилаланин, тирозин), короткоцепочечных ацилкарнитинов, суммарный уровень глутамин и глутамата, а также содержание аланина. Последующие исследования также показали связь нарушения метаболизма АРУЦ с метаболическим синдромом и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Доказано, что уровень АРУЦ в плазме является предиктором развития и прогрессирования ожирения и диабета 2-го типа [156].

При умеренном кратковременном стрессе концентрации внутриклеточного белка и глутамин падают, тогда как концентрации АРУЦ в скелетной мышце растут, указывая на повышенный протеолиз, который обеспечивает поставки азота для синтеза глутамин [139]. Глутамин является источником азота и энергетическим субстратом, в первую очередь для клеток иммунной системы. При длительном истощающем стрессе заметно увеличивается утилизация глутамин, что может приводить к существенному снижению его продукции в скелетных мышцах. Если гиперкатаболическое состояние персистирует, в конечном итоге может наступить разрушение миофибрилл скелетных мышц.

В свою очередь поступление с пищей АРУЦ оказывает благоприятные эффекты у экспериментальных животных и человека, способствует биогенезу митохондрий в сердечной и скелетной мышцах, предупреждает окислительное повреждение и повышает физическую выносливость у мышей, приводя к удлинению продолжительности их жизни [121].

1.3 Биологически активные вещества растений. Перспективы использования в составе специализированной пищевой продукции для питания спортсменов

В нашей работе в качестве функционального ингредиента при исследовании возможности разработки напитков для питания спортсменов использована БАД

«Эрамин» – экстракт люцерны посевной, обогащенный микроэлементами. Поэтому целесообразно рассмотреть биологически активные вещества растений, потенциально возможные для включения в рецептуру специализированной пищевой продукции.

Результаты исследований, направленных на изучение свойств уже открытых, а также ранее неизвестных биологически активных веществ (БАВ), в настоящее время представляют собой материальную основу для создания некоторого рода функциональной базы знаний о данной категории соединений, что в свою очередь способствует проведению новых исследований и становлению научных открытий в области фармацевтической, косметической и особенно пищевой промышленности [2, 80].

К группе биологически активных веществ (БАВ) причисляют значительное количество химических соединений как органической, так и неорганической природы. Основным критерием к отнесению того или иного вещества к числу биологически активных является способность оказывать прямое или опосредованное воздействие на живые организмы, находясь при этом в достаточно малых концентрациях [17].

Как известно, многие представители царства растений в ходе своей жизнедеятельности, в частности в процессе обмена веществ и энергии, способны синтезировать биологически активные соединения различной природы и химического состава. С точки зрения физиологии высших растений, в частности, биохимических превращений, протекающих на уровне растительной клетки, образование БАВ относится как к процессам первичного, так и вторичного метаболизма, а образующиеся вещества носят наименования первичных и вторичных метаболитов соответственно [72].

К первичным метаболитам растений относят, прежде всего, аминокислоты, органические кислоты, белки, липиды (растительные масла), углеводы, витамины и ферменты. Эти вещества имеют собственные пути синтеза и играют наиважнейшую роль в жизнедеятельности растительного организма. Однако не меньший интерес

представляют собой вещества, синтезируемые на ответвлениях основных метаболических путей – вещества вторичного происхождения. Вторичные метаболиты не имеют собственных специфических путей синтеза в клетке и образуются в результате диссимиляции первичных [6, 43].

Вещества вторичного метаболизма подразделяют на группы в соответствии с особенностями их строения и выполняемыми функциями. В литературных источниках встречаются различные классификации. Так, многие авторы среди вторичных метаболитов выделяют: органические кислоты алифатического ряда, фенольные соединения, терпены и терпеноиды (изопреноиды), гликозиды и алкалоиды. Самыми многочисленными среди всех групп вторичных метаболитов являются алкалоиды, фенольные соединения и изопреноиды [6, 9]. Как правило, продукты вторичного метаболизма находятся в клетках растений в связанном виде и являются компонентами химических смесей. Среди таких смесей выделяют эфирные масла, смолы, камеди и слизи [72].

Однако несмотря на присутствие в научной литературе различных классификаций, на практике дифференцировать вещества достаточно трудноосуществимо, поскольку нельзя однозначно отнести то или иное соединение к конкретной группе без предварительного комплексного изучения его функциональной значимости, представляемой для жизни растения [72]. Вследствие этого, абстрагируясь от деления БАВ на продукты первичного и вторичного метаболизма, целесообразно рассмотреть среди обеих групп наиболее значимые для пищевой промышленности. Среди них важно рассмотреть такие вещества и их смеси, как алкалоиды, флавоноиды, сапонины, дубильные вещества, микроэлементы, витамины и эфирные масла [10]. Одной из самых крупных групп БАВ, представляющих колоссальный интерес для различных отраслей как науки, так и производства, являются соединения, названные алкалоидами [11]. Алкалоиды были известны и активно применялись в повседневной жизни многими народами еще с древних времен, однако научному миру о данной группе соединений стало известно лишь в XIX веке благодаря открытию, совершенному в 1805 году Фридрихом Сертюрнером, основным результатом которого явилось выделение морфия (современное название – морфин)

из опиума. Это открытие стало точкой отсчета в области изучения столь важных биологически активных соединений, как алкалоиды [142].

С точки зрения химического строения алкалоиды представляют собой группу сложных азотсодержащих гетероциклических соединений [6, 11, 72]. Так определяет алкалоиды отечественная научная литература по фармакологии и химии биологически активных соединений растений, однако среди зарубежных авторов довольно-таки часто возникает дилемма – все ли вещества, удовлетворяющие выше обозначенному определению, можно отнести к группе алкалоидных соединений или все же это понятие не может быть заключено в столь ограниченную характеристику? Вопрос идентификации достаточно сложен и является предметом споров многих ученых вследствие присутствия достаточно широкого диапазона общих морфологических и анатомических признаков у всех продуктов вторичного синтеза. Поэтому зарубежные авторы, представляющие различные области науки и производства, до сих пор не могут дать строгого и лаконичного определения данного рода соединениям, поскольку любое из них является либо достаточно узким и не раскрывающим каких-то ключевых особенностей, либо слишком широким.

Благодаря присутствию атомов азота либо в структуре гетероцикла (истинные алкалоиды), либо в боковой цепи (протоалкалоиды), алкалоидные соединения имеют сродство к щелочам [72]. Данные соединения достаточно химически активны, и даже в малых дозах многие являются сильнодействующими ядами. В клетках растений встречаются в виде солей органических (яблочной, лимонной, винной, янтарной, щавельной, уксусной, малоновой и других) и неорганических (фосфорной) кислот, растворенных в клеточном соке, либо входят в состав сахаров или сложных эфиров. Вследствие этого синтез и накопление алкалоидов непосредственно зависят от наличия в цитоплазме клетки хорошо сформированных вакуолей [6, 9]. Накопление их происходит в тканях с активно делящимися клетками, довольно-таки распространено то, что места образования и накопления алкалоидных соединений различны, локализация происходит в различных растительных тканях. Также алкалоиды, накапливаемые и выделяемые разными вегетативными и генеративными органами растений и в разные жизненные фазы, неодинаковы,

а напротив – различимы количественным содержанием в клетках, особенностями строения и степенью принадлежности к ядам. Так, например, из результатов исследований по изучению содержания вторичных метаболитов (в том числе колхициновых алкалоидов) у видов *C. speciosum* Stev. и *C. autumnale* L. рода *Colchicum* L. известно, что их биосинтез активизируется в фазе формирования генеративных органов, подтверждением чему служит максимальное содержание колхицина в надземных органах исследуемых видов в период бутонизации [64].

Классификация алкалоидов на сегодняшний день может быть произведена в зависимости от:

- биологической и экологической активности;
- химической организации молекул;
- путей биосинтеза;
- содержания в клетках живых организмов [88].

В биохимии растений наиболее распространена классификация, введенная Р. Хегнауэром в своей работе «Хемотаксономия растений», в основе которой лежит разделение соединений в зависимости от наличия общего молекулярного предшественника, играющего основополагающую роль в дальнейшем конструировании молекулы. Кроме того, в основу данной классификации положены общность происхождения и проявляемых признаков. Так, выделяют истинные алкалоиды, протоалкалоиды и псевдоалкалоиды. Истинные алкалоиды являются производными аминокислот, общим признаком для данного типа является непосредственное расположение атома азота в структуре гетероциклического кольца. Их отличает высокая реакционная способность, биологическая активность и горький вкус. Визуально они представляют собой белые кристаллические вещества, за исключением никотина, являющегося жидкостью бурого цвета.

В растениях истинные алкалоиды встречаются в свободном состоянии, в виде водорастворимых солей и в виде N-оксидов (оксидов аминов). Образование данной группы алкалоидов идет за счет реакции декарбоксилирования протеиногенных и непротеиногенных аминокислот с последующей конденсацией с неазотсодержа-

щими структурными фрагментами. Основные предшественники истинных алкалоидов: L-орнитин, L-лизин, L-фенилаланин, L-тирозин, L-триптофан, L-гистидин [55, 106]. Протоалкалоиды, подобно предыдущей группе соединений, являются производными аминокислот, однако атом азота у них располагается за пределами гетероцикла – в боковой цепи. К предшественникам данной группы соединений относят аминокислоты L-тирозин и L-триптофан [106]. Псевдоалкалоиды – группа соединений, отличающаяся от двух приведенных выше тем, что в их молекулах биогенетическим источником азота не являются аминокислоты. N-атом, как правило, вводится в структуру молекулы на достаточно поздних этапах синтеза, в случае терпеноидного и стероидного строения скелета. При наличии соответствующих карбонильных группировок (кето- и альдегидных групп) введение азотсодержащих структур в молекулу идет за счет двух основных реакций – аминирования и трансаминирования [106].

Наиболее важными для пищевой промышленности среди всех известных на сегодняшний день являются алкалоиды двудольных растений семейства Мареновые рода Кофейное дерево. Три наиболее значимые из них – кофеин, теобромин, теofilлин. С точки зрения химической организации в основе строения молекул данных соединений лежат два основополагающих пуриновых азотистых основания – аденин (аденин производные алкалоиды) и гуанин (гуанин производные алкалоиды). Оба азотистых основания являются производными пурина, который непосредственно входит в состав их молекул, соединяясь с пятиуглеродным сахаром (D-рибозой или 2 дезокси-D-рибозой). Вследствие этого данные алкалоиды относят к группе пуриновых [88]. Пуриновые алкалоиды обладают высокой биологической активностью, кроме того, являются достаточно эффективным профилактическим средством в борьбе со многими заболеваниями, в частности некоторыми медленно прогрессирующими неврологическими синдромами, такими как болезнь Паркинсона. Доказано положительное воздействие кофеина на снижение риска возникновения паркинсонизма [84, 157]. Употребление многих алкалоидов в низких концентрациях способно благотворно влиять на организм человека и сокращать риски возникновения многих серьезных заболеваний. В том числе

было выявлено, что употребление кофе и зеленого чая уменьшает риск развития сахарного диабета II типа среди взрослого населения [179].

Также кофеин является одним из самых распространенных соединений растений, посредством переработки которого получают большинство напитков и продуктов питания на сегодняшний день. Безусловно, самым известным и употребляемым на территории практически всех стран мира кофеинсодержащим напитком является кофе. В ходе его производства уделяется колоссальное внимание методам обработки кофейных зерен, что обусловлено возможностью производства высококачественного продукта только при условии использования хорошо созревших семян. Метод обработки кофе зависит прежде всего от климата, в котором производится выращивание и сбор плодов. Так, в Бразилии и тропической Африке используют сухой метод обработки (высушивание под прямыми солнечными лучами), а в странах с более влажным климатом прибегают к методам влажной обработки (измельчение с последующим отделением мякоти от оболочки зерна). Качество готового продукта напрямую зависит не только от вкусо-ароматических характеристик, но и от процентного содержания алкалоидов (в случае кофе – кофеина) в первичном сырье. Повышенное содержание кофеина влечет за собой негативные последствия для здоровья человека вследствие непосредственного воздействия данного алкалоида на практически все функциональные системы организма, в большей степени на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы [63]. Данный факт порождает необходимость частичной минимизации содержания кофеина в готовой продукции. Способы декофеинизации сырья на сегодняшний день разнообразны. Достаточно эффективными и применяемыми на практике являются как адсорбционные, так и мембранные технологии [74]. Проблема содержания кофеина сверх допустимой нормы весьма актуальна, однако несопоставима с явлением возникновения фальсификаций кофе. На современном рынке продуктов питания часто встречаются кофейные суррогаты, примером чему служит использование в качестве заменителей кофейных зерен бобов люпина, которые содержат около 200 мкг хинолизидиновых алкалоидов на 1 г бобов. Употребление таких «заменителей»

кофе может повлечь за собой сильные интоксикации, приводящие к летальному исходу [163]. Процентное содержание алкалоидов (кофеина, теофиллина и теобромина) совместно с группой вторичных флавоноидных метаболитов – катехинов – также является критерием качества другого не менее известного напитка – чая. В процессе ферментации клеточные структуры чайного листа разрушаются, полифенольные соединения и ферменты вступают во взаимодействие, далее запускается процесс брожения при постоянно поддерживающейся температуре (ниже 25 °С). Вследствие ферментативного окисления происходит изменение окраски чайного листа, что служит индикатором трансформации катехинов в теафлавины, теарубигины и теабровины. Продукты распада катехинов образуют комплекс с белками и кофеином [88].

Ранее основным источником кофеина являлось прежде всего растительное сырье в виде чайного листа и кофейных зерен. В настоящее же время значительно распространены синтетические методы его производства, что делает возможным применять этот алкалоид в качестве пищевой добавки к широкому диапазону продуктов питания и напитков.

Содержание еще одного пуринового алкалоида, теобромина, зафиксировано в химическом составе как чайного и кофейного деревьев, так и в составе какао-растений. Изоляция этого алкалоида является также важнейшей задачей процесса обработки первичного растительного сырья. Технологический процесс производства какао-продуктов (в частности шоколада и какао-напитков) предусматривает ферментацию в течение 7 дней, в ходе которой происходит изолирование значительного числа алкалоидов, сопровождающееся потерей терпкости и приобретением характерного для какао вкуса и аромата [88].

Также в корне хинного дерева содержатся достаточно значимые для пищевой индустрии L-триптофан производные алкалоиды – хинин, хинидин, цинхонин и цинхонидин [125]. Хинин используется в качестве пищевой добавки с целью придания вкусо-ароматических характеристик (горьковатый вкус) безалкогольным и слабоалкогольным напиткам [70].

Помимо пищевых добавок алкалоиды используются в пищу в виде специй и пряных трав. Так, например, многие сорта перца (черный, белый, зеленый, длинный, болгарский, чили и др.) содержат пиперин. Этот алкалоид перечных является малотоксичным, но одновременно с этим достаточно физиологически активным. Данный факт подтверждается способностью пиперина вступать во взаимодействие с белком млекопитающих – β -лактоглобулином – основным сывороточным белком молока. Более того, в последнее время было доказано, что пиперин может быть обнаружен в сыворотке слезной жидкости человека в связанном состоянии с β -складчатыми белковыми конформациями ретинол-связывающего белка и нейтрофильного ассоциированного с желатиназойлипокалина(u-NGAL) [188]. Некоторые продукты, включающие в свой химический состав эфедриновые алкалоиды, использовались ранее на территории разных стран в качестве биологически активных добавок (БАД) к пище [117]. В настоящее время их применение запрещено, в том числе и на территории Российской Федерации, вследствие их отнесения к прекурсорам наркотических веществ [56]. Эфедрин обладает симпатомиметическим действием (воздействует на рецепторные образования, чувствительные к норадреналину и адреналину), что дает возможность сопоставлять эффекты, оказываемые рассматриваемым алкалоидом на организм человека, с эффектами естественно синтезирующихся гормонов – адреналина и норадреналина. Источником этого психоактивного алкалоида являются различные виды эфедры, также его получают путем химического синтеза [117].

Второй достаточно обширной группой биологически активных соединений растений являются флавоноиды. Интерес к данному классу обусловлен прежде всего тем, что внутри животных клеток не осуществляется синтез и накапливаются полифенольные образования. С точки зрения биохимии образование флавоноидов является ветвью большого фенилпропаноидного биосинтетического пути высших растений, в ходе которого образовывается широкий диапазон вторичных метаболитов, таких как фенолокислоты, лигнины, лигнаны и стильбены. В качестве основных родоначальников флавоноидов, не внедряясь в детальное рассмотрение всех промежуточных стадий, стоит обозначить два ключевых соединения:

- ароматическую аминокислоту L-фенилаланин, получаемую через два альтернативных метаболических пути: шикиматный или поликетидный (ацетатно-малонатный);
- малонил-КоА, берущий начало из цитрата в цикле трикарбоновых кислот (цикле Кребса).

На сегодняшний день общепринято мнение по поводу того, что флавоноиды синтезируются в цитоплазматическом матриксе, под действием содержащихся в нем различного рода ферментных комплексов. После образования конечные продукты синтеза транспортируются и локализуются как в субклеточных структурах, так и во внеклеточных, причем флавоноиды, играющие роль пигментов, преимущественно перемещаются в вакуоли и пластиды [158]. В растениях они, как правило, содержатся в виде гликозидов (пиранозидов или фуранозидов), растворенных в клеточном соке. Активизация процессов синтеза и накопления флавоноидов, подобно алкалоидам, происходит в период бутонизации и цветения [105].

Классифицируют флавоноиды согласно различиям в химической структуре, а если говорить наиболее конкретно, то разделяют их в соответствии с особенностями строения атомов углерода, связующих два ароматических кольца (С6–С3–С6). Таким образом, выделяют: флаваны, флавоны, флавонолы, флаваноны, флаванонолы (дигидрофлавонолы), изофлавоны (изофлавоноиды), халконы, антоцианы (антоцианины), ауруны, неофлавоноиды [73].

Группа флаванов одна из самых распространенных, она включает в себя еще 4 подгруппы: истинные флаваны, флаван-3-олы (катехины), флаван-4-олы, флаван-3,4-диола. Наиболее изученной является подгруппа катехинов. Их максимальное содержание зафиксировано в листья чая (преимущественно зеленого) и какао-бобах, вследствие чего все продукты переработки этих биологических источников имеют в химическом составе флаван-3-олы. Содержание катехинов в зеленом чае составляет 51–84 мг на 1 г сухого вещества, что значительно превышает его содержание в черном чае [135].

Многие биологически активные соединения растений играют роль перехватчиков неустойчивых частиц с одним или несколькими неспаренными электронами,

которые образуются в процессе жизнедеятельности клетки. Ингибируя процессы свободно-радикального окисления, они замедляют механизмы клеточного старения [126]. Катехины, как и все флавоноиды, также обладают способностью связывать свободные радикалы, что свидетельствует об их антиоксидантной активности [101]. Вступая в контакт со свободно радикальной частицей, они нейтрализуют ее, а сами переходят в состояние стабилизированного долгоживущего радикала, не продолжающего дальнейшего образования цепи [4]. Способность выполнять функцию антиоксидантов в клетках живого говорит о высоком потенциале катехинов как биологически активных соединений, содержащихся во многих овощах и плодово-ягодных культурах, поэтому они представляют неоспоримый интерес для многих исследователей, работающих как в области создания лекарственных препаратов, так и в сфере разработки функциональных продуктов питания [146].

Помимо самих катехинов также достаточно интересны с точки зрения проявляемой физиологической активности олигомерные фенольные соединения, образуемые некоторыми видами флавоноидов (в том числе катехинами). В научной литературе они обозначены как полицианидины. Вследствие димеризации катехинов, содержащихся в листьях многих сортов чая, образуется такая разновидность полицианидинов, как теафлавины, которые играют роль пигментов (золотисто-желтые цвета) и придают терпкий, слегка вяжущий вкус чайным напиткам. Процесс высвобождения из растительной ткани чайного листа теафлавинов, а также схожих с ними теарубигинов (более крупных полимеров) запускается посредством механического воздействия и дальнейших ферментативных преобразований катехинов в процессе обработки черного чая [73]. Что касается выполняемых физиологических функций, то они имеют сродство непосредственно к катехинам, но все же преобладающим свойством данных соединений является их высокая заживляющая способность по отношению к язвенным образованиям. Обладая противовоспалительным эффектом и способностью к регуляции процессов апоптоза дофамин эргических нейронов, теафлавины также могут быть использованы при профилактике и терапии болезни Паркинсона [86]. Помимо всего прочего, теафлавины, гидролизуясь, образуют важный для полноценного функционирования организма человека

витамин Р, который оказывает тонизирующее действие на стенки кровеносных сосудов, укрепляет их и предотвращает деформации, что сокращает риск кровоизлияний [37].

Также к более сложно устроенным олигомерам катехинов относят танины, обладающие в большей степени свойствами, характерными для всех полицианидинов. Танины – это доминирующие вещества в биохимической структуре чая [73].

Многие катехины, такие как, например, галлатэпигаллокатехин (EGCG), обладают высокой антиканцерогенной активностью, что реализуется благодаря их способности индуцировать клеточную гибель, то есть регулировать процессы апоптоза клетки, что играет ключевую роль в регуляции деления атипичных опухолевых клеток [173, 186]. В скором времени ожидаются испытания новых методов лечения онкологических заболеваний, основанных на синергическом действии базовых противоопухолевых препаратов и катехинов, полученных путем их изоляции из зеленого чая [174]. Кроме того, доказана эффективность катехинов в снижении риска возникновения атеросклероза, что реализуется посредством снижения содержания в крови липопротеинов с низкой плотностью, которые транспортируют холестерин («плохой холестерин»). Необходимость поддержания липопротеинов на определенном уровне объяснима тем, что чрезмерное их содержание может вызывать возникновение жировых отложений на стенках артерий, что ведет к различным тяжелым заболеваниям (атеросклероз, инсульт, инфаркт миокарда и др.) [120].

Переходя к последующим разновидностям флавоноидов, хотелось бы акцентировать внимание на отличительных свойствах отдельных их представителей, опуская рассмотрение общих понятий и характеристик.

Кверцетин – это довольно широко распространенный в природе флавонол, выделен преимущественно из плодово-ягодных и овощных культур. Рекордсменами по содержанию кверцетина, а также его гликозида рутина являются, прежде всего, гречневая крупа (80 000 мг/кг), зеленые и черные сорта чая (2000–2500 мг/кг), репчатый лук красных сортов (1810 мг/кг), каперсы (1800 мг/кг) и любисток (1700 мг/кг). В значительно меньших концентрациях он содержится в ягодах клубники и голубики (158 мг/кг), цитрусовых (158 мг/кг), брокколи

(158 мг/кг), томатах (158 мг/кг) и зеленых яблоках (44 мг/кг) [73]. В последние годы исследователи разных стран проявляют значительный интерес исключительно к этому флавоноиду, поскольку спектр его действия на живые организмы очень широк. J. Ahn, H. Lee, S. Kim и др. описывают способность кверцетина регулировать процессы метаболизма посредством инициации апоптоза клеток-предшественников жировой ткани (преадипоцитов). Отлаженный механизм молекулярной регуляции, выработанный молекулами кверцетина, противостоит отложению жира в тканях и, переходя на организменный уровень организации, сокращает риск возникновения ожирения [83]. Кроме того, проводились многократные исследования в области влияния кверцетина на возникновение и развитие заболеваний различной этиологии. Так, например, R. Kleemann, L. Verschuren и др. выявили противовирусную активность одного из основных гликозидов кверцетина (кверцетин-3-О-бета-D-глюкуронида) по отношению к вирусам гриппа типа А [92]. Также было проведено достаточно большое количество исследований на животных, доказывающих его противовоспалительное и противоаллергическое действие (в случае астмы) [90; 91]. Важно отметить, что кверцетин при условии высокой концентрации обладает также противоопухолевой активностью. Было доказано, что он участвует во включении гена ВАХ, который стимулирует апоптоз онкоклеток при раке легких у человека [89].

Мирицетин – главный флавонол красного вина, оказывающий стабилизирующее действие на нервную и кровеносную систему человека. Совместно с кверцетином предохраняя нейроны центральной нервной системы, способен сокращать риск возникновения гипоксии и гипогликемии на фоне ишемии головного мозга [154]. Также была выявлена противоопухолевая активность мирицетина, причем в отличие от многих других флавоноидов, он не только инициировал апоптоз онкоклеток при раке поджелудочной железы, но и в случае с экспериментальными животными вызывал уменьшение раковой опухоли, ингибируя процессы метастазирования. При первой стадии рака печени (гепатоме) вызывал остановку внутриклеточного деления на стадии G2/M [187].

Кемпферол – флавонол, входящий в состав подавляющего большинства продуктов питания. Данное соединение было зафиксировано среди представителей подсемейства луковые (репчатый лук, лук-шалот, чеснок, лук-порей), семейства крестоцветные (белокочанная, брюссельская капуста, брокколи, горчица, брюква, редька, репа), семейства тыквенные (огурец, кабачок, тыква). Достаточно часто оно фигурирует в химическом составе ягод (клубника, земляника, клюква, ежевика, брусника, малина, крыжовник и др.). С точки зрения функционального воздействия на организм человека кемпферол так же, как и многие другие флавонолы, инициирует апоптоз клеток при онкологических заболеваниях, в частности было исследовано его действие на опухолевые клетки при раке яичников. Также он проявляет активность против некоторых летальных инфекций вирусной этиологии, таких как, например, японский энцефалит типа В [149]. Y. Zhang, D. Liu отмечают защитное действие кемферола по отношению к β -клеткам островков Лангерганса поджелудочной железы, которые непосредственно вырабатывают один из важнейших гормонов, сокращающих концентрацию глюкозы в крови, – инсулин. Данный факт свидетельствует о возможности рассмотрения этого флавонола в дальнейшем в качестве сырья для изготовления антидиабетических препаратов [153].

Еще одно важное соединение из серии флавонолов – фисетин, входящий в состав земляники, клубники, плодов манго и других представителей растительного мира. В ходе исследования вышеупомянутого вещества стало известно о его способности запускать механизмы, направленные на улучшение долговременной памяти [100]. Также у фисетина были выявлены признаки, характерные для соединений-антидепрессантов, вследствие его воздействия возрастало содержание серотонина и норадреналина в главной структуре лимбической системы головного мозга – гиппокампе [175]. Помимо собственной высокой антиоксидантной активности, фисетин способствует максимизации содержания наиважнейшего внутриклеточного антиоксиданта глутатиона в мозговых структурах [100]. Изорамнетин также относится к группе флавонолов, является метаболитом кверцетина. Основным биологическим источником – ягоды облепихи, некоторые сорта лука, а также все сорта винограда [166]. Фармакологическое действие этого флавонола аналогично

в большей степени кверцетину и кемпферолу. Отличительное свойство изорамнетины заключается в способности предохранять кардиомиоциты от воздействия перекисных соединений, замедляя активацию митохондриальных механизмов апоптоза [129].

Необходимо упомянуть также о нескольких важных соединениях, принадлежащих к изофлавоноидам – глицитеине, генистеине и даидзеине. Основным источником изофлавононов на сегодняшний день – это бобы сои [118]. К отличительной особенности данной группы соединений относят их сродство с гормонами, которые вырабатываются в теле человека, вследствие этого изофлавоноиды также определяют как фитоэстрогены. Представители флавононов находят применение в терапии многих заболеваний как средство, альтернативное гормональным препаратам [107]. Как и другие группы флавоноидов, изофлавоноиды обладают высокой антиоксидантной и антиканцерогенной активностью, благотворно влияют на сердечно-сосудистую, гормональную и нервную системы, а также противостоят риску возникновения сахарного диабета и ожирения [73].

В природе существует группа антоцианов, являющихся растительными пигментами с высокой биологической активностью. Данная разновидность флавоноидов определяет окраску плодов и цветков покрытосеменных. Кожица многих ягод (особенно черной и красной смородины) является основным источником антоцианинов. Действие на организм человека они производят аналогичное всем ранее рассмотренным флавоноидам. Стоит уделить внимание рассмотрению некоторых наиболее распространенных представителей этой группы. Цианидин – красный пигмент многих ягод (источник – вишня, ежевика, малина, клюква, ягоды винограда и др.). Он же отвечает за цвет красных сортов лука и капусты. Окраска данного пигмента достаточно чувствительна к pH среды, в которой он локализуется. В кислой и слабо-кислой ($\text{pH} < 7$) сохраняется красный цвет, а при переходе в щелочную ($\text{pH} > 7$) или нейтральную ($\text{pH} = 7$) среду происходит изменение цвета на фиолетовый. Антоцианы, подобно всем флавоноидам, образуют гликозиды. Так, яркий цвет черной смородины обусловлен присутствием в составе ее кожицы

антирринина – гликозида цианидина [170], а также присутствием еще одного гликозида цианидина – хризантемина, им обусловлена окраска, например, плодов сливы домашней и эвтерпы овощной [160]. Дельфинидин – синий пигмент. Отвечает за красно-фиолетовую окраску некоторых сортов винограда, а также граната [152]. Миртиллин – гликозид дельфинидина, входит в химический состав черной смородины, черники и клюквы. Пеларгонидин – это оранжевый пигмент многих ягод (малины, ежевики, земляники, черники, клюквы и др.). Также этот антоциан был зафиксирован в плодах сливы и граната обыкновенного [119].

Следующая группа вторичных метаболитов растений – сапонины – имеет не столь обширное распространение, но также, как и ранее рассмотренные алкалоиды и флавоноиды, обладает высокой биологической и физиологической активностью. По химической структуре практически все сапонины являются гликозидами, то есть веществами, состоящими из двух основных компонентов – углеводного остатка (гексозы или остатков уроновых кислот) и неуглеводной части (агликона). Агликон бывает как тритерпеновой, так и стероидной природы. У тритерпеновых сапонинов агликон может иметь пентациклическое и тетрациклическое строение, причем в состав обоих входит 30 атомов углерода. Стероидные сапонины содержат 27 углеродных атомов [122]. Наличие стероидных сапонинов характерно в большей степени однодольным растениям семейств Лилейные, Агавовые и Диоскорейные. Тритерпеновые же наиболее часто встречаются среди двудольных растений семейств Аралиевые, Гвоздичные, Бобовые [172]. К отличительным чертам сапонинов можно отнести их поверхностно-активные свойства, при взбалтывании растворы вспениваются. Экстракция сапонинов в чистом виде достаточно часто осложнена тем, что в клетке они представлены в виде коллоидных растворов. Вследствие этого их извлечение в большинстве случаев происходит совместно с углеводами, дубильными и красящими веществами [169].

Несмотря на то, что за последнее время присутствие сапонинов было зафиксировано более чем в 100 семействах высших растений, человек регулярно употребляет в пищу всего лишь 28 из них [172]. Причем основными источниками среди кормовых культур являются: соя, горох, арахис, шпинат, люцерна, овес, конский каштан, сахарная свекла, киноа, пажитник и некоторые другие.

В химическом составе сапонинсодержащих растений присутствуют сложные смеси различных по химическому строению и проявляемым свойствам сапонинов. Так, например, соевые бобы содержат 3 вида соясапонинов – А, В, Е, каждый из которых классифицируется в соответствии с особенностями структуры агликона. Соя является одним из самых известных мировых сельскохозяйственных культур и считается источником тритерпеновых сапонинов. Аналогично сое как минимум 29 сапонинов, базирующихся в общей сложности не менее чем на 12 агликонах, были выделены из люцерны. Исходя из анализа литературных источников, на сегодняшний день растения рода Люцерна представляют наибольший интерес среди всех существующих кормовых культур. Наиболее распространен вид Люцерны посевная, в его состав входят преимущественно сапонины тритерпенового ряда [183].

Сапонины относительно часто встречаются среди представителей высших растений, а также являются неотъемлемым компонентом некоторых продуктов питания, пищевых добавок и фармацевтических препаратов на основе растительного сырья. Кроме того, вследствие хорошо выраженных поверхностно-активных свойств они применяются в качестве натуральных моющих средств. Также сапонины стероидной природы, такие как диосцин (биологический источник – семейство Диоскорейные) и хекогенин (биологический источник – семейство Агавовые), используются как сырье для производства стероидных гормонов.

Для пищевой промышленности значительный интерес представляют некоторые пентациклические тритерпеновые сапонины, как, например, глицирризиновая кислота, которая содержится в корнях и корневищах солодки голой (лакрицы). Гликозид лакрицы находит широкое применение в кондитерской промышленности, где используется в качестве вкусо-ароматической добавки, благодаря свойственному ему приторно-сладкому аромату. Кроме того, гликозид глицирризиновой кислоты применяют в качестве подсластителя в продуктах диабетического профиля. На территории РФ его применяют в качестве пенообразующего агента при производстве халвы [59]. Известно также, что сапонины вследствие высокой биологической активности обладают колоссальным потенциалом в лечении и профилактике

многих заболеваний. Им свойственно оказывать гипохолестеринемическое, антиканцерогенное, гипогликемическое, иммуномодулирующее, нейропротекторное, противовоспалительное, антиоксидантное, гепатозащитное и антикоагулянтное действие, кроме того, они способны ингибировать процессы кариесообразования и агрегации тромбоцитов [122, 164]. Помимо оказания благотворного воздействия на организм человека сапонины способны оказывать и различного рода токсикологические эффекты. Как правило, пероральная биодоступность сапонинов очень низка, однако при внутривенном введении многие из них оказываются высокотоксичными соединениями и влекут за собой разрыв мембран эритроцитов (гемолиз) [122].

Следующая группа биологически активных соединений представлена низкомолекулярными соединениями органической природы – витаминами. Как известно, именно растения являются одним из главных источников получения этих соединений. Вследствие этого подавляющее большинство научных работ посвящено изучению путей их биосинтеза, а также выявлению механизмов влияния данных природных антиоксидантов на живые системы, включая человека. Обоснование причин образования витаминов в клетках растений сводится к тому, что последние либо выполняют функцию промежуточных продуктов в сложных биохимических реакциях, либо выступают в роли катализаторов на разнообразных биосинтетических путях. Причем витамины, в отличие от многих других рассмотренных в данном разделе соединений, относятся к продуктам первичного синтеза. Говоря про каталитические свойства, важно отметить, что большинство из них выступают в роли небелковой компоненты (коэнзима) многих ферментов или являются их биогенетическими предшественниками [82].

В отличие от других органических соединений (белков, жиров, углеводов и др.), витамины не несут особой пищевой и энергетической ценности, вследствие чего не обладают калорийностью и не участвуют в построении тканей и органов. Однако их роль в метаболических процессах живых организмов, как было отмечено

выше, достаточно велика и определяется нахождением этих соединений в относительно малых концентрациях. Таким образом, витамины относят к классу микронутриентов [1].

Витамины подразделяют на две основные группы: водорастворимые и жирорастворимые. Наиболее известными представителями среди изученных водорастворимых витаминов являются: аскорбиновая кислота (витамин С), тиамин (витамин В₁), рибофлавин (витамин В₂), пиридоксин (витамин В₆), никотиновая кислота (витамин РР), витамин В₃, кобаламин (витамин В₁₂), фолиевая кислота (витамин В₉), пантотеновая кислота (витамин В₅) и биотин (витамин Н). Среди жирорастворимых наиболее изучены: витамин А (ретинол, аксерофтол), витамин Е (токоферол), витамин D и витамин К [124].

В ходе анализа научной отечественной и зарубежной литературы была предпринята попытка систематизировать основные на сегодняшний день представления о витаминах, продуцентами которых выступают растительные организмы (таблица 1) [21, 39, 40, 53].

Таблица 1 – Основной перечень витаминов, входящих в химический состав высших растений

Название витамина	Растительный источник	Функциональное назначение в организме человека
Витамин А	Каротинсодержащие фрукты и овощи (морковь, абрикос, цитрусы, слива, картофель, дыня, спаржа, томаты, некоторые виды капусты, зеленые побеги растений – листья салата и шпинат)	Регулирует окислительно-восстановительные реакции и биосинтез белка; нормализует процессы метаболизма; структурная функция (входит в состав мембран клеточного и субклеточного уровней); участвует в формировании костной ткани, а также в процессах депонирования жира; замедляет процессы клеточного старения; поддерживает процессы роста и дифференцировки молодых клеток; защитная функция по отношению к нейронам ЦНС, выполняемая совместно с β-каротином; предотвращает процессы свободнорадикального окисления

Продолжение таблицы 1

Название витамина	Растительный источник	Функциональное назначение в организме человека
Витамин С	Цитрусовые, красные фрукты, ягоды (шиповник, черная смородина), цветная и белокочанная капуста, зеленый лук, картофель, томаты, бобовые травы (люцерна, хмель, красный клевер, щавель, листья фиалки, ламинария, крапива, перечная мята, овес, красный перец, зелень петрушки и укропа, семена фенхеля, шлемник, корень лопуха)	Регулирует окислительно-восстановительные процессы и биосинтез некоторых фибриллярных белков (коллагена и проколлагена); участвует в обменных процессах (обмен фолиевой кислоты, Fe); осуществляет контроль над процессами свертываемости крови и тромбообразования; нормализует проницаемость стенок кровеносных сосудов; участвует в кроветворении; стабилизирует иммунную систему; облегчает усвоение некоторых макро- и микроэлементов (Ca, Fe), а также способствует выведению токсических элементов (Cu, Pb, Hg); участвует в синтезе стрессовых гормонов (адреналина) и утилизации токсинов, выработанных в процессе их синтеза, сокращает действие аллергенов
Витамин D	Растительные жиры (масла)	Участвует в формировании костной ткани; регулирует рост и дифференцирование клеток костного мозга; обладает высокой антиоксидантной и антиканцерогенной активностью; стимулирует процессы реабсорбции ионов Ca^{2+} и фосфатов; ингибирует процессы деления атипичных опухолевых клеток; нормализует артериальное давление
Витамин E	Растительные масла, орехи, зерна злаковых культур, бобовые, зеленые листовые овощи, некоторые травы (люцерна)	Улучшает сперматогенез и повышает фертильность; предотвращает тромбообразование; замедляет окислительные процессы клеточного старения; снижает риск развития атеросклероза вследствие нормализации процессов свертываемости крови и снабжения эритроцитов кислородом
Витамин B ₁	Злаки (рис, овес, пшено), овощи (брокколи, спаржа), бобовые (зеленый горошек), орехи, цитрусы, ягоды (черная смородина, земляника), травы (щавель, клевер, петрушка, люцерна, крапива)	Участвует в процессах метаболизма; поддерживает водно-солевой баланс; регулирует накопление пировиноградной и молочной кислот в тканях, вследствие чего управляет деятельностью пищеварительной, нервной и сердечно-сосудистой систем; стимулирует процессы кроветворения и поддерживает мозговую активность; замедляет процессы клеточного старения

Окончание таблицы 1

Название витамина	Растительный источник	Функциональное назначение в организме человека
Витамин В ₂	Зеленые листовые овощи, крупы (гречневая, овсяная), зародыши и клеточные мембраны злаковых культур	Структурная единица флавиновых коферментов – ФМН и ФАД; участвует в окислительно-восстановительных процессах в клеточных митохондриях – окисление жирных кислот; активирует и интенсифицирует процессы метаболизма; участвует в формировании форменных элементов крови (эритроцитов) и антител; участвует в зрительной адаптации в темное время суток, ослабляет напряжение глазодвигательных мышц
Витамин В ₆	Орехи (грецкий орех, фундук), овощные культуры (шпинат, картофель, морковь, капуста белокочанная, капуста цветная, томаты, болгарский перец), ягоды (клубника, черешня), цитрусы (апельсины, лимоны), хрен, чеснок	Регулирует обменные процессы (липидный и белковый обмен, обмен Fe и серотонина); нормализует работу центральной и периферической нервной системы; участвует в образовании нейромедиаторов, гемоглобина, гистамина, ферментов
Витамин В ₉	Зеленые листовые овощи, бобовые, злаковые культуры (ячмень, овес), орехи, цитрусы, корнеплоды	Участвует в процессах кроветворения (образование эритроцитов и лейкоцитов), синтеза нуклеиновых и аминокислот, нейромедиаторов (серотонина и норадреналина), клеточного деления
Витамин Р	Цитрусы, ягоды (черная смородина, плоды шиповника), зеленые части растений (щавель, салатные листья, петрушка), зеленый чайный лист, зеленые сорта фруктов (яблоки, виноград)	Капилляроукрепляющее действие (нормализует проницаемость и эластичность кровеносных сосудов); антибактериальное действие; противоаллергенное действие (блокирует выработку медиаторов аллергических реакций); противоотечное и обезболивающее действие
Витамин Н	Бобовые (соя, горох, бобы), орехи, корнеплоды (картофель, морковь, свекла), фрукты (яблоки, цитрусы), ягоды (земляника)	Регулирует метаболические процессы (белковый, жировой и углеводный обмен) за счет того, что присутствуют в составе многих ферментов; нормализует работу нервной и кровеносной систем; поддерживает эластичность кожи, прочности волос и ногтей
Витамин К	Зеленые побеги растений (зеленые листовые овощи, листья крапивы, липы, малины, березы), бобовые (соя), злаковые (пшеница, рожь, овес), все виды капусты (белокочанная, брокколи и др.), травы (люцерна, пастушья сумка)	Нормализует свертываемость крови; участвует в формировании костной ткани; является компонентом клеточных мембран; нейтрализует токсины различной природы (афлатоксинов, кумаринов и др.)

Наряду с витаминами растительное сырье является также богатым источником различных микроэлементов, имеющих ключевое значение для организма человека. Микроэлементами называют минеральные вещества, встречающиеся в живых организмах в предельно малых концентрациях – в микрограммах на грамм массы тела или меньше. Достаточно большое количество элементов Периодической системы, содержащихся в пище растительного происхождения, можно отнести к этому классу, однако только некоторые из них по праву можно считать жизненно важными.

Железо – один из наиважнейших микроэлементов, который как в двухвалентной, так и трехвалентной форме присутствует в тканях растений в виде комплексных соединений. Депонирование происходит в большей степени в пластидах запасющих органов и в проводящей ткани (ксилеме и флоэме) в виде фитоферритина [7]. Фитоферритин является металлопротеидом, который состоит непосредственно из Fe^{3+} и белковой мембраны. Как известно, железо бывает гемовым и негемовым, причем растения являются источником негемового железа. В организме человека этот микроэлемент является важнейшим компонентом гемоглобина и кислородосвязывающего белка скелетной мускулатуры миоглобина [150]. К пищевым источникам негемового железа относят орехи, бобовые, многие овощные и зерновые культуры (шпинат, томаты, картофель, брокколи, белый и бурый рис) [114].

Селен – еще один жизненно важный микроэлемент, являющийся неотъемлемым компонентом глутатионпероксидаз – класса ферментов, катализирующих окислительно-восстановительные реакции (реакции восстановления перекисей жиров до спиртов и пероксида водорода до воды). Вследствие этого селен является достаточно важным соединением, поскольку он защищает организм от оксидативных повреждений, выстраивая точные механизмы защиты клетки от воздействия свободных радикалов. Также селен участвует в регуляции метаболизма (жировом, белковом, углеводном обмене) и обеспечивает прочность субклеточных мембран. На уровне организма недостаток селена отражается на иммунной системе, наблюдается повышенная восприимчивость к вирусным и бактериальным инфек-

циям [65]. Селен проявляет синергическое действие по отношению к другим микроэлементам (йоду) и некоторым витаминам (токоферолу, аскорбиновой кислоте) [67]. Он входит в состав белков мышечной ткани, а также способствует синтезу гормона щитовидной железы – трийодтиронина [184]. Основным источником селена являются продукты животного происхождения, среди растительных организмов наиболее часто встречается в злаковых. Причем уровень содержания селена в злаковых культурах напрямую зависит от его содержания в почве [72].

Молибден, так же, как и селен, достаточно часто выступает в роли кофактора и входит в состав молибден-зависимых ферментов (альдегидоксидазы, ксантиноксидазы и сульфитоксидазы), играющих важную роль в углеводном обмене, утилизации железа, синтезе гемоглобина, детоксикации сульфитов, образовании мочевой кислоты и других наиважнейших биохимических процессах. Так, например, он является кофактором металлосодержащей оксидоредуктазы – ксантиноксидазы, которая играет ключевую роль в процессе синтеза и обмена пурина [147]. Основной источник молибдена – продукты растительного происхождения. К числу растений с высоким содержанием этого элемента относят бобовые, злаки, зеленые листовые овощи, семена подсолнечника, цветную капусту и морковь [151].

Медь, как и другие микроэлементы, выступает в роли кофермента оксидоредуктаз (полифенолоксидазы и аскорбиноксидазы). Также она принимает непосредственное участие в процессах кроветворения, синтеза белков-переносчиков (гемоглобина) и цитохромов – веществ ферментативной природы, регулирующих обмен желчных и ненасыщенных жирных кислот, а также нейтрализует ксенобиотики (чужеродные токсины различной этиологии). Важно отметить, что она является антагонистом по отношению к цинку, железу и молибдену, вследствие чего чрезмерное потребление этих элементов влечет за собой дефицит меди. Медь попадает в организм человека в виде хелатных комплексов, которые проявляют ярко выраженный радиопротекторный эффект. Наибольшее содержание меди отмечают среди бобовых (нута, соевых бобов, фасоли адзуки, белой фасоли), семян (льна, кунжута, подсолнечника, тыквы, арбуза), листовых овощей (шпината, салата) [148].

Цинк является еще одним неотъемлемым микроэлементом в жизни всех живых организмов, в том числе и человека. Его присутствие необходимо для функционирования более чем 250 ферментов, участвующих в самых разнообразных реакционных процессах – рост и деление клеток, синтез нуклеиновых кислот, белковых молекул и клеточных мембран, метаболизм. Цинк стимулирует выработку и обеспечивает поддержание на определенном уровне в сыворотке крови гормона роста (соматотропина), мужских (тестостерона) и женских (прогестерона) половых гормонов. Также участвует в кроветворении, предотвращая риск возникновения некоторых видов анемии [132]. Кроме того, он способствует сопротивляемости организма к инфекциям разной этиологии [127].

Помимо отдельных биологически активных соединений растений, особый интерес представляют собой их смеси, в частности эфирные масла. Эфирные масла представляют собой группу летучих ароматических соединений органической природы, состоящих из множества индивидуальных веществ с преобладанием C_{10} - и C_{15} -терпенов и терпеноидов [6, 66]. Последние могут находиться в трех равновесных состояниях – в чистом виде, в виде сложных эфиров органических кислот и гликозидов [12]. Примеры некоторых значимых веществ, присутствующих в составе эфирных масел, представлены в таблице 2 [6, 22, 27].

Таблица 2 – Химические соединения, входящие в состав некоторых эфирных масел

Соединение	Химическая природа	Аромат	Биологический источник
Мирцен, оцимен	C_{10} -терпены, ациклического строения	Пряный, хмельной. Сочетание сладкого запаха фруктов с одновременным присутствием древесных и травянистых оттенков	Эфирные масла сумаха, хмеля, базилика, укропа, кориандра
Линалоол	Терпеноидный спирт	Запах ландыша	Цветки ландыша, эфирные масла апельсина и мяты
Гераниол, цитронеллол	Терпеноидный спирт	Запах розы	Эфирные масла розы, лимонного сорго, эвкалипта, герани
Фарнезол	C_{15} -терпеноидациклического строения	Запах ландыша или липового цвета	Эфирные масла цветков липы, ландыша, апельсина
Камфора	Кетон терпенового ряда	Запах камфоры	Кора и листья камфорного лавра, камфорная полынь

Образование и накопление масел наблюдается как в вегетативных, так и в генеративных органах высших растений. Накопление происходит, как правило, в специализированных эндогенных и экзогенных компартментах (вместилищах эфирных масел) или идиобластах, также они могут концентрироваться в клеточном соке и протоплазматическом пространстве [168]. Роль эфирных масел в пределах растения на сегодняшний день достаточно хорошо изучена, и вследствие этого многие ученые сходятся на мнении о том, что они выполняют, прежде всего, защитную функцию. Известно, что они выступают в качестве защитного механизма против вредителей, вирусных и бактериальных возбудителей, температурных перепадов, а также масла противостоят поеданию животными определенных видов [134]. Аромат эфиромасличных растений привлекает насекомых-опылителей [140]. Кроме того, эфирные масла способны изменять поверхностное натяжение, облегчая тем самым транспорт воды и минеральных веществ. Также их характеризует способность вступать в различные метаболические реакции растений и выступать в роли запасных веществ [185].

Что касается области применения, эфирные масла используются в парфюмерной и мыловаренной, пищевой, ликеро-водочной, табачной, фармацевтической, косметической, лакокрасочной и других отраслях промышленности [54].

Пищевая промышленность достаточно давно взяла на вооружение эфирные масла, включив их в виде пищевых ароматизаторов (пищевых эссенций) в рецептуру хлеба, безалкогольных напитков, кондитерских изделий, мясных полуфабрикатов, соусов и других востребованных продуктов питания. Так, мятное, розовое, жасминовое, ванильное эфирные масла широко применимы в кондитерском деле при производстве карамельных и пряничных изделий, йогуртов, шоколадных изделий, мармелада, мороженого; масло душицы обыкновенной и имбиря – при производстве мясопродуктов; масло бергамота, перечной мяты, липы, жасмина – для ароматизации чаев; эфирное масло укропа, фенхеля, петрушки – для ароматизации поваренной соли; анисовое масло – для консервации в хлебопечении; масла перечной и душистой мяты, а также цитрусовых применяют с целью придания определенного вкуса и аромата жевательным резинкам [19].

В фармацевтической промышленности эфирные масла востребованы вследствие их антисептического, бактерицидного, антиоксидантного и спазмолитического действия, а также благодаря способности оказывать стимулирующее воздействие на секрецию желудочно-кишечного тракта и бронхов [131, 136]. Эфирные масла являются первичным сырьем для производства экстрактов, настоек, отваров, чаев и других средств, использующихся для лечения и профилактики многих заболеваний [19].

Заключение по аналитическому обзору научно-технической литературы

Обеспечение высокой физической работоспособности и готовности спортсменов с учетом интенсивности тренировочных нагрузок достигается путем полноценного восполнения потребности в необходимых для эффективной тренировочной деятельности пищевых веществ. В настоящее время спортивное питание является динамично развивающейся областью науки и практики, так как работоспособность спортсмена повышается за счет хорошо подобранной стратегии питания. Спортсменам рекомендуется использовать в питании напитки, обогащенные функциональными ингредиентами, в частности, белком, углеводами, витаминами, макро- и микроэлементами и другими биологически активными веществами. Анализ литературных данных отечественных и зарубежных источников представляет доказательную базу эффективности использования аминокислот, в частности, АРУЦ в спортивной нутрициологии для поддержания физической работоспособности, иммунной резистентности и адаптационного потенциала спортсменов. Биологически активные вещества растений являются перспективными функциональными ингредиентами для разработки специализированных напитков для питания спортсменов различных видов спорта. 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 позволяет определить перспективность использования в специализированной пищевой продукции для питания спортсменов растительных экстрактов в качестве сырьевых компонентов.

ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Организация эксперимента

Экспериментальные исследования проведены в 2017–2020 гг. на кафедре ветеринарно-санитарной экспертизы и товароведения ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет и на кафедре пищевой инженерии ФГБОУ ВО Уральский государственный экономический 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, определены 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 товароведная 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». Преварительно 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.

Червертый этап посвящен оценке эффективности напитков для питания спортсменов на минеральной воде «Ардви», обогащенной напитком белковым сухим для питания спортсменов и БАД «Эрамин» в доклинических и клинических исследованиях по показателям. У лабораторных животных (белых крыс линии Wistar) 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, абсолютная и относительная физическая работоспособность, максимальное потребление кислорода, максимальная мощность, ЧСС, анаэробный порог, активность ферментов АСТ, АЛТ, КФК, антиоксидантная активность, активность каталазы и содержание ЦП).



Рисунок 1 – Общая схема исследований

2.2 Объекты и методы исследований

Объектом исследований являются:

- минеральная вода «Ардви», полученная из разведочно-эксплуатационной скважины № 998-ю, глубиной 70 м, пробуренной ООО «Агробурводстрой» в апреле 2007 г., в 450 м юго-восточнее пос. Касарги, в пределах участка скважины: 55°21'34,7" с.ш.; 61°11'09,9" в.д. (Паспорт разведочно-эксплуатационной скважины № 998-ю пос. Касарги Сосновского района Челябинской области ООО ПКК «Наш стандарт», 2007 г., ООО «Агробурводстрой», Челябинск, 2007 г.), скважиной в интервале глубин 40–65 м скрыты подземные воды, приуроченные к зоне трещиноватости палеозойского серпентинитового массива. Балансовые эксплуатационные запасы подземных вод участка «Бежин луг» (скв. 998-ю) утверждены Территориальной комиссией по запасам полезных ископаемых по Челябинской области (протокол № 294 от 30.10.07 г.), по состоянию изученности на 01.07.07, на 25-летний срок эксплуатации, по категории «В» в количестве 285,0 м³/сут. Недропользователем подземных вод участка «Бежин луг» (скв. 998-ю) на основании «Лицензии на право пользования недрами» (серия ЧЕЛ, № 01778, вид ВР, изменения и дополнения № 1 от 11.12.07 г.) является производственно-коммерческая компания «Наш стандарт». Промышленный розлив воды скв. 998-ю под наименованием «Ардви» осуществляется ООО ПК «Ниагара» в соответствии с ТУ 9185-004-37881001-12 «Вода минеральная природная питьевая столовая «Ардви» (Изменение № 1 от 25.12.2015). Поставка воды «Ардви» из скв. 998-ю для ее розлива ООО ПК «Ниагара» осуществляется на основании договора с ООО ПКК «Наш стандарт»;
- растительное сырье для производства БАД «Эрамин» – сухие измельченные листья люцерны посевной, предварительно упакованные в вакуумную упаковку. Масса упаковки с растительным сырьем 1000,0 ± 5,0 г;
- биологически активная добавка к пище «Эрамин» (свидетельство о государственной регистрации RU 77.99.88.003 У. 000884.02.16 от 24.02.2016 г.);
- напиток для спортсменов, полученный путем обогащения минеральной воды «Ардви» биологически активной добавкой к пище «Эрамин»;

– напиток для спортсменов, полученный путем обогащения минеральной воды «Ардви» белковым сухим напитком для питания спортсменов (ГОСТ 34621-2019 Продукция пищевая специализированная. Напитки белковые, белково-углеводные и углеводно-белковые сухие для питания спортсменов. Общие технические условия);

– белые крысы-самцы линии Wistar с массой тела 130–160 г;

– спортсмены-футболисты Южно-Уральского государственного аграрного университета в возрасте от 18 до 22 лет.

Методы исследований, подготовка проб, оценка результатов лабораторных исследований и возможности использования воды скв. 998-ю для промышленного розлива в качестве «минеральной природной питьевой столовой» проводились согласно следующим нормативным документам:

– ГОСТ 23268.0-91 «Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Правила приемки и методы отбора проб»;

– ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»;

– МУ МЗ РФ №2000/34 «Классификация минеральных вод и лечебных грязей для целей их сертификации»;

– СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности»;

– Технические условия ТУ 9185-004-37881001-12 «Вода столовая «Ардви» (Изменение № 1 от 25.12.2015 г.);

– ГОСТ 23268.9-78 «Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения нитрат-ионов И1-2.8»;

– ГОСТ 31660-2012 «Продукты пищевые. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации йода»;

– ГОСТ 31957-2012 «Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов»;

– ПНД Ф 14,1:2:4.137-98 «КХА вод. МВИ массовой концентрации магния, кальция и стронция в питьевых, природных и сточных водах методом атомно-абсорбционной спектроскопии»;

– ПНД Ф 14.1:2:4.215-06 (изд. 2011) Методика измерения массовой концентрации кремнекислоты (в пересчете на кремний) в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом в виде желтой кремнемолибденовой гетерополикислоты ПНД Ф 14.1:2:4.215-06 (издание 2011 г.);

– ПНД Ф 14.1:2:4.216-10 Методика выполнения измерений массовой концентрации сухого и прокаленного остатков в пробах питьевых, природных и сточных вод гравиметрическим методом.

Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 15113.4 «Концентраты пищевые. Методы определения влаги», индекс растворимости – по ГОСТ 30305.4, белок – методом Кьельдаля, жир – методом Сокслета, содержание клетчатки по Кюршненру и Ганеку.

Перекисное число в сухих напитках определяли по ГОСТ 26593 «Масла растительные. Метод измерения перекисного числа». Определение клетчатки в БАД «Эрамин» проводили по ГОСТ Р 540140- 2010 «Продукты пищевые функциональные. Определение растворимых и нерастворимых пищевых волокон ферментативно-гравиметрическим методом».

Определение аминокислот, флавоноидов в напитках определяли хроматографическим методом. Хроматограф представлен на рисунке 2.

Антиоксидантную активность определяли потенциометрическим методом. Оборудование для измерения АОА представлено на рисунке 3.



Рисунок 2 – Хроматограф AgilentTechnologies для определения аминокислот, флавоноидов

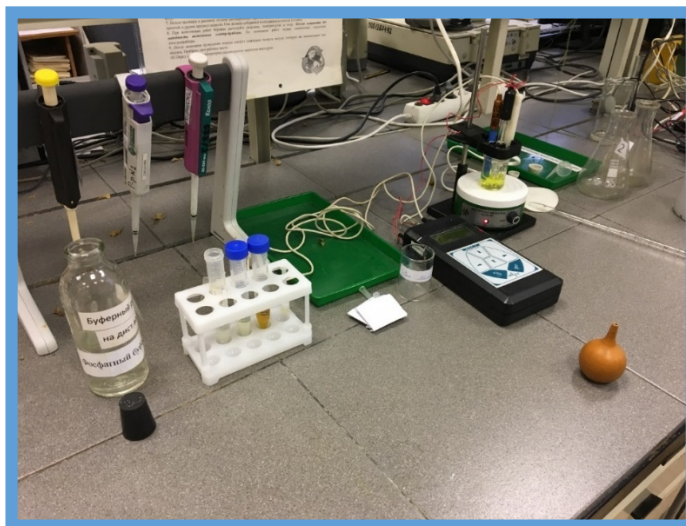


Рисунок 3 – Оборудование для определения АОА

Осмоляльность напитков определяли по ГОСТ Р55578-2013 Продукты пищевые специализированные. Метод определения осмоляльности (переиздание).

Органолептические показатели напитков определяли по ГОСТ 6687.5, микробиологические показатели – по ГОСТ 30712, кислотность – по ГОСТ 6687.4, ртуть – по ГОСТ 26927, мышьяк – по ГОСТ 26930, свинец, кадмий – по ГОСТ 30538.

Активность перекисного окисления липидов оценивали по накоплению малонового диальдегида (МДА) – продукта тиобарбитуровой кислоты. Экстракцию диеновых конъюгатов (ДК) – гептан-изопропанолом. Активность каталазы определяли титрованием избытка перекиси водорода, нерасщепленного каталазой, перманганатом калия в кислой среде. Церулоплазмин – методом иммунотурбидиметрии, аспаратаминотрансферазу (АСТ) и аланинаминотрансферазу (АЛТ) – UV кинетическим тестом, креатинкиназу – колориметрическим методом.

Исследования проводили в 5-кратной повторности. Уровень доверительной вероятности – 0,95; 0,99 ($P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$).

Для эксперимента по исследованию регенерирующей способности мышечной ткани на фоне введения безалкогольного напитка на основе БАД «Эрамин» и минеральной воды «Ардви» сформированы три группы белых крыс линии Vistar

по 10 в каждой. Первая группа животных (контроль) получала основной общевиварный рацион, вторая – опытная – получала дополнительно к основному рациону ежедневно внутрь через зонд изотонический раствор натрия хлорида в дозе 25 мл. Крысам третьей группы вводили безалкогольный напиток на основе минеральной воды «Ардви» и БАД «Эрамин» в дозе 25 мл ежедневно. Изотонический раствор натрия хлорида и безалкогольный напиток животные получали *per os* в течение 21 дня до нанесения раны и в течение всего процесса заживления (15 дней).

Резаную линейную рану наносили скальпелем в области грудного отдела позвоночника размером 1,5×1,5 см под хлоралгидратным наркозом. Оценку заживления проводили путем измерения площади раневой поверхности.

Для эксперимента по влиянию минеральной воды «Ардви», обогащенной БАД «Эрамин», на адаптационные возможности сформированы три группы белых крыс-самцов линии Wistar массой 130–160 г по 10 особей в каждой. 1-я группа – интактные, 2-я – интактные + стресс, получавшие изотонический раствор натрия хлорида в эквивалентных объемах, 3-я – экспериментальные животные, в рацион которых включали в течение 21 суток до стрессирования внутрь через зонд ежедневно безалкогольный напиток в дозе 25 мл на основе минеральной воды «Ардви» и БАД «Эрамин». Стресс моделировали плаванием по 45 мин. в день на протяжении 5 дней при *t* воды 27–28 °С.

Лабораторных животных содержали в условиях вивария (по одной крысе в клетке) Института ветеринарной медицины Южно-Уральского государственного аграрного университета (г. Троицк Челябинской области).

Эксперимент проводили в соответствии с требованиями нормативных правовых актов, регламентирующих выполнение исследований по безопасности и эффективности фармакологических веществ в РФ (Приказ МЗ РФ «Об утверждении правил лабораторной практики» № 267 от 19.06.2003 г.) и международных правил правовых и этических норм использования животных. Белые крысы получали общевиварный рацион, рекомендованный приказом министра здравоохранения СССР № 1179 от 10.10.1983. После эфирного наркоза животных декапитировали с забором крови.

Клинические испытания разработанного напитка для питания спортсменов, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» напитком сухим белковым, проводили на спортсменах-футболистах в соревновательный летний период. Для эксперимента сформировали три рандомизированные группы спортсменов-студентов Южно-Уральского государственного аграрного университета (1-я контрольная, 2-я контрольная и 3-я 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 – исследуемый напиток (минеральную воду «Ардви», обогащенную белковым сухим напитком) в количестве 1 литр ежедневно в течение 21 дня. Тренировки проводились в соответствии с тренировочным планом. Питание спортсменов всех групп было 3-разовое в кафе университета.

Для клинических исследований напитка 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 (минеральная вода «Ардви» в количестве 1 литр в течение 21 дня), вторая контрольная группа плацебо (БАД «Эрамин», растворенная в питьевой воде), футболисты третьей основной группы – исследуемый напиток (минеральная вода «Ардви», обогащенная БАД «Эрамин») в количестве 1 литр ежедневно в течение 21 дня.

Гематологические показатели исследовали с помощью автоматического гематологического анализатора МЕК-6400 J, контроль сердечного ритма – пульсометра, анаэробный порог, максимальное потребление кислорода и физическую работоспособность с использованием велоэргометрического комплекса. Исследование психофизиологического состояния спортсменов путем тестирования кратковременной памяти.

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

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

3.1.1 Научное обоснование возможности обогащения функциональными ингредиентами минеральной воды «Ардви» и дальнейшего ее использования в производстве напитков для питания спортсменов

Проведены исследования по возможности использования минеральной воды «Ардви» скв. 998-ю участка «Бежин луг» пос. Касарги Сосновского района Челябинской области для производства спортивных напитков (Протокол испытаний № 116.16), выполненные ИЛЦ ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП (Аттестат аккредитации испытательной лаборатории № РОСС RU. 0001. 510545, действителен до 22.01.2019 г.). Радиологические (общая альфа- и бета-радиоактивность) и санитарно-микробиологические показатели воды «Ардви» (Протокол лабораторных исследований (испытаний) № 10329 от 30.06.16 г.) определены в ИЛЦ ФБУЗ «ЦГиЭ в Челябинской области» (Аттестат аккредитации испытательной лаборатории № РОСС RU. 0001. 510597, действителен до 04.06.2018).

В таблице 3 представлены органолептические показатели минеральной воды «Ардви».

Таблица 3 – Органолептические показатели минеральной воды «Ардви»

Наименование показателя	Характеристика	Норма по ГОСТ 23268.1-91
Вкус и запах	Характерные для комплекса содержащихся в воде веществ	Характерный для комплекса растворимых в воде веществ
Внешний вид	Прозрачная жидкость без посторонних включений	Прозрачная жидкость, без посторонних включений. Допускается незначительный осадок минеральных солей
Цвет	Бесцветная жидкость	Бесцветная жидкость или с оттенком от желтоватого до зеленоватого

Таким образом, по органолептическим показателям минеральная вода «Ардви» соответствует требованиям ГОСТ 23268.1-91.

В таблице 4 представлен химический состав минеральной воды «Ардви».

Таблица 4 – Химический состав минеральной воды «Ардви»

Наименование показателя	Единица измерения	Содержание	Норма по НД	Наименование НД
Мышьяк	мг/дм ³	Менее 0,02	Не более 0,1	ГОСТ 23268.14-78
Нитраты	мг/дм ³	10,3	Не более 45,0	ГОСТ 23268.9-78
Нитриты	мг/дм ³	0,0260±0,0007	Не более 0,1	ГОСТ 23268.8-78
Аммиак и аммоний-ион (по азоту)	мг/дм ³	Менее 0,8	Не более 1,5	ГОСТ 23268.10-78
Гидрокарбонаты	мг/дм ³	408,5	300–450	ГОСТ 23268.3-78
Калий+Натрий	мг/дм ³	33	По факту	ГОСТ 23268.6-78 ГОСТ 23268.7-78
Кальций	мг/дм ³	50,10±0,02	30–75	ГОСТ 23268.5-78
Карбонаты	мг/дм ³	Менее 6,1	По факту	ПНД Ф 14.1:2:4.215-06 (изд. 2011 г.); ГОСТ Р 54316-2011
Магний	мг/дм ³	60,80±0,02	По факту	ГОСТ 23268.3-78
Метакремниевая кислота	мг/дм ³	59,2	По факту	ПНД Ф 14.1:2:4.215-06 (изд. 2011 г.); ГОСТ Р 54316-2011
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/дм ³	401±36	По факту	ПНД Ф 14.1:2:4.261-10
Перманганатная окисляемость	мг/дм ³	0,960±0,022	0,5–5,0	ГОСТ 23268.12-78
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³	38,6±1,1	Менее 100	ГОСТ 23268.4-78
Фториды (F ⁻)	мг/дм ³	0,62±0,04	Не более 1,5	ГОСТ 23268.18-78
Хлориды (Cl ⁻)	мг/дм ³	47,0±1,3	Менее 50	ГОСТ 23268.17-78
Нитраты	мг/дм ³	8,9±4,5	Не более 45	ГОСТ 23268.9-78
Нитриты	мг/дм ³	Менее 0,007	Не более 0,02	М №01.1:1.2.4.13-05
Алюминий	мг/дм ³	Менее 0,02	Не более 0,2	М №01.1:1.2.3.4.11-05
Аммиак и аммоний-ион (по азоту)	мг/дм ³	Менее 0,05	Не более 1,5	ГОСТ 23268.10-78
Гидрокарбонаты	мг/дм ³	427	300–450	ГОСТ 23268.3-78
Калий+Натрий	мг/л	45,52	По факту	ГОСТ 23268.6-78
Кальций	мг/дм ³	48,10±0,02	30–75	ГОСТ 23268.5-78
Карбонаты	мг/дм ³	Менее 60	Не нормируется	ГОСТ 31957-2012
Кремний (по Si)*	мг/дм ³	Более 16	По факту	ПНД Ф 14.1:2:4.215-06 (изд. 2011 г.)
Магний	мг/дм ³	65,70±0,02	По факту	ГОСТ 23268.5-78
Общая минерализация (расчет)	г/дм ³	0,672	0,4–0,9	ГОСТ Р 54316-2011

Окончание таблицы 4

Наименование показателя	Единица измерения	Содержание	Норма по НД	Наименование НД
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/дм ³	455±41	По факту	ПНДФ 14.1:2:4.261-10
Перманганатная окисляемость	мг/дм ³	0,50±0,10	0,5–5,0	ГОСТ 23268.12-78
Сульфаты (S04 2-)	мг/дм ³	44,2±1,3	Менее 100	ГОСТ 23268.4-78
Фториды (F-)	мг/дм ³	0,412±0,029	Не более 1,5	ГОСТ 23268.18-78
Хлориды (Cl-)	мг/дм ³	46,1±1,3	Менее 50	ГОСТ 23268.17-78
*кремний – 21,3 мг/дм ³ . Результат не входит в диапазон измерений методики, заявленной в области аккредитации				

Из данных, представленных в таблице 4, следует, что содержание химических веществ в минеральной воде «Ардви» соответствует требованиям нормативной документации.

В таблице 5 представлены результаты микробиологических исследований минеральной воды «Ардви».

Таблица 5 – Микробиологические показатели минеральной воды «Ардви»

1	Наименование показателя	Фактически	Требования МР 96/225 «Контроль качества и безопасности минеральных вод по химическим и микробиологическим показателям»
2	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Не обнаружено в 300 см ³	Не допускается в 300 см ³
3	БГКП	Не обнаружено в 300 см ³	Не допускается в 300 см ³
4	БГКП (колиформы) фекальные	Не обнаружено в 300 см ³	Не допускается в 300 см ³
5	КМАФАнМ, КОЕ/см ³	6	Не более 100

Из данных таблицы 5 видно, что все исследуемые микробиологические показатели минеральной воды «Ардви» соответствуют требованиям Методических рекомендаций 96/225 «Контроль качества и безопасности минеральных вод по химическим и микробиологическим показателям».

В таблице 6 представлены результаты радиологических исследований минеральной воды «Ардви».

Таблица 6 – Радиологические показатели минеральной воды «Ардви»

Наименование показателя	Единица измерения	Фактически	Норма
Удельная суммарная альфа-активность	Бк/л	менее 0,04	не более 0,2
Удельная суммарная бета-активность	Бк/л	0,100±0,015	не более 1

Из данных таблицы 6 следует, что минеральная вода «Ардви» соответствует требованиям радиологической безопасности.

Анализ результатов лабораторных исследований воды скв. 998-ю показал, что в основном ионном составе воды по большинству анализов преобладают гидрокарбонат-ионы и катионы магния и кальция, доля которых в процентном соотношении ионов примерно одинакова. В соответствии с этим рассматриваемая вода по соотношению основных ионов классифицируется как гидрокарбонатная кальциево-магниевая (магниево-кальциевая). Содержание основных ионов достаточно стабильно во времени. Величина минерализации воды изменяется от 0,51 до 0,90 г/дм³, и по данному показателю рассматриваемая вода, в соответствии с ГОСТ Р 54316-2011, относится к пресной. Величина общей жесткости воды изменяется от 5,0 до 9,0 мг-экв/дм³. Основной химический состав воды по данным анализа ИЛЦ ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП (Протокол испытаний № 116.16) описывается следующей формулой:

$$M_{0,64} \frac{HCO_3 78 Cl 17 So_4 S}{Mg 45 Ca 43 (Na + K) 12} pH 7,80.$$

Из биологически активных компонентов в рассматриваемой воде в концентрациях, близких к биологически значимой норме, содержится метакремниевая кислота (24,7–69,0 при норме не менее 50,0 мг/дм³). Остальные биологически

активные компоненты в рассматриваемой воде присутствуют в небольших количествах и составляют (мг/дм³): бром – менее 0,20; фтор 0,27–0,35; железо – до 0/1; мышьяк до 0,01; ортоборная кислота – 0,92–2,7; органические вещества ($C_{орг}$) – 2,30–2,97. По активной реакции среды, характеризуемой величиной pH, рассматриваемая вода преимущественно является слабощелочной.

Токсичные и другие регламентируемые компоненты (железо, кобальт, барий, цинк, медь, алюминий, никель, селен, ртуть, хром, марганец, свинец, стронций, мышьяк, литий, кадмий, молибден, сурьма, цианиды, нитриты, нитраты, аммоний, фтор, полифосфаты, перманганатная окисляемость, $C_{орг}$) содержатся в воде «Ардви» скв. 998-ю в концентрациях, допустимых для минеральных питьевых природных столовых вод, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 54316-2011 и ТРТС 02/2011. Радиологические (общая альфа- и бета-радиоактивность) и санитарно-микробиологические показатели воды «Ардви» (Протокол лабораторных исследований (испытаний) ФБУЗ «ЦГиЭ в Челябинской области» № 10329 от 30.06.16 г.) удовлетворительные. Органолептические показатели удовлетворяют требованиям для минеральных питьевых вод, предназначенных для розлива.

Гидрокарбонатная кальциево-магниевая (магниево-кальциевая), пресная вода скв. 998-ю в соответствии с ГОСТ Р 54316-2011 относится к IV группе «Гидрокарбонатных магниево-кальциевых (кальциево-магниевых)», близка по своему основному химическому составу к минеральным природным столовым водам «Сенежского» типа и может быть использована в качестве «минеральной природной питьевой столовой» воды для промышленного розлива. При розливе воды «Ардви» скв. 998-ю ее основной химический состав должен соответствовать уточненным требованиям, указанным в таблице и позволяющим идентифицировать данную воду.

Таким образом, подземная вода скв. 998-ю участка «Бежин луг» пос. Касарги Челябинской области обладает свойственным ей химическим составом, имеет удовлетворительные токсикологические, радиологические, санитарно-микробиологические и органолептические показатели, соответствует требованиям ТР ТС 021/201, ГОСТ Р 54316-20 и ТУ 9185-004-37881001-12 (Изменение № 1), может

быть использована для розлива как «минеральная природная питьевая столовая» вода и применяться в качестве столового напитка. Должен проводиться систематический контроль качества воды в соответствии с нормами и правилами, установленными ТР ТС 020, ГОСТ Р 54316-2011, ГОСТ 23268.0-91 и ТУ 9185-004-37881001-12 (Изменение № 1).

Нами разработаны регламентируемые показатели химического состава минеральной воды «Ардви».

Таблица 7 – Регламентируемые показатели химического состава минеральной природной питьевой столовой воды «Ардви» скв. 998-ю пос. Касарги Сосновского района Челябинской области

Наименование группы минеральной воды	Наименование воды, ее местонахождение	Характеристика минеральной воды			
		Минерализация, г/дм ³	Основные ионы	Содержание основных ионов	
				мг/дм ³	Мг/экв. %
Гидрокарбонатная кальциево-магниевая (магниево-кальциевая)	«Ардви» скв. 998-ю пос. Касарги Челябинская область	0,5–0,9	HCO ₃ ⁻	350–500	70–90
			SO ₄ ²⁻	Не более 100	Менее 15
			Cl ⁻	Не более 150	Менее 10
			Mg ²⁺	Не более 100	40–60
			Ca ²⁺	Не более 100	20–40
			Na ^{++K+}	Не более 100	Менее 25

На основании органолептических, физико-химических, микробиологических и радиологических исследований можно сделать вывод, что минеральная вода «Ардви» в соответствии с Классификацией минеральных вод Минздрава России и принятой в ГОСТ Р 54316-2011, вода минеральная природная питьевая столовая «Ардви» относится к пресным гидрокарбонатным кальциево-магниевым или натриево-кальциево-магниевым минеральным столовым водам и по своим свойствам характеризуется следующими показателями:

– общая минерализация: М 0,5–0,9 г/дм³ – категория пресных минеральных вод;

– гидрохимическая группа: гидрокарбонатная кальциево-магниевая (натриево-кальциево-магниевая), наиболее близка к группе II, гидрохимический тип «Архызский» (ГОСТ Р 54316-2011);

– основные ионы (мг-экв., %): HCO_3^- 70–90, Mg^{2+} 40–60, Ca^{2+} 20–40, $(\text{Na} + \text{K}) \leq 25$. Специфические компоненты: H_2SiO_3 – 20–40 мг/дм³, может быть использована для производства спортивных напитков.

Проведены исследования по определению срока годности минеральной воды «Ардви».

Фактором, определяющим качество и безопасность минеральной воды в течение срока годности, является микробиологическая безопасность и стабильность химического состава.

Для проведения исследований по обоснованию сроков годности был выделен типовой образец продукции (Изменения в Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утверждены решением Комиссии Таможенного союза от 18.11.2010 года № 456).

Исследования по изучению стабильности микробиологических и физико-химических показателей минеральной воды проведены на образце воды минеральной природной питьевой столовой «Ардви» (упаковка ПЭТФ вместимостью 1,5 л негазированная), выполнены в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области» (г. Челябинск), аттестат аккредитации № РОСС.КШХЮ1.510597 (протоколы исследований № 888 от 09.02.2015 г., № 1039 от 10.02.2016 г., № 10328 от 30.06.2016 г.). Акты закладки образцов на хранение б/н от 14.01.2015. Условия хранения – температура 25 °С, срок хранения – 16 месяцев (с учетом коэффициента запаса).

Результаты исследования представлены в таблице 8.

Исследование стабильности показателей безопасности (токсичные металлы) воды минеральной, нормируемых Техническим регламентом ТРТС 021/2011,

показало, что в процессе хранения, в течение заявленного срока годности, не происходит изменение содержания исследованных токсичных металлов в воде. Микробиологические показатели также оставались стабильными в процессе хранения в течение заявленного срока годности. Наблюдается отсутствие роста микроорганизмов при хранении минеральной воды, разлитой в полимерную тару (ПЭТФ), в течение 16 месяцев.

Таблица 8 – Динамика показателей безопасности минеральной воды в процессе заявленного срока годности при температуре хранения 25 °С и относительной влажности не более 85 %

№ п/п	Наименование показателя	Гигиенический норматив	Результат исследований		
			фон	13 мес.	16 мес.
Показатели безопасности					
1	Свинец, мг/кг, не более	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001
2	Кадмий, мг/кг, не более	0,01	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
3	Ртуть, мг/кг, не более	0,005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4	Количество мезофильных аэроб- ных и факультативно-анаэроб- ных микроорганизмов, КОЕ в 1 см ³ , не более	100	0	< 10	0
5	Бактерии группы кишечных палочек (БГКП), не допускаются в объеме продукта (см ³)	300 (в 3 пробах по 100 см ³)	не обнару- жено	не обнару- жено	не обнару- жено
6	Бактерии группы кишечных палочек (колиформы) фекальные, не допускаются в объеме продукта (см ³)	300 (в 3 пробах по 100 см ³)	не обнару- жено	не обнару- жено	не обнару- жено
7	Pseudomonasa eruginosa, объем продукта, в котором не допускаются, (см ³)	300 (в 3 пробах по 100 см ³)	не обнару- жено	не обнару- жено	не обнару- жено

В результате установлено, что стабильность микробиологических показателей минеральной воды в процессе хранения не зависит от материала упаковки минеральной воды и ее вместимости. Исследование стабильности микробиологических показателей негазированных минеральных вод было проведено на столовых и лечебно-столовых минеральных водах низкой минерализации, расфасованных

в полимерную тару (ПЭТФ 1,5 л; 5,0 л; ПК – 19,0 л) и стекло (0,5 л). Анализ полученных данных показал, что исследованные минеральные воды соответствовали требованиям Технического регламента ТР ТС 021, предъявляемым к минеральным водам в отношении микробной безопасности в течение 15 месяцев хранения (рисунок 4).

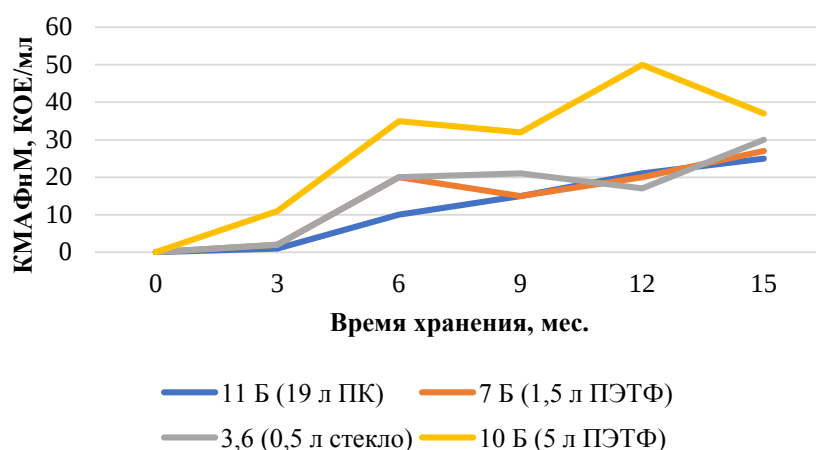


Рисунок 4 – Изменение содержание микроорганизмов (КМАФАнМ)

в негазированной минеральной воде в зависимости от срока хранения при температуре +25 °С

Так как минеральные столовые воды выпускаются как газированные, так и негазированные, а лечебно-столовые и лечебные (в основном) только газированные, было проведено исследование изменения содержания двуокиси углерода в минеральной воде в процессе хранения в течение срока годности и с учетом коэффициента запаса (таблица 9).

Проведенными исследованиями установлено, что пластиковая упаковка (ПЭТФ) вместимостью до 1,5 литра пригодна для розлива газированной минеральной воды со сроком годности не более 12 месяцев, при температуре не более 25 ± 2 °С.

Проведенные исследования продуктов миграции из упаковки минеральных и питьевых вод при хранении их в течение 15 месяцев при температуре 25 ± 2 °С показали отсутствие статистически значимых изменений нормируемых показателей в исследованных водах.

Таблица 9 – Изменение содержания двуокиси углерода в минеральной воде в процессе хранения в течение заявленного срока годности при температуре хранения $t = 25 \pm 2$ °C

Наименование воды	Упаковка	Массовая доля CO ₂ , %			
		Исх.	6 мес.	12 мес.	15 мес.
1-Б	0,75 ПЭТ	0,28	0,27	0,25	0,22
			3,6 %	10,7 %	21,5 %
2-Б	1,5 ПЭТ	0,31	0,29	0,25	0,2
			9,6 %	19,4 %	35,4 %
4-Б	1,5 ПЭТ	0,5	0,48	0,48	0,3
			4 %	4 %	40 %
5-Б	1,5 ПЭТ	0,4	0,39	0,37	0,36
			2,5 %	7,5 %	10 %

Исследования вод в ПЭТФ таре вместимостью 0,5 и 1,5 л проводились при 3 температурных режимах (+4, +22 и +37 °C) воды в таре из поликарбоната, вместимостью 19 л при комнатной температуре. Установлено, что исследованные органолептические и физико-химические показатели, в том числе продукты миграции токсичных веществ из материала потребительской тары, были стабильны во всех вариантах опыта в течение 15 месяцев (таблица 10).

Таблица 10 – Продукты миграции токсичных веществ из потребительской тары

Наименование веществ и показателей, мкг/дм ³	ПЭТФ 0,5 л		ПЭТФ 1,5 л		ПК 19,0 л	
	1 месяц	15 месяцев	1 месяц	15 месяцев	1 месяц	15 месяцев
Ди (2-этилгексил) фталат	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Формальдегид	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Этилацетат	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Фталаты	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Изопропанол	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ацетон	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Толуол	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Бензол	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Ксилол	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0

На основании экспертной оценки документации и результатов лабораторных исследований установлено: вода минеральная природная питьевая столовая «Ардви», изготовленная по ТУ 9185-004-37881001-12, производства ООО «НБК «Ниагара» (454139, г. Челябинск, пер. Бугурусланский, Г) соответствует требованиям ТР ТС 021/2011, Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям Таможенного союза № 299 от 28.05.2010 (глава 2, раздел 21) и ТУ 0131-004-378S1001-15 в течение заявленного срока годности.

Срок годности воды минеральной природной питьевой столовой «Ардви», газированной и негазированной, упакованной в полимерную и стеклянную упаковки различной вместимости составляет 12 месяцев.

3.1.2 Разработка рецептуры и технологии белкового сухого концентрата (напитка), предназначенного для производства спортивного напитка, выработанного путем обогащения минеральной водой «Ардви»

Рациональное питание и соблюдение питьевого режима является важным фактором, определяющим эффективность занятий спортом. Сегодня подготовка спортсмена включает 1300–1500 часов в год [16, 102], на сборах проводятся по 2–3 тренировки в день по 2–3 часа каждая с высокими соревновательными нагрузками. Так, в игровых видах спорта количество соревнований составляет 70–85 на год, у пловцов в среднем 100 раз, у велосипедистов – 150 [16].

В результате высоких физических нагрузок усиливается обмен веществ, активизируются адаптационные процессы, способствующие повышению выносливости, силы, скоростных качеств и, естественно, росту спортивных результатов. С другой стороны, эти же нагрузки, стимулируя интенсивные затраты энергоресурсов, минеральных веществ и витаминов в организме спортсмена, могут привести не только к уменьшению работоспособности, замедлению восстановительных и адаптационных реакций, но и к серьезным нарушениям здоровья.

Поэтому совершенствование системы подготовки студентов-спортсменов в последнее время осуществляется по двум направлениям. Первое из них предусматривает оптимизацию применения тренировочных и соревновательных

нагрузок, выбор оптимальных тренировочных средств, рационального построения различных структурных компонентов процесса подготовки – тренировочных занятий, микроциклов, периодов, этапов, макроциклов.

Второе направление – создание условий, при которых большой объем работы, выполняемой спортсменом, повлек бы такие адаптационные перестройки организма, которые бы гарантировали ему достижение высоких спортивных результатов. Эти условия обеспечиваются различными путями: применением широкого круга средств педагогического, медико-биологического и психологического характера, которые бы стимулировали работоспособность спортсменов и восстановительные реакции; планированием подготовки в различных климатических и географических условиях (в первую очередь в условиях среднегорья и высокогорья), барокамерах и др. Вместе с тем, одним из факторов, который определяет повышение эффективности системы подготовки в этом направлении, безусловно, является рациональное питание и питьевой режим спортсменов [16, 36]. В этом случае наибольшую популярность получают спортивные напитки, содержащие специализированные комплексы аминокислот, макро- и микроэлементов, витаминов и витаминоподобных веществ, наряду с другими необходимыми нутриентами. Кроме этого, спортивные напитки восстанавливают жидкость, потерянную организмом в результате физической нагрузки.

По своему назначению спортивные напитки делятся на две группы:

- употребляемые во время занятий спортом (изотонические напитки);
- употребляемые после окончания физических упражнений (гипотонические напитки).

Изотонические напитки изготавливают на сахаре (сахарозе) и других углеводах (глюкозе, фруктозе, декстрозе). Содержание углеводов в изотонических напитках составляет обычно 4–10 %, что обеспечивает работоспособность при высоких физических нагрузках, повышает выносливость, предотвращает истощение запасов гликогена.

Поддержание кислородного баланса в крови при длительных нагрузках (2–3 часа) достигается с помощью антиоксидантов, добавляемых в напитки или

включаемых отдельно в рацион спортсменов. В качестве антиоксидантов широко используются токоферолы, каротиноиды, флавоноиды. Основная функция антиоксидантов заключается в инактивации свободных радикалов, количество которых активно возрастает при интенсивных физических нагрузках и приводит к разрушению клеточных мембран, гибели и перерождению самих клеток.

Спортивные напитки второй группы отличаются тем, что в их состав, наряду с витаминами, минералами и углеводами, включают гидролизаты различных растений – сои, пшеницы и др. Эти напитки должны обеспечить быстрое восстановление физической формы спортсменов. Показано, что такой эффект достигается за счет повышения уровня незаменимых аминокислот в организме, усиленного синтеза гликогена, ресинтеза гликогена в мышцах, поступления инсулина в кровь и удаления избытка молочной кислоты через органы выделения – почки и потовые железы.

Важное значение в механизме вышеуказанных превращений играет гормон кортизон (глюкокортикоид), концентрация которого увеличивается в крови при высоких нагрузках. Кортизон стимулирует образование глюкозы в печени путем дезаминирования свободных, в т.ч. незаменимых аминокислот, что приводит к их дефициту. С учетом этого, а также на фоне подавления ресинтеза белка при интенсивной мышечной работе поступление незаменимых аминокислот, в частности аминокислот с разветвленной углеродной цепью (АРУЦ) в организм спортсменов должно осуществляться за счет питания, в том числе специализированных напитков. Нередко спортсмены в ходе тренировочного процесса растягивают мышцы и травмируют связки. Одним из факторов, предупреждающих возникновение травм, является дополнительное поступление в организм спортсмена микроэлемента кремния, необходимого для сцепления волокон коллагена и эластина, что придает соединительной ткани прочность и упругость. Доказательством эффективности кремния в формировании соединительной и костной тканей является его роль в адаптивной реакции после перелома кости или разрыва связок, когда концентрация кремния в травмированных тканях возрастает в 50–200 раз с одновременным снижением в крови в 4 раза. Отмечается также уменьшение

массы хрящевой ткани, потеря эластичности костей, повышенная ломкость ногтей и волос при дефиците микронутриента [16, 36]. Более того, связанный кремний входит в состав белковых комплексов. Потребность организма человека в кремнии составляет 30 мг в сутки [16], у спортсменов этот показатель увеличивается.

Усвояемость кремния организмом человека зависит от формы, в какой он поступает в организм. В частности, кремниевые кислоты хорошо усваиваются, быстро всасываются, попадая в кровь, транспортируются к органам и тканям, при этом избыток кремния выводится через мочеполовую систему, и его концентрация в биологических жидкостях остается в пределах физиологической нормы.

Доля отечественных напитков для спортсменов на потребительском рынке составляет 10–15 % от общего количества, при этом ассортимент российских напитков насчитывает не более 10 наименований.

Нами разработана рецептура белкового сухого концентрата (напитка) для питания спортсменов и рекомендации по его применению путем растворения в минеральной воде «Ардви», обогащенной природной метакремниевой кислотой и АРУЦ.

Согласно рецептуре, в состав разработанного напитка нами введены аминокислоты с разветвленной углеродной цепью. 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, характеризующихся разветвленным строением алифатических боковых цепей.

Известно, что потребность организма человека в АРУЦ составляет до 35–40 % от общей потребности в незаменимых аминокислотах. Целесообразно рассмотреть механизм действия указанных аминокислот. Суточная норма лейцина для человека составляет 1,1–1,2 г. Лейцин хорошо всасывается при пероральном введении, проникает через гематоэнцефалический барьер и обладает особо выраженной способностью стимулировать биосинтез белка, клеточный метаболизм, рост

клетки, формируя структуру белковой молекулы (фолдинг). Следует отметить, что одной из основных функций АРУЦ является энергетическая функция для скелетных мышц. АРУЦ трансаминируются в мышцах в соответствующие кетокислоты, которые затем утилизируются в реакциях глюконеогенеза в печени. При умеренной физической нагрузке пул АРУЦ сохраняется на постоянном уровне, несмотря на активацию процессов распада белка [36, 102]. Однако при тяжелой и длительной физической нагрузке окисление АРУЦ в скелетных мышцах часто превышает их высвобождение из мышечных белков. В результате концентрация АРУЦ в крови падает, что способствует транспорту триптофана в ЦНС и повышению образования серотонина в мозге [16, 36, 102]. Одним из последствий этого эффекта может быть развитие усталости центрального происхождения. В этом отношении интересно, что употребление напитков на основе АРУЦ спортсменами позволяет восстановить работоспособность при высоких физических нагрузках.

В таблице 11 представлена рецептура сухого белкового концентрата (напитка) для питания спортсменов.

Таблица 11 – Рецептура сухого белкового концентрата (напитка) для питания спортсменов на 100 дал (1000,00 дм³)

Наименование сырья	Содержание
Концентрат сывороточного белка, кг	20
Лейцин, кг	2,620
Изолейцин, кг	0,672
Валин, кг	1,092
Ароматизатор пищевой «Киви FM006116», кг	0,25
Ароматизатор пищевой «Кокос FM010079», кг	0,4
Лимонная кислота (E330), кг	1,2
Яблочная кислота (E296), кг	0,20
Цитрат натрия (E331)	0,5
Гидрокарбонат натрия E500(ii) гидрокарбонат натрия, кг	1,1

Для производства напитка используется сырье, соответствующее требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», разрешенное к применению для производства пищевых продуктов органами Роспотребнадзора и сопровождающееся документами, подтверждающими его качество:

- пищевая добавка – регулятор кислотности кислота (E330) лимонная моногидрат пищевая по ГОСТ 908-2004 или импортного производства по спецификации фирмы-изготовителя;

- ароматизатор «Киви FM006116» по спецификации фирмы-изготовителя;

- ароматизатор «Кокос FM010079» по спецификации фирмы-изготовителя;

- пищевая добавка – кислота яблочная (E296) по ГОСТ 32748-2014 является синтетически выведенным веществом, проявляющим свойства консерванта по спецификации фирмы-изготовителя;

- аминокислоты (лейцин, изолейцин, валин), по спецификации фирмы-изготовителя;

- концентрат сывороточного белка;

- пищевая добавка – цитрат натрия (E331), основная цель применения – предотвращение появления в продуктах горчинки и стабилизация цвета, по спецификации фирмы-изготовителя;

- гидрокарбонат натрия E500(ii) по ГОСТ 32802-2014 Добавки пищевые. Натрия карбонаты E 500. Общие технические условия (с поправкой).

Согласно 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.

Согласно определению, к функциональным пищевым ингредиентам относятся живые организмы, вещество или комплекс веществ растительного,

микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, входящие в состав функционального пищевого продукта в количестве не менее 15 % от суточной физиологической потребности в расчете на одну порцию продукта, обладающего способностью оказывать научно обоснованный и подтвержденный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении содержащего их функционального пищевого продукта.

В качестве функционального пищевого ингредиента – белка – в напитке белковом сухом для питания спортсменов использован сывороточный протеин, полученный на специальной ультрафильтрационной установке лаборатории кафедры пищевой инженерии УрГЭУ.

Технологическая схема производства напитка белкового сухого для питания спортсменов включает следующие стадии:

- приемка сырья;
- последовательное смешивание рецептурных компонентов;
- упаковка, маркировка и передача готовой продукции на склад;
- хранение и транспортировка готовой продукции.

Технологическая схема напитка белкового сухого для питания спортсменов является классической. Начинается с приемки сырья согласно требованиям Ф.7.1-01-13 «Требования к сырью и материалам при планировании закупок»; Ф.8.2-01.06 «Перечень сырья и материалов, подлежащих входному контролю и испытаниям»; Ф.7.1-01-07 «Требования к условиям и срокам хранения сырья и материалов». Все сырье и материалы должны соответствовать СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», СанПиН 2.3.2.1293-03 «Гигиенические требования по применению пищевых добавок», ТР ТС 029/2012 Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств.

Последовательное смешивание рецептурных компонентов напитка осуществляли в универсальной синхронно-смесительной установке на кафедре пищевой инженерии Уральского государственного экономического университета.

Используемая установка предназначена для выполнения комплексных задач по смешиванию, эмульгированию, охлаждению, пастеризации и других (рисунок 5).



Рисунок 5 – Универсальная синхронно-смесительная установка

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, которую задают с помощью блока управления, регулирующего работу компрессора, входящего в комплексную синхронно-смесительную установку. При нормальном режиме работы происходит циклический опрос всех датчиков, подключенных к системе, все данные передаются на компьютер, подключенный к устройству. На дисплей 1 при смешивании компонентов рецептуры напитка выводится

текущая температура. Температура смеси устанавливается с помощью кнопки «Охлаждение» на блоке управления, или «Нагрев» в ручном режиме, или с помощью установленной на компьютере программы. Процесс смешивания рецептурных компонентов напитка также аналогично контролируется с помощью компьютерной программы и кнопки «Смеситель», которая включает соответствующее устройство, состояние каждого исполнительного элемента индицируется соответствующим светодиодом и индикатором дисплея. Работа всех кнопок дублируется на компьютере. С помощью режима «Редактирование настроек» устанавливаем необходимую температуру смешивания и частоту вращения лопастей в смесителе.

Принципиальная схема синхронно-смесительной установки представлена на рисунке 6.

Хранение и транспортирование готовой продукции производят в соответствии с ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ГОСТ Р 52844-2007.

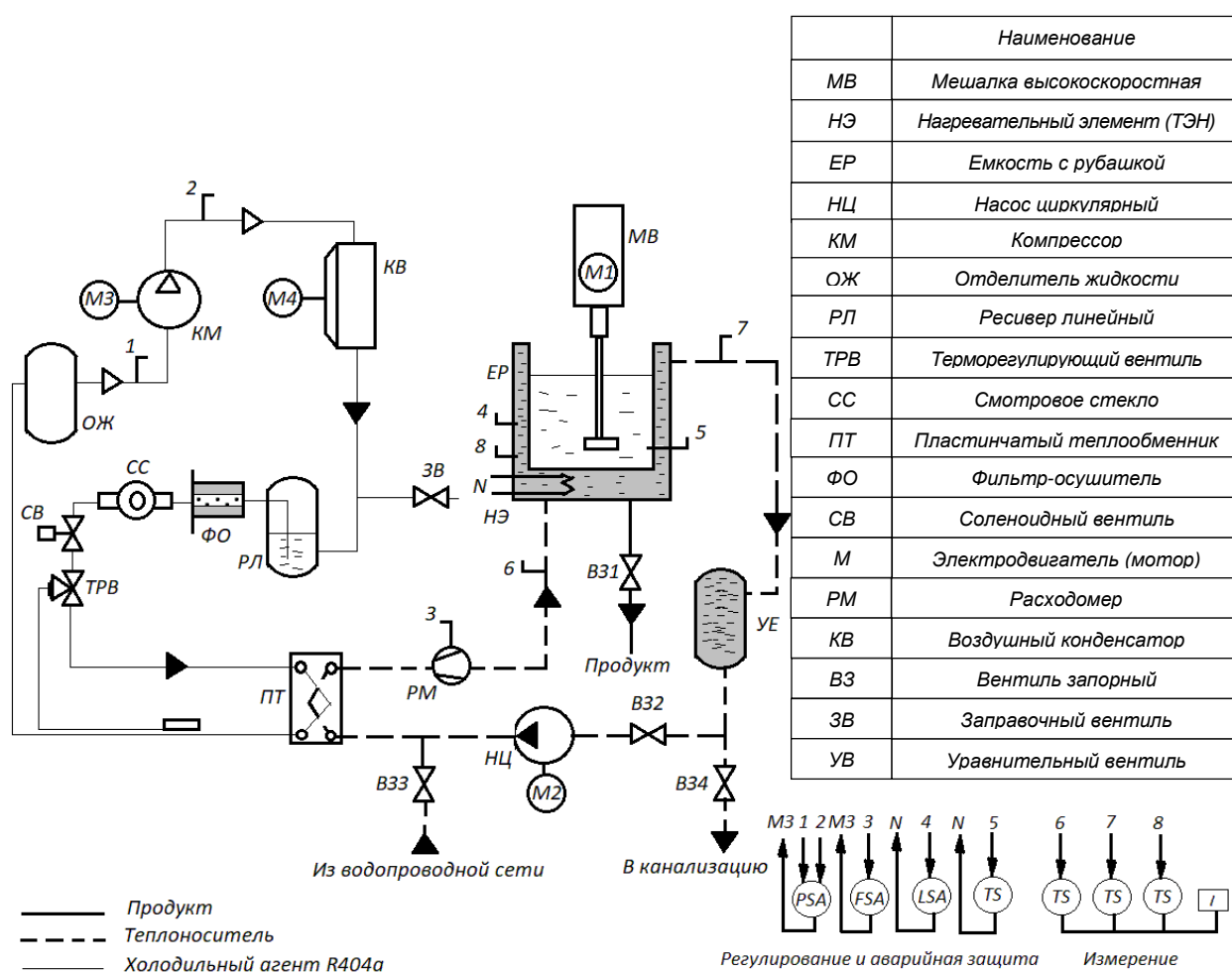


Рисунок 6 – Принципиальная схема универсальной синхронно-смесительной установки

3.1.3 Товароведная оценка комплекса белкового сухого концентрата (напитка), предназначенного для производства спортивного напитка, выработанного путем обогащения минеральной водой «Ардви»

Проведена товароведная оценка напитка белкового сухого для питания спортсменов. В таблице 12 представлены органолептические показатели напитка.

Из данных таблицы 12 следует, что напиток белковый сухой для питания спортсменов представляет собой мелкий порошок без посторонних включений с фруктовым вкусом и ароматом киви.

В таблице 13 представлены физико-химические показатели и пищевая ценность напитка белкового сухого для питания спортсменов после производства.

Таблица 12 – Оценка органолептических показателей напитка белкового сухого для питания спортсменов

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Мелкий порошок
Цвет	Белый с желтоватым оттенком
Вкус и запах	Фруктовый с ароматом киви и кокоса

Таблица 13 – Физико-химические показатели и пищевая ценность напитка белкового сухого для питания спортсменов после производства (разовая порция 25 г)

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
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг жира	0,1	не более 4
Индекс растворимости, см ³ сырого остатка	0,04	не более 0,1
Содержание каждого биологически активного вещества в разовой порции, % от рекомендуемого уровня суточного потребления		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 13 видно, что количество аминокислот валина, изолейцина и лейцина в разовой порции сухого напитка после выработки составляет 546, 1310 и 336 мг, что обеспечивает от 24 до 48 % суточной потребности взрослого человека в указанных аминокислотах.

Проведены исследования микробиологических показателей.

Таблица 14 – Микробиологические показатели напитка белкового сухого для питания спортсменов после производства

Наименование показателя	Норма по ТР ТС 21/2011 «О безопасности пищевой продукции»	Фактически
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы в 25 см ³	Не допускается	Не выделены
<i>E. coli</i> , не допускаются в массе продукта, (г)	5	Не выделены
Сульфитредуцирующие клостридии, не допускаются в массе продукта, (г)	1	Не выделены
Дрожжи, КОЕ/г, не более	50	Не выделены
Плесени КОЕ/г, не более	10	Не выделены
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	5×10 ⁴	16

По микробиологическим показателям напиток после производства соответствовал требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 21/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Таблица 15 – Содержание токсических элементов в напитке белковом сухом для питания спортсменов после производства

Наименование показателя	Норма по Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», мг/кг, не более	Фактически
Свинец	5,0	Не обнаружен
Мышьяк	3,0	Не обнаружен
Кадмий	1,0	Не обнаружен
Ртуть	1,0	Не обнаружен
Пестициды ГХЦГ (α, β, γ и изомеры)	0,1	Не обнаружены

На основании проведенных исследований установлено, что разработанный напиток белковый сухой для питания спортсменов после производства соответствует требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

3.1.4 Установление регламентируемых показателей качества, срока годности, условий и режима хранения комплекса белкового сухого концентрата (напитка), предназначенного для производства спортивного напитка, выработанного путем обогащения минеральной водой «Ардви»

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, или 15 %).

В таблице 16 представлены органолептические показатели напитка белкового сухого для питания спортсменов в вакуумной упаковке при хранении.

Таблица 16 – Органолептические показатели напитка белкового сухого для питания спортсменов в течение 14 месяцев хранения при температуре 25 ± 2 °С и относительной влажности 75–85 %

Наименование показателя	Через 3 мес.	Через 9 мес.	Через 12 мес.	Через 14 мес.
Внешний вид	Мелкий порошок	Мелкий порошок	Мелкий порошок	Мелкий порошок
Цвет	Белый с желтоватым оттенком	Белый с желтоватым оттенком	Белый с желтоватым оттенком	Белый с желтоватым оттенком
Вкус и запах	Фруктовый с ароматом киви и кокоса	Фруктовый с ароматом киви и кокоса	Фруктовый с ароматом киви и кокоса	Фруктовый с ароматом киви и кокоса

Из данных таблицы 16 следует, что органолептические показатели напитка белкового сухого для питания спортсменов через 14 месяцев хранения при температуре 25 ± 2 °С и относительной влажности 75–85 % не изменились.

В таблице 17 представлены физико-химические показатели напитка белкового сухого для питания спортсменов в процессе хранения.

Таблица 17 – Физико-химические показатели и пищевая ценность напитка белкового сухого для питания спортсменов в течение 14 месяцев хранения при температуре 25 ± 2 °С и относительной влажности 75–85 %

Наименование показателя	Через 3 мес.	Через 9 мес.	Через 12 мес.	Через 14 мес.
Массовая доля влаги, %	6,52±0,04	6,67±0,06	6,81±0,05	7,18±0,05
Массовая доля общего белка, %	72,1±±3,2	71,5±±4,3	69,8±±4,0	68,3±±2,8
Массовая доля углеводов, %	8,6±±0,3	8,6±0,4	8,8±0,3	8,9±±0,5
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг жира	0,17±0,04	0,23±0,05	0,31±±0,04	0,33±±0,02
Индекс растворимости, см ³ сырого остатка	0,04±±0,01	0,04±±0,01	0,05±±0,01	0,05±±0,01
Аминокислоты, мг				
Лейцин	1310±18	1305±14	1312±15	1308±12
Изолейцин	336±9	328±6	330±7	335±8
Валин	546±12	541±10	543±11	541±14

Из данных таблицы 17 следует, что физико-химические 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 содержание аминокислот достоверно не изменилось.

Проведены исследования микробиологических показателей напитка белкового сухого для питания спортсменов в течение 14 месяцев хранения при температуре 25 ± 2 °С и относительной влажности 75–85 %.

Из данных таблицы 18 следует, что все исследуемые микробиологические показатели напитка белкового сухого для питания спортсменов в течение 14 месяцев хранения при температуре 25 ± 2 °С и относительной влажности 75–85 % соответствуют требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Таблица 18 – Микробиологические показатели напитка белкового сухого для питания спортсменов в течение 14 месяцев хранения при температуре 25 ± 2 °С и относительной влажности 75–85 %

Наименование показателя	Через 3 мес.	Через 9 мес.	Через 12 мес.	Через 14 мес.
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы в 25 см ³	Не выделены	Не выделены	Не выделены	Не выделены
<i>E. coli</i> , не допускаются в массе продукта, (г)	Не выделены	Не выделены	Не выделены	Не выделены
Сульфитредуцирующие клостридии, не допускаются в массе продукта, (г)	Не выделены	Не выделены	Не выделены	Не выделены
Дрожжи, КОЕ/г, не более	Не выделены	Не выделены	Не выделены	Не выделены
Плесени КОЕ/г, не более	Не выделены	Не выделены	Не выделены	Не выделены
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	16	24	31	52

Проведены исследования показателей безопасности напитка белкового сухого для питания спортсменов на содержание токсичных элементов и соответствие требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». На основании проведенных исследований установлено, что разработанный напиток белковый сухой для питания спортсменов соответствует требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», установлены регламентируемые показатели качества, срок годности и режимы хранения (таблица 19).

Таблица 19 – 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 лейцина, изолейцина и валина в разовой порции, % от рекомендуемого уровня суточного потребления	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 обеспечивает до 45 % суточной потребности организма спортсменов в кремнии и от 24 до 48 % в АРУЦ.

3.1.5 Разработка спортивного напитка путем обогащения минеральной воды «Ардви» функциональным ингредиентом – БАД «Эрамин»

3.1.5.1 Совершенствование технологии БАД «Эрамин» и научное обоснование перспективности ее использования в качестве функционального ингредиента для производства спортивного напитка, выработанного путем обогащения минеральной воды «Ардви»

В нашей работе технология БАД «Эрамин» усовершенствована с целью усиления экстракции БАВ из растительного сырья путем обработки его сверхвысоким давлением. Растительные экстракты широко используются в производстве пищевых продуктов, так как содержат в своем составе биологически активные вещества, поэтому одним из важных направлений производства пищевых продуктов является разработка новых перспективных технологий переработки растительного сырья с целью увеличения экстракции биологически активных веществ (БАВ). В практике используют различные методы экстрагирования, например, метод диффузии, позволяющий получить концентрированный растительный экстракт с высоким содержанием микронутриентов (витаминов, микроэлементов, флавоноидов и других). Для получения необходимой концентрации экстрактов влагу удаляют выпариванием. Следует отметить, что в этом случае высокая температура снижает количество биологически активных веществ в экстракте, т.е. способствует

разрушению термолабильных химических веществ. Перспективным направлением производства экстрактов является применение высокого давления в технологии экстракции. Следует отметить, что давление передается на весь объем растительного сырья, в этом случае процесс обработки растений не зависит от их размера и геометрии. Обработка давлением растительного сырья возможна при различных технологических режимах от 5 до 1000 МПа, что позволяет исследовать влияние давления на органолептические, физико-химические показатели, сохранность биологически активных веществ, безопасность и т.д., также можно регулировать время обработки давлением растительного сырья, что позволит установить зависимость качества экстракта от его времени обработки. Одним из важных эффектов обработки давлением растительного сырья при получении экстрактов является возможность создавать необходимую геометрическую форму и плотность экстракта.

Несмотря на значительный накопленный опыт использования высокого давления в пищевой промышленности, остается еще много нерешенных вопросов при производстве растительных экстрактов. Сегодня встречаются некоторые несистематизированные научные данные по влиянию высокого давления на пищевую ценность экстракта, микробиологические показатели, структуру биологически активных веществ, их экстракцию и биологическую активность.

В отечественном производстве пищевых продуктов сегодня используется технологическое оборудование, создающее высокое давление, только зарубежных производителей, в частности: Avure Technologies (США), Elmhurst Research, Inc (США), NC Hyperbaric (Испания), Stansted Fluid Power Ltd (Англия), QFP (Австралия), Uhde High Pressure Technologies GmbH (Германия), Resato International B.V. (Голландия) и другие. Отечественное оборудование по созданию высокого давления, используемое в пищевой промышленности, до сегодняшнего времени не разработано.

Проведены исследования по возможности использования высокого давления в технологии экстрагирования растительного сырья и определения рациональных режимов его обработки с целью интенсификации процесса экстрагирования.

Для разработки рациональных технологических режимов предварительной обработки растительного сырья использовали сухие измельченные листья люцерны посевной, предварительно упакованные в вакуумную упаковку. Масса упаковки с растительным сырьем $1000,0 \text{ г} \pm 5,0$. Первый контрольный образец упаковки с листьями люцерны не обрабатывали; второй опытный образец обрабатывали давлением 100 МПа в течение 60 с, третий опытный образец – давлением 150 МПа в течение 60 с и четвертый опытный образец – давлением 200 МПа в течение 60 с.

Люцерна посевная богата различными БАВ, в частности, флавоноидами, в экстракте исследовали содержание биофлавоноидов и их антиоксидантную активность (АОА).

В таблице 20 представлены органолептические показатели сухих измельченных листьев люцерны посевной.

Таблица 20 – Органолептические показатели сухих листьев люцерны посевной

Наименование показателя	Норма по ТУ 9197-001-84518363-09	Характеристика
Внешний вид	Измельченные листья с размером частиц от 1 до 8 мм	Измельченные листья с размером частиц от 1 до 5 мм
Цвет	Темно-зеленый	Темно-зеленый
Запах	Специфический, травянистый	Специфический, травянистый
Вкус	Горько-травянистый	Горько-травянистый

Из данных таблицы 20 видно, что все исследуемые показатели соответствуют требованиям ТУ.

В таблице 21 представлены физико-химические показатели сухих измельченных листьев люцерны посевной, используемых для получения экстракта.

Из данных таблицы 21 следует, что все исследуемые показатели соответствуют требованиям ТУ 9197-001-84518363-09. Влажность сухих измельченных листьев люцерны посевной составляет 11,6 % при норме не более 14 %, массовая доля общей золы 7 %, массовая доля посторонних примесей 0,5 %. В связи с тем, что люцерна посевная является источником антиоксидантов, биофлавоноидов

и микроэлементов, дальнейшие исследования посвящены разработке напитков антиоксидантной направленности для спортсменов. Определено количество указанных биологически активных веществ (биофлавоноиды и микроэлементы) и антиоксидантная активность растительного сырья (таблица 22).

Таблица 21 – Физико-химические показатели сухих измельченных листьев люцерны посевной, используемых для получения экстракта

Наименование показателя	Норма по ТУ 9197-001-84518363-09	Содержание
Влажность, %	Не более 14	11,6
Массовая доля общей золы, %	7,5	7,0
Массовая доля частиц размером свыше 8 мм, %	Не более 6	–
Массовая доля частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями 0,5 мм, %	Не более 2	0,4
Массовая доля посторонних примесей, % – органической (части других растений); – минеральной (песок, земля, пыль, камешки и др.)	2,0	0,5 0,6

Таблица 22 – Антиоксидантная активность, содержание биофлавоноидов и микроэлементов в сухих измельченных листьях люцерны посевной, используемых для получения экстракта

Наименование показателя	Содержание
Антиоксидантная активность, моль экв./дм ³	1,5±2,1
Биофлавоноиды в пересчете на лютеолин-7-гликозид, %	12,4–16,8
Микроэлементы, мг/кг	
Fe	30–36
Cu	2,5–2,7
Zn	6,0–6,4
Mn	8,2–8,4
Co	0,05–0,06

В таблице 23 приведены показатели безопасности сухих измельченных листьев люцерны посевной, используемых для получения экстракта.

Показатели безопасности сухих измельченных листьев люцерны посевной соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011.

Таблица 23 – Показатели безопасности сухих измельченных листьев люцерны посевной, используемых для получения экстракта

Наименование показателя	Допустимые уровни согласно ТР ТС 021/2011	Фактически
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	1×10^4	1×10
Бактерии группы кишечных палочек (коли-формы), не допускаются в массе продукта, (г)	1,0	Не выделены
<i>E. coli</i> , не допускаются в массе продукта, (г)	1,0	Не выделены
<i>S. aureus</i> , не допускаются в массе продукта, (г)	1,0	Не выделены
Плесени КОЕ/г, не более	10	Не выделены
Дрожжи, КОЕ/г, не более	100	Не выделены
<i>B. cereus</i> , не допускаются в массе продукта, (г)	2×10^2	Не выделены

Из результатов комплексных исследований качества растительного сырья в сухих измельченных листьях люцерны посевной следует, что оно соответствует всем предъявляемым требованиям, является источником биологически активных веществ и может быть использовано для производства экстракта.

Полученный экстракт из люцерны в дальнейшем был использован в качестве сырья в производстве напитков антиоксидантной направленности для спортсменов.

Одним из действующих начал экстракта люцерны являются биофлавоноиды в пересчете на лютеолин-7-гликозид.

Биофлавоноиды обладают высокой антиоксидантной активностью. Антиоксиданты – это вещества различной химической природы, способные тормозить или устранять свободно-радикальное окисление органических соединений различными активными формами кислорода (АФК).

Защита организма от АФК и свободных радикалов представляет собой многоуровневую систему, включающую ферменты с оксидо-редуктазной активностью, неферментативные белки, полипептиды, водо- и жирорастворимые витамины, тиолсодержащие аминокислоты, флавоноиды, каротиноиды и т.д.

Основной задачей антиоксидантной активности (АОА) является не только ликвидация АФК, но и создание условий для предотвращения чрезмерного

их образования путем использования химических веществ, обладающих антиоксидантной активностью.

Одним из действующих начал экстракта люцерны являются биофлавоноиды в пересчете на лютеолин-7-гликозид.

Биофлавоноиды обладают высокой антиоксидантной активностью. Антиоксиданты – это вещества различной химической природы, способные тормозить или устранять свободно-радикальное окисление органических соединений различными активными формами кислорода (АФК).

Защита организма от АФК и свободных радикалов представляет собой многоуровневую систему, включающую ферменты с оксидо-редуктазной активностью, неферментативные белки, полипептиды, водо- и жирорастворимые витамины, тиолсодержащие аминокислоты, флавоноиды, каротиноиды и т.д.

Основной задачей антиоксидантной активности (АОА) является не только ликвидация АФК, но и создание условий для предотвращения чрезмерного их образования путем использования химических веществ, обладающих антиоксидантной активностью.

Технология получения БАД «Эрамин» следующая: обработка растительного сырья высоким давлением; внесение растительного сырья в смеситель, заливка раствором на дистиллированной воде со следующим соотношением минеральных веществ: железо сернокислое 7-водное 0,350–0,450; цинк сернокислый 7-водный 0,08–0,09; марганец сернокислый 5-водный 0,045–0,065; медь сернокислая 5-водная 0,001–0,004; кобальт сернокислый 7-водный 0,0015–0,0025 и дистиллированная вода до 100 % при этом соотношении растительного сырья и раствора 1:6; экстрагирование при температуре 55–60 °С в течение 6 часов при постоянном перемешивании; перекачка экстракта из смесителя с помощью насоса в биореактор, оборудованный датчиком давления, температуры и предохранительным клапаном; разогрев реактора паром при давлении 5,4–5,9 10^5 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 помещают 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.

В таблице 24 представлено содержание биофлавоноидов и АОА растительного сырья после его обработки давлением при разных технологических режимах.

Таблица 24 – Содержание биофлавоноидов и АОА растительного сырья при разных режимах обработки высоким давлением

Наименование показателя	Режимы предварительной обработки растительного сырья высоким давлением			
	1 (контроль)	2 (100 МПа, 60 сек)	3 (150 МПа, 60 сек)	4 (200 МПа, 60 сек)
Биофлавоноиды в пересчете на лютеолин-7-гликозид, мг/г	65,2±3,25	92,1±2,62***	138,3±3,24***	164,0±3,87***
Антиоксидантная активность, моль экв. /дм ³	7,3±1,5	11,2±1,1**	15,1±1,2**	18,9±1,0**

Примечание: ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$.

Из данных таблицы 24 следует, что предварительная обработка высоким давлением достоверно увеличивает экстракцию БАВ. В образцах БАД «Эрамин» содержание биофлавоноидов при втором технологическом режиме обработки выше, чем в контроле, на 41,3 %, третьем – 112,1 % и в четвертом – 151,5 %. Аналогичные изменения АОА в БАД 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.

Следовательно, обработка растительного сырья давлением 200 МПа в течение одной минуты максимально увеличивает выход БАВ и АОА в сравнении с традиционной технологией получения растительных экстрактов.

Таким образом, предварительная обработка растительного сырья высоким давлением существенно интенсифицирует концентрацию БАВ, при этом рациональным режимом предварительной обработки растительного сырья является следующий: обработка растительного сырья давлением 200 МПа в течение 60 с.

Проведены исследования микробиологических показателей обработанного высоким давлением растительного сырья в течение 12 месяцев хранения. 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. В опытных образцах растительного сырья МАФАнМ не обнаружены на всем периоде хранения, что объясняется механизмом бактерицидного действия высокого давления. Давление 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.

Таким образом, обработка растительного сырья высоким давлением существенно интенсифицирует концентрацию биологически активных веществ и обеспечивает микробиологическую безопасность, увеличивая сроки хранения в 2 раза.

В результате проведенных исследований усовершенствована технология получения БАД «Эрамин», позволяющая увеличить экстракцию биологически активных веществ из растительного сырья, в частности, биофлавоноидов. В БАД «Эрамин», выработанной без обработки растительного сырья высоким давлением, содержание лютеолин-7-гликозид составляет 10–15 мг/г, в то время как при использовании высокого давления – 165 мг/г.

В таблице 25 органолептические показатели БАД «Эрамин».

Таблица 25 – Органолептические показатели БАД «Эрамин» после выработки
($X \pm Sx$; $n = 10$)

Наименование показателя	Норма по ТУ	Фактически
Внешний вид	Экстракт	Экстракт
Цвет	Темно-коричневый	Темно-коричневый
Вкус и запах	Специфический, свойственный люцерне посевной	Специфический, свойственный люцерне посевной

Таблица 26 – Химический состав и АОО БАД «Эрамин» после выработки
($X \pm Sx$; $n = 10$)

Наименование показателя	Содержание	% от рекомендуемой суточной нормы потребления при условии потребления 1 г БАД
	После выработки через сутки	
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

Примечание: ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$.

Из данных таблицы 26 видно, что после выработки БАД «Эрамин» содержит в составе микроэлементы и биофлавоноиды, содержание которых обеспечивает от 10 до 65 % суточной нормы потребления при условии потребления 1 г БАД в указанных биологически активных веществах.

Таблица 27 – Показатели безопасности БАД «Эрамин» после выработки
($X \pm Sx$; $n = 10$)

Наименование показателя	Допустимые уровни согласно ТР ТС 021/2011	Фактически
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	1×10^4	1×10
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускаются в массе продукта, (г)	1,0	Не выделены
<i>E. coli</i> , не допускаются в массе продукта, (г)	1,0	Не выделены
<i>S. aureus</i> , не допускаются в массе продукта, (г)	1,0	Не выделены
Плесени КОЕ/г, не более	10	Не выделены
Дрожжи, КОЕ/г, не более	100	Не выделены
<i>B. cereus</i> , не допускаются в массе продукта, (г)	2×10^2	Не выделены

Из данных таблицы 27 следует, что микробиологические показатели БАД «Эрамин» соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Проведены исследования по определению срока годности напитка БАД «Эрамин» согласно требованиям Методических указаний (МУК) 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов.

Срок годности БАД «Эрамин» определяли на основании изменения органолептических и микробиологических показателей, сохраняемости биологически активных веществ и антиоксидантной активности. Предполагаемый срок годности БАД «Эрамин» 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 15 месяцев хранения с учетом коэффициента резерва 1,15, или 15 %. Результаты исследований представлены в таблице 28.

Из таблицы 28 следует, что достоверное снижение биологически активных веществ в БАД «Эрамин» отмечается по истечении 15 месяцев хранения.

БАД «Эрамин» через 3, 9, 12 и 15 месяцев хранения соответствует требованиям ТР ТС 021/2011.

Таблица 28 – Органолептические и микробиологические показатели, содержание биологически активных веществ в БАД «Эрамин» через 3, 9, 12 и 15 месяцев хранения при t от 0 до 25 °С, $ОВВ \leq 75 \%$ ($X \pm Sx$; $n = 10$)

Наименование показателя	Через сутки	Через 3 мес. хранения	Через 9 мес. хранения	Через 12 мес. хранения	Через 15 мес. хранения
Внешний вид	Экстракт				
Цвет	Темно-коричневый				
Вкус и запах	Специфический, свойственный люцерне посевной				
Биофлавоноиды в пересчете на лютеолин-7-гликозид, мг/г	165,0 $\pm$ 2,3	163,0 $\pm$ 2,1	161,0 $\pm$ 2,3	158,0 $\pm$ 2,4	131,1 $\pm$ 7,3*
Антиоксидантная активность в пересчете на лютеолин-7-гликозид, моль экв./дм ³	18,2 $\pm$ 1,3	18,2 $\pm$ 1,3	18,2 $\pm$ 1,4	18,0 $\pm$ 1,1	15,3 $\pm$ 2,0*
Микроэлементы, мг/г					
Железо	6,24 $\pm$ 0,01	6,24 $\pm$ 0,01	6,23 $\pm$ 0,03	6,22 $\pm$ 0,01	6,22 $\pm$ 0,02
Медь	0,045 $\pm$ 0,001	0,044 $\pm$ 0,001	0,043 $\pm$ 0,001	0,044 $\pm$ 0,001	0,043 $\pm$ 0,001
Цинк	0,31 $\pm$ 0,01	0,31 $\pm$ 0,01	0,31 $\pm$ 0,02	0,31 $\pm$ 0,01	0,31 $\pm$ 0,04
Марганец	0,11 $\pm$ 0,02	0,11 $\pm$ 0,02	0,11 $\pm$ 0,01	0,11 $\pm$ 0,02	0,11 $\pm$ 0,02
Кобальт	0,37 $\pm$ 0,02	0,37 $\pm$ 0,02	0,36 $\pm$ 0,01	0,36 $\pm$ 0,01	0,36 $\pm$ 0,02
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	1 $\times$ 10	7 $\times$ 10	8 $\times$ 10	9 $\times$ 10	14 $\times$ 10
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускаются в массе продукта, (г)	Не выделены	Не выделены	Не выделены	Не выделены	Не выделены
<i>E. coli</i> , не допускаются в массе продукта, (г)	Не выделены	Не выделены	Не выделены	Не выделены	Не выделены
<i>S. aureus</i> , не допускаются в массе продукта, (г)	Не выделены	Не выделены	Не выделены	Не выделены	Не выделены
Плесени КОЕ/г, не более	Не выделены	Не выделены	Не выделены	Не выделены	Не выделены
Дрожжи, КОЕ/г, не более	Не выделены	Не выделены	Не выделены	Не выделены	Не выделены
<i>B. cereus</i> , не допускаются в массе продукта, (г)	Не выделены	Не выделены	Не выделены	Не выделены	Не выделены

Примечание: ** $P \leq 0,01$.

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 %.

Таблица 29 – Регламентируемые показатели качества БАД «Эрамин»

Наименование показателя	Характеристика / содержание	% от рекомендуемой суточной нормы потребления
Внешний вид	Экстракт	–
Цвет	Темно-коричневый	–
Вкус и запах	Специфический, свойственный люцерне посевной	–
Биофлавоноиды в пересчете на лютеолин-7-гликозид, мг/г	150,0–160,0	30
Антиоксидантная активность, моль экв./дм ³	15,0–18,0	28
Микроэлементы, мг/г		
Железо	5,5–6,2	63
Медь	0,38–0,41	40
Цинк	4,2–4,5	38
Марганец	1,1–1,3	65
Кобальт	3,5–3,6	10

Из данных таблицы 29 видно, что при условии потребления 1 г БАД «Эрамин» в день обеспечивается 30 % суточной потребности в биофлавоноидах и от 10 до 73,2 % в минеральных веществах.

3.1.5.2 Разработка рецептуры и технологии напитка

для питания спортсменов путем обогащения минеральной воды «Ардви» функциональным ингредиентом БАД «Эрамин»

В таблице 30 представлена рецептура безалкогольного напитка на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин».

Таблица 30 – Рецептúra безалкогольного напитка на основе минеральной воды «Ардвн» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин»

Наименование	Содержание
Экстракт гибискуса, кг	11,0
БАД «Эрамин», кг	0,17
Стевиозид, кг	0,14
Сорбат калия, кг	0,23
Бензоат натрия, кг	0,13
Вода минеральная природная питьевая столовая «Ардвн» ТУ 9185-004-37881001-12, дм ³	До 1000,00

Для производства напитка на основе минеральной воды «Ардвн» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин», используется сырье, соответствующее требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», разрешенное к применению для производства пищевых продуктов органами Роспотребнадзора и сопровождающееся документами, подтверждающими его качество:

- экстракт гибискуса – по спецификации фирмы-изготовителя;
- стевиозид – по спецификации фирмы-изготовителя;
- сорбат калия (Е 202) – по спецификации фирмы-изготовителя;
- бензонат натрия (Е 211) – по спецификации фирмы-изготовителя;
- БАД «Эрамин» – по спецификации фирмы-изготовителя;
- вода минеральная природная питьевая столовая «Ардвн» (ТУ 9185-004-37881001-12).

В рецептуру напитка в качестве ароматизатора и красителя введен экстракт цветков гибискуса *Hibiscus*. Эффективность его применения в технологии пищевой продукции, в том числе в напитках, подтверждена в работах [62, 81].

Обоснованием включения стевиозида в рецептуру спортивного напитка является то, что он относится к тетрациклическим дитерпеновым гликозидам, которые характеризуются сладким вкусом, не имеет посторонних привкусов, хорошо

растворяется в минеральной воде и относится к V классу опасности. Фармакинетика стевии связана с его встраиванием в углеводный обмен веществ без участия инсулина, нормализует количество глюкозы в крови, что позволяет адаптироваться спортсменам к физическим нагрузкам, стабилен при длительном хранении и обладает бактериостатическим свойством, способствуя увеличению срока годности напитка [34].

Использование бензоата натрия в составе спортивного напитка связано с его физико-химическими свойствами: не имеет запаха, легко растворим в минеральной воде, обладает высоким консервирующим действием и разрешен к использованию на территории Евразийского экономического союза и Европы [24, 78].

Введение сорбата калия в рецептуру напитка для питания спортсменов связано с органолептическими показателями и функционально-технологическими характеристиками. Сорбат калия представляет собой белый без вкуса и запаха хорошо растворимый в воде порошок (растворимость составляет 1380 г/дм³) и отличается широким антимикробным действием, за счет инактивации ферментов (малатдегидрогеназа, изоцитратдегидрогеназа, α -кетоглутаратдегидрогеназа, каталаза и пероксидаза и др.) в микробной клетке, разрушения клеточной мембраны, например, *Escherichia coli*. Сорбат калия намного чаще используется в пищевой промышленности в сравнении с другими консервантами и разрешен к применению во всех странах мира, так как его гигиеническая безопасность достоверно подтверждена. Сорбат калия успешно используют в качестве консерванта в безалкогольных напитках [78].

Технологическая схема производства напитка с использованием БАД «Эрамин» является традиционной и включает:

- приемку сырья;
- подготовку воды;
- последовательное приготовление и внесение компонентов купажного сиропа;
- пастеризацию купажного сиропа (при розливе напитка без консервантов);
- приготовление напитка;

– розлив, укупорку, бракераж, маркировку, упаковку и передачу готовой продукции на склад;

– хранение и транспортировку готовой продукции.

Приемка сырьевых ингредиентов осуществляется на основе требований Ф.7.1-01-13 «Требования к сырью и материалам при планировании закупок»; Ф.8.2-01.06 «Перечень сырья и материалов, подлежащих входному контролю и испытаниям»; Ф.7.1-01-07 «Требования к условиям и срокам хранения сырья и материалов».

Все рецептурные ингредиенты напитка должны соответствовать требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01, СанПиН 2.3.2.1293-03, ТР ТС 029/2012.

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.

Запрещается проводить розлив позднее, чем через 12 часов после приготовления купажа.

В емкость для ингредиентов с минеральной природной питьевой столовой водой «Ардви» вносят порошок БАД «Эрамин» в соотношении 1:5. Полученный раствор перекачивают в купажную емкость.

Готовят 3 %-й раствор стевиозида на минеральной воде «Ардви» при температуре 30–40 °С в специальной емкости, при непрерывном помешивании равно-

мерно внося его расчетное количество, полученный раствор перекачивают в купажную емкость.

Сухой экстракт гибискуса растворяют в минеральной воде «Ардви» при температуре 30–40 °С при постоянном помешивании в соотношении 1:4. Полученный раствор перекачивают в купажную емкость через фильтр.

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 проверяют 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 случае несоответствия данных показателей необходимо провести корректировку купажного сиропа.

С целью повышения микробиологической стойкости напитков купажный сироп подвергают тепловой обработке (пастеризуют). Пастеризация осуществляется в следующем порядке.

1. Подогрев сиропа до +94 °С (+/- 2 °С).
2. Охлаждение до 20–25 °С.
3. Направление на миксер и розлив (в автоматическом режиме).

В таблице 31 представлена характеристика напитка.

Таблица 31 – Характеристика напитка на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин»

Вид	Незамутненный
Группа	Безалкогольный
Тип	Негазированный
Способ обработки	С применением и без применения консервантов, холодным розливом

Таблица 32– Органолептические показатели напитка на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин»

Внешний вид	Непрозрачная жидкость
Цвет	Коричневый, свойственный цвету используемого сырья
Вкус	Травянистый, характерный для люцерны посевной
Аромат	Трав, посторонние привкус и запах не допускаются

Таблица 33 – 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 гидроокиси 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

Проведены исследования микробиологических показателей напитка на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин», на соответствие требованиям Технического регламента Таможенного союза

ТР ТС 21/2011 «О безопасности пищевой продукции» (Приложение 1, Приложение 2, раздел 1.7) (таблица 34).

Проведены исследования напитка на содержание токсичных элементов, согласно требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (Приложение 3, раздел 8).

Периодичность проверки по показателям безопасности устанавливается производителем и проводится в аттестованных и/или аккредитованных лабораториях.

Таблица 34 – Микробиологические показатели напитка на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин»

Наименование показателя	Норма по ТР ТС 21/2011, при сроке годности свыше 30 суток	Фактически
Масса продукта (г), в которой не допускается наличие патогенных микроорганизмов кишечной группы (в том числе сальмонеллы), КОЕ/100 см ³	Не допускается	Не выделены
Масса продукта (г), в которой не допускается наличие бактерий группы кишечной палочки (колиформ), КОЕ/100 см ³	Не допускается	Не выделены
Дрожжи и плесени (в сумме) КОЕ/100 см ³ , не более	Дрожжи – не допускается, плесени – не более 5	Не выделены
КМАФАнМ КОЕ/100 см ³	50	12

Таблица 35 – Содержание токсичных элементов в напитке на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин»

Наименование показателя	Содержание (требование ТР ТС 21/2011), мг/кг	Фактически
Свинец	0,3	0,1
Мышьяк	0,1	Отсутствует
Кадмий	0,03	Отсутствует
Ртуть	0,005	Отсутствует

Из данных таблицы следует, что органолептические показатели напитка при хранении в течение 14 месяцев при температуре 25 ± 2 °С и относительной влажности 75–85 % не изменились.

Таблица 36 – Органолептические показатели безалкогольного напитка на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин», в полимерной таре вместимостью 0,5 и 1,5 дм³ в течение 14 месяцев хранения при температуре 25 ± 2 °С и относительной влажности 75–85 %

Наименование показателя	Через 3 мес.	Через 9 мес.	Через 12 мес.	Через 14 мес.
Внешний вид	Непрозрачная жидкость	Непрозрачная жидкость	Непрозрачная жидкость	Непрозрачная жидкость
Цвет	Коричневый, свойственный цвету используемого сырья	Коричневый, свойственный цвету используемого сырья	Коричневый, свойственный цвету используемого сырья	Коричневый, свойственный цвету используемого сырья
Вкус	Травянистый, характерный для люцерны посевной	Травянистый, характерный для люцерны посевной	Травянистый, характерный для люцерны посевной	Травянистый, характерный для люцерны посевной
Аромат	Трав, посторонний привкус и запах не допускаются	Трав, посторонний привкус и запах не допускаются	Трав, посторонний привкус и запах не допускаются	Трав, посторонний привкус и запах не допускаются

Из данных таблицы 36 следует, что достоверных изменений физико-химических показателей напитка, обогащенного БАД «Эрамин», в течение 14 месяцев хранения не отмечается.

Проведены исследования микробиологических показателей безалкогольного напитка на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин», в полимерной таре вместимостью 0,5 и 1,5 дм³ в течение 14 месяцев хранения при температуре 25 ± 2 °С и относительной влажности 75–85 % (таблица 38).

Таблица 37 – Физико-химические показатели напитка на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин», в полимерной таре вместимостью 0,5 и 1,5 дм³ в течение 14 месяцев хранения при температуре 25±2 °С и относительной влажности 75–85 %

Наименование показателя	Продолжительность хранения, мес.			
	3	6	12	14
Биофлавоноиды в пересчете на лютеолин-7-гликозид, мг/г	186	175	162	157
Антиоксидантная активность, моль экв./дм ³	18	16	15	14
Микроэлементы, мг/г				
Железо	5,9	5,9	5,8	5,8
Медь	0,37	0,37	0,37	0,36
Цинк	4,3	4,3	4,3	4,3
Марганец	1,2	1,2	1,2	1,2
Кобальт	3,5	3,5	3,5	3,5
SO ₄ ²⁻	79	78	77	77
Cl ⁻	100–140	116	117	115
Ca ²⁺	75	75	76	76
Mg ²⁺	88	87	90	89
(Na+K) ⁺	78	78	81	79
Минерализация, г/ дм ³	0,8	0,9	0,9	0,9
Специфический компонент H ₂ SiO ₃ , мг/дм ³	52	52	52	51
Кислотность, см ³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1,0 моль/дм ³ на 100 см ³	6,1	6,1	6,0	6,1

По микробиологическим показателям безалкогольный напиток на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенный БАД «Эрамин», в полимерной таре вместимостью 0,5 и 1,5 дм³ в течение 14 месяцев хранения при температуре 25±2 °С и относительной влажности 75–85 % (на все периоды хранения (14 месяцев) соответствовал требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 21/2011 «О безопасности пищевой продукции» (Приложение 1, Приложение 2, раздел 1.7). Так, БГКП, патогенные микроорганизмы, дрожжи и плесени не выделены. КМАФАнМ на уровне 12 КОЕ/г.

Таблица 38 – Микробиологические показатели напитка на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин», в полимерной таре вместимостью 0,5 и 1,5 дм³ в течение 14 месяцев хранения при температуре 25±2 °С и относительной влажности 75–85 %

Наименование показателя	Норма по ТР ТС 21/2011 «О безопасности пищевой продукции», при сроке годности свыше 30 суток	Фактически
Масса продукта (г), в которой не допускается наличие патогенных микроорганизмов кишечной группы (в том числе сальмонеллы), КОЕ/100 см ³	Не допускается	Не выделены
Масса продукта (г), в которой не допускается наличие бактерий группы кишечной палочки (колиформ), КОЕ/1 см ³	Не допускается	Не выделены
Дрожжи и плесени (в сумме) КОЕ/см ³ , не более	Дрожжи – не допускается, плесени – не более 5	Не выделены
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	50	12

На основании проведенных исследований установлено, что разработанный безалкогольный напиток на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенный БАД «Эрамин», в полимерной таре вместимостью 0,5 и 1,5 дм³ в течение 14 месяцев хранения при температуре 25±2 °С и относительной влажности 75–85 % соответствует требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Так, токсические элементы мышьяк, кадмий и ртуть не обнаружены. Количество свинца составляет 0,1 мг/кг.

На основании проведенных исследований установлены регламентируемые показатели качества, срок годности и режимы хранения микробиологических показателей безалкогольного напитка на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин», в полимерной таре вместимостью 1,5 дм³.

Нами использована потребительская упаковка 1,5 дм³, так как содержание каждого функционального пищевого ингредиента в упаковочной единице напитка не должно превышать 100 % от уровня рекомендуемого суточного потребления.

Таблица 39 – Содержание токсических веществ в напитке на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенном БАД «Эрамин», в полимерной таре вместимостью 0,5 и 1,5 дм³ через 14 месяцев хранения при температуре 25±2 °С и относительной влажности 75–85 %

Наименование токсического вещества	Норма по Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», мг/кг, не более	Фактически, мг/кг
Свинец	0,3	0,1
Мышьяк	0,1	Не обнаружен
Кадмий	0,03	Не обнаружен
Ртуть	0,005	Не обнаружен

Установлены регламентируемые показатели качества безалкогольного напитка на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин», в полимерной таре вместимостью 1,5 дм³.

Таблица 40 – Регламентируемые показатели напитка на основе минеральной воды «Ардви» для спортсменов, обогащенного БАД «Эрамин», в полимерной таре вместимостью 1,5 дм³

Наименование показателя	Характеристика	% от суточной потребности при употреблении 200 мл
Внешний вид	Непрозрачная жидкость	—
Цвет	Коричневый, свойственный цвету используемого сырья	—
Вкус	Травянистый, характерный для люцерны посевной	—
Аромат	Трав, посторонний привкус и запах не допускаются	—
Пищевая ценность (углеводы), г/100 см ³	8,0	—
Энергетическая ценность (калорийность), кДж/кал/100 см ³	32	—
Основной ионный состав, мг/л: HCO ₃ ⁻	384–420	—
SO ₄ ²⁻	85–90	—
Cl ⁻	110–120	—

Окончание таблицы 40

Наименование показателя	Характеристика	% от суточной потребности при употреблении 200 мл
Ca^{2+}	90–96	–
Mg^{2+}	78–90	–
$(\text{Na}+\text{K})^+$	70–80	–
Минерализация, г/дм ³	0,7–0,9	–
Осмоляльность, мОсм/кг	270–330	–
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

Разработанный спортивный напиток, согласно ГОСТ 34006-2016, относится к изотоническим напиткам для питания спортсменов.

Установлен срок годности напитка – 12 месяцев при температуре 25 ± 2 °С и относительной влажности 75–85 %.

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 %. Согласно ГОСТ Р 55577-2013 «Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности», информация о разработанном нами напитке для питания спортсменов включает, что пищевой продукт является источником минеральных веществ, флавоноидов и указанная информация может быть приведена на маркировке продукта, так как он содержит не менее 15 % от суточной потребности в минеральных веществах (железо, цинк, медь, марганец, кремния) и флавоноидов на 100 см³.

Заключение по главе 3

В результате исследований разработана и проведена оценка качества белкового сухого напитка для питания спортсменов и напитка на основе минеральной воды «Ардви», обогащенного БАД «Эрамин». Предварительно проведены исследования органолептических, микробиологических, токсикологических и радиологических показателей, химического состава минеральной воды «Ардви». Установлено, что в концентрации, близкой к фармакологически значимой дозе, содержится метакремниевая кислота. Доказано, что исследуемая минеральная вода относится к IV группе «Гидрокарбонатных магниевых-кальциевых (кальциево-магниевых)» и соответствует требованиям ТР ТС 021/201, ГОСТ Р 54316-20 и ТУ 9185-004-37881001-12.

В результате исследований определен срок годности, регламентируемые показатели качества и научно обоснована возможность использования минеральной воды «Ардви» в технологии спортивного напитка. На основании проведенных исследований разработана рецептура и технология, дана товароведная оценка, установлены срок годности, условия хранения, регламентируемые показатели качества и представлены рекомендации по употреблению белкового сухого напитка в питании спортсменов. Разработанный напиток согласно классификации, представленной в ГОСТе 34621-2019 «Продукция пищевая специализированная. Напитки белковые, белково-углеводные и углеводно-белковые сухие для питания спортсменов», относится к напиткам с включением свободных аминокислот, не присутствующих в продуктах изначально. Установлено, что количество аминокислот валина, изолейцина и лейцина в разовой порции сухого напитка после выработки составляет 546, 1310 и 336 мг, что обеспечивает от 24 до 48 % суточной потребности взрослого человека в указанных аминокислотах.

Разработан спортивный напиток путем обогащения минеральной воды «Ардви» функциональным ингредиентом – БАД «Эрамин». Предварительно была усовершенствована технология БАД «Эрамин» и дано научное обоснование

перспективности ее использования в качестве обогащающего ингредиента. В результате исследований усовершенствована экстракция БАВ из люцерны посевной за счет предварительной обработки растительного сырья сверхвысоким давлением. Перед экстрагированием был исследован химический состав растительного сырья. Доказано, что предварительная обработка высоким давлением люцерны посевной достоверно увеличивает экстракцию БАВ. Разработана рецептура и технологии напитка для питания спортсменов путем обогащения минеральной воды «Ардви» функциональным ингредиентом БАД «Эрамин». Научно обосновано использование всех рецептурных ингредиентов (экстракт гибискуса, стевиозид, сорбат калия, бензоат натрия, БАД «Эрамин»). На основании проведенных органолептических, физико-химических и микробиологических исследований установлены регламентируемые показатели качества, срок годности и режимы хранения напитка для спортсменов на основе минеральной воды «Ардви». Доказано, что при употреблении рекомендуемой дозы (100 мл напитка) обеспечивается суточная норма потребления микроэлементов от 4 до 24 %, флавоноидов до 16 %.

ГЛАВА 4 ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАПИТКА ДЛЯ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ, ПОЛУЧЕННОГО ПУТЕМ ОБОГАЩЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ «АРДВИ» И БЕЛКОВОГО СУХОГО НАПИТКА

4.1 Доклинические исследования напитка для питания спортсменов, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» напитком сухим белковым

Для доказательства безопасности употребления напитка для питания спортсменов, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви», нами проведены токсикологические испытания.

Токсикологические исследования проведены в соответствии с правилами лабораторной практики (приказы Минздравсоцразвития России № 708н от 23.08.2010 «Об утверждении правил лабораторной практики» и № 48 от 23.01.1985 «О контроле за проведением работ с использованием экспериментальных животных», этических норм, изложенных в Правилах лабораторной практики (GLP), Хельсинкской декларации и Директивах Европейского сообщества 86/609ЕЕС (2000).

Оценку острой токсичности осуществляли в условиях вивария на здоровых беспородных белых мышах путем однократного инъектирования водной суспензии СПАО-КД peros через зонд согласно ГОСТ Р ИСО 10993-11-2009. Исследование острой токсичности проводили согласно «Руководству к проведению тестирования острой оральной токсичности».

Исследования включали оценку следующих показателей: летальность; клиническая картина отравления; динамика массы тела; динамика потребления корма и воды; оценка поведенческих реакций мышей.

Мыши были распределены на 2 группы по 50 животных в каждой. Мышам опытной группы вводили разработанный напиток, мышам контрольной группы физиологический раствор аналогичного объема. Максимальная объем напитка для

орального введения составил 7 мл, больший объем ввести не удалось. Наблюдение за подопытными осуществляли в течение 14 суток после введения испытуемого напитка. При наблюдении обращали внимание на возможные признаки интоксикации, аппетит, общее состояние и поведение мышей.

В результате эксперимента установлено, что при назначении *pegos* в дозе 7 мл в течение всего периода наблюдения не вызывал гибели подопытных мышей, у животных не отмечали изменений в поведении, животные подвижны, рефлексy сохранены, объем потребления корма и воды соответствовал животным контрольной группы. Результаты эксперимента не позволили определить ЛД₅₀ изучаемого напитка, так как все животные были живы.

Для изучения местно-раздражающих свойств напитков наносили однократно на слизистую оболочку правого глаза, левый глаз служил контролем, здесь использовали аналогичное количество дистиллированной воды. Наблюдениями установлено отсутствие гиперемии конъюнктивы глаза, не наблюдали признаков инъекции сосудов глаза, нарушений прозрачности роговицы и сужения зрачка.

При нанесении на кожу и слизистые оболочки не выявлено изменений в месте аппликации напитка как в период его нанесения, так в период наблюдений. При внешнем осмотре и пальпации подтверждено, что кожные покровы эластичны, упругость кожи не нарушена, в месте аппликации отсутствует болевая реакция, покраснения кожи, отеки и геморрагии.

Масса тела мышей до и после эксперимента (таблица 41) в опытной группе статистически аналогична показателям контрольной группы, данный факт подтверждает отсутствие выраженного токсического эффекта у разработанного напитка.

Таблица 41 – Изменение массы тела мышей до и после эксперимента

Группа	Опыт	Контроль
Масса тела до начала опыта, г	21,10±0,24	21,36±0,23
Масса тела после опыта, г	21,78±0,26	21,84±0,20
Абсолютная разность, г	0,68±0,31	0,48±0,36
Относительная разность, %	3,12	2,20
<i>P</i> <	0,10	0,10

Субхроническую токсичность напитка изучали на 90 беспородных белых мышах массой тела от 21 до 24 г. Мыши были разделены на 3 группы по 30 голов в каждой. Первая группа контроль, мышам второй группы задавали напиток в дозе, составляющей 5 рекомендуемых доз, составляющей 5 % от массы корма или 0,5 мл на 1 голову, третьей группе в дозе, превышающей рекомендуемую дозу в 10 раз или 10 % от массы корма или 1,2 мл на голову. Контрольная группа получала плацебо – питьевую воду. Введение напитка осуществляли в течение 30 суток.

При определении субхронической токсичности ни одно животное не погибло. Внешний вид и поведение соответствовали норме и не отличались у мышей опытных и контрольной групп. Данные об изменении массы тела белых мышей до и после эксперимента отражены в таблице 42.

Таблица 42 – Изменение массы тела белых мышей до и после эксперимента

Группа	1 Контроль	2 Опыт	3 Опыт
До опыта, г	21,3±0,59	21,5±0,90	22,0±0,86
ANOVA	$P = 0,1261$		
После опыта, г	23,7±1,21	25,1±1,34	24,6±1,23
ANOVA	$P = 0,0677$		
Разность, %	10,1	16,7	10,6

Межгрупповые различия до и после эксперимента не выражены. Сравнивая показатели после проведения эксперимента между контрольной и первой опытной группой необходимо отметить, что разница статистически достоверна и составляет $P = 0,0298$, при сравнении контрольной и третьей групп разница статистически не достоверна и составляет $P = 0,1093$. Это указывает на стимуляцию прироста живой массы у мышей, которые получали напиток в дозе 5 % от массы корма, в группе, где напиток задавали в дозе 10 % от массы корма, подобный эффект не обнаружен. Оценивая в целом показатели живой массы, необходимо отметить, что напиток для питания спортсменов при введении в рацион в больших дозах в течение 30 суток не оказал токсического эффекта, а наоборот способствовал стимуляции прироста живой массы мышей.

На рисунках 7–10 представлена электронная микроскопия клеток внутренних органов лабораторных животных.

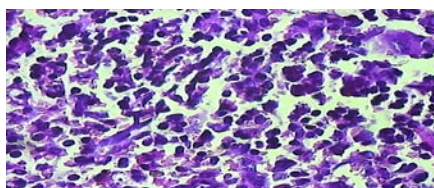


Рисунок 7 – Микроскопия клеток селезенки (увеличение 1000)

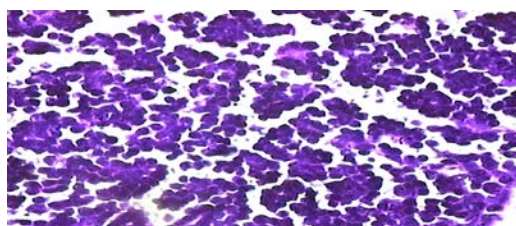


Рисунок 8 – Микроскопия клеток лимфоузлов (увеличение 1000)

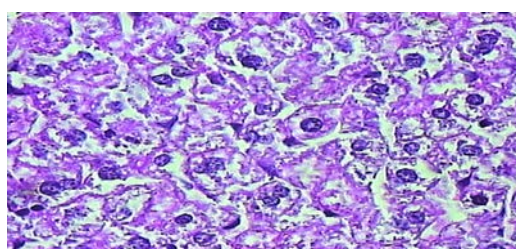


Рисунок 9 – Микроскопия клеток печени (увеличение 1000)

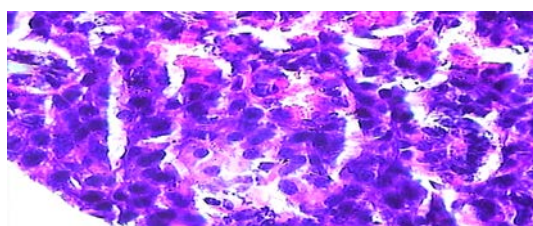


Рисунок 10 – Микроскопия клеток почки (увеличение 400)

Внутренние органы без признаков патологических изменений, имеют цвет, форму, расположение и консистенцию, свойственную здоровым организмам.

Разница коэффициентов массы внутренних органов между контрольными и опытными мышами не имеет статистически достоверных различий (таблица 43). Следовательно, можно говорить об отсутствии видимого повреждающего воздействия на внутренние органы белых мышей.

Таблица 43 – Масса внутренних органов мышей

Орган	Группа		
	1 Контроль	2 Опыт	3 Опыт
Сердце	6,56±0,44	6,16±0,31	6,54±0,28
Печень	72,18±2,12	73,26±1,82	71,78±1,16
Почки	16,62±0,38	17,14±0,28	16,62±0,21

Результаты исследований количества эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина отражены в таблице 44. Разница показателей между контрольной и опытными группами статистически недостоверна, что указывает на отсутствие токсического действия спортивного напитка.

Таблица 44 – Гематологические показатели опытных и контрольных мышей

Показатель	Группы		
	1 Контроль	2 Опыт	3 Опыт
Гемоглобин, г/л	119,27±6,54	129,60±7,51	109,31±6,62
Эритроциты, 10^{12} л	5,60±0,15	6,14±0,22	6,48±0,29
Лейкоциты, 10^9 л	6,62±0,18	7,12±0,29	6,54±0,24

При анализе результатов изучения токсичности напитка симптомов острого отравления у всех экспериментальных животных не обнаружено, летальность отсутствовала. Введение высоких доз напитка хорошо переносится животными. При введении однократных доз для мышей не выявлены изменения в приростах живой массы. Напиток не обладает субхронической токсичностью для мышей, не вызывает патологических процессов во внутренних органах мышей. Полученные результаты испытания напитка дают основание считать, что его токсичность может быть классифицирована как невыраженная. Напиток необходимо отнести согласно ГОСТ 12.1.007-76 к IV классу опасности (малоопасные вещества). Напиток для питания спортсменов, полученный путем обогащения минеральной воды «Ардви» напитком сухим белковым, не обладает субхронической токсичностью, не вызывает патологических процессов во внутренних органах мышей.

4.2 Клинические испытания напитка для питания спортсменов, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» напитком сухим белковым

Оценка эффективности напитка для питания спортсменов, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» напитком сухим белковым, проводилась согласно Методическим рекомендациям «Порядок проведения исследований эффективности специализированной диетической лечебной и диетической профилактической пищевой продукции (г. Москва, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи»). Доказательная база эффективности напитка основывалась на следующем:

- все рецептурные ингредиенты напитка белкового сухого (фруктоза, кислота лимонная, ароматизатор «Киви FM006116», ароматизатор «Кокос FM010079», кислота яблочная, аминокислоты (лейцин, изолейцин, валин), концентрат сывороточного белка, цитрат натрия, гидрокарбонат натрия) и минеральная вода «Ардви» разрешены к использованию в питании и зарегистрированы;
- включение биологически активных компонентов (сывороточный белок и аминокислоты) научно обосновано;
- на биологически активные компоненты имеются данные об их эффективности;
- физико-химические показатели рецептурного состава и минеральной воды регламентированы и достоверно могут быть определены с помощью специальных методов исследований;
- учтены возможные взаимодействия биологически активных ингредиентов с минеральными веществами воды «Ардви»;
- количество вводимых биологически активных веществ физиологически эффективно и не ухудшает потребительские свойства воды «Ардви».

Согласно алгоритму оценки эффективности специализированных пищевых продуктов исследования проводили в следующем порядке: изучение влияния на клинические показатели эффективности, доказана ли эффективность в заявленной

области, напиток для питания спортсменов может быть зарегистрирован как специализированный пищевой продукт.

Клинические испытания напитка для питания спортсменов, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» напитком сухим белковым, проводили на спортсменах-футболистах в соревновательный летний период. Для эксперимента сформировали три рандомизированные группы спортсменов-студентов Южно-Уральского государственного аграрного университета (1-я контрольная, 2-я контрольная и 3-я 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 – исследуемый напиток в количестве 1 литра ежедневно в течение 21 дня. Тренировки проводились в соответствии с тренировочным планом. Питание спортсменов всех групп было 3-разовое в кафе университета. Исследование проводилось в летний период года.

Исследован общий состав крови спортсменов (таблица 45).

Таблица 45 – Показатели клеточного состава крови спортсменов

Наименование показателя	Группа					
	Первая контрольная		Вторая основная		Третья основная	
	До эксперимента	После эксперимента	До эксперимента	После эксперимента	До эксперимента	После эксперимента
1	2	3	4	5	6	7
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	4,75 $\pm$ 0,17	4,51 $\pm$ 0,23	4,73 $\pm$ 0,15	4,92 $\pm$ 0,24	4,79 $\pm$ 0,18	5,16 $\pm$ 0,27
Концентрация гемоглобина в эритроците, %	33,2 $\pm$ 0,17	33,1 $\pm$ 0,12	33,1 $\pm$ 0,14	33,2 $\pm$ 0,12	33,0 $\pm$ 0,14	33,1 $\pm$ 0,15
Гематокрит, %	45,8 $\pm$ 2,6	47,3 $\pm$ 2,0	45,1 $\pm$ 2,3	46,5 $\pm$ 2,4	45,6 $\pm$ 2,2	44,1 $\pm$ 2,4
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	5,61 $\pm$ 0,10	5,83 $\pm$ 0,14	5,62 $\pm$ 0,12	5,86 $\pm$ 0,15	5,57 $\pm$ 0,12	5,98 $\pm$ 0,16
Тромбоциты, $\times 10^9/л$	182,4 $\pm$ 5,6	201,8 $\pm$ 5,1	180,1 $\pm$ 4,7	197,8 $\pm$ 4,5	184,7 $\pm$ 5,2	192,5 $\pm$ 5,7

Окончание таблицы 45

1	2	3	4	5	6	7
Лимфоциты, %	54,2±3,3	52,7±3,8	55,6±3,8	53,1±3,4	58,7±5,2	47,8±5,1
Гранулоциты, %	37,4±3,8	49,5±2,6	37,0±2,5	48,4±2,1	39,5±2,5	48,3±2,4
Палочкоядерные, %	1,83±0,04	1,95±0,08	1,86±0,03	1,97±0,05	2,04±0,05	2,16±0,03
Сегментоядерные, %	38,27±1,76	39,72±1,85	38,23±1,24	41,24±1,52	39,43±2,04	44,69±2,12
Скорость оседания эритроцитов, мм/ч	3,61±0,35	4,82±0,37	3,61±0,35	4,26±0,29	4,12±0,34	3,82±0,26

Из данных таблицы 45 следует, что на фоне употребления разработанного напитка отмечается увеличение количества эритроцитов на 7,7 %, во второй контрольной группе отмечается тенденция к увеличению, в то время как у спортсменов первой контрольной группы отмечается тенденция к снижению при сходной концентрации гемоглобина в эритроцитах. Полученные данные согласуются с результатами исследований [8] в соревновательный период. Физическая нагрузка оказывает влияние на показатели лейкоцитарного профиля спортсменов [23]. В основной группе отмечается достоверное повышение количества лейкоцитов на 7,4 %, в первой контрольной – 3,9 %, во второй контрольной – 4,3 %. У спортсменов основной группы установлено снижение содержания лимфоцитов в крови на 18,6 % и увеличение сегментоядерных нейтрофилов на 13 %, при исследовании вышеуказанных показателей крови спортсменов контрольных групп установлено, что отмечается тенденция к увеличению. Следует отметить, что повышение количества лейкоцитов происходит за счет увеличения числа гранулоцитов на 22,3 % в опытной группе на 32,4 % и 29,1 % в первой и второй контрольных группах. Количество сегментоядерных нейтрофилов в крови спортсменов основной группы увеличилось на 13 %, во второй контрольной группе на 7,9 %, в первой контрольной группе достоверных изменений не отмечено. За период исследований содержание лимфоцитов в крови спортсменов основной группы снизилось на 18 %, во второй контрольной группе – 4,5 %, в первой контрольной – 2,8 %. СОЭ у футболистов первой контрольной снизилась на 33,5 %, во второй контрольной – 18,0 %, а в основной группе на 7,3 %,

количество тромбоцитов в первой контрольной группе возросло к концу эксперимента на 10 %, во второй контрольной – 9,8 %, в основной группе – 4,2 %. Приведенные результаты исследований свидетельствуют о взаимосвязи форменных элементов крови и их функциональной активности.

Из представленных результатов исследований следует, что на фоне употребления разработанного напитка спортсменами отмечается активация эритропоэза, опосредованного усиления клеточного иммунитета, что приводит к снижению СОЭ и количества концентрации лимфоцитов.

Показатели физической работоспособности спортсменов представлены в таблице 46.

Таблица 46 – Физическая работоспособность спортсменов

Наименование показателя	Группа					
	Первая контрольная		Вторая контрольная		Третья основная	
	До эксперимента	После эксперимента	До эксперимента	После эксперимента	До эксперимента	После эксперимента
Абсолютная физическая работоспособность, Вт/кг	185±15	201±12	186±11	207±14	189±16	236±17
Относительная физическая работоспособность, Вт/кг в минуту	3,04±0,1 2	3,08±0,0 9	3,07±0,0 5	3,15±0,0 5	3,10±0,0 6	3,37±0,1 3
Максимальное потребление кислорода, мл/мин на 1 кг	44,3±5,7	45,6±3,9	45,1±4,3	47,8±3,2	46,8±3,4	50,3±2,3
Максимальная мощность, Вт	308±23	297±28	306±18	309±25	305±29	337±15
Частота сердечных сокращений, уд. в мин.	203±15	215±18	201±15	208±13	198±12	179±15
Анаэробный порог, Вт	254±18	248±26	250±12	257±22	251±31	274±24

В исследованиях физической работоспособности до отказа установлено, что абсолютная и относительная физическая работоспособность на фоне употребления разработанного напитка возросла на 24,9 и 9 %, в то время как первой контрольной

группе спортсменов – 8,7 и 1,3 %, во второй контрольной – 11,3 и 2,6 %. Максимальное потребление кислорода спортсменами третьей основной группы в конце эксперимента составило 50,3 мл/мин на 1 кг и возросло на 7,5 %, во второй контрольной группе – 6,0 %, в первой контрольной группе достоверных изменений не отмечено. Максимальная мощность у спортсменов основной группы после приема исследуемого напитка увеличилась до 10,5 % и составила 337 Вт. 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. Так, ЧСС в контрольной группе спортсменов после максимальной нагрузки составляет 215 ударов в минуту, в основной – 179 уд. в мин. Анаэробный порог у спортсменов основной группы в конце эксперимента вырос до 274 Вт или на 9 %.

Повышение физической работоспособности у спортсменов третьей основной группы связано с содержанием в исследуемом напитке минеральных веществ и аминокислот, в частности, глицина, серина и других, которые трансформируются в пируват, окисляющийся до ацетил-коэнзима А, участвующего в цикле Кребса. Лизин и триптофан метаболизируются до кетoadилата и далее в митохондриальном матриксе последовательно окисляются до глутарил-коэнзима А и ацетил-коэнзима А. Метионин и треонин в цитозоле мышечных клеток метаболизируются до кетобутирата, проникающего через митохондриальные мембраны, и далее через стадию пропионил-коэнзима А переходят в сукцинил-коэнзим А – прямой субстрат цикла Кребса. Что касается АРУЦ, то они наиболее быстро вступают в реакции цикла Кребса [28].

Проведены исследования психофизиологического состояния спортсменов до и после экспериментов с помощью теста по определению памяти (кратковременной). Для эксперимента спортсмены должны были вспомнить зачитываемые им двузначные числа каждого ряда, состоящего из 12 чисел. Для эксперимента зачитывали 4 ряда чисел. Для определения уровня кратковременной памяти нами было проанализировано количество воспроизведенных чисел спортсменами и допущен-

ных ошибок. У спортсменов третьей основной группы объем кратковременной памяти увеличился в среднем на 31 %, по первому ряду на 43 %, второму – 37 %, третьему – 18 % и четвертому – 26 %. Количество ошибок в среднем сократилось на 37 %, в первом ряду на 45 %, во втором – 34 %, в третьем – 31 % и четвертом – 37 %. У спортсменов второй контрольной группы объем кратковременной памяти увеличился в среднем на 21 %, по первому ряду на 32 %, второму – 26 %, третьему – 11 % и четвертому – 15 %. Количество ошибок в среднем сократилось на 37 %, в первом ряду на 26 %, во втором – 25 %, в третьем – 27 % и четвертом – 25 %. У спортсменов контрольной группы отмечается тенденция к уменьшению кратковременной памяти. Так, объем кратковременной памяти снизился на 4 % и объем ошибок вырос на 3 %. Изменение показателей кратковременной памяти в сторону снижения у спортсменов контрольной группы свидетельствует о некотором истощении регуляторных систем и напряжении психоэмоционального состояния. Улучшение показателей кратковременной памяти у спортсменов основной группы связано с повышением адаптированности организма к физическим нагрузкам, снижением утомляемости, сохранением психологического тонуса и увеличением когнитивных показателей.

Таким образом, употребление спортсменами напитка, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» напитком сухим белковым, позволяет активизирует процесс эритропоэза, способствует опосредованному усилению клеточного иммунитета, повышает физическую работоспособность за счет максимального потребления кислорода спортсменами, возрастания максимальной мощности и нормотонической реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку.

4.3 Доклинические испытания напитка для питания спортсменов, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» БАД «Эрамин»

При проведении доклинических исследований 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.

Таким образом, прием спортивного напитка способствует регенерации мышечной ткани. 1-я группа – интактные, 2-я – интактные + стресс, получавшие изотонический раствор натрия хлорида в эквивалентных объемах, 3-я – экспериментальные животные, в рацион которых включали в течение 21 суток до стрессирования внутрь через зонд ежедневно безалкогольный напиток в дозе 25 мл на основе минеральной воды «Ардви» и БАД «Эрамин». Стресс моделировали плаванием по 45 минут в день на протяжении 5 дней при t воды 27–28 °С.

В эксперименте по влиянию напитка, обогащенного БАД «Эрамин», на адаптацию белых крыс-самцов линии Wistar к стрессу установлено, что масса тимуса животных второй группы ниже контроля на 28,9 %, в то время как в третьей на 5,7 %. Стресс у крыс второй группы стал причиной увеличения массы правого надпочечника в сравнении с контрольными животными на 51,3 %, при этом гипертрофия коры надпочечников возникла на фоне увеличения пучковой зоны на 18,4 %. При исследовании слизистой оболочки желудка отмечены множественные кровоизлияния у крыс второй группы. У лабораторных животных третьей группы патологических изменений внутренних органов (тимус, надпочечник, слизистая желудка), характерных при остром стрессе, не отмечено. При исследовании количества гормона стресса в плазме крови лабораторных животных установлено, что наибольшее количество во второй группе $95,3 \pm 4,1$ nmol/l, наименьшее у интактных животных – $36,3 \pm 1,4$ nmol/l, в третьей группе на уровне $65,7 \pm 4,5$ nmol/l. Полученные данные свидетельствует о высокой адаптации к стрессу животных второй группы. Нередко развитие стресс-реакции сопровождается накоплением продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ), в частности, маланогодиальдегида (МДА) и диеновых конъюгатов (ДК). Количество МДА в плазме крови животных второй группы было выше контроля на 65,7 % ($118,3$ нмоль/мл), ДК на 48,3 %, в то время как МДА в крови животных третьей группы выше контроля на 47,5 %, ДК на 14,3 % ($21,5$ нмоль/л).

На основании проведенных исследований можно свидетельствовать, что введение внутрь стрессированным лабораторным животным (белые крысы) в течение 21 суток до начала действия стресс-фактора (плавание в течение 45 минут) в дозе 25 мл способствует ослаблению развития стресс-реакции.

4.4 Клинические испытания напитка для питания спортсменов, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» БАД «Эрамин»

В период физических тренировок отмечается общее снижение содержания воды в организме со сгущением крови, этот процесс носит название «дегидратация», что может иметь неблагоприятные последствия, в частности, снижение эффективности тренировок, результативности физических показателей и повышение утомляемости [33]. При обезвоживании отмечается значительное ухудшение показателей скоростно-силовых качеств и физической силы как при аэробных, так и анаэробных энергетических процессах [85, 109, 145]. Физические нагрузки приводят к снижению массы тела, и для восстановления баланса жидкости рекомендуется на 1 кг потерянной массы употреблять 1,5 литра жидкости [155, 180]. Следует отметить, что потери жидкости высоки в период физических тренировок, и если период восстановления между физическими нагрузками менее 12 часов, то особенно важно обеспечить достаточное поступление жидкости в организм. При этом необходимо учитывать, что избыток жидкости, как и ее недостаток, отрицательно влияет на физическую работоспособность [35, 143]. Избыточное потребление жидкости может вызвать дискомфорт в пищеварительной системе и, соответственно, ослабить физическую работоспособность [104, 144]. Но имеется и положительный момент употребления избыточного количества жидкости спортсменами, в частности, большие объемы жидкости в желудке усиливают процессы регидратации [110]. Из вышеизложенного следует, что определение оптимального количества потребления жидкости спортсменами имеет важное значение для поддержа-

ния, восстановления физической работоспособности и достижения высоких тренировочных и соревновательных результатов [61].

Наряду с потерей жидкости организмом спортсмена в период интенсивных тренировок отмечаются потери минеральных веществ и усиливается потребность в биологически активных веществах. Множество биологически активных препаратов, способствующих восстановлению работоспособности, включены в список запрещенных для употребления спортсменами. В связи с этим разработка и оценка эффективности новых комплексных препаратов, в том числе спортивных напитков, восстанавливающих водно-минеральный баланс в организме спортсмена, являются актуальной задачей современной нутрициологии. Особое внимание в качестве источника биологически активных веществ заслуживают растительные экстракты, оказывающие мягкое действие на адаптационные возможности спортсменов.

Таблица 47 – Потребление питьевой бутилированной воды и напитков высококвалифицированными спортсменами-дзюдоистами до тренировки по видам спорта, мл

Наименование напитков	Среднее	Мода	Минимальное	Максимальное	Кол-во потреблявших	% потреблявших
Питьевая бутилированная вода	298	500	150±27	1500±46	20	100
Спортивные напитки	120	100	50±12	200±29	8	40
Чай	324	150	100±18	500±31	14	70
Кофе	64	100	50±11	250±26	8	40
Соки, нектары	289	250	150±23	500±28	16	80
Кока-кола, Спрайт и др. сладкие газированные напитки	Не употребляли					

Анализ потребления жидкости спортсменами перед тренировкой свидетельствует о том, что все спортсмены (100 %) потребляли бутилированную воду. Максимальное потребление бутилированной воды составляет 1500 мл, минимальное – 150 мл. Второе место по количеству выпитой жидкости спортсменами до тренировки занимает чай. Так, максимальное количество выпитого чая дзюдоистами на

уровне 500 мл, соответственно, при среднем количестве 324 мл. Только 40 % спортсменов употребляют спортивные напитки до тренировки. Следует отметить, что газированные напитки (кока-кола, спрайт и др.) спортсмены не употребляли.

В таблице 48 представлено потребление питьевой бутилированной воды и напитков высококвалифицированными спортсменами-дзюдоистами после тренировки.

Наибольшим предпочтением после тренировки у спортсменов (100 %) пользовалась питьевая вода. Среднее потребление бутилированной воды после тренировки дзюдоистами составляет 1247 мл, 80 % дзюдоистов употребляли спортивные напитки при среднем значении для каждой группы спортсменов 547 мл. Полученные данные по потреблению жидкости спортсменами свидетельствуют о том, что в качестве основной жидкости для регидратации чаще используется вода питьевая бутилированная, затем чай.

Таблица 48 – Потребление питьевой бутилированной воды и напитков высококвалифицированными спортсменами-дзюдоистами после тренировки по видам спорта, мл

Наименование напитков	Среднее	Мода	Минимальное	Максимальное	Кол-во потреблявших	% потреблявших
Питьевая бутилированная вода	1247	500	300±23	2000±51	20	100
Спортивные напитки	547	300	200±23	1000±18	16	80
Чай	228	200	150±19	500±24	16	80
Кофе	89	100	50±8	150±32	6	30
Соки, нектары	158	150	100±14	250±17	8	40
Кока-кола, Спрайт и др. сладкие газированные напитки	Не употребляли					

Из анализа характеристики «мода величин потребления» следует, что дзюдоисты наиболее часто употребляли воду, чай, спортивные напитки, кофе и соки в объемах 500, 200, 300, 100 и 150 мл.

Известным фитопрепаратом на основе экстракта люцерны посевной, обогащенным микроэлементами, используемым при подготовке спортсменов в предсоревновательный период в 90-е годы прошлого столетия, является «Эраконд». Заслуженный тренер РФСФР, мастер спорта СССР Б. Ф. Вашляев включал его в рацион конькобежцев в период подготовки к Зимним Олимпийским играм, проводимым в Норвегии в 1994 году. Спортсмены сборной России принимали «Эраконд» внутрь по 1 таблетке после тренировки. Сборы проходили на среднегорье (1700 м над уровнем моря) в Медео (Республика Казахстан, Алма-Ата), в Давосе (1500 метров над уровнем моря) (Швейцария). Тренер отмечал высокую работоспособность и выносливость спортсменов в течение всех сборов, при этом акклиматизация прошла быстро, реакклиматизации не отмечали.

Спортсмены сборной России, будучи мастерами спорта международного класса и мастерами спорта Российской Федерации, достигли высоких результатов на последующих Олимпийских играх, чемпионате мира и Европы. При разработке биологически активной добавки «Эрамин» в качестве прототипа был использован «Эраконд». Нами проведены исследования по изучению эффективности напитка из минеральной воды «Ардви», обогащенной БАД «Эрамин». В таблице 48 представлены показатели клеточного состава крови спортсменов контрольных и основной групп.

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 %. В крови третьей основной группы спортсменов отмечается тенденция к снижению лимфоцитов на 3,7 %, СОЭ в основной группе увеличилась на 4,5 %. Все исследуемые показатели крови спортсменов контрольной и основной групп находятся в пределах физиологической нормы и позволяют свидетельствовать о незначительном усилении эритропоэза.

Таблица 49 – Показатели клеточного состава крови контрольных и основной групп спортсменов

Наименование показателя	Группа					
	Первая контрольная		Вторая контрольная		Третья основная	
	До эксперимента	После эксперимента	До эксперимента	После эксперимента	До эксперимента	После эксперимента
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	4,81 $\pm$ 0,14	4,73 $\pm$ 0,21	4,79 $\pm$ 0,21	4,82 $\pm$ 0,16	4,84 $\pm$ 0,15	4,92 $\pm$ 0,21
Концентрация гемоглобина в эритроците, %	34,5 $\pm$ 1,18	35,3 $\pm$ 1,15	33,7 $\pm$ 1,12	34,1 $\pm$ 1,18	32,8 $\pm$ 1,2	34,6 $\pm$ 0,8
Гематокрит, %	42,9 $\pm$ 3,1	43,5 $\pm$ 2,7	42,5 $\pm$ 2,6	43,1 $\pm$ 2,3	43,9 $\pm$ 2,5	44,0 $\pm$ 2,7
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	5,93 $\pm$ 0,23	5,89 $\pm$ 0,27	5,94 $\pm$ 0,20	6,01 $\pm$ 0,27	5,82 $\pm$ 0,25	6,13 $\pm$ 0,24
Тромбоциты, $\times 10^9/л$	194,5 $\pm$ 7,1	198,7 $\pm$ 5,6	195,8 $\pm$ 5,2	199,8 $\pm$ 4,3	190,3 $\pm$ 6,9	198,7 $\pm$ 5,4
Лимфоциты, %	54,4 $\pm$ 2,9	53,0 $\pm$ 3,5	54,5 $\pm$ 2,4	53,1 $\pm$ 2,3	56,5 $\pm$ 6,1	54,4 $\pm$ 3,2
Гранулоциты, %	38,5 $\pm$ 3,8	40,1 $\pm$ 3,7	37,9 $\pm$ 2,4	38,5 $\pm$ 2,1	37,3 $\pm$ 4,2	38,4 $\pm$ 3,9
Палочкоядерные, %	1,93 $\pm$ 0,05	1,95 $\pm$ 0,06	1,86 $\pm$ 0,04	1,87 $\pm$ 0,02	1,89 $\pm$ 0,01	1,92 $\pm$ 0,02
Сегментоядерные, %	37,14 $\pm$ 2,45	38,52 $\pm$ 2,41	36,18 $\pm$ 1,82	37,83 $\pm$ 1,56	36,54 $\pm$ 2,16	37,15 $\pm$ 2,34
Скорость оседания эритроцитов, мм/ч	3,83 $\pm$ 0,24	3,95 $\pm$ 0,19	3,81 $\pm$ 0,20	3,92 $\pm$ 0,16	3,75 $\pm$ 0,28	3,92 $\pm$ 0,25

В результате исследований установлено повышение абсолютной физической работоспособности в третьей основной группе на 6,3 % при усилении относительной физической работоспособности на 5,8 %. Максимальное потребление кислорода в крови у спортсменов третьей основной группы увеличилось на 14,0 %, максимальная мощность на 7,5 %, отмечается адаптация сердечно-сосудистой системы к работе до отказа, частота сердечных сокращений с 191 уд. в мин. до 182 уд. в мин., при этом анаэробный порог вырос с 250 Вт до 278 Вт. Полученные данные согласуются с результатами исследований по эффективности макро- и микроэлементов в повышении работоспособности при выполнении физических нагрузок и снижении различных патологических состояний и травм [31, 68, 96].

Показатели физической работоспособности спортсменов представлены в таблице 50.

Таблица 50 – Физическая работоспособность спортсменов

Наименование показателя	Группа					
	Первая контрольная		Вторая контрольная		Третья сновная	
	До эксперимента	После эксперимента	До эксперимента	После эксперимента	До эксперимента	После эксперимента
Абсолютная физическая работоспособность, Вт/кг	194±18	196±18	195±14	198±11	191±12	203±21
Относительная физическая работоспособность, Вт/кг в минуту	3,12±0,05	3,09±0,02	3,10±0,03	3,12±0,04	3,13±0,01	3,31±0,02
Максимальное потребление кислорода, мл/мин на 1 кг	46,4±3,8	45,3±2,7	45,7±2,3	48,3±1,6	44,7±3,6	51,0±2,5
Максимальная мощность, Вт	298±26	301±17	295±14	306±12	301±25	324±19
Частота сердечных сокращений, уд. в мин.	195±17	197±32	198±13	195±27	191±15	182±14
Анаэробный порог, Вт	249±27	245±22	242±14	251±19	250±23	278±18

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о повышении физической работоспособности спортсменов на фоне употребления напитка на основе минеральной воды, обогащенной БАД «Эрамин».

Как установлено ранее, напиток в своем составе имеет метакремнивую кислоту, которая способствует восстановлению связок и суставов после повреждений [30]. У спортсменов высоких достижений нередко встречаются травмы мышечной и соединительной ткани, «феномен долгосрочной отставленной мышечной болезненности» (DOMS), который возникает спустя 2–3 суток после тренировок. Количество кремния в организме человека на уровне 2,5 г, в крови – 0,1–0,6 мг/л, в костях и зубной эмали – 0,03–0,04 %, при этом суточная доза потребления (рекомендуемая) – 30 мг [99]. При повреждении ткани или сустава количество кремния в области травмы возрастает в 150 раз, что, возможно, связано с механизмом действия кремния, заключающимся в активизации фермента пепсидилгидроксилазы,

участвующего в превращении пролина в оксипролин, входящего в состав коллагеновых волокон, одной из функций которых является придание упругости и прочности связкам [5, 29, 99]. Для спортсменов потребность в кремнии значительно возрастает. Для предупреждения DOMS необходимо в рацион включать эссенциальный элемент кремний, повышающий эластичность связок [99]. Механизм действия кремния заключается в активизации фермента пепсидилгидроксилазы, превращающего пролин в оксипролин. Следует отметить, что оксипролин входит в состав коллагеновых волокон и обеспечивает эластичность связок, соответственно, предупреждает их разрывы [29]. Доказано, что при травмах мышечной ткани, связок количество кремния в местах надрывов и разрывов увеличивается более чем в 100 раз, а его концентрация в крови снижается в 5–7 раз [41]. Следует отметить, что кремний не обладает кумулятивным эффектом и быстро выводится из организма [26].

Доказано, что при дефиците кремния в организме кости и ногти становятся менее прочными [5, 99].

Проведен эксперимент по влиянию разработанного напитка на адаптацию к тренировкам и восстановление работоспособности. Употребление напитка повышает количество тестостерона. Так, количество тестостерона в крови спортсменов, принимавших минеральную воду «Ардви», обогащенную БАД «Эрамин», на уровне 27,4 нмоль/л и выше, чем у спортсменов первой контрольной группы, на 12,7 %, при этом содержание плазменного кортизола составило 431 нмоль/л, что ниже, чем в первой контрольной группе, 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. У спортсменов второй опытной группы отмечается тенденция к изменению исследуемых показателей как спортсменов третьей опытной группы.

В таблице 51 представлена активность ферментов аспаратаминотрансферазы (АСТ), аланинаминотрансферазы (АЛТ) и креатинфосфокиназы (КФК).

Таблица 51 – Активность ферментов, ед./л

Наименование фермента	Группа спортсменов		
	Первая контрольная	Вторая контрольная	Третья опытная
Аспаратаминотрансфераза	10,7±0,1	9,6±0,2	8,4±0,1
Аланинаминотрансфераза	8,0±0,2	7,5±0,1	6,3±0,1
Креатинфосфокиназа	142±5	102±5	87±4
Креатинфосфокиназа / Аспаратаминотрансфераза	13,2	10,6	10,3

Активность ферментов АСТ, АЛТ и КФК в третьей опытной группе составляет 8,4, 6,3 и 87 ед./л, что ниже первой контрольной на 21,4, 21,3 и 61,2 % и второй контрольной на 12,5, 16,0 и 14,7 %. Коэффициент де Ритиса, свидетельствующий о возможном повреждении мышечной ткани, находился в первой контрольной группе на уровне 1,34, во второй контрольной и третьей основной – 1,33 при норме 1,33. Отношение КФК/АСТ в первой контрольной группе – 13,2, во второй контрольной – 10,6, в третьей основной – 10,3 (норма менее 10).

Таблица 52 – Антиоксидантная активность, концентрация ферментов каталазы и церулоплазмينا в крови спортсменов

Период эксперимента	Группа								
	Первая контрольная			Вторая контрольная			Третья опытная		
	АОА, моль экв./дм ³	К, нмоль Н ₂ O ₂ /мг белков	ЦП, мг %	АОА, моль экв./дм ³	К, нмоль Н ₂ O ₂ /мг белков	ЦП, мг %	АОА, моль экв./дм ³	К, нмоль Н ₂ O ₂ /мг белков	ЦП, мг %
До эксперимента	0,56±0,02	354,3±9,5	265,2±8,4	0,55±0,03	351,5±7,6	260,7±6,1	0,57±0,01	351,2±8,3	255,5±7,8
После эксперимента	0,54±0,01	358,3±10,5	268,9±9,5	0,61±0,02	387,8±16,3	276,3±11,2	0,69±0,01*	412,8±9,5*	294,3±8,6*

Одним из ключевых биохимических механизмов, приводящих к развитию утомления вследствие интенсивных физических нагрузок, является развитие окислительного стресса, вызванное чрезмерным образованием активных форм кислорода и повышением интенсивности перекисного окисления липидов (ПОЛ), вследствие чего происходит повреждение структурных компонентов клеток. Ограничение процессов липопероксидации возможно благодаря эффективному функционированию системы антиоксидантной защиты, снижение эффективности которой является лимитирующим работоспособность фактором. Однако только эндогенных ресурсов антиоксидантов для поддержания системы антиоксидантной защиты организма недостаточно [94]. Нами проведены исследования антиоксидантной активности крови спортсменов.

Из данных таблицы 51 следует, что на фоне приема минеральной воды «Ардви», обогащенной функциональным ингредиентом БАД «Эрамин», возрастает антиоксидантная активность крови с 0,57 до 0,69 моль экв./дм³, активность каталазы с 351,2 до 412,8 нмоль/Н₂О₂/мг, белков и содержание церуплазмينا с 255,5 до 294,3 мг % или на 21,1, 17,5 и 15,2 %, соответственно. Аналогичные выраженные изменения отмечаются в крови спортсменов второй контрольной группы. Достоверных изменений исследуемых показателей в крови спортсменов контрольной группы не отмечено.

Полученные данные связаны с наличием природных антиоксидантов в спортивном напитке, способствующем обеспечению антиоксидантной защиты при физических нагрузках и снижению утомляемости, и согласуются с исследованиями [97, 103], в результате которых установлено, что спортсмены, употребляющие в течение месяца 500 мл экстракта цитрусовых (источника флавоноидов), повышали мощность на велоэргометре на 5 %, при этом достоверно снижалось потребление кислорода к мощности. Результаты исследований согласуются с данными [20, 113], которыми доказано, что употребление экстракта лимонной вербены (источник флавоноидов) ежедневно в течение 15 суток в количестве 400 мг ежедневно снижает утомление и обеспечивает быстрое восстановление после физической нагрузки.

В исследованиях [18] на спортсменах установлено, что употребление экстракта лимонника китайского в количестве 25 капель 2 раза в день в течение 14 дней повышает физическую работоспособность, тормозит процессы ПОЛ, увеличивает содержание восстановленного глутатиона в эритроцитах и снижает про-оксидантно-антиоксидантный коэффициент.

Опубликованные исследования авторов [95, 111, 171, 177] позволяют говорить об эффективности природных антиоксидантов для увеличения физической работоспособности у профессиональных спортсменов.

Таким образом, введение в организм стрессированных животных (белые крысы) разработанного спортивного напитка минеральной воды «Ардви», обогащенной функциональным ингредиентом БАД «Эрамин», ослабляет развитие стресс-реакции, способствует регенерации мышечной ткани и уменьшает накопления ПОЛ. Употребление разработанного напитка спортсменами в количестве 1000 мл ежедневно на протяжении 21 дня способствует восстановлению работоспособности и снижению утомляемости, об этом свидетельствуют исследуемые показатели (увеличение уровня тестостерона, снижение плазменного кортизола, увеличение АОА, активности каталазы и церулоплазмينا в крови).

Заключение по главе 4

Проведены исследования по оценке физиологической эффективности напитка для питания спортсменов на основе минеральной воды «Ардви», обогащенной БАД «Эрамин», и белкового сухого напитка. Предварительно исследована токсичность белкового сухого напитка, растворенного в минеральной воде «Ардви». Установлено, что симптомов острого отравления у всех лабораторных мышей не отмечено, летальность отсутствовала. Отличия в приростах массы тела лабораторных животных не выявлены. Доказано, что субхронической токсичностью напиток не обладает, результаты исследований позволяют отнести напиток

к IV классу опасности (малоопасные вещества). Проведены клинические исследования напитка, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» напитком сухим белковым. Показано, что на фоне употребления разработанного напитка у спортсменов отмечается активация эритропоэза, опосредованного усиления клеточного иммунитета, что приводит к снижению СОЭ и количества концентрации лимфоцитов. Употребление белкового сухого напитка позволяет повысить физическую работоспособность за счет максимального потребления кислорода спортсменами, возрастания максимальной мощности и нормотонической реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку.

Проведены доклинические исследования регенерационной способности спортивного напитка на основе минеральной воды «Ардви», обогащенной 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. Следовательно, исследуемый спортивный напиток способствует регенерации мышечной ткани. На основании проведенных исследований можно свидетельствовать, что введение внутрь стрессированным лабораторным животным (белые крысы) спортивного напитка на основе минеральной воды «Ардви», обогащенной БАД «Эрамин», в течение 21 суток до начала действия стресс-фактора (плавание в течение 45 минут) в дозе 25 мл способствует ослаблению развития стресс-реакции. Проведены клинические испытания напитка для питания спортсменов, полученного путем обогащения минеральной воды «Ардви» БАД «Эрамин». На основании проведенных исследований доказано повышение абсолютной физической работоспособности при усилении относительной физической работоспособности, повышение адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов к работе до отказа. В эксперименте по влиянию разработанного напитка на адаптацию к тренировкам и восстановление работоспособности установлено, что употребление напитка повышает количество тестостерона, снижает показатель индекс утомления, препятствует накоплению ПОЛ в крови спортсменов при физических нагрузках.

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 для 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 обоснована 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 микрофльтрации, ультрафльтрации и обратного осмоса. 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±2 °С 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 $5,4\text{--}5,9 \cdot 10^5$ 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, внесение велькорина (при розливе напитка без консервантов), 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 соответ-

ствие 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» в доклинических и клинических исследованиях.

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 мышей и относится согласно ГОСТ 12.1.007-76 к IV классу опасности (малоопасные вещества).

5.2 Клиническими исследованиями 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 реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку.

5.3 В доклинических исследованиях 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 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 ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аналитические методики для контроля пищевых продуктов и продовольственного сырья (показатели безопасности) / под ред. А. Б. Белова, С. Н. Быковского. М. : Перо, 2014. Ч. 3 : Пищевая ценность. Определение фальсификации. 287 с.
2. Астафьева О. В. Исследование возможности применения биологически активных компонентов растительных экстрактов в производстве препаратов для нужд косметологии и фармакологии // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 557.
3. Аткинс Р. Биодобавки: природная альтернатива лекарствам / пер. с англ. Г. И. Левитана. Минск : Попурри, 2011. 800 с.
4. Барабой Б. А. Катехины чайного растения: структура, активность, применение // Biotechnologia Acta. 2008. Т. 1. № 3. С. 25–36.
5. Бельмер С. В., Гасилина Т. В. Микроэлементы и микроэлементозы и их значение в детском возрасте // Вопросы современной педиатрии. 2008. Т. 7. № 6. С. 91–96.
6. Биохимия растений / Л. А. Красильникова, О. А. Авксентьева, В. В. Жмурко, Ю. А. Садовниченко. Ростов н/Д : Феникс ; Харьков : Торсинг, 2004. 224 с.
7. Битюцкий Н. П. Микроэлементы высших растений. СПб. : Изд-во СПб. ун-та, 2011. 368 с.
8. Бочаров М. В. Взаимосвязь регуляторных механизмов сердечной деятельности и системы крови у юных спортсменов-борцов : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2016. 26 с.
9. Бурлакова Е. Б. Биооксиданты: вчера, сегодня, завтра // Панорама современной химии России. Химическая и биологическая кинетика, новые горизонты. М. : Химия, 2005. С. 10–46.
10. Валиева Н. Г. Лекарственные растения – источники биологически активных веществ // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. 2010. С. 44–48.

11. Величко Н. А., Смольникова Я. В., Плынская Ж. А. Биологически активные вещества алкалоидоносных лекарственных растений // Вестник КрасГАУ. 2014. № 5. С. 234–237.
12. Виноградов Б., Виноградова Н., Голан Л. Ароматерапия : учеб. курс. FultusBooks, 2006. 219 с.
13. Войткевич С. А. Эфирные масла, ароматизаторы, консерванты. Ограничения при использовании. М. : Пищевая промышленность, 2000. 97 с.
14. Выборная К. В., Азизбемян Г. А., Рожкова Е. А., Абрамова М. А., Никитюк Д. Б., Поздняков А. Л. European commission healthand – consumer protection Directorat. 2011. С. 4–5.
15. Гаврилова Н. Б., Щетинин М. П., Молибога Е. А. Современное состояние и перспективы развития производства специализированных продуктов для питания спортсменов // Вопросы питания. 2017. № 2. С. 100–106.
16. Герасименко Н. Ф., Позняковский В. М., Челнакова Н. Г. Методологические аспекты полноценного, безопасного питания: значение в сохранении здоровья и работоспособности // Человек. Спорт. Медицина. 2017. Т. 17. № 1. С. 79–86.
17. Громова Н. Ю., Косивцов Ю. Ю., Сульман Э. М. Технология синтеза и биосинтеза биологически активных веществ : учеб. пособие. Тверь : ТГТУ, 2006. 84 с.
18. Гунина Л.М. Механизмы влияния антиоксидантов при физических нагрузках // Наука в Олимпийском спорте. 2016. № 1. С. 25–32.
19. Гуринович Л., Пучкова Т. Эфирные масла. Химия, технология, анализ и применение. М. : Школа косметических химиков, 2005. 192 с.
20. Дмитриев А. В., Гунина Л. М. Основы спортивной нутрициологии. СПб. : Русский Ювелир, 2018. 560 с.
21. Емельянова Т. П. Полная энциклопедия. Витамины и минералы. СПб. : Весь, 2000. 368 с.
22. Ефремов А. А., Зыкова И. Д. Компонентный состав эфирных масел хвойных растений Сибири : монография.
23. Захаров Ю. М. О продукции эритропоетина у лиц разных возрастных групп // Рос. физиол. журн. 2009. Т. 95. № 2. С. 123–128.

24. Зенин О. К., Калмин О. В. Способ сохранения биологического материала // Вестник Пензенского государственного университета. 2016. № 1(13). С. 22–26.
25. Использование специализированных продуктов для питания спортсменов в подготовительном периоде спортивного цикла / С. В. Лавриненко [и др.] // Вопросы питания. 2017. Т. 86. № 4. С. 99–103.
26. К вопросу о поведении кремния в природе и его биологической роли / В. В. Вапиров, В. М. Феоктистов, А. А. Венскович, Н. В. Вапирова // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер. : Общественные и гуманитарные науки. 2017. № 2. С. 95–102.
27. Калугина И. Ю. Химия природных соединений : учеб. пособие. Екатеринбург : УГЭУ, 2007. 116 с.
28. Каркищенко Н. Н., Уйба В. В. Очерки спортивной фармакологии. Т. 4. Векторы энергообеспечения / под ред. Н. Н. Каркищенко, В. В. Уйба. М. ; СПб. : Айсинг, 2014. 296 с.
29. Климова Е. В. Анализ биодоступности кремния в продуктах питания (Бельгия) // Экологическая безопасность. 2011. № 2. С. 532.
30. Климова Е. В. О повышенных потерях макро- и микроэлементов при занятии спортом и целесообразности компенсации биологически активными добавками // Пищевая и перерабатывающая промышленность. 2010. № 1. С. 197.
31. Ключников С.О., Кравчук Д.А., Оганисян М.Г. Остеопороз у детей и его актуальность для детской спортивной медицины // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2017. № 62 (3). С. 112–120.
32. Кокорина Д. С., Елисеева Л. Г., Портнов Н. М. Многокритериальная оценка разрабатываемых специализированных пищевых продуктов // Новые информационные технологии в образовании : сб. науч. тр. 20-й Междунар. науч.-практ. конференции. 2020. С. 567–575.
33. Колесникова А. А., Артемьева Н. К., Тарасенко А. А. Динамика электролитного статуса велосипедистов высокой квалификации на фоне приема регидратационного напитка функционального назначения // Физическая культура, спорт – наука и практика. 2016. № 4. С. 73–78.

34. Копачев В. В. Сахара и сахарозаменители. М. : Книга плюс, 2004. 670 с.
35. Курашвили В. А. Проблема гидратации у элитных спортсменов // Спортивная медицина: наука и практика. 2015. № 1. С. 14–21.
36. Латков Н. Ю., Позняковский В. М. Вопросы питания в спорте высших достижений : монография. Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2016. 215 с.
37. Машковский М. Д. Лекарственные средства. 15-е изд. М. : Новая Волна, 2005. С. 629–630.
38. Метаболическая коррекция алкогольной интоксикации / С. В. Лелевич [и др.]. Гродно : ГрГМУ. 2013. С. 176.
39. Морозкина Т. С., Мойсеенок А. Г. Витамины : монография. Минск : Асар, 2002. 112 с.
40. Новокшанова А. Л. Биохимия для технологов : учебник и практикум для академического бакалавриата. М. : Юрайт, 2015. 508 с.
41. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации : метод. рекомендации. М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 36 с.
42. Оптимизация процесса получения настойки в рамках комплексной переработки фитомассы одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) / А. В. Азнагулова, В. А. Куркин, А. Г. Андреева, Е. А. Куприянова // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. № 5–2. С. 967–969.
43. Основы биохимии вторичного обмена растений : учеб.-метод. пособие / Г. Г. Борисова, А. А. Ермошин, М. Г. Малева, Н. В. Чукина ; Урал. Федер. ун-т. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. С. 128.
44. Параметры антиоксидантной активности соединений: относительная антиоксидантная активность чая / И. П. Анисимович [и др.] // Научные ведомости Белгородского гос. унив-та. Сер. : Естеств. науки. 2010. Т. 9. № 11. С. 104–110.
45. Пат. № 2440003 РФ, МПК A23C9/20. Молочный стерилизованный продукт «Спортивный» / С. В. Симоненко [и др.] ; заявитель и патентообладатель ГНУ НИИ детского питания (НИИДП Россельхозакадемии). № 2010142449/10 ; заявл. 19.10.2010 ; опубл. 20.01.2010, Бюл. № 11.

46. Пат. на изобр. RU 2658380 С1. Напиток для улучшения состояния кожи и суставов / С. В. Штерман, М. Ю. Сидоренко, В. С. Штерман, Ю. И. Сидоренко. № 2017130204 ; заявл. 25.08.2017 ; опубл. 21.06.2018.

47. Пат. на изобр. RU 2662774 С1. Композиция для приготовления спортивного напитка «Утренний протеин с кофе» / С. В. Штерман, М. Ю. Сидоренко, В. С. Штерман, Ю. И. Сидоренко. № 2017135684 ; заявл. 06.10.2017 ; опубл. 30.07.2018.

48. Пат. на изобр. RU 2668338 С1. Способ производства обогащенных коллагеном питьевых киселей для функционального питания / О. М. Блинникова, Л. Г. Елисеева. № 2017122545 ; заявл. 26.06.2017 ; опубл. 28.09.2018.

49. Пат. на изобр. RU 2686632 С1. Композиция для контроля массы тела / С. В. Штерман, М. Ю. Сидоренко, В. С. Штерман, Ю. И. Сидоренко. № 2019102186 ; заявл. 28.01.2019 ; опубл. 29.04.2019.

50. Петров Д. А. Разработка состава и технологии углеводно-белкового сквашенного напитка для спортивного питания : автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2009. 16 с.

51. Петров Д. А., Забодалова Л. А. К вопросу разработки функционального продукта для спортивного питания // Межвузовский сб. науч. тр. СПб. : СПбГУ-НиПТ, 2006. С. 102–104.

52. Петров Д. А., Забодалова Л. А. Кисломолочный напиток с мальтодекстрином // Молочная промышленность. 2008. № 10. С. 80.

53. Пищевая биотехнология: научно-практические решения в АПК : монография / А. И. Жаринов, И. Ф. Горлов, Ю. Н. Нелепов, Н. А. Соколова. 4-е изд., доп. и перераб. Волгоград : Волгоградское научное изд-во, 2009. 543 с.

54. Пищевая химия / А. П. Нечаев [и др.]. СПб. : ГИОРД, 2003. 640 с.

55. Племенков В. В. Введение в химию природных соединений. Казань, 2001. С. 376.

56. Постановление Правительства РФ от 30.06.1998 № 681 (ред. от 12.10.2015) «Об утверждении перечня наркотических средств, психотропных веществ и их прекурсоров, подлежащих контролю в Российской Федерации».

57. Пушкина Т.А., Попова Т.С., Жолинский А.В. и др. Пептиды L-глутамина как средство ускоренной регидратации при интенсивных физических нагрузках у спортсменов // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. № 2 (7). С. 52–60.
58. Роль факторов питания при интенсивных физических нагрузках спортсменов / В. М. Воробьева [и др.] // Вопросы питания. 2011. № 1. С. 65–70.
59. Сарафанова Л. А. Пищевые добавки : энциклопедия. СПб. : ГИОРД, 2004. 808 с.
60. Северин Е. С. Биохимия : учебник для вузов. М. : ГЭОТАР-МЕДИА, 2003. 779 с.
61. Скальный А. В., Орджоникидзе З. Г., Катулин А. Н. Питание в спорте: макро- и микроэлементы. М. : Город, 2015. 144 с.
62. Смирнов Е. В. Ингредиенты без Е-индекса для окрашивания пищевой продукции // Пищевая промышленность. 2018. № 1. С. 35–39.
63. Совершенствование технологии экстрагирования кофе / В. Н. Лысова, О. А. Штефанова, В. В. Лисицын, Д. Г. Разумовский // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2014. № 2 (58). С. 81–86.
64. Содержание вторичных метаболитов у представителей рода *colchicum* l., интродуцированных в условиях Беларуси / Н. А. Грибок, Т. М. Власова, М. В. Матюнина, В. П. Курченко // Труды Белорусского государственного университета. Сер. : Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. 2007. № 1. С. 78–87.
65. Струев И. В., Симахов Р. В. Селен и его влияние на организм, использование в медицине // Сб. науч. трудов «Естествознание и гуманизм». 2006. № 3 (2). С. 127–136.
66. Ткачев А. В. Исследование летучих веществ растений. Новосибирск : Офсет, 2008. 969 с.
67. Третьяк Л. Н., Герасимов Е. М. Специфика влияния селена на организм человека и животных (применительно к проблеме создания селеносодержащих продуктов питания) // Вестник ОГУ. 2007. № 12. С. 136–145.

68. Троегубова Н.А., Рылова Н.В., Самойлов А.С. Микронутриенты в питании спортсменов // Практическая медицина. 2014. № 1 (77). С. 46–49.
69. Трушина Э. Н., Выборнов В. Д., Ригер Н. А. и др. Иммуномодулирующие эффекты использования L-карнитина и коэнзима Q10 в питании спортсменов-юниоров // Вопросы питания. 2019. Т. 88. № 2. С. 40–49.
70. Удалов А. В. Определение хинина в напитках методом микроколоночной градиентной ВЭЖХ. М. : ТЕСТ-ЗЛ. Заводская лаборатория. Диагностика материалов, 2006. Т. 72. № 01. С. 19–21.
71. Фактическое питание и физическое состояние спортсменов сборной России по санному спорту / К. В. Выборная [и др.] // Вопросы питания. 2011. № 1. С. 18–23.
72. Физиология растений / Н. Д. Алехина [и др.] ; под ред. И. П. Ермакова. М. : Академия, 2005. 640 с.
73. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Ю. С. Тараховский, Ю. А. Ким, Б. С. Абдрашилов, Е. Н. Музафаров ; отв. ред. Е. И. Маевский. Пущино : Synchrobook, 2013. 310 с.
74. Харин В. М., Агафонов Г. В. Тепло- и влагообменные процессы и аппараты пищевых производств (теория и расчет). М. : Пищевая промышленность, 2002. 472 с.
75. Шейбак В. М Регуляция и патофизиологическое значение метаболизма аминокислот с разветвленной углеродной цепью // Здравоохранение. 1999. № 6. С. 25–27.
76. Шейбак В. М., Горецкая М. В. Аминокислоты и иммунная система. М. : Пальмир, 2010. 356 с.
77. Штерман С. В., Качак В. В., Штерман В. С. Научные основы формирования состава и потребительских характеристик гейнеров в качестве продуктов интенсивного спортивного питания // Пищевая промышленность. 2012. № 6. С. 55–58.
78. Э. Люк., М. Ягер. / пер. с нем. 3-е изд. СПб. : Гиорд, 2000. 256 с.

79. Эргогенный вклад регуляции антиоксидантных процессов в создание здоровьесберегающей технологии улучшения работоспособности тяжелоатлетов / Л. М. Гунина [и др.] // Современные здоровьесберегающие технологии. 2016. № 3 (4). С. 34–43.
80. Юрин В. М. Биотехнология получения лекарственных субстанций: от целого растения к иммобилизованным клеткам // Труды Белорусского государственного университета. Сер. : Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. 2008. № 2. С. 108–117.
81. A phytochemical and pharmacological review / Inês Da-Costa-Rocha [et al.] // Journal Food chemistry. 2014. № 165. С. 424–443.
82. Abrahamian P., Kantharajah A. Effect of Vitamins on In Vitro Organogenesis of Plant // American Journal of Plant Sciences. 2011. № 2. P. 669–674.
83. Aggett P. J. Iron. In: Erdman JW, Macdonald IA, Zeisel SH, eds. Present Knowledge in Nutrition. 10th ed. Washington, DC : Wiley-Blackwell, 2012. P. 506–520.
84. Alzheimer's disease and coffee: a quantitative review / J. L. Barranco Quintana [et al.]. 2007. P. 91–95.
85. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement / M. N. Sawka [et al.] // Med. Sci. Sports Exerc. 2007. Vol. 39. № 2. P. 377–390. DOI: 10.1249/mss.0b013e31802ca597.
86. Anandhan A., Essa M. M., Manivasagam T. Therapeutic attenuation of neuroinflammation and apoptosis by black tea theaflavin in chronic MPTP/probenecid model of Parkinson's disease // Neurotox. Res. 2013. № 23. P. 166–173.
87. Anderson P., Saltin B. Maximal perfusion of skeletal muscle in man // J Physiol. 1985. Vol. 366. P. 233–249.
88. Aniszewski T. Alkaloids – Secrets of Life. Alkaloid Chemistry, Biological Significance, Applications and Ecological Role. Elsevier, 2007. 335 p.
89. Anticancer effect and apoptosis induction by quercetin in the human lung cancer cell line A-549 / S. Y. Zheng [et al.] // Mol. Med. Report. 2012. № 5. P. 822–826.
90. Anti-inflammatory activity of quercetin and isoquercitrin in experimental murine allergic asthma / A. P. Rogerio [et al.] // Inflamm. Res. 2007. № 56. P. 402–408.

91. Anti-inflammatory effect of quercetin-loaded microemulsion in the airways allergic inflammatory model in mice / A. P. Rogerio [et al.] // *Pharmacol. Res.* 2010. № 61. P. 288–297.
92. Anti-inflammatory, anti-proliferative and anti-atherosclerotic effects of quercetin in human in vitro and in vivo models / R. Kleemann [et al.] // *Atherosclerosis*. 2011. № 218. P. 44–52.
93. Arginine reduces exercise-induced increase in plasma lactate and ammonia / A. Schaefer [et al.] // *Int J Sports Med*. 2002. Vol. 23. P. 403–407.
94. Baltaci A.K., Mogulkoc R., Akil M., Bicer M. Selenium: Its metabolism and relation to exercise // *Pak. J. Pharm. Sci.* 2016. Vol. 29, N 5. P. 1719-1725.
95. Baltaci S. B., Mogulkoc R., Baltaci A. K. Resveratrol and exercise // *Biomed. Rep.* 2016. Vol. 5. № 5. P. 525–530. DOI: 10.3892/br.2016.777.
96. Beis L. Y., Willkomm L., Ross R. et al. Food and macronutrient intake of elite Ethiopian distance runners // *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2011. Vol. 8. N 1. P. 7. DOI: 10.1186/1550-2783-8-7.
97. Betalain-rich concentrate supplementation improves exercise performance in competitive runners / J. S. Van Hoorebeke [et al.] // *Sports (Basel)*. 2016. Vol. 4. № 3. P. 40. DOI: 10.3390/sports4030040.
98. Branched-chain amino acid supplementation and the immune response of long-distance athletes / R. A. Bassit [et al.] // *Nutrition*. 2002. Vol. 18. P. 376–379.
99. Cheang K. A. Khor. Bioceramic Powders and coatings by Thermal Spray Techniques // *Proceedings of ITSC, Kobe*. 1995. P. 181–186.
100. Chemical modification of the multitarget neuroprotective compound fisetin / C. Chiruta, D. Schubert, R. Dargusch, P. Maher // *J. Med. Chem.* 2012. № 55. P. 378–389.
101. Chemical studies on antioxidant mechanism of tea catechins: analysis of radical reaction products of catechin and epicatechin with 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl / S. Sang [et al.] // *Bioorg. Med. Chem.* 2002. № 10. P. 2233–2237.
102. Chen J. Vitamins: Effect of Exercise on Requirements // *Nutrition in Sport* / Maughan R.M. (Ed). Blackwell Science Ltd., 2000. P. 281–291.

103. Citrus flavonoid supplementation improves exercise performance in trained athletes / E. Overdevest [et al.] // J. Sports Sci. Med. 2018. Vol. 17. P. 24–30.
104. Comparing the rehydration potential of different milk-based drinks to a carbohydrate-electrolyte beverage / B. Desbrow [et al.] // Appl. Physiol. Nutr. Metab. 2014. Vol. 39. № 12. P. 1366–1372. DOI: 10.1139/apnm20140174.
105. Del Rio D., Borges G., Crozier A. Berry flavonoids and phenolics: bioavailability and evidence of protective effects // Br. J. Nutr. 2010. № 104. Suppl 3. P. 67–90.
106. Dewick P. M. Medicinal Natural Products. A Biosyn Edition. Chichester – New York : John Wiley & Sons Ltd., 2002. P. 515.
107. Disposition of Pharmacologically Active Dietary Isoflavones in Biological Systems / Taneja I. Wahajuddin, S. Arora, K. S. Raju, N. Siddiqui // Curr. DrugMetab. 2013. № 14. P. 369–380.
108. Doserresponse characteristics for arginine-stimulated insulin secretion in man and influence of hyperglycemia / T. W. Van Haeften [et al.] // J Clin Endocrinol Metab. 1989. Vol. 69. P. 789–794.
109. Effect of hypohydration on muscle endurance, strength, anaerobic power and capacity and vertical jumping ability: a metaanalysis / F. A. Savoie [et al.] // Sports Med. (Auckland, NZ). 2015. Vol. 45. № 8. P. 1207–1227. DOI: 10.1007/s4027901503490.
110. Effect of meal volume and calorie load on postprandial gastric function and emptying: studies under physiological conditions by combined fiberoptic pressure measurement and MRI / M. A. Kwiatek [et al.] // Am. J. Physiol. Gastrointest. LiverPhysiol. 2009. Vol. 297. № 5. P. g894–g901.
111. Effect of resveratrol and quercetin supplementation on redox status and inflammation after exercise / L. S. McAnulty [et al.] // Appl. Physiol. Nutr. Metab. 2013. Vol. 38. № 7. P. 760–765. DOI: 10.1139/apnm-2012-0455.
112. Effect of sustained exercise on plasma amino acid concentrations and on 5hydroxytryptamine metabolism in six different brain regions in the rat / E. Blomstrand [et al.] // Acta Physiol Scand. 1989. Vol. 136. P. 473–481.
113. Effects of lemon verbena extract (Recoverben®) supplementation on muscle strength and recovery after exhaustive exercise: a randomized, placebo-controlled trial

/ S. Buchwald-Werner [et al.] // J. Int. Soc. Sports Nutr. 2018. Vol. 15. № 1. P. 5. DOI: 10.1186/s12970-018-0208-0.

114. Encyclopedia of Dietary Supplements / L. E. Murray-Kolbe [et al.]. 2nd ed. London and New York : Informa Healthcare, 2010. P. 432–438.

115. Environmental influences on isoflavones and saponins in soybeans and their role in colon cancer / R. S. MacDonald [et al.] // J. Nutrition. 2005. № 135 (5). P. 1239–1242.

116. European commission health and – consumer protection Directorat – general Directorate C – Scientific Opinions. C2 – Management of scientific committees; scientific cooperation and networks/ Scientific Committee on food SCF/CS/NUT/SPORT/5 Final. 28 February 2001.

117. FDA. 2002.Final Rule Declaring Dietary Supplements Containing Ephedrine Alkaloids Adulterated Because They Present an Unreasonable Risk. Food and Drug Administration, USA. 154 p.

118. Ford F. Full of beans: the benefits of soya // Pract. Midwife. 2007. № 10. P 37–40.

119. Gould K., Davies K., Winefield C. Anthocyanins: biosynthesis, functions, and applications // Springer. 2009.

120. Green tea catechins decrease total and low-density lipoprotein cholesterol: a systematic review and meta-analysis / A. Kim [et al.] // J. Am. Diet. Assoc. 2011. № 111. P. 1720–1729.

121. Guarente L. Mitochondria – a nexus for aging, calorie restruction, and sirtunis // Cell. 2008. Vol. 132. P. 171–176.

122. Güçlü-Üstündag Ö, Mazza G. Saponins: Properties, applications and processing // Cr. Rev. Food Sci. Nutr. 2007. № 47. P. 231–258.

123. Hamarsland H., Nordengen A.L., Nyvik Aas S. et al. Native whey protein with high levels of leucine results in similar post-exercise muscular anabolic responses as regular whey protein: a randomized controlled trial // J. Int. Soc. Sports Nutr. 2017. Vol. 14. P. 43. DOI: 10.1186/s12970-017-0202-y.

124. Horton R. H. "Coenzymes and Vitamins" Principles of Biochemistry, Pearson Education International // Upper Saddle River. 2006.
125. HPTLC method for the estimation of alkaloids of *Cinchona officinalis* stem bark and its marketed formulations / M. N. Ravishankara, N. Shrivastava, H. Padh, M. Rajani // *Planta Medica*. 2001. № 67. P. 294–296.
126. Huang D., Ou B., Prior R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays // *J. Agric. Food Chem.* 2005. Vol. 53. P. 1841–1856.
127. Hulisz D. Efficacy of zinc against common cold viruses: an overview // *J. Am. Pharm. Assoc.* 2004. № 44. P. 594–603.
128. Interaction of free fatty acids and arginine on growth hormone secretion in man / M. Maccario [et al.] // *Metabolism*. 1994. Vol. 43. P. 223–226.
129. Isorhamnetin inhibits H₂O₂-induced activation of the intrinsic apoptotic pathway in H9c2 cardiomyocytes through scavenging reactive oxygen species and ERK inactivation / B. Sun [et al.] // *J. Cell Biochem.* 2012. № 113. P. 473–485.
130. Ives S. J., Bloom S., Matias A. et al. Effects of a combined protein and antioxidant supplement on recovery of muscle function and soreness following eccentric exercise // *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2017. Vol. 14. № 1. P. 21. DOI: 10.1186/s12970-017-0179.
131. Jaime A., Teixeira da Silva Mining the essential oils of the Anthemideae // *African Journal of Biotechnology*. 2004. Vol. 3. № 12. P. 706–720.
132. Jayant D Deshpande, Mohini M Joshi, Purushottam A Giri. Zinc: the trace element of major importance in human nutrition and health // *International Journal of Medical Science and Public Health*. 2013. Vol. 2. Issue 1. P. 1–6.
133. Kashef M., Saei M.A. Acute effect of L-carnitine supplements on lactate, glucose, saturated oxygen and VO₂max Variations in young males // *Int. J. Basic Sci. Med.* 2017. Vol. 2, N 1. P. 46-51. DOI: 10.15171/ijbsm.2017.10.
134. Kessler A., Baldwin I. T. Defensive Function of Herbivore-Induced Plant Volatile Emissions in Nature // *Science*. 2001. Vol. 291. № 5511. P. 2141–2144.
135. Khokhar S., Magnusdottir S. G. Total phenol, catechin, and caffeine contents of teas commonly consumed in the United kingdom // *J. Agric. Food Chem.* 2002. № 50. P. 565–570.

136. Koroch A., Juliani H. R., Zygadlo J. A. Bioactivity of essential oils and their components // *Flavor and fragrances*. Berlin : Springer, 2007. P. 87–115.
137. Lanhers C., Pereira B., Naughton G. et al. Creatine supplementation and upper limb strength performance: a systematic review and meta-analysis // *Sports Med*. 2017. Vol. 47. P. 163-173. DOI: 10.1007/s40279-016-0571-4.
138. Lee J., Mitchell A. E. Quercetin and isorhamnetin glycosides in onion *Allium cepa* L.: varietal comparison, physical distribution, coproduct evaluation, and long-term storage stability // *J. Agric. Food Chem*. 2011. № 59. P. 857–863.
139. Longitudinal changes of biochemical parameters in muscle during critical illness / L. Gamrin [et al.] // *Metabolism*. 1997. Vol. 46. P. 756–762.
140. Maffei M. E. Sites of synthesis, biochemistry and functional role of plant volatiles // *South African Journal of Botany*. 2010. Vol.76. № 4. P. 612–631.
141. Maher P., Akaishi T., Abe K. Flavonoid fisetin promotes ERKdependent long-term potentiation and enhances memory // *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A*. 2006. № 103. P. 16568–16573.
142. Manfred Hesse. Alkaloids. Nature's Curse or Blessing. Wiley-VCH, 2002. P. 313–316.
143. Maughan R. J., Shirreffs S. M. Dehydration and rehydration in competitive sport // *Scand. J. Med. Sci. Sports*. 2010. Vol. 20. № 11. Suppl. 3. P. 40–47. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2010.01207.
144. Maughan R. J., Shirreffs S. M. Development of individual hydration strategies for athletes // *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab*. 2008. Vol. 18. № 5. P. 457–472.
145. McCartney D., Desbrow B., Irwin C. The effect of fluid intake following dehydration on subsequent athletic and cognitive performance: a systematic review and metaanalysis // *Sports Med Open*. 2017. Vol. 3. № 1. P. 13. DOI: 10.1186/s407980170079y.
146. Mechanism by which alcohol and wine polyphenols affect coronary heart disease risk / F. M. Booyse [et al.] // *Ann.Epidemiol*. 2007. № 17. P. S24–S31.
147. Mendel R. R., Kruse T. Cell biology of molybdenum in plants and animals // *Biochim Biophys Acta*. 2012. № 1823. P. 1568–1579.

148. Mesias M., Seiquer I., Navarro M. P. Consumption of highly processed foods: Effects on bioavailability and status of zinc and copper in adolescents // *Food Res Int.* 2012. № 45. P. 184–190.
149. Misra U. K., Kalita J. Overview: Japanese encephalitis // *Prog. Neurobiol.* 2010. № 91. P. 108–120.
150. *Modern Nutrition in Health and Disease* / M. Wessling-Resnick [et al.]. 11th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 2014. P. 176–188.
151. Molybdenum balance in healthy young Japanese women / M. Yoshida [et al.] // *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology.* 2006. Vol. 20. Issue 4. P. 245–252.
152. Morreno-Arribas M. V., Polo M. C. *Wine chemistry and biochemistry.* New York: Springer, 2009.
153. Myricetin induces G2/M phase arrest in HepG2 cells by inhibiting the activity of the cyclin B/Cdc2 complex / X. H. Zhang [et al.] // *Mol. Med. Report.* 2011. № 4. P. 273–277.
154. Myricetin: a naturally occurring regulator of metal-induced amyloid-beta aggregation and neurotoxicity / A. S. DeToma, J. S. Choi, J. J. Braymer, M. H. Lim // *Chembiochem.* 2011. № 12. P. 1198–1201.
155. National Athletic Trainers' Association position statement: fluid replacement for the physically active / B. P. McDermott [et al.] // *J. Athl. Train.* 2017. Vol. 52. № 9. P. 877–895. DOI: 10.4085/1062-6050-52.9.02.
156. Newgard C. B. Interplay between lipids and brached-chain amino acids in development of insulin resistance // *Cell Metabolism.* 2012. Vol. 15. № 5. P. 606–614.
157. News Articles. National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS) Researchers Explore Gene-Caffeine Interaction in Parkinson's Disease. 2010.
158. Oyvind M. Andersen, Kenneth R. Markham. *Flavonoids: Chemistry, Biochemistry and Applications* // CRC Press Taylor & Francis Group. 2006. 1198 p.
159. Paxton R., Kuntz M., Harris R. A. Phosphorylation sites and inactivation of branched-chain alpha-ketoacid dehydrogenase isolated from rat heart, bovine kidney, and rabbit liver, kidney, heart, brain, and skeletal muscle // *Arch Biochem Biophys.* 1986. Vol. 244. P. 187–201.

160. Pozo-Insfran D., Brenes C. H., Talcott S. T. Phytochemical composition and pigment stability of Acai (*Euterpe oleracea* Mart.) // *J. Agric. Food Chem.* 2004. № 52. P. 1539–1545.
161. Preference for a solution of branched-chain amino acids plus glutamine and arginine correlates with free running activity in rat / M. Smriga [et al.] // *NutrNeurosci.* 2002. Vol. 5. P. 189–199.
162. Protein kinase C phosphorylates ribosomal protein S6 kinase betaII and regulates its subcellular localization / T. Valovka [et al.] // *Mol Cell Biol.* 2003. Vol. 23. P. 852–863.
163. Quinolizidine alkaloids and phomopsins in lupin seeds and lupin containing food / H. Reinhard [et al.] // *Journal of Chromatography A.* 2006. № 1112 (1–2). P. 353–360.
164. Rao A. V., Gurfinkel D. M. The bioactivity of saponins: triterpenoid and steroidal glycosides // *Drug Metabol. Drug Interact.* 2000. № 17. P. 211–235.
165. Report of the Scientific Committee on Food on composition and specification of food intended to meet the expenditure of intense muscular effort, especially for sportsmen. Brussels, 2001. 50 p.
166. Rodrigo R., Miranda A., Vergara L. Modulation of endogenous antioxidant system by wine polyphenols in human disease // *Clin. Chim. Acta.* 2011. № 412. P. 410–424.
167. Roles for insulin receptor, P13-kinase, and Akt in insulin-signaling pathways related to production of nitric oxide in human vascular endothelial cells / G. Zeng [et al.] // *Circulation.* 2000. Vol. 101. P. 1539–1545.
168. Schwab W., Davidovich-Rikanati R., Lewinsohn E. Biosynthesis of plant-derived flavor compounds // *The plant Journal.* 2008. Vol. 54. P. 712–732.
169. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain / J. Alexander [et al.] // *The EFSA Journal.* 2009. № 979. P. 1–36.
170. Slimestad R., Solheim H. Anthocyanins from black currants (*Ribes nigrum* L.) // *J. Agric. Food Chem.* 2002. № 50. P. 3228–3231.

171. Somerville V., Bringans C., Braakhuis A. Polyphenols and performance: a systematic review and meta-analysis // *Sports Med.* 2017. Vol. 47. № 8. P. 1589–1599. DOI: 10.1007/s40279-017-0675-5.
172. Sparg S. G., Light M. E., van Staden J. Biological activities and distribution of plant saponins // *J. Ethopharmacol.* 2004. № 94. P. 219–243.
173. Stuart E. C., Scandlyn M. J., Rosengren R. J. Role of epigallocatechin gallate (EGCG) in the treatment of breast and prostate cancer // *Life Sci.* 2006. № 79. P. 2329–2336.
174. Suganuma M., Saha A., Fujiki H. New cancer treatment strategy using combination of green tea catechins and anticancer drugs // *Cancer Sci.* 2011. № 102. P. 317–323.
175. The antidepressant-like effect of fisetin involves the serotonergic and noradrenergic system / L. Zhen [et al.] // *Behav. Brain Res.* 2012. № 228. P. 359–366.
176. The anti-obesity effect of quercetin is mediated by the AMPK and MAPK signaling pathways / J. Ahn [et al.] // *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 2008. № 373. P. 545–549.
177. The effects of regular exercise on oxidative and antioxidative parameters in young wrestlers / R. Kurkcu, A. Tekin, S. Ozdag, F. Akcakoyun // *Afr. J. Pharm. Pharmacol.* 2010. Vol. 4. P. 244–250.
178. The regulation of body and skeletal muscle protein metabolism by hormones and amino acids / Z. Liu [et al.] // *J. Nutr.* 2006. Vol. 136. P. 212–217.
179. The relationship between green tea and total caffeine intake and risk for self-reported type 2 diabetes among Japanese adults / H. Iso [et al.] // *Annals of Medicine.* 2006. № 144. P. 8.
180. Thomas D. T., Erdman K. A., Burke L. M. Position of the academy of nutrition and dietetics, dietitians of Canada, and the American college of sports medicine: nutrition and athletic performance // *J. Acad. Nutr. Diet.* 2016. Vol. 116. № 3. P. 501–528. DOI: 10.1016/j.jand.2015.12.006.
181. Thomas D.T., Erdman K.A., Burke L.M. American college of sports medicine joint position statement Nutrition and athletic performance // *Med. Sci. Sports Exerc.* 2016. Vol. 48. P. 543-568. DOI: 10.1249/MSS.0b013e31890eb86.

182. Tom A., Nair K. S. Assessment of branched-chain amino acid status and potential for biomarkers // *J. Nutr.* 2006. V. 136. P. 324–330.
183. Variety and environment effects on the dynamics of saponins in lucerne (*Medicago sativa* L.) / L. Pecetti [et al.] // *Eur. J. Agron.* 2006. № 25. P. 187–192.
184. Walter F., Boron PhD. *Medical Physiology: A Cellular and Molecular Approach*. Elsevier/Saunders. 2003. P. 1300.
185. Wink M. *Biochemistry of plant secondary metabolism*. Blackwell Publishing Ltd, 2010. 481 p.
186. Yang C. S., Wang H. Mechanistic issues concerning cancer prevention by tea catechins // *Mol. Nutr. Food Res.* 2011. № 55. P. 819–831.
187. Zhang Y., Liu D. Flavonol kaempferol improves chronic hyperglycemia-impaired pancreatic beta-cell viability and insulin secretory function // *Eur. J. Pharmacol.* 2011. № 670. P. 325–332.
188. Zsila F., Hazai E., Sawyer L. Binding of the pepper alkaloid to bovine beta-lactoglobulin: Circular dichroism spectroscopy and molecular modeling study // *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 2005. № 53 (26). P. 10179–10185.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2693658

**СУХАЯ СМЕСЬ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАПИТКА**Патентообладатель: *Толмачев Виталий Олегович (RU)*Авторы: *Толмачев Виталий Олегович (RU),
Толмачев Олег Анатольевич (RU)*

Заявка № 2018145911

Приоритет изобретения 21 декабря 2018 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 03 июля 2019 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 21 декабря 2038 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2694582

Функциональный напиток

Патентообладатель: *Толмачев Виталий Олегович (RU)*Авторы: *Толмачев Виталий Олегович (RU),
Толмачев Олег Анатольевич (RU)*

Заявка № 2018145912

Приоритет изобретения 21 декабря 2018 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 16 июля 2019 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 21 декабря 2038 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НАЦИОНАЛЬНАЯ ВОДНАЯ КОМПАНИЯ «НИАГАРА»

Ф.7.1-01-05

УТВЕРЖДАЮ

Директор по Стратегическому развитию ООО «НВК «Ниагара»

Д.Г. Батурин



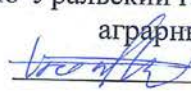
«__» августа 2020 г.

Технические условия

ТУ 1544240-009-02069214-2020

Напиток функциональный спортивный

Дата введения: _____ г.

Разработано:
аспирант ФГБОУ "Южно-Уральский государственный
аграрный университет"
 В.О. Толмачев

г. Челябинск, 2020 г.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НАЦИОНАЛЬНАЯ ВОДНАЯ КОМПАНИЯ «НИАГАРА»

Ф.7.1-01-05

УТВЕРЖДАЮ

Директор по Стратегическому развитию ООО «НВК «Ниагара»

Д.Г. Батурин



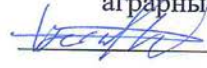
«__» августа 2020 г.

Технические условия

ТУ 1544240-012-02069214-2020

Напиток белковый сухой для питания спортсменов

Дата введения: _____ г.

Разработано:
аспирант ФГБОУ "Южно-Уральский государственный
аграрный университет"
 В.О. Толмачев

г. Челябинск, 2020 г.

**Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и
эпидемиологии в Челябинской области»
Аккредитованный Испытательный лабораторный центр**

Юридический адрес: 454048, г. Челябинск, ул. Елькина, 73
тел. (8-351) 2-373-825; факс (8-351) 2-379-058
E-mail: sane@chel.surnet.ru

Адреса мест осуществления деятельности:
454048, г. Челябинск ул. Елькина, 73
454091, г. Челябинск ул. Свободы, 147
454008, г. Челябинск пер. Островского, 16
454010, г. Челябинск ул. Гагарина, 10

Р/с 40501810600002000002 УФК по Челябинской области
Отделение Челябинск г. Челябинск
ИНН 7451216566, БИК 047501001, КПП 745101001

АТТЕСТАТ АККРЕДИТАЦИИ
№ РОСС RU.0001.510597
дата внесения сведений в реестр
аккредитованных лиц 07.09.2015

УТВЕРЖДАЮ

Главный врач / Руководитель ИЛЦ
Н.Н.Валеуллина
Н.П. Стоян



**ПРОТОКОЛ
ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (ИСПЫТАНИЙ)**

№ 8618 от 7 июня 2017 г.

1. Наименование предприятия, организации (заявитель): ООО "Национальная водная компания "Ниагара"
2. Юридический адрес: 454139, Челябинская обл., г. Челябинск, пер. Бугурусланский, д. 1
3. Наименование образца (пробы), дата изготовления: Вода минеральная питьевая природная столовая "Ардв" не газированная ТМ "Зюраткуль"; дата изготовления: 23.05.2017 вид упаковки - ПЭТ бутылки по 1,5 л; срок годности: 12 месяцев; объем партии: 5000 б.
4. Изготовитель (фирма, предприятие, организация): ООО "Национальная водная компания "Ниагара", 454139, Челябинская обл., г. Челябинск, пер. Бугурусланский, д. 1
страна: РОССИЯ
5. Место отбора: ООО "Национальная водная компания "Ниагара", г. Челябинск, пер. Бугурусланский, д. 1 склад готовой продукции
6. Условия отбора, доставки:
Дата и время отбора: 30.05.2017 08:00
Ф.И.О., должность: Дружинина С.З., помощник врача по гигиене питания
Условия доставки: соответствуют НД
Доставлен в ИЛЦ: 30.05.2017 09:40
Проба отобрана в соответствии с ГОСТ 23268.0-91 "Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Правила приемки и методы отбора проб."

7. Средства измерений:

№ п/п	Тип прибора	Заводской номер	№ свидетельства о поверке	Срок действия
1	Альфа-бета-радиометр УМФ-2000	940	880523 от 18.04.2017	17.04.2018
2	Анализатор вольтамперметрический ТА-1	310	8700/2017 от 16.03.2017	15.03.2018
3	Анализатор фотометрический "Spectroquant NOVA 60"	09490021	8991/2017 от 16.03.2017	15.03.2018
4	Весы лабораторные ЕТ-600П-Е	013270	25416/16 от 29.07.2016	28.07.2017
5	Весы лабораторные электронные РМ-1200 бак.1	1114013487	25421/16 от 29.07.2016	28.07.2017
6	Весы электронные ЛВ-120 (Сартогосм)	24025034	10830/2017 от 05.04.2017	04.04.2018

Протокол № 8618 распечатан 07.06.2017

стр. 1 из 3

Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшим испытания
Настоящий протокол не может быть частично воспроизведен без письменного разрешения ИЛЦ

7	Спектрометр атомно- абсорбционный "Квант-2АТ"	608	8660/2017 от 16.03.2017	15.03.2018
8	Спектрометр атомно-абсорбционный "Квант-З.ЭТА"	555	8674/2017 от 16.03.2017	15.03.2018
9	Спектрофотометр ПромЭкоЛаб ПЭ-5400В	VEC1111007	8716/2017 от 16.03.2017	15.03.2018
10	Термометр стеклянный ртутный СП-64 0-60 бак.1	59-4	клеймо от 28.05.2015	27.05.2018
11	Термометр стеклянный ртутный СП-64 0-60 бак.1	171	клеймо от 28.05.2015	27.05.2018
12	Фотометр фотоэлектрический КФК-3	9109599	28789/15 от 05.11.2015	04.11.2017

8. Цель исследований: Производственный контроль, договор № 3356 заявка № 2/2740 от 30.05.2017

9. Дополнительные сведения: Договор № 3432 от 21.12.2016 г.

10. НД на продукцию: ТУ 9185-004-37881001-12

11. НД, регламентирующие объем лабораторных исследований и их оценку: ЕСТ "Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)", ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции", ТУ 9185-004-37881001-12

12. Код образца (пробы): ЛБ.ОФХИ.ОИПП.РЛ.17.8618 ГП 1

Результаты испытаний

№№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты исследований ± погрешность*	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
1	2	3	4	5	6
ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ					
Образец поступил 30.05.2017 10:10					
Регистрационный номер пробы в журнале 8618					
дата начала испытаний 30.05.2017 10:10 дата выдачи результата 06.06.2017 10:36					
1	Вкус и запах		характерные для комплекса содержащихся в воде веществ	Характерный для комплекса растворимых в воде веществ	ГОСТ 23268.1-91
2	Внешний вид		прозрачная жидкость без посторонних включений	Прозрачная жидкость, без посторонних включений. Допускается незначительный осадок минеральных солей.	ГОСТ 23268.1-91
3	Цвет		бесцветная жидкость	Бесцветная жидкость или с оттенком от желтоватого до зеленоватого	ГОСТ 23268.1-91
КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ					
Образец поступил 30.05.2017 10:10					
Регистрационный номер пробы в журнале 8618					
дата начала испытаний 30.05.2017 10:10 дата выдачи результата 07.06.2017 10:38					
Токсичные элементы :					
1	Свинец	мг/кг	менее 0,01	не более 0,1	ГОСТ 30178-96
2	Кадмий	мг/кг	менее 0,01	не более 0,01	ГОСТ 30178-96
3	Ртуть	мг/кг	менее 0,003	не более 0,005	ГОСТ 26927-86
4	Медь	мг/дм ³	менее 0,01	не более 1,0	ПНД Ф 14.1:2.4.139-98
5	Никель	мг/дм ³	менее 0,015	не более 0,02	ПНД Ф 14.1:2.4.139-98 (издание 2010г)
6	Цинк	мг/дм ³	менее 0,004	не более 5,0	ПНД Ф 14.1:2.4.139-98
7	Барий	мг/дм ³	0,015±0,004	не более 1,0	ГОСТ 31870-2012

Протокол № 8618 распечатан 07.06.2017

стр. 2 из 3

Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшим испытания
Настоящий протокол не может быть частично воспроизведен без письменного разрешения ИЛЦ

№№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты исследований ± погрешность*	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
1	2	3	4	5	6
8	Кобальт	мг/дм ³	менее 0,015	по факту	ПНД Ф 14.1:2.4.139-98
9	Марганец	мг/дм ³	менее 0,01	не более 0,1	ПНД Ф 14.1:2.4.139-98 (издание 2010г)
10	Молибден	мг/дм ³	менее 0,001	не более 0,25	ГОСТ 31870-2012
11	Селен	мг/дм ³	0,0022±0,0004	не более 0,01	ГОСТ 31870-2012
12	Стронций	мг/дм ³	0,100±0,027	не более 7,0	ПНД Ф 14.1:2.4.137-98
Образец поступил 30.05.2017 10:10 Регистрационный номер пробы в журнале 8618 дата начала испытаний 30.05.2017 10:10 дата выдачи результата 06.06.2017 10:36					
13	Нитраты	мг/дм ³	8,9±4,5	не более 45	ГОСТ 23268.9-78*
14	Нитриты	мг/дм ³	менее 0,007	не более 0,02	М №01.1:1.2.4.13-05
15	Алюминий	мг/дм ³	менее 0,02	не более 0,2	М №01.1:1.2.3.4.11-05
16	Аммиак и аммоний-ион (по азоту)	мг/дм ³	менее 0,05	не более 1,5	ГОСТ 23268.10-78
17	Гидрокарбонаты	мг/дм ³	427	300 - 450	ГОСТ 23268.3-78
18	Калий+Натрий	мг/л	45,52	по факту	ГОСТ 23268.6-78
19	Кальций	мг/дм ³	48,10±0,02	30 - 75	ГОСТ 23268.5-78
20	Карбонаты	мг/дм ³	менее 60	не нормируется	ГОСТ 31957-2012
21	Кремний (по Si)	мг/дм ³	более 16	по факту	ПНД Ф 14.1:2.4.215-06 (изд 2011г)
22	Магний	мг/дм ³	65,70±0,02	по факту	ГОСТ 23268.5-78
23	Общая минерализация (расчет)	г/дм ³	0,672	0,4 - 0,9	ГОСТ Р 54316-2011
24	Общая минерализация (сухой остаток)	мг/дм ³	455±41	по факту	ПНД Ф 14.1:2.4.261-10
25	Перманганатная окисляемость	мг/дм ³	0,50±0,10	0,5 - 5,0	ГОСТ 23268.12-78
26	Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³	44,2±1,3	менее 100	ГОСТ 23268.4-78
27	Фториды(F ⁻)	мг/дм ³	0,412±0,029	не более 1,5	ГОСТ 23268.18-78
28	Хлориды (Cl ⁻)	мг/дм ³	46,1±1,3	менее 50	ГОСТ 23268.17-78
Дополнительные сведения: кремний - 21,3 мг/дм ³ Результат не входит в диапазон измерений методики, заявленной в области аккредитации					
Образец поступил 30.05.2017 10:10 Регистрационный номер пробы в журнале 8618 дата начала испытаний 30.05.2017 10:10 дата выдачи результата 30.05.2017 14:50					
Токсичные элементы:					
29	Мышьяк	мг/дм ³	менее 0,005	не более 0,1	МУ 31-05/04
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ Образец поступил 30.05.2017 10:15 Регистрационный номер пробы в журнале 8618 дата начала испытаний 30.05.2017 12:50 дата выдачи результата 05.06.2017 10:57					
1	Pseudomonas aeruginosa		не обнаружено в 300 см ³	Не допускается в 300 см ³	МР 96/225
2	БГКП		не обнаружено в 300 см ³	Не допускается в 300 см ³	МР 96/225
3	БГКП(колиформы) фекальные		не обнаружено в 300 см ³	Не допускается в 300 см ³	МР 96/225
4	КМАФАнМ	КОЕ/см ³	6	не более 100	МР 96/225
РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ Образец поступил 30.05.2017 10:10 Регистрационный номер пробы в журнале 8618 дата начала испытаний 30.05.2017 10:10 дата выдачи результата 06.06.2017 14:49					
1	Удельная суммарная альфа-активность	Бк/л	менее 0,04	не более 0,2	ФГУП ВНИИ ФТРИ 2008г.
2	Удельная суммарная бета-активность	Бк/л	0,100±0,015	не более 1	ФГУП ВНИИ ФТРИ 2008г.

*Уровень оцененной неопределенности соответствует заданным пределам

Ф.И.О., должность лица, ответственного за оформление протокола: Просекова Н. В., помощник врача отдела отбора, регистрации проб

Н. Просекова

Протокол № 8618 распечатан 07.06.2017

стр. 3 из 3

Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшим испытания
Настоящий протокол не может быть частично воспроизведен без письменного разрешения ИЛЦ

**Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области»
Испытательный лабораторный центр**

Юридический адрес: 454048, г. Челябинск, ул. Елькина, 73
тел. (8-351) 2-373-825, факс (8-351) 2-379-058
E-mail: sans@chel.surmkt.ru

АТТЕСТАТ АККРЕДИТАЦИИ
№ РОСС RU.0001.510397
дата внесения сведений в реестр
Аккредитованных лиц 07.09.2015

Р/с 4050181060002000002 УФК по Челябинской области
Отделение Челябинск г. Челябинск
ИНН 7451216566, БИК 047501001, КПП 745101001



УТВЕРЖДАЮ

Главный врач

/Н.Н. Валеуллина/

Руководитель ИЛЦ

/Н.П. Стоян/

**ПРОТОКОЛ
ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

№ 4001 от 26 марта 2018 г.

1. Наименование предприятия, организации (заявитель): ООО "НБК "Ниагара"
2. Юридический адрес: 454139, Челябинская область, г. Челябинск, пер. Бугурусланский, д. 1
3. Наименование образца (пробы), дата изготовления: Вода минеральная питьевая природная столовая "Арви" не газированная; дата изготовления: 17.03.2018 вид упаковки : ПЭТ бутылка по 0,5 л; срок годности: 12 месяцев; объем партии: 10000 бутылок; вес(объем) пробы для испытаний: 24 шт.
4. Изготовитель (фирма, предприятие, организация): ООО "НБК "Ниагара", 454139, Челябинская область, г. Челябинск, пер. Бугурусланский, д. 1
страна: РОССИЯ
5. Место отбора: ООО "НБК "Ниагара", 454139, Челябинская область, г. Челябинск, пер. Бугурусланский, д. 1, склад готовой продукции
6. Условия отбора, доставки
Дата и время отбора: 19.03.2018 09:00
Ф.И.О., должность: Дружинина С. З., помощник врача по гигиене питания
Условия доставки: соответствуют НД
Дата и время доставки в ИЛЦ: 19.03.2018 10:40
Проба отобрана в соответствии с ГОСТ 23268.0-91 "Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Правила приемки и методы отбора проб."
7. Дополнительные сведения: Протокол (акт) отбора № 1072 от 19.03.2018
Производственный контроль: Заказ (СФО) № 1702 от 20.03.2018
Заявление(заявка) № 2/1364 от 19.03.2018
Договор № 3079 от 04.12.2017 г.
8. НД на продукцию: ТУ 9185-004-37881001-12
9. НД, регламентирующие объем лабораторных испытаний и их оценку:
ТУ 9185-004-37881001-12
10. Код образца (пробы): ОФХИ.ОИПП.18.4001 ГП 1
11. НД на методы исследований, подготовку проб:
ГОСТ 23268.12-78 "Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые" Метод определения перманганатной окисляемости
ГОСТ 23268.14-78 "Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые" методы определения ионов мышьяка
ГОСТ 23268.17-78 "Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые" Методы определения хлорид-иона

Протокол № 4001 распечатан 26.03.2018

стр. 1 из 3

Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшим испытания
Настоящий протокол не может быть полностью или частично воспроизведен без письменного разрешения ИЛЦ

ГОСТ 23268.18-78 "Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые" Методы определения фторид-иона"

ГОСТ 23268.3-78 "Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые"

ГОСТ 23268.4-78 "Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые" Метод определения сульфат-иона"

ГОСТ 23268.5-78 "Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые" Методы определения ионов кальция и магния И18.83, 2-10.8"

ГОСТ 23268.8-78 "Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые" Методы определения нитрит-иона"

ГОСТ 23268.9-78 "Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые" Методы определения нитрат-ионов И1-2.8"

ГОСТ 31660-2012 "Продукты пищевые. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации йода."

ГОСТ 31957-2012 "Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов"

ГОСТ Р 54316-2011 Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия

ПНД Ф 14.1:2:4.137-98 "КХА вод. МВИ массовой концентрации магния, кальция и стронция в питьевых, природных и сточных водах методом атомно-абсорбционной спектроскопии."

ПНД Ф 14.1:2:4.215-06 (изд 2011г) Методика измерения массовой концентрации кремниевой кислоты (в пересчете на кремний) в питьевых, поверхностных и сточных водах)

ПНД Ф 14.1:2:4.261-10 Методика выполнения измерений массовой концентрации сухого и прокаленного остатков в пробах питьевых, природных и сточных вод гравиметрическим методом

12. Средства измерений, испытательное оборудование:

№ п/п	Наименование, тип	Заводской номер	Номер в Госреестре	№ свидетельства о поверке, протокола об аттестации	Срок действия
1	Анализатор вольтамперометрический ТА-1	310	15279-96	9444/2018 от 14.03.2018	13.03.2019
2	Анализатор фотометрический "Spectroquant NOVA 60"	09490021	24092-08	9442/2018 от 14.03.2018	13.03.2019
3	Весы электронные ЛВ-120 (Сартогосм)	24025034	27251-04	10830/2017 от 05.04.2017	04.04.2018
4	Спектрометр атомно- абсорбционный "Квант-2АТ"	608	17991-09	9438/2018 от 14.03.2018	13.03.2019
5	Спектрофотометр ПромЭкоЛаб ПЭ-5400В	VEC1111007	41144-09	9443/2018 от 14.03.2018	13.03.2019
6	Фотометр фотоэлектрический КФК-3	9109599	11598-88	36996/2017 от 26.10.2017	25.10.2019

13. Условия проведения испытаний: соответствуют нормативным требованиям

14. Место осуществления деятельности: 454048, г. Челябинск, ул. Елькина, дом 73

15. Результаты испытаний

№№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты испытаний	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ					
Образец поступил 19.03.2018 11:10					
Регистрационный номер пробы в журнале 4001					
дата начала испытаний 19.03.2018 11:10 дата выдачи результата 26.03.2018 09:44					
1	Вкус и запах	-	Характерные для содержащихся в воде веществ	характерные для комплекса растворенных в воде веществ	ГОСТ 23268.1-91
2	Внешний вид	-	Прозрачная жидкость без посторонних включений	Прозрачная жидкость без посторонних включений, допускается естественный осадок минеральных солей	ГОСТ 23268.1-91
3	Цвет	-	Бесцветная жидкость	бесцветная жидкость	ГОСТ 23268.1-91
ФИО и должность лица, ответственного за проведение испытаний: Бураков С. Е., заведующий отделением физико-химических исследований					
КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ					
Образец поступил 19.03.2018 11:10					
Регистрационный номер пробы в журнале 4001					
дата начала испытаний 19.03.2018 11:10 дата выдачи результата 26.03.2018 10:56					

Протокол № 4001 распечатан 26.03.2018

стр. 2 из 3

Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшим испытания
Настоящий протокол не может быть полностью или частично воспроизведен без письменного разрешения ИЛЦ

№№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты испытаний	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
1	Стронций	мг/дм ³	0,14±0,04	не более 7,0	ПНД Ф 14.1:2.4.137-98
ФИО и должность лица, ответственного за проведение испытаний: Бураков С. Е., заведующий отделением физико-химических исследований					
Образец поступил 19.03.2018 11:10					
Регистрационный номер пробы в журнале 4001					
дата начала испытаний 19.03.2018 11:10 дата выдачи результата 26.03.2018 09:44					
Токсичные элементы:					
2	Мышьяк	мг/дм ³	менее 0,02	не более 0,1	ГОСТ 23268.14-78
3	Нитраты	мг/дм ³	10,3	не более 45,0	ГОСТ 23268.9-78
4	Нитриты	мг/дм ³	0,0260±0,0007	не более 0,1	ГОСТ 23268.8-78
5	Аммиак и аммоний-ион (по азоту)	мг/дм ³	менее 0,8	не более 1,5	ГОСТ 23268.10-78
6	Гидрокарбонаты	мг/дм ³	408,5	300 - 450	ГОСТ 23268.3-78
7	Калий+Натрий	мг/л	33	по факту	ГОСТ 23268.6-ГОСТ 23268.7
8	Кальций	мг/дм ³	50,10±0,02	30 - 75	ГОСТ 23268.5-78
9	Карбонаты	мг/дм ³	менее 6,1	по факту	ГОСТ 31957-2012
10	Магний	мг/дм ³	60,80±0,02	по факту	ГОСТ 23268.5-78
11	Метакремниевая кислота	мг/дм ³	59,2	по факту	ПНД Ф 14.1:2.4.215-06 (изд 2011г); ГОСТ Р 54316-2011
12	Общая минерализация (сухой остаток)	мг/дм ³	401±36	по факту	ПНД Ф 14.1:2.4.261-10
13	Перманганатная окисляемость	мг/дм ³	0,960±0,022	0,5 - 5,0	ГОСТ 23268.12-78
14	Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³	38,6±1,1	менее 100	ГОСТ 23268.4-78
15	Фториды(F ⁻)	мг/дм ³	0,62±0,04	не более 1,5	ГОСТ 23268.18-78
16	Хлориды (Cl ⁻)	мг/дм ³	47,0±1,3	менее 50	ГОСТ 23268.17-78
ФИО и должность лица, ответственного за проведение испытаний: Бураков С. Е., заведующий отделением физико-химических исследований					
Образец поступил 19.03.2018 11:00					
Регистрационный номер пробы в журнале 4001					
дата начала испытаний 19.03.2018 11:00 дата выдачи результата 23.03.2018 12:09					
17	Йодид-ион (I ⁻)	мг/дм ³	0,030±0,008	по факту	ГОСТ 31660-2012
ФИО и должность лица, ответственного за проведение испытаний: Маханова И. И., заведующий отделением по исследованию пищевых продуктов					

Ф.И.О., должность лица, ответственного за оформление протокола: Просекова Н. В., помощник врача отдела отбора, регистрации проб



Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и
эпидемиологии в Челябинской области»
Испытательный лабораторный центр

Юридический адрес: 454048, г. Челябинск, ул. Елькина, 73
тел. (8-351) 2-373-825; факс (8-351) 2-379-058
E-mail: sane@chel.surnet.ru

Р/с 40501810800002000002 УФК по Челябинской области
Отделение Челябинск г. Челябинск
ИНН 7451216586, БИК 047501001, КПП 745101001



УТВЕРЖДАЮ

Главный врач

/Н.Н. Валеуллина/

Руководитель ИЛЦ

/И.П. Стоян/

ПРОТОКОЛ
ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ
№ 6023 от 16 апреля 2018 г.

1. Наименование предприятия, организации (заявитель): ООО "НБК "Ниагара"
2. Юридический адрес: 454139, Челябинская область, г. Челябинск, пер. Бугурусланский, д. 1
3. Наименование образца (пробы), дата изготовления: Вода минеральная питьевая природная столовая "Ардви" газированная; дата изготовления: 01.04.2018 вид упаковки: ПЭТ бутылка по 1,5 л; срок годности: 12 месяцев; объем партии: 10 000 бутылок; вес(объем) пробы для испытаний: 1,5 л
4. Изготовитель (фирма, предприятие, организация): ООО "НБК "Ниагара", 454139, Челябинская область, г. Челябинск, пер. Бугурусланский, д. 1
страна: РОССИЯ
5. Место отбора: ООО "НБК "Ниагара", 454139, Челябинская область, г. Челябинск, пер. Бугурусланский, д. 1, склад готовой продукции
6. Условия отбора, доставки
Дата и время отбора: 05.04.2018 09:00
Ф.И.О., должность: Дружинина С. З., помощник врача по гигиене питания
Условия доставки: соответствуют НД
Дата и время доставки в ИЛЦ: 05.04.2018 10:35
Проба отобрана в соответствии с ГОСТ 23268.0-91 "Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Правила приемки и методы отбора проб."
7. Дополнительные сведения:
Протокол (акт) отбора № 1785 от 05.04.2018
Производственный контроль, Заказ (СФО) № 2305 от 06.04.2018
Заявление(заявка) № 2/1719 от 05.04.2018
Договор № 3079 от 04.12.2017.
Проба № 6023 получена путем деления пробы № 5668 на две для проведения исследований вне Области аккредитации ИЛЦ
8. НД на продукцию: ТУ 9185-004-37881001-12
9. НД, регламентирующие объем лабораторных испытаний и их оценку:
ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции"
10. Код образца (пробы): ЛБ.18.6023 ГП 1
11. НД на методы исследований, подготовку проб:
ГОСТ Р 54755-2011 "Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий вида *Pseudomonas aeruginosa*"

Протокол № 6023 распечатан 16.04.2018

стр. 1 из 2

Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшим испытания
Настоящий протокол не может быть полностью или частично воспроизведен без письменного разрешения ИЛЦ

12. Средства измерений, испытательное оборудование:

№ п/п	Наименование, тип	Заводской номер	Номер в Госреестре	№ свидетельства о поверке, протокола об аттестации	Срок действия
1	Весы лабораторные электронные РМ-1200 бак.1	1114013487	14281-94	23931/2017 от 20.07.2017	19.07.2018
2	Термометр стеклянный ртутный СП-64 0-60 бак.1	59-4	-	клеймо от 28.05.2015	27.05.2018
3	Термометр стеклянный ртутный СП-64 0-60 бак.1	171	-	клеймо от 28.05.2015	27.05.2018

13. Условия проведения испытаний: соответствуют нормативным требованиям

14. Место осуществления деятельности: 454048, г. Челябинск, ул. Елькина, дом 73

15. Результаты испытаний

№№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты испытаний	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ					
Образец поступил 05.04.2018 10:40					
Регистрационный номер пробы в журнале 6023					
дата начала испытаний 05.04.2018 11:40 дата выдачи результата 10.04.2018 14:46					
1	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	не обнаружено в 300 см ³	Не допускается в 300 см ³	ГОСТ Р 54755-2011
ФИО и должность лица, ответственного за проведение испытаний: Иванова Н. П., заведующий бактериологической лабораторией					

Ф.И.О., должность лица, ответственного за оформление протокола: Ерофеева Н. И., помощник врача отдела отбора, регистрации проб

**ТАМОЖЕННЫЙ СОЮЗ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
Главный государственный санитарный врач Российской Федерации
Российская Федерация

государственный орган Стороны, руководящий управленческого органа, осуществляющего административно-территориальное образование

**СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации**

№ RU.77.99.11.003.E.047016.09.11 от 29.09.2011 г.

Продукция:
биологически активная добавка к пище "Эрамин" пластическая (пластины по 1,0 г). Изготовлена в соответствии с документами: ТУ 9197-001-84518363-09 с изм. №1. Изготовитель (производитель): ООО "НПП "Эраконд-Урал", 624260, Свердловская обл., г. Асбест, пр. Ленина, 23 (адрес производства: 457100, Челябинская обл., г. Троицк, ул. Сибирская, 8а), Российская Федерация. Получатель: ООО "НПП "Эраконд-Урал", 624260, Свердловская обл., г. Асбест, пр. Ленина, 23, Российская Федерация.

Генеральный директор, руководитель и (или) уполномоченное лицо, в соответствии с которым продукция, наименование которой нанесено на свидетельство, соответствует требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)

соответствует
Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)

прошла государственную регистрацию, внесена в Реестр свидетельств о государственной регистрации и разрешена для производства, реализации и использования для реализации населению через аптечную сеть и специализированные магазины, отделы торговой сети в качестве биологически активной добавки к пище - источника флавоноидов, в том числе лютеолина. (далее согласно приложению)

Настоящее свидетельство выдано на основании (перечислить рассмотренные протоколы исследований, наименование организации (испытательной лаборатории, центра), проводившей исследования, другие рассмотренные документы):
экспертного заключения ФГУЗ ФЦГ и Э Роспотребнадзора №10-2 ФЦ/3654 от 04.08.2009 г.

Срок действия свидетельства о государственной регистрации устанавливается на весь период изготовления продукции или поставок подконтрольных товаров на территорию таможенного союза

Подпись, ФИО, должность уполномоченного лица, издавшего документ, и печать органа (учреждения), издавшего документ

Г.Г. Онищенко
(Ф. И. О. Подпись)

№0158985



**ТАМОЖЕННЫЙ СОЮЗ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
Главный государственный санитарный врач Российской Федерации
Российская Федерация

Государственный орган Стороны, руководящий уполномоченным органом, национальным органом санитарно-территориального управления

**ПРИЛОЖЕНИЕ
К СВИДЕТЕЛЬСТВУ О ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ**

№ RU.77.99.11.003.E.047016.09.11 ОТ 29.09.2011 г.

(информация, не входящая в текст свидетельства о государственной регистрации)

Область применения (продолжение, начало на бланке свидетельства):

Рекомендации по применению: взрослым по 1 пластине 1,0 г 2 раза в день за 20-30 мин до еды или во время еды, предварительно растворив в 50-60 мл теплой воды. Продолжительность приема 15-20 дней. Срок годности - 18 месяцев. Хранить в сухом, проветриваемом защищенном от света, недоступном для детей месте, при температуре от 0 до 20°C. Противопоказания: индивидуальная непереносимость компонентов, беременность и кормление грудью. Перед применением рекомендуется проконсультироваться с врачом.



Подпись, ФИО, должность уполномоченного лица, выдавшего документ, и печать органа (учреждения), выдавшего документ





ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
"ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ
И ИСПЫТАНИЙ В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ"**
(ФБУ "Челябинский ЦСМ")

Энгельса ул., д. 101, г. Челябинск, 454048, тел./факс: (351) 261-08-72, 232-04-01, E-mail: stand@chelycsn.ru, www.chelycsn.ru
ОКПО 02567834, ОГРН 1027403891657, ИНН 7453042996, КПП 745301001

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора

О.Ю. Матанцева

17.08.2017

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

№ 663 от 17.08.2017

Изменение № 2 ТУ 9185-004-37881001-12 «Вода минеральная природная питьевая
столовая «Ардви»

Разработчик: ООО «НБК «Ниagara»

Адрес разработчика: Россия, 454139, Челябинск, пер. Бугурусланский, 1

Соответствуют требованиям ГОСТ Р 51740-2001 «Технические условия на пищевые продукты. Общие требования к разработке и оформлению», технических регламентов Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Классификационный код соответствуют ОК 034-2014 (КПЕС 2008) «Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности».

Ведущий инженер по стандартизации

И.К. Федотова

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НАЦИОНАЛЬНАЯ ВОДНАЯ КОМПАНИЯ «НИАГАРА»

ТН ВЭД 2201 10
ОКП 91 8541

Группа Р18
ОКС 67.160.20

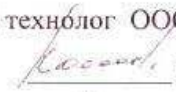
УТВЕРЖДАЮ
Директор ООО «НВК «Ниагара»
 Толмачев О.А.
« » 2017г.

Изменение №2

ТУ 9185-004-37881001-12

ВОДА МИНЕРАЛЬНАЯ ПРИРОДНАЯ ПИТЬЕВАЯ СТОЛОВАЯ
«АРДВИ»

Дата введение в действие: «14» августа 2017 г.

РАЗРАБОТАНО
Главный технолог ООО «НВК «Ниагара»
 Кондрашкина В.В.
«14» августа 2017г.

СОГЛАСОВАНО
ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ФБУ «ЧЕЛЯБИНСКИЙ ЦСМ»
№ 663 ОТ 17.08 2017

г. Челябинск
2017 г.

Изменение № 2 ТУ 9185-004-37881001-12

На титульном листе код «ОКП 91 8541» заменить на код «ОКПД2 11.07.11.111»

Пункт 7.2.1 дополнить абзацем:

«После вскрытия потребительской тары срок хранения не должен превышать 14 суток.»

Пункт 7.4 изложить в новой редакции:

«7.4 Срок годности воды минеральной природной питьевой столовой «АРДВИ», газированной и негазированной при соблюдении правил транспортировки и хранения 12 месяцев.»

СОГЛАСОВАНО
ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ФБУ «ЧЕЛЯБИНСКИЙ ЦСМ»
№ 663 ОТ 14.08 2017

[illegible]



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИВОВАРЕННОЙ, БЕЗАЛКОГОЛЬНОЙ И ВИНODEЛЬЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

119021, Россия, г. Москва, ул. Россолимо, 7. Тел.: (499) 246-67-69, факс: 246-10-81, E-mail: institute@vniinapitkov.ru

Экспертное заключение

В соответствии с договором № 2016-420/М1-14 от 21.07.2016 г. с ООО «НБК «Ниагара» (454139, г. Челябинск, пер. Бугурусланский, 1) ФГБНУ ВНИИПБВ в лаборатории минеральных вод проведена экспертная оценка температурных условий хранения и сроков годности воды минеральной природной питьевой столовой «АРДВИ» (как газированной, так и негазированной). Экспертная оценка проведена по технической и технологической документации, предоставленной ООО «НБК «Ниагара» и протоколов исследований № 888 от 09.02.2015 г., № 1039 от 10.02.2016 г., № 10328 от 30.06.2016 г., выполненных в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области» (г. Челябинск), аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.510597 и ФГБНУ ВНИИПБВ (в рамках темы «Разработать методические указания по обоснованию сроков годности и температурных режимов хранения минеральных вод различных групп». Отчет № 0588-2015-0001, УДК 663.64).

Вода минеральная природная питьевая столовая «АРДВИ» (далее вода минеральная) производится по ТУ 9185-004-37881001-12 ООО «НБК «Ниагара» (454139, г. Челябинск, пер. Бугурусланский, 1). Розлив воды минеральной осуществляется по производственной инструкции «Технологическая инструкция к ТУ 9185-004-37881001-12. «Вода минеральная природная питьевая столовая «Ардвн» разливается в бутылки из полимерных материалов (ПЭТ, ПК) и стекла вместимостью 0,33-23,0 дм³, соответствующие ТР ТС 005/2011 «Технический регламент Таможенного союза. О безопасности упаковки». В технологии водоподготовки не используются препараты хлора и соединения серебра.

Область применения: для непосредственного употребления в пищу в качестве столового напитка.

На данную воду получена декларация о соответствии с регистрационным номером: TC N RU D-RU.AЯ14.B.03883 от 02.03.2015

Вода минеральная природная питьевая столовая «АРДВИ» добывается ООО «ПКК «Наш стандарт» из скважины № 998-ю расположенной в 300 м юго-восточнее деревни Касарги Сосновского района Челябинской области. На производство вода передается на основании договора поставки б/н от 02.04.2012г

На предприятии разработаны и внедрены системы: менеджмента качества ISO 9001:2008 в отношении проектирования и производства безалкогольных напитков, бутилированной питьевой воды и их реализации (сертификат № 16.0004.026 от 10.01.2016 г.) и управления безопасностью пищевых продуктов на основе принципов HACCP.

В соответствии с Классификацией минеральных вод Минздрава России и принятой в ГОСТ Р 54316-2011, вода минеральная природная питьевая столовая «АРДВИ» относится к пресным гидрокарбонатным кальциево-магниевым или натриево-кальциево-магниевым минеральным столовым водам и по своим свойствам характеризуется следующими показателями:

общая минерализация: М 0,5-0,9 г/дм³ – категория пресных минеральных вод;

гидрохимическая группа: гидрокарбонатная кальциево-магниева (натриево-кальциево-магниева) наиболее близка к группе II, гидрохимический тип «Архызский» (ГОСТ Р 54316-2011);

основные ионы (мг-экв., %): HCO₃⁻ 70-90, Mg²⁺ 40-60, Ca²⁺ 20-40, (Na+K) ≤ 25;

Специфические компоненты: H₂SiO₃ - 20-40 мг/дм³

массовая концентрация основных ионов (мг/дм³):

HCO ₃ ⁻	350-500	(Na ⁺ +K ⁺)	< 100
SO ₄ ²⁻	< 100	Ca ²⁺	< 100
Cl ⁻	<150	Mg ²⁺	<100

по назначению относится к минеральным природным питьевым столовым водам.

Результаты исследований.

В соответствии с классификацией и областью применения (для питья и приготовления пищи), испытания образцов воды проводились на соответствие ТР ТС 021/2011 и ГОСТ Р 54316-2011.

Производителем заявлен срок годности воды питьевой, расфасованной в полимерную и стеклянную упаковку различной вместимости 12 месяцев при температуре хранения от 0 до +25 °С.

Фактором, определяющим качество и безопасность минеральной воды в течение срока годности, является микробиологическая безопасность и стабильность химического состава.

Для проведения исследований по обоснованию сроков годности был выделен типовой образец продукции (Изменения в Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утверждены решением Комиссии таможенного союза от 18.11.2010 года № 456).

Типовой образец минеральной воды – образец готовой продукции одного наименования, изготовленной одним производителем в соответствии с разработанной на нее нормативно-технической документацией, регламентирующей выпуск продукции (ГОСТ, технологическая инструкция). Результаты испытания типового образца распространяются весь ассортимент продукции данного наименования.

Исследования по изучению стабильности микробиологических и физико-химических показателей минеральной воды проведены на образце воды минеральной природной питьевой столовой «АРДВИ» (упаковка ПЭТФ вместимостью 1,5 л, негазированная), выполненных в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области» (г.Челябинск), аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.510597 (протоколы исследований № 888 от 09.02.2015 г., № 1039 от 10.02.2016 г, № 10328 от 30.06.2016 г.),). Акты закладки образцов на хранение № б/н от 14.01.2015 г, Условия хранения – температура 25 °С, срок хранения – 16 месяцев (с учетом коэффициента запаса). Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 Изменение нормируемых показателей минеральной воды в процессе заявленного срока годности при температуре хранения 25 °С и относительной влажности не более 85%.

№ п/п	Наименование показателя	Гигиенический норматив	Результат исследования		
			фон	13мес.	16 мес.
1	2	3	4	5	6
Показатели безопасности					
1.	Свинец, мг/кг, не более	0,1	<0,001	<0,001	<0,001
2.	Кадмий, мг/кг, не более	0,01	<0,0001	<0,0001	<0,0001
3.	Ртуть, мг/кг, не более	0,005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
4.	Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ в 1 см ³ , не более	100	0	<10	0

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
5.	Бактерии группы кишечных палочек (БГКП), не допускаются в объеме продукта (см ³)	300 (в 3-х пробах по 100 см ³)	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
6.	Бактерии группы кишечных палочек (колиформы) фекальные, не допускаются в объеме продукта (см ³)	300 (в 3-х пробах по 100 см ³)	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
7.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , объем продукта, в котором не допускаются, (см ³)	300 (в 3-х пробах по 100 см ³)	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено

Исследование стабильности показателей безопасности (токсичные металлы) воды минеральной, нормируемых техническим регламентом ТР ТС 021/2011 показало, что в процессе хранения, в течение заявленного срока годности, не происходит изменение содержания исследованных токсичных металлов в воде. Микробиологические показатели также оставались стабильными в процессе хранения в течение заявленного срока годности. Наблюдается отсутствие роста микроорганизмов при хранении минеральной воды, разлитой в полимерную тару (ПЭТФ), в течение 16 месяцев (таблица 1).

Полученные результаты подтверждаются научной экспериментальной работой, проведенной в ФГБНУ ВНИИПБиВП (в рамках темы «Разработать методические указания по обоснованию сроков годности и температурных режимов хранения минеральных вод различных групп». Отчет № 0588-2015-0001, УДК 663.64). В результате которой установлено, что стабильность микробиологических показателей минеральной воды в процессе хранения не зависит от материала упаковки минеральной воды и ее вместимости. Исследование стабильности микробиологических показателей негазированных минеральных вод было проведено на столовых и лечебно-столовых минеральных водах низкой минерализации, расфасованных в полимерную тару (ПЭТФ – 1,5 л; 5,0 л; ПК – 19,0 л) и стекло (0,5 л). Анализ полученных данных показал, что исследованные минеральные воды соответствовали требованиям Технического регламента ТР ТС 021, предъявляемым к минеральным водам в отношении микробной безопасности в течение 15 месяцев хранения (Рисунок 1).

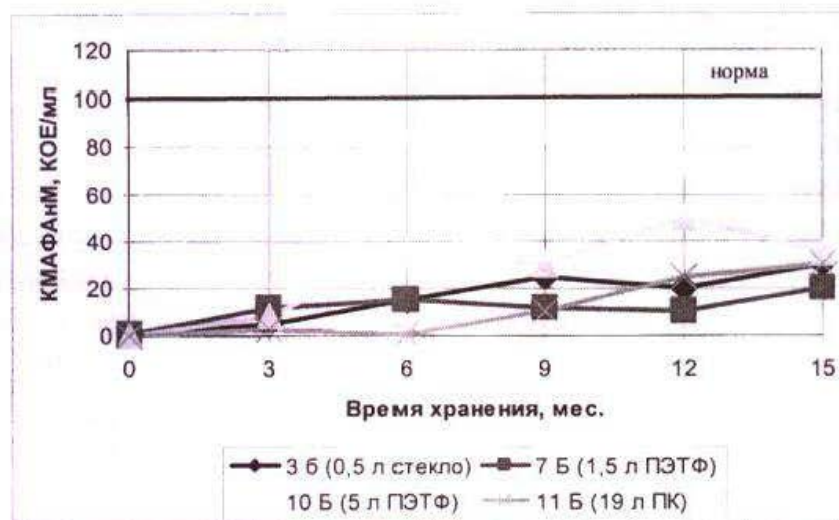


Рисунок 1 - Изменение содержание микроорганизмов (КМАФАнМ) в негазированной минеральной воде в зависимости от срока хранения при температуре +25 °С.

Так как минеральные столовые воды выпускаются как газированные, так и не газированные, а лечебно-столовые и лечебные (в основном) только газированные, было проведено исследование изменения содержания двуокиси углерода в минеральной воде в процессе хранения в течение срока годности и с учетом коэффициента запаса (таблица 2).

Таблица 2 Изменение содержания двуокиси углерода в минеральной воде в процессе хранения в течение заявленного срока годности при температуре хранения $t=25\pm 2$ °С.

Наименование воды	Упаковка	Массовая доля CO ₂ , %			
		Исх.	6 мес.	12 мес.	15 мес.
1-Б	0,75 ПЭТ	0,28	0,27	0,25	0,22
			3,6 %	10,7 %	21,5%
2-Б	1,5 ПЭТ	0,31	0,29	0,25	0,2
			9,6 %	19,4 %	35,4%
4-Б	1,5 ПЭТ	0,5	0,48	0,48	0,3
			4 %	4 %	40%
5-Б	1,5 ПЭТ	0,4	0,39	0,37	0,36
			2,5 %	7,5 %	10%

Проведенными исследованиями установлено, что пластиковая упаковка (ПЭТФ) вместимостью до 1,5 литров, пригодна для розлива газированной минеральной воды со сроком годности не более 12 месяцев, при температуре не более 25 ± 2 °С.

Проведенные исследования продуктов миграции из упаковки минеральных и питьевых вод при хранении их в течение 15 месяцев при температуре 25 ± 2 °С показали

отсутствие статистически значимых изменений нормируемых показателей в исследованных водах.

Исследования вод в ПЭТФ таре, вместимостью 0,5 л и 1,5 л проводились при 3 температурных режимах (+ 4, +22, +37 °С), воды в таре из поликарбоната, вместимостью 19 л при комнатной температуре. Установлено, что исследованные органолептические и физико-химические показатели, в том числе продукты миграции токсичных веществ из материала потребительской тары, были стабильны во всех вариантах опыта в течение 15 месяцев (таблица 3).

Таблица 3 - Продукты миграции токсичных веществ из потребительской тары

Наименование веществ и показателей, мкг/дм ³	ПЭТФ 0,5 л		ПЭТФ 1,5 л		ПК 19,0 л	
	1 месяц	15 месяцев	1 месяц	15 месяцев	1 месяц	15 месяцев
Ди(2-этилгексил)фталат	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Формальдегид	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Этилацетат	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Фталаты	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Изопропанол	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Ацетон	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Толуол	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Бензол	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Ксилол	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0

ВЫВОДЫ:

На основании экспертной оценки документации и результатов лабораторных исследований установлено: Вода минеральная природная питьевая столовая «АРДВИ» изготовленная по ТУ 9185-004-37881001-12 производства ООО «НВК «Ниагара» (454139, г. Челябинск, пер. Бугурусланский, 1) соответствует требованиям ТР ТС 021/2011, Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утвержденным решением комиссии таможенного союза № 299 от 28.05.2010 г. (глава 2, раздел 21) и ТУ 0131-004-37881001-15, в течение заявленного срока годности.

Срок годности Воды минеральной природной питьевой столовой «АРДВИ», газированной и негазированной, упакованной в полимерную и стеклянную упаковку различной вместимости может быть разрешен в течение 12 месяцев хранения при температуре 2-25 °С и относительной влажности не более 85%.

Зав. лабораторией минеральных вод,

к.б.н.

26.07.2016 г.

Подпись *Севостьянова Е.М.*
Заведующий отделом кадров
О.Б. АРТУШИН



Севостьянова Е.М.

Севостьянова Е.М.



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
«ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ - НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ПРОФИЛАКТИКИ И
ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ РАБОЧИХ ПРОМПРЕДПРИЯТИЙ»
(ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора)

Попова ул., д. 30, г. Екатеринбург, 620014, Российская Федерация. Телефон: (8-343) 253-87-54, факс: (8-343) 253-04-40.

ОКПО 01966897 ОГРН 1026602331733 ИНН 6658004566/КПП 665801001, e-mail: info@ymrc.ru <http://www.ymrc.ru>

28.08.2016 № 26/3864

на № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП,
д.м.н.
Гурвич В.Б.

Экспертное заключение
о качестве и возможности использования
для промышленного розлива минеральной природной питьевой столовой
воды «Ардви» скв.998-ю участка «Бежин луг» пос. Касарги
Сосновского района Челябинской области

Настоящее заключение разработано для ООО «Национальная водная компания «Ниагара» (г. Челябинск, пер. Бугурусланский, 1) с целью использования подземной воды скв. 998-ю участка «Бежин луг» пос. Касарги Сосновского района Челябинской области для промышленного розлива в качестве «минеральной природной питьевой столовой».

Разведочно-эксплуатационная скважина № 998-ю, глубиной 70 м, пробурена ООО «Агробурводстрой» в апреле 2007 г., в 450 м юго-восточнее пос. Касарги, в пределах участка недропользования, именуемого «Бежин луг». Географические координаты местонахождения скважины: 55°21'34,7" с.ш.; 61°11'09,9" в.д. Согласно представленным данным («Паспорт разведочно-эксплуатационной скважины № 998-ю пос. Касарги Сосновского района Челябинской области ООО ПКК «Наш стандарт», 2007 г.), ООО «Агробурводстрой», Челябинск, 2007 г.), скважиной в интервале глубин 40 – 65 м вскрыты подземные воды, приуроченные к зоне трещиноватости палеозойского серпентинитового массива. Балансовые эксплуатационные запасы подземных вод участка «Бежин луг» (скв.998-ю) утверждены Территориальной комиссией по запасам полезных ископаемых по Челябинской области (Протокол № 294 от 30.10.07 г.), по состоянию изученности на 01.07.07 г., на 25-летний срок эксплуатации, по категории «В» в количестве 285,0 м³/сут. Недропользователем подземных вод участка «Бежин луг» (скв.998-ю), на основании «Лицензии на право пользования недрами» (серия ЧЕЛ, № 01778, вид ВР, изменения и дополнения №1 от 11.12.07 г.), является ООО «Производственно-коммерческая компания «Наш стандарт». Промышленный розлив воды скв.998-ю, под наименованием «Ардви», осуществляется ООО ПК «Ниагара», в соот-

ветствии с ТУ 9185-004-37881001-12 «Вода минеральная природная питьевая столовая «Ардви» (Изменение № 1 от 25.12.2015 г.). Поставка воды «Ардви» из скв.998-ю для ее розлива ООО ПК «Ниагара», осуществляется на основании договора с ООО ПКК «Наш стандарт».

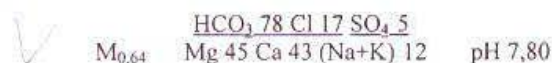
С целью оценки качества и подтверждения возможности использования воды скв.998-ю для розлива в качестве «минеральной природной питьевой столовой», лабораторией курортных ресурсов ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» проведен анализ данных, характеризующих качество воды «Ардви» из скв.998-ю за период с 2011 г. по настоящее время, в том числе результаты полного химического анализа (Протокол испытаний № 116.16), выполненного ИЛЦ ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП (Аттестат аккредитации испытательной лаборатории № РОСС RU. 0001. 510545, действителен до 22.01.2019 г.). Радиологические (общая альфа- и бета-радиоактивность) и санитарно-микробиологические показатели воды «Ардви» (Протокол лабораторных исследований (испытаний) № 10329 от 30.06.16 г.) определены в ИЛЦ ФБУЗ «ЦГиЭ в Челябинской области» (Аттестат аккредитации испытательной лаборатории № РОСС RU. 0001. 510597, действителен до 04.06.2018 г.).

Оценка результатов лабораторных исследований и возможности использования воды скв. 998-ю для промышленного розлива в качестве «минеральной природной питьевой столовой», проводилась согласно следующим нормативным документам:

- ГОСТ Р 54316-2011 «Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия».
- ГОСТ 23268.0-91 «Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Правила приемки и методы отбора проб».
- ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции».
- МУ МЗ РФ №2000/34 «Классификация минеральных вод и лечебных грязей для целей их сертификации».
- СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99/2009).
- Технические условия ТУ 9185-004-37881001-12 «Вода минеральная природная питьевая столовая «Ардви» (Изменение № 1 от 25.12.2015 г.).

Анализ результатов лабораторных исследований воды скв.998-ю показал, что в основном ионном составе воды скв.998-ю, по большинству анализов, преобладают гидрокарбонат – ионы и катионы магния и кальция, доля которых в процентном соотношении ионов примерно одинакова. В соответствии с этим, рассматриваемая вода по соотношению основных ионов классифицируется как гидрокарбонатная кальциево-магниевая (магниево - кальциевая). Содержание основных ионов достаточно стабильно во времени. Величина минера-

лизации воды изменяется от 0,51 до 0,90 г/дм³ и по данному показателю рассматриваемая вода, в соответствии с ГОСТ Р 54316-2011, относится к пресной. Величина общей жесткости воды изменяется от 5,0 – 9,0 мг-экв/дм³. Основной химический состав воды по данным анализа ИЛЦ ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП (Протокол испытаний № 116.16) описывается следующей формулой:



Из биологически активных компонентов в рассматриваемой воде в концентрациях, близких к бальнеологически значимой норме, содержится метакремниевая кислота (24,7 – 69,0 при норме не менее 50,0 мг/дм³). Остальные биологически активные компоненты в рассматриваемой воде присутствуют в небольших количествах и составляют (мг/дм³): бром – менее 0,20; фтор 0,27 – 0,35; железо – до 0,1; мышьяк до 0,01; ортоборная кислота – 0,92 – 2,7; органические вещества ($C_{\text{орг}}$) – 2,30 – 2,97. По активной реакции среды, характеризующей величиной pH, рассматриваемая вода преимущественно является слабощелочной.

Содержание токсичных и других регламентируемых компонентов (железо, кобальт, барий, цинк, медь, алюминий, никель, селен, ртуть, хром, марганец, свинец, стронций, мышьяк, литий, кадмий, молибден, сурьма, цианиды, нитриты, нитраты, аммоний, фтор, полифосфаты, перманганатная окисляемость, $C_{\text{орг}}$) находится в воде «Ардви» скв.998-ю в концентрациях, допустимых для минеральных питьевых природных столовых вод, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 54316-2011 и ТР ТС 021/2011. Радиологические (общая альфа- и бета-радиоактивность) и санитарно-микробиологические показатели воды «Ардви» (Протокол лабораторных исследований (испытаний) ФБУЗ «ЦГиЭ в Челябинской области» № 10329 от 30.06.16 г.) – удовлетворительные. Органолептические показатели удовлетворяют требованиям для минеральных питьевых вод, предназначенных для розлива.

Гидрокарбонатная кальциево-магниевая (магниево - кальциевая), пресная вода скв.998-ю, в соответствии с ГОСТ Р 54316-2011, относится к IV группе «Гидрокарбонатных магниево - кальциевых (кальциево-магниевых)», близка по своему основному химическому составу к минеральным природным столовым водам «Сенежского» типа и может быть использована в качестве «минеральной природной питьевой столовой» воды для промышленного розлива. При розливе воды «Ардви» скв.998-ю, ее основной химический состав должен соответствовать уточненным требованиям, указанным в таблице, и позволяющим идентифицировать данную воду.

Таким образом, подземная вода скв.998-ю участка «Бежин луг» пос. Касарги Челябинской области, обладает свойственным ей химическим составом, имеет удовлетворительные токсикологические, радиологические, санитарно-микробиологические и органолептические

скими показателями, соответствует требованиям ТР ТС 021/2011, ГОСТ Р 54316-2011 и ТУ 9185-004-37881001-12 (Изменение № 1), может быть использована для розлива как «минеральная природная питьевая столовая» вода и применяться в качестве столового напитка. За качеством минеральной воды скважины № 998-ю должен проводиться систематический контроль, в соответствии с нормами и правилами, установленными ТР ТС 021/2011, ГОСТ Р 54316-2011, ГОСТ 23268.0-91 и ТУ 9185-004-37881001-12 (Изменение № 1).

Таблица

Уточненные требования к содержанию основных компонентов
«минеральной природной питьевой столовой» воды «Ардви» скв.998-ю
пос. Касарги Сосновского района Челябинской области

Наименование группы минеральной воды	Наименование воды, ее местонахождение	Характеристика минеральной воды			
		Минерализация, г/дм ³	Основные ионы	Содержание основных ионов	
				мг/дм ³	мг-экв. %
Гидрокарбонатная кальциево-магниевая (магниево-кальциевая)	«Ардви» скв.998-ю пос. Касарги Челябинская область	0,5 – 0,9	HCO ₃ ⁻	350 – 500	70 – 90
			SO ₄ ²⁻	не более 100	менее 15
			Cl ⁻	не более 150	менее 10
			Mg ²⁺	не более 100	40 – 60
			Ca ²⁺	не более 100	20 – 40
			Na ⁺ + K ⁺	не более 100	менее 25

Зав. лабораторией курортных ресурсов
ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП,
вед. научн. сотр., канд. геол.-минерал.наук

Научн. сотр.

26. 08. 2016 г.

 В.Ю. Курочкин

 Е. И. Хорошавина