

На правах рукописи



СТЕПАНОВА АННА АЛЕКСАНДРОВНА

**БИОТЕХНОЛОГИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ
MEDUSOMYCES GISEVII С ДОБАВЛЕНИЕМ ЭКСТРАКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО
ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Специальность 4.3.3 – Пищевые системы

Специальность 4.3.5 – Биотехнология продуктов питания и биологически активных
веществ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Кемерово 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кемеровский государственный университет» (ФГБОУ ВО «КемГУ»).

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент
Асякина Людмила Константиновна

доктор технических наук, доцент
Иванова Светлана Анатольевна

Официальные оппоненты: **Тихонова Наталья Валерьевна**
доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», заведующий кафедрой пищевой инженерии аграрного производства

Чернопольская Наталья Леонидовна
доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», профессор кафедры продуктов питания и пищевой биотехнологии

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», г. Санкт-Петербург

Защита диссертации состоится «26» июня 2026 г. в 11:00 часов на заседании диссертационного совета 24.2.315.05 при ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» по адресу: 650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, 2 лекц. ауд.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на официальном сайте ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» (<https://kemsu.ru/science/dissertation-councils/diss-24-2-315-05/protects/134469/>), на официальном сайте ВАК Минобрнауки РФ (<https://vak.gisnauka.ru>).

Отзывы на автореферат, заверенные печатью организации, отправлять по адресу: 650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6, Диссертационный совет 24.2.315.05, e-mail: ds24.2.315.05@mail.ru.

Автореферат разослан «__» _____ 2026 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор технических наук

 **Милентьева Ирина Сергеевна**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В настоящее время потребление функциональных ферментированных продуктов и напитков стало повседневной нормой, поскольку потребители проявляют большой интерес к продуктам с функциональными свойствами для ведения здорового образа жизни и профилактики здоровья. Среди огромного разнообразия ферментированных продуктов категория напитков представляет собой растущий сектор пищевой промышленности, поскольку современные потребители, заботящиеся о своем здоровье, признают их полезными, с пробиотическим эффектом продуктами, которые могут улучшить самочувствие и снизить риск хронических и дегенеративных заболеваний.

Ферментированные напитки традиционно получают из молока, злаков, фруктов, овощей и/или листьев чая, ферментированных различными микроорганизмами (молочнокислыми бактериями, дрожжами, уксуснокислыми бактериями). Именно таким напитком является комбуча, которую получают путем ферментации заваренного чая с сахаром симбиотической культурой бактерий и дрожжей (чайный гриб, *Medusomyces gisevii*). Закваски, состоящие из разнообразных живых микроорганизмов, играют решающую роль в производстве чайного гриба. Они превращают простые ингредиенты в ценные источники органических кислот, аминокислот, полифенолов, антибиотических веществ, витаминов и ферментов.

Для обеспечения дополнительной оздоровительной ценности напитков на основе *Medusomyces gisevii* целесообразно обогащать физиологически важными ингредиентами, к которым относятся растворимые пищевые волокна, пребиотики полисахаридной природы и витамины. В качестве компонентов, содержащих в себе биологически активные вещества (БАВ), могут выступать и растительные экстракты.

Среди основных функций растительных экстрактов – влияние на органолептические характеристики продуктов, такие как цвет, вкус, консистенция и запах. Более того, они могут влиять на состояние здоровья, так метаболитам растений свойственны антиоксидантные, антиканцерогенные, противовоспалительные и антимикробные свойства. Многие растительные метаболиты также способны снижать уровень холестерина у людей и сбалансировать рацион. Введение растительных экстрактов в состав напитка может существенно изменить характеристики продукта и повысить его функциональные свойства.

Таким образом, актуальность темы исследования обусловлена ростом потребительского спроса на функциональные пробиотические напитки, способствующие профилактике заболеваний и укреплению здоровья, а также необходимостью научно-практического обоснования возможности усиления функциональных свойств напитков на основе *Medusomyces gisevii* растительными экстрактами.

Государственное регулирование и совершенствование законодательной базы являются ключевыми факторами укрепления общественного здоровья. Согласно указу президента РФ от 28.02.2024 г. № 145 создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания является одним из направлений, соответствующих приоритету научно-технологического развития Российской Федерации до 2030 г.

Степень разработанности. Исследованием культуры *Medusomyces gisevii* занимался российский ученый Владимир Хачатрян. Результаты его работы легли в основу ряда патентов на изобретения, а также книги, посвященной особенностям чайного гриба. Труды R. Jayabalan, R. Malbasa, E. S. Loncar, K. G. Kanuric, M. Djuric, P. A. Bron, P. Van Baarlen, M. Kleerebezem, H. Kitwetcharoen, L. T. Phung, P. Klanrit, J. Kim, I. De Oliveira и

др. раскрывают способы выращивания *Medusomyces gisevii* и получения напитков на его основе, химический состав и функциональные свойства микробного сообщества.

Отдельные этапы работы выполнены в рамках:

– государственного задания по теме «Полифенолы растений СФО: оценка молекулярной и пространственной структуры веществ, характеристика биофункциональных свойств и токсикологических показателей безопасности на модельных системах *in vivo*» (шифр FZSR-2023-0002);

– государственного задания по теме «Разработка биологически активных добавок, состоящих из метаболитов растительных объектов *in vitro*, для защиты населения от преждевременного старения» (шифр FZSR-2024-0008).

Цель и задачи исследований. Цель работы – разработка биотехнологии напитка на основе *Medusomyces gisevii*, обогащенного растительными экстрактами, и оценка его функциональных свойств.

Задачи исследования:

1. Провести скрининг растительного сырья, идентифицировать и количественно оценить содержание основных БАВ в отобранных экстрактах для возможности обогащения функционального напитка на основе чайного гриба.

2. Провести комплексную оценку метаболической активности симбиотической культуры *Medusomyces gisevii* в контрольных образцах и осуществить скрининг контрольных образцов, изучив динамику значений физико-химических и биохимических показателей и органолептический профиль контрольных образцов.

3. Осуществить разработку и провести скрининг рецептурных питательных сред.

4. Исследовать биотехнологический потенциал отобранных питательных сред в процессе направленного культивирования, установив наличие влияния растительных экстрактов на значения физико-химических и биохимических показателей опытных образцов функциональных напитков.

5. Оценить проявление синергетического эффекта при сочетании компонентов *Medusomyces gisevii* и образцов растительных экстрактов по показателю массовой доли флавоноидов опытных образцов. Осуществить скрининг приоритетных образцов на основании результатов биохимической оценки и синергетического эффекта.

6. Изучить аминокислотный состав и витаминный профиль приоритетных образцов функциональных напитков в процессе ферментации.

7. Оценить органолептические показатели готовых продуктов и подтвердить их соответствие требованиям безопасности ТР ТС 021/2011 для обоснования возможности их практической реализации.

8. Разработать технологическую схему производства образцов функциональных напитков, оценить экономическую эффективность промышленного освоения технологии в ходе ее опытно-промышленной апробации, оценить роль разработанных функциональных напитков в обеспечении суточной потребности в витаминах и аминокислотах.

Научная новизна диссертационной работы заключается в установлении новых данных о химическом составе образцов функциональных напитков, обусловленных сложным биохимическим взаимодействием пробиотической культуры *Medusomyces gisevii* и растительных экстрактов *Panax ginseng*, *Thymus vulgaris*, *Achillea millefolium*:

1. Установлены биотехнологические закономерности направленного культивирования *Medusomyces gisevii* на питательных средах (черный чай, зеленый чай, иван-чай), обогащенных образцами бинарных фитокомпозиций из экстрактов *Panax ginseng*, *Thymus vulgaris*, *Achillea millefolium*. Доказано влияние природы субстрата на метаболический профиль напитка: установлено, что использование черного чая в качестве

основы способствовало интенсивному накоплению комплекса незаменимых аминокислот при ферментации в условиях повышенной массовой доли растительных экстрактов (5,0–7,5 %), в то время как использование иван-чая (при доле экстракта 2,5 %) способствовало интенсификации микробиологического синтеза витаминов группы В (соответствие паспорту: 4.3.5 (п. 5, 25)).

2. Выявлен и подтвержден синергетический эффект накопления флавоноидных соединений в многокомпонентных питательных средах. Доказано, что в процессе метаболизма *Medusomyces gisevii* совместное присутствие растительных экстрактов и чайной основы обеспечивало превышение экспериментальных значений показателей флавоноидных соединений над расчетными значениями, что подтвердило взаимную активацию компонентов биосистемы и обеспечило достижение высокого (до 66 %) антиоксидантного потенциала (соответствие паспортам: 4.3.5 (п. 6) и 4.3.3 (п. 15)).

3. Экспериментально доказано наличие «порога рецептурной устойчивости» для различных чайных основ. Установлено, что состав черного чая позволял вводить повышенные концентрации экстрактов (5,0–7,5 %) без подавления метаболизма культуры *Medusomyces gisevii* и ухудшения вкуса, в то время как для зеленого чая и иван-чая данный предел ограничивался 2,5 % (соответствие паспорту: 4.3.3 (п.11, 13)).

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в научном обосновании биотехнологического потенциала как самой культуры *Medusomyces gisevii* при культивировании на различных питательных средах (черном, зеленом и иван-чае), так и в сочетании с растительными экстрактами. Установлены закономерности биотрансформации компонентов питательной среды, обеспечивающие формирование специфического аминокислотного и витаминного профиля образцов полученных напитков. Раскрыта природа синергетического взаимодействия чайных основ и растительных экстрактов под действием культуры *Medusomyces gisevii*, проявляющаяся в активации флавоноидных соединений и росте антиоксидантной активности систем. Определена зависимость между типом чайного субстрата и его рецептурной устойчивостью, что расширяет представления об адаптации микробиологического сообщества к повышенным концентрациям растительных экстрактов.

Практическая значимость работы заключается в разработке комплексной технологии производства функциональных напитков на основе различных питательных сред, бинарных растительных композиций и пробиотической культуры *Medusomyces gisevii*. Разработаны и научно обоснованы рецептуры трех видов функциональных напитков с использованием черного чая, зеленого чая и иван-чая, обогащенных комбинациями экстрактов женьшеня, тимьяна и тысячелистника. Установлены регламентируемые показатели качества и безопасности готовой продукции, подтверждающие соответствие разработанных напитков требованиям ТР ТС 021/2011. Рассчитана степень удовлетворения суточной потребности организма в витаминах и аминокислотах при употреблении разработанных напитков.

Техническая новизна разработанных технологических решений подтверждена патентом на изобретение РФ № 2857775 «Способ производства напитка». Разработаны и утверждены технические условия и технологическая инструкция по производству функционального напитка на основе *Medusomyces gisevii* с добавлением образцов растительных экстрактов (ТУ 10.89.19-295-02068309-2024 и ТИ 10.89.19-295-02068309-2024). Разработанная рецептура и технология функционального напитка апробированы на промышленном предприятии ООО «Барс» (Кемерово, Россия).

Методология и методы исследований. Исследование представлено тремя основными этапами – теоретическим, экспериментальным и практическим. Для реализации поставленных задач применялись классические и специальные методы

исследования: органолептического анализа сырья и образцов конечного продукта; физико-химические методы определения качественного и количественного состава, в том числе спектрофотометрические и хроматографические методы; микробиологические и физико-химические методы оценки качества и безопасности исходного сырья и конечного продукта; методы статистического анализа.

Положения, выносимые на защиту:

- критерии скрининга растительного сырья, основанные на сравнительной оценке массовой доли флавоноидов, и результаты идентификации компонентного состава БАВ отобранных объектов;
- биотехнологические закономерности культивирования *Medusomyces gisevii*, обосновывающие выбор рекомендуемой продолжительности ферментации на основе комплексного мониторинга в динамике физико-химических и биохимических показателей контрольных образцов;
- рецептурные композиции питательных сред на чайных основах (черный чай, зеленый чай, иван-чай), учитывающие установленные пороги рецептурной устойчивости культуры *Medusomyces gisevii* к вводимым растительным экстрактам;
- эффект синергизма;
- биотехнология производства образцов функциональных напитков.

Степень достоверности и апробации работы. Достоверность результатов подтверждается применением современного оборудования; общепризнанных, стандартных методов исследования, отвечающих поставленным в диссертационной работе цели и задачам; воспроизводимостью полученных результатов (3-5 кратная повторность). Основные положения и результаты проведенных исследований были представлены на конференциях: «Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке» (Новосибирск, 2025); «Российская наука в современном мире» (Москва, 2025); «Пищевые технологии» (Кемерово, 2024); «Пищевые здоровьесберегающие технологии» (Кемерово, 2023); «Кузбасс: образование, наука, инновации» (Кемерово 2023).

Публикации. Основные положения и результаты, выносимые на защиту, были опубликованы в 12 научных работах, в том числе 2 в журналах, индексируемых в базах Scopus и Web of Science: «Foods and raw materials» (Q3); в 4 статьях в журналах ВАК: «Техника и технология пищевых производств» (К1), «Пищевые системы» (К1), «АПК России» (К2), «Социально-экономический и гуманитарный журнал» (К2); в 5 сборниках материалов конференций; в 1 патенте на изобретение.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Научные исследования соответствуют п. 11, 13, 15 паспорта научной специальности ВАК РФ 4.3.3 «Пищевые системы»; п. 5, 6, 25 паспорта научной специальности ВАК РФ 4.3.5 «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ».

Структура и объем диссертации. В структуру диссертационной работы входят разделы: введение, аналитический обзор, методы и результаты исследования, практическая применимость, заключение, список используемой литературы и приложения. Диссертация изложена на 161 странице, включает 50 таблиц, 22 рисунка, 10 формул. Список используемых источников содержит 153 наименования.

ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная работа выполнена на кафедре бионанотехнологии Технологического института пищевой промышленности ФГБОУ ВО «КемГУ». Общая организационная схема исследования по разработке функционального напитка представлена на рисунке 1.

БИОТЕХНОЛОГИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ *MEDUSOMYCES GISEVII* С ДОБАВЛЕНИЕМ ЭКСТРАКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

1. Теоретические исследования

Анализ зарубежной и отечественной литературы

- обзор литературы по теме исследования;
- постановка цели исследования;
- формулировка задач исследования.

2. Экспериментальные исследования

Скрининг растительного сырья и идентификация компонентного состава приоритетных экстрактов

- отбор и обоснование выбора растительного сырья по результатам определения массовой доли флавоноидов;
- количественный анализ компонентного состава БАВ в экстрактах;
- исследование показателей безопасности растительного сырья.

Комплексная оценка метаболической активности, биохимического профиля и органолептических характеристик контрольных образцов

- обоснование продолжительности культивирования на основе оценки биохимического профиля и динамики физико-химических показателей *Medusomyces gisevii*;
- анализ органолептического профиля контрольных образцов.

Разработка рецептур и комплексная оценка показателей качества образцов функциональных напитков на основе *Medusomyces gisevii* и фитокомпозиций

- разработка и скрининг рецептурных питательных сред;
- направленное культивирование и исследование физико-химических свойств опытных образцов;
- изучение биохимических свойств опытных образцов;
- оценка синергетического эффекта компонентов;
- исследование аминокислотного состава и витаминного профиля приоритетных образцов;
- сенсорная оценка и анализ показателей безопасности функциональных напитков.

3. Практическая реализация результатов исследования

Разработка технологической схемы производства функционального напитка

Расчет экономической эффективности производства напитка

Разработка технической документации

Промышленная апробация предлагаемой технологии

Роль разработанных функциональных напитков в обеспечении суточной потребности в витаминах и аминокислотах

Рисунок 1 – Общая организационная схема исследования

Диссертационная работа проводилась в три последовательных этапа: на первом этапе осуществлялись теоретические исследования, второй этап состоял из экспериментальной части, на третьем этапе все полученные результаты исследований переводили в практическую реализацию.

Теоретическая часть состояла из анализа литературных источников российских и зарубежных работ по тематике исследования. Были рассмотрены ферментированные напитки, и акцентировано внимание на напитке из чайного гриба: описаны основные параметры ферментации; отражены функциональные свойства напитка и польза для здоровья. Охарактеризован биологический потенциал растительного сырья для последующего экспериментального отбора. Проведен анализ существующих методов получения растительных экстрактов для использования в безалкогольной отрасли. Рассмотрен мировой и отечественный рынок комбучи, позволяющий оценить текущую ситуацию в данном сегменте.

Экспериментальная часть исследования проходила в несколько этапов. На первом этапе осуществлялся поиск и первичный отбор растительного сырья. Проведен сравнительный скрининг 7 видов растительного сырья. Экстрагирование БАВ проводилось методом мацерации, при этом объемная доля этанола в водно-этанольном экстрагенте подбиралась экспериментально для достижения максимального выхода БАВ. На основании данных по массовой доле флавоноидов были выявлены три растительных образца (тимьян, тысячелистник, женьшень), отобранные для дальнейшего использования. Для образцов экстрактов был идентифицирован качественный и количественный состав БАВ. Параллельно проводилась оценка безопасности сырья по показателям содержания тяжелых металлов, радионуклидов и микробиологической чистоты согласно ТР ТС 021/2011.

На втором этапе осуществлялось формирование контрольных образцов на трех типах субстратов (черный чай, зеленый чай и иван-чай) без внесения растительных экстрактов. Проведено обоснование рекомендуемой продолжительности культивирования на основе скрининга биохимического профиля и динамики физико-химических показателей в заданные интервалы ферментации (3-и, 5-е и 7-е сутки). На основании полученных данных был научно обоснован выбор 5-х суток как рациональной продолжительности ферментации, обеспечивающей максимальную биологическую ценность и целевые технологические характеристики продукта.

На третьем этапе осуществляли разработку рецептурных параметров питательных сред. Была сформирована схема вариативных составов, включающая 27 комбинаций, различающихся типом чайной основы (черный, зеленый, иван-чай), составом бинарных фитокомпозиций («женьшень + тысячелистник», «женьшень + тимьян», «тимьян + тысячелистник») и их концентрацией (2,5 %, 5,0 %, 7,5 %). После приготовления питательных сред проводилась органолептическая оценка, по результатам которой было отобрано 9 рецептурных составов для дальнейшего исследования.

На четвертом этапе проводилась ферментация симбиотической культуры *Medusomyces gisevii* в течение 5-и суток на отобранных 9-ти питательных средах, по завершении которой осуществлялась биохимическая оценка образцов (массовая доля флавоноидов и антиоксидантная активность) и рассчитывался коэффициент синергизма для каждого вида полученных образцов напитка. По совокупному критерию максимальных значений показателя антиоксидантной активности и коэффициента синергизма были отобраны 3 приоритетных образца (по одному для каждой чайной основы). Для отобранных образцов проведено расширенное исследование аминокислотного и витаминного составов, а также дана комплексная оценка качества и безопасности образцов готового функционального напитка.

На заключительном этапе работы осуществлялась разработка технологической схемы производства образцов напитка, составление рекомендаций по его употреблению и расчет экономической эффективности производства.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Скрининг растительного сырья и идентификация компонентного состава приоритетных экстрактов для обогащения напитка на основе *Medusomyces gisevii*. Для обогащения функционального напитка на основе чайного гриба дополнительными источниками БАВ осуществляли отбор растительного сырья, обладающего наибольшим антиоксидантным потенциалом. Первичным критерием отбора стала массовая доля флавоноидов – ключевой показатель, определяющий биологическую ценность полученных образцов водно-этанольных экстрактов. В ходе исследования была проведена сравнительная оценка эффективности экстракции этанолом различной концентрации (40–75 %) из 7-ми видов растительного сырья, включая как традиционное, так и адаптогенное сырье. На основании полученных данных для дальнейшей работы были отобраны три вида сырья (таблица 1).

Таблица 1 – Общее содержание флавоноидов в образцах растительных экстрактов

Растительное сырье	Концентрация экстрагента, %				
	40	55	60	70	75
	Содержание флавоноидов, %				
Тимьян (листья и стебли)	0,798±0,024 ^a	1,124±0,034 ^b	0,836±0,025 ^a	0,930±0,028 ^c	0,782±0,023 ^a
Тысячелистник (листья и стебли)	0,295±0,009 ^a	0,401±0,012 ^b	0,383±0,011 ^b	0,621±0,019 ^c	0,939±0,028 ^d
Женьшень (корни)	0,050±0,002 ^a	0,066±0,002 ^b	0,056±0,002 ^c	0,054±0,002 ^{ac}	0,060±0,002 ^d

Данные представлены в виде среднего значения с учетом стандартного отклонения (n = 3).

Значения в строках представлены для каждого вида растительного сырья, обозначенные разными буквами а, b, с или d, значимо отличались друг от друга в зависимости от концентрации используемого экстрагента, согласно критерию Тьюки (p < 0,05).

Критериями отбора служили природа сырья и максимальный выход флавоноидных соединений при варьировании концентрации экстрагента. На основании проведенных исследований были выбраны образцы водно-этанольных экстрактов тимьяна обыкновенного и женьшеня настоящего (в качестве адаптогена) в концентрациях 55 %, и образцы водно-этанольного экстракта тысячелистника обыкновенного в концентрации 75 %. Идентификация и количественное определение БАВ в исследуемых образцах экстрактов проводились методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Был установлен качественный и количественный состав образцов экстрактов *Panax ginseng*, *Thymus vulgaris*, *Achillea millefolii*, содержащий ключевые БАВ адаптогенной (гинзенозиды, панаксозиды) и антиоксидантной (лютеолин, апигенин, кверцетин, рутин) направленности. Оценка показателей безопасности используемого растительного сырья подтвердила их полное соответствие требованиям ТР ТС 021/2011.

Комплексная оценка метаболической активности, биохимического профиля и органолептических характеристик контрольных образцов.

*Обоснование продолжительности культивирования на основе оценки биохимического профиля и динамики физико-химических показателей *Medusomyces**

gisevii. Нарастание биомассы бактериальной целлюлозы на поверхности питательных сред является внешним индикатором интенсивности метаболических процессов. В рамках данного этапа проведен анализ значений физико-химических показателей и биохимических свойств 3-х контрольных сред: черный чай (А), зеленый чай (В), иван-чай (С) в интервале 3-х, 5-и, 7-и суток культивирования *Medusomyces gisevii* (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты определения физико-химических и биохимических свойств контрольных образцов

Среды	Срок ферментации	АОА, %	Сумма флавоноидов, %	Титруемая кислотность, ммоль/100 мл	pH, ед.	Сухие вещества, %
А	3	22,11±0,66 ^a	0,26±0,01 ^a	0,92±0,03 ^a	3,62±0,10 ^a	10,3±0,2 ^a
	5	23,29±0,70 ^a	0,85±0,03 ^a	2,48±0,07 ^b	2,92±0,10 ^b	10,2±0,2 ^a
	7	24,08±0,72 ^a	0,49±0,01 ^a	6,60±0,20 ^c	2,63±0,10 ^b	10,2±0,2 ^a
В	3	9,61±0,29 ^a	0,21±0,01 ^a	1,24±0,04 ^a	3,55±0,10 ^a	10,1±0,2 ^a
	5	11,32±0,34 ^b	0,17±0,01 ^a	1,96±0,06 ^a	3,12±0,10 ^b	10,1±0,2 ^a
	7	15,79±0,47 ^c	0,12±0,01 ^a	3,20±0,10 ^b	2,86±0,10 ^b	10,0±0,2 ^a
С	3	16,45±0,49 ^a	2,44±0,07 ^a	2,32±0,07 ^a	3,02±0,10 ^a	10,4±0,2 ^a
	5	20,53±0,62 ^b	1,53±0,05 ^b	3,48±0,10 ^b	2,88±0,10 ^{ab}	10,4±0,2 ^a
	7	28,16±0,84 ^c	0,90±0,03 ^b	7,24±0,22 ^c	2,63±0,10 ^b	10,0±0,2 ^a

А – черный чай, В – зеленый чай, С – иван-чай, АОА – антиоксидантная активность;

Данные представлены в виде среднего значения с учетом стандартного отклонения (n = 3).

Значения в столбце для отдельной среды, обозначенные разными буквами а, b, или с, значительно отличаются друг от друга в процессе ферментации, согласно критерию Тьюки (p < 0,05).

Установлен стадийный характер формирования антиоксидантного потенциала контрольных образцов. На первом этапе (3–5 сут.) наблюдался корреляционный рост массовой доли флавоноидов и антиоксидантной активности, обусловленный экстракцией БАВ в питательную среду. На втором этапе (5–7 сут.) выявлена инверсия показателей: снижение массовой доли флавоноидов при сохранении высокого уровня антиоксидантной активности, что подтверждает их биотрансформацию в низкомолекулярные фенольные и органические кислоты. Параллельно с определением антиоксидантного потенциала проведена оценка динамики накопления аминокислот.

На основании комплексного исследования динамики биохимических показателей (аминокислотного профиля, антиоксидантной активности и содержания флавоноидов) в трех типах питательных сред (черный чай, зеленый чай, иван-чай) установлено, что рекомендуемым сроком ферментации являлось 5 суток. Выбор данного срока обоснован следующими научно-практическими положениями:

1. Достижение пиковой концентрации функционально значимых аминокислот. Установлено, что к 5-м суткам зафиксирован пик биосинтеза важных аминокислот во всех средах. В черном чае достигался максимум глутаминовой кислоты (1448,3 мкг/г), в зеленом – скачок фенилаланина (5778,9 мкг/г) и изолейцина (3336,0 мкг/г), в иван-чае – метионина (922,9 мкг/г) и цистина (2731,0 мкг/г). Продление процесса ферментации до 7 суток вело к активному расходу аминокислот культурой, снижая биологическую ценность продукта.

2. Сохранение антиоксидантного потенциала. Установлено, что 5-е сутки являлись «точкой равновесия» для флавоноидного комплекса. В черном чае содержание флавоноидов достигало максимума (0,85 %), в то время как к 7-м суткам во всех образцах

наблюдалась их резкая деградация (в иван-чае – в 2,7 раза, в черном чае – в 1,7). При этом рост антиоксидантной активности после 5-ти суток замедлялся или становился незначительным, что делало дальнейшую ферментацию нецелесообразной.

3. Стандартизация процесса. Похожая динамика изменений аминокислотного состава во всех трех видах образцов позволила рекомендовать единый срок ферментации – 5 суток. Это гарантировало получение стабильно высокого качества напитка и упрощало организацию производственного цикла. Пятидневный регламент обеспечивал получение продукта с заданными органолептическими свойствами, исключая риск избыточного накопления уксусной кислоты.

Разработка рецептур и комплексная оценка показателей качества образцов функциональных напитков на основе *Medusomyces gisevii* и фитокомпозиций.

Разработка и скрининг рецептурных питательных сред. Разработка питательных сред осуществлялась комбинаторным подбором, включающим варьирование:

- тип субстрата: черный чай, зеленый чай и иван-чай;
- качественный состав фитокомпозиций: бинарные смеси экстрактов в соотношении 1:1: «женьшень + тысячелистник», «женьшень + тимьян», «тимьян + тысячелистник»;
- количественная дозировка: внесение композиций в концентрациях 2,5 %, 5,0 % и 7,5 % от объема питательной среды.

Разработка рецептурных питательных сред происходила путем внесения бинарных растительных композиций в соотношении 1:1 до начала ферментации в чайную основу (черный чай, зеленый чай, иван-чай), температура которой составляла 79 ± 1 °С. Данный режим обеспечивал удаление этанольной фракции при сохранении термостабильных БАВ.

На начальном этапе из 27-ми разработанных питательных сред методом органолептического анализа были отобраны среды с наиболее гармоничным сенсорным профилем. Приоритетность данного критерия была обусловлена необходимостью обеспечения высокой потребительской привлекательности функционального напитка. Перед проведением оценки образцы питательных сред доводили до температуры 12 ± 2 °С. На основании результатов скрининга, проведенного по органолептическим критериям, для дальнейших исследований было отобрано 9 питательных сред (таблица 3).

Таблица 3 – Условные обозначения рецептурных питательных сред (до ферментации)

Чайная основа	Комбинация экстрактов	Обозначение комбинаций	Массовая доля экстракта, %	Образцы
Черный чай	–	–	0,0	А
	женьшень + тимьян	1	7,5	A1_7.5
	женьшень + тысячелистник	2	2,5	A2_2.5
	тимьян + тысячелистник	3	5,0	A3_5.0
Зеленый чай	–	–	0,0	В
	женьшень + тимьян	1	5,0	B1_5.0
	женьшень + тысячелистник	2	2,5	B2_2.5
	тимьян + тысячелистник	3	2,5	B3_2.5
Иван-чай	–	–	0,0	С
	женьшень + тимьян	1	2,5	C1_2.5
	женьшень + тысячелистник	2	2,5	C2_2.5
	тимьян + тысячелистник	3	2,5	C3_2.5

Направленное культивирование и исследование физико-химических и биохимических свойств опытных образцов. Результаты определения физико-

химических и биохимических свойств на 5-е сутки направленного культивирования культурой *Medusomyces gisevii* (таблица 4) свидетельствовали о существенной интенсификации процессов ферментации в опытных образцах по сравнению с контрольными (А, В, С без фитокомпозиций).

Таблица 4 – Физико-химические и биохимические показатели опытных образцов в сравнении с контрольными

Образцы	Массовая доля флавоноидов, %	Антиоксидантная активность, %	Титруемая кислотность, ммоль/100 см ³	pH	Содержание сухих веществ, %
А (контроль)	0,85±0,03 ^a	23,29±0,70 ^a	2,48±0,07 ^a	2,92±0,10 ^a	10,2±0,2 ^a
A1_7.5	1,94±0,06 ^b	39,87±1,20 ^b	4,84±0,15 ^b	2,60±0,10 ^a	11,2±0,2 ^a
A2_2.5	1,35±0,04 ^b	41,18±1,24 ^b	5,60±0,15 ^{bc}	2,50±0,10 ^a	11,0±0,2 ^a
A3_5.0	2,08±0,06 ^b	40,66±1,22 ^b	6,36±0,19 ^c	2,50±0,10 ^a	10,9±0,2 ^a
В (контроль)	0,17±0,01 ^a	11,32±0,34 ^a	1,96±0,06 ^a	3,12±0,10 ^a	10,1±0,2 ^a
B1_5.0	0,17±0,01 ^a	17,11±0,51 ^b	6,92±0,21 ^b	2,56±0,10 ^b	10,7±0,2 ^a
B2_2.5	0,17±0,01 ^a	18,95±0,57 ^b	7,28±0,22 ^b	2,51±0,10 ^b	10,6±0,2 ^a
B3_2.5	0,40±0,01 ^b	13,68±0,41 ^a	7,92±0,24 ^c	2,48±0,10 ^b	10,7±0,2 ^a
С (контроль)	1,53±0,05 ^a	20,53±0,62 ^a	3,48±0,10 ^a	2,88±0,10 ^a	10,4±0,2 ^a
C1_2.5	3,13±0,09 ^b	65,53±1,97 ^b	5,16±0,15 ^b	2,76±0,10 ^a	11,0±0,2 ^a
C2_2.5	4,26±0,13 ^c	66,32±1,99 ^b	5,48±0,16 ^b	2,76±0,10 ^a	11,1±0,2 ^a
C3_2.5	2,53±0,08 ^b	66,05±1,98 ^b	6,32±0,19 ^c	2,78±0,10 ^a	11,1±0,2 ^a

Данные представлены в виде среднего значения с учетом стандартного отклонения (n = 3).

Значения, обозначенные разными буквами а, b, или с, значительно отличаются от значений образца без добавления растительного экстракта, согласно критерию Тьюки (p < 0,05).

Установлено, что внесение образцов растительных экстрактов во всех случаях привело к статистически значимому (p < 0,05) росту титруемой кислотности. Наиболее выраженный эффект зафиксирован в группе В (зеленый чай), где в образце В3_2.5 показатель достиг 7,92 ммоль/100 см³, что более чем в 4 раза превышало контроль (1,96 ммоль/100 см³). Это позволило сделать вывод о наличии синергетического эффекта между компонентами зеленого чая и комбинацией «тимьян–тысячелистник», стимулирующей синтетическую активность уксуснокислых бактерий.

Анализ данных таблицы 4 позволил установить прямую зависимость между массовой долей флавоноидных соединений и показателем антиоксидантной активности в опытных образцах. Наиболее выраженный синергизм зафиксирован в опытных образцах на среде С (иван-чай). В пробе С2_2.5 (женышень и тысячелистник) зафиксирован абсолютный максимум содержания флавоноидов (4,26 %), что сопровождалось пиковым значением антиоксидантной активности (66,32 %). Это свидетельствовало о том, что иван-чай выступал наиболее эффективной матрицей для качественного извлечения и сохранения флавоноидов в готовом напитке. Интересная закономерность наблюдалась в опытных образцах черного и зеленого чая. Несмотря на то, что в образцах А3_5.0 содержание флавоноидов (2,08 %) в два раза ниже, чем у образцов С2_2.5, показатель антиоксидантной активности оставался на высоком уровне (40,66 %). В опытных образцах В2_2.5 при минимальном содержании флавоноидов (0,17 %) зафиксирован рост антиоксидантной активности до 18,95 %. Это свидетельствовало о том, что антиоксидантный эффект был обусловлен не только количественным содержанием исходных флавоноидов, но и их качественной трансформацией. Ферменты *Medusomyces gisevii* переводили сложные

растительные полифенолы в свободные формы (агликоны), которые обладали значительно более высокой антиоксидантной активностью при меньшей массовой доле.

Оценка синергетического эффекта компонентов разработанных напитков. Для научного обоснования рецептурных решений был проведен сравнительный анализ фактических значений показателей массовой доли флавоноидов ($A_{факт}$) с теоретически ожидаемыми значениями ($C_{теор}$), рассчитанными по принципу расчетно-балансового метода. Оценка взаимодействия компонентов позволила количественно определить степень взаимного усиления антиоксидантных свойств и выделить наиболее эффективные комбинации «субстрат–экстракт», обеспечивающие максимальный функциональный отклик в образцах готового продукта. Для оценки синергетического взаимодействия симбиотической культуры *Medusomyces gisevii* с фитокомпозициями был рассчитан коэффициент синергизма (K_{syn}), результаты вычисления которого представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты определения коэффициента синергизма опытных образцов

Образцы	Комбинация	Теоретическая массовая доля флавоноидов (в пересчете на рутин), $C_{теор}$, %	Фактическая массовая доля флавоноидов (в пересчете на рутин), $A_{факт}$, %	Коэффициент синергизма, K_{syn}
А	1	0,831	1,94±0,06	2,33
	2	0,841	1,35±0,04	1,61
	3	0,859	2,08±0,06	2,42
В	1	0,191	0,17±0,01	0,89
	2	0,178	0,17±0,01	0,95
	3	0,192	0,40±0,01	2,08
С	1	1,510	3,13±0,09	2,07
	2	1,500	4,26±0,13	2,83
	3	1,520	2,53±0,08	1,66

А – черный чай, В – зеленый чай, С – иван-чай.

На основании комплексной оценки антиоксидантной активности и коэффициентов синергизма обоснован выбор приоритетных рецептурных композиций: А3_5.0, В2_2.5 и С2_2.5. Установлено, что образец А3_5.0 характеризовался рациональным сочетанием высокого уровня антиоксидантной активности, превышающего контроль в 1,75 раза, и максимального для своей серии K_{syn} (2,42). В группе систем на основе зеленого чая лучшим признан образец В2_2.5, обеспечивающий рост антиоксидантной активности в 1,67 раза. Наиболее перспективным объектом определен образец С2_2.5, показавший выраженную биологическую ценность: рост антиоксидантной активности в 3,23 раза относительно контроля при максимальном значении K_{syn} (2,83). Установленные высокие значения коэффициентов синергизма обусловлены ферментативной активацией флавоноидов растительных экстрактов под действием культуры *Medusomyces gisevii* и их последующим взаимодействием с накопленными органическими кислотами-синергистами.

Исследование аминокислотного состава и витаминного профиля приоритетных образцов. Изучение аминокислотного состава (рисунок 2) и витаминного профиля (таблица 6) позволило количественно оценить вклад продуктов метаболизма *Medusomyces gisevii* и экстрактивных веществ фитокомпозиций в формирование биологической ценности напитков.

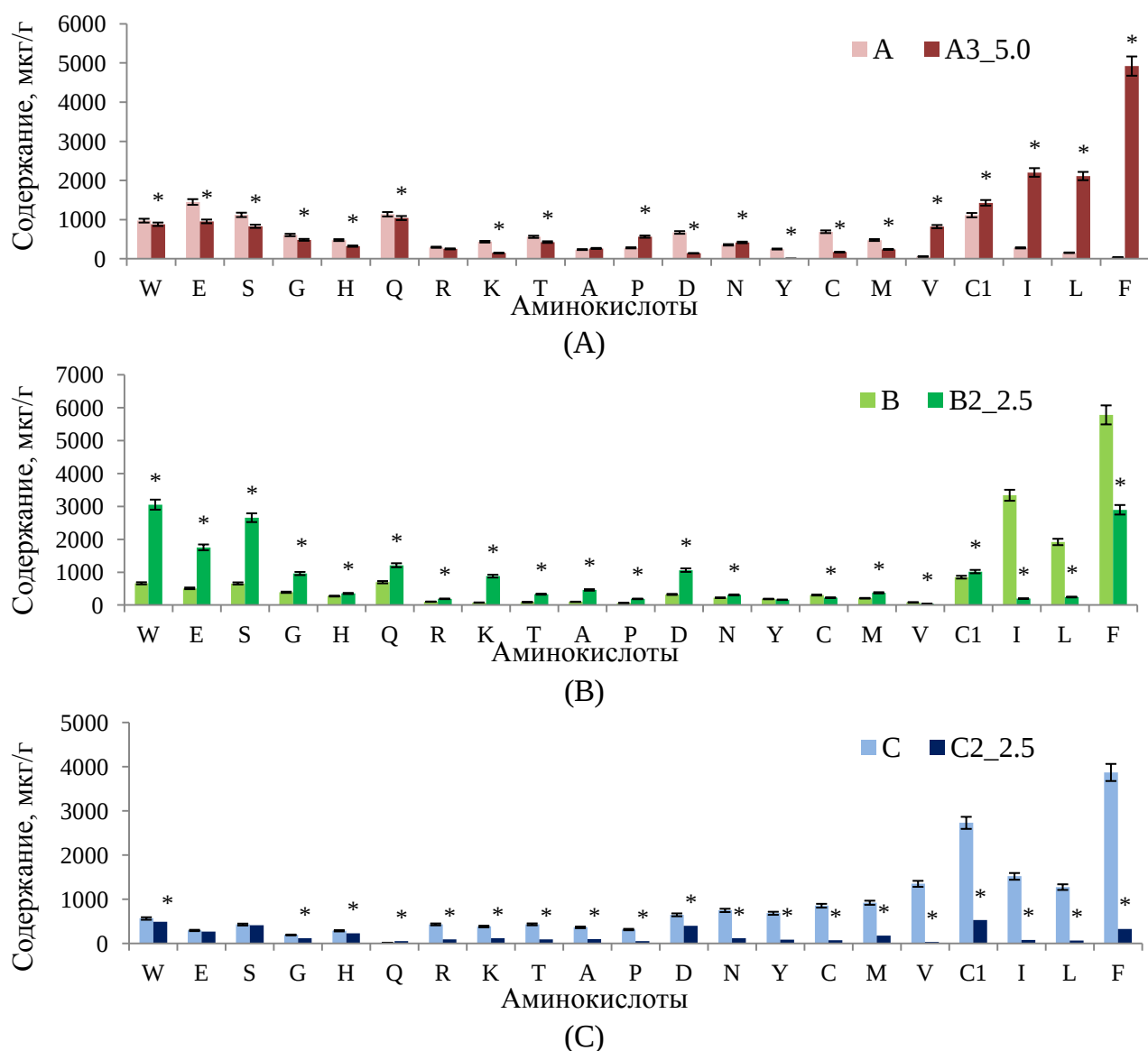


Рисунок 2 – Содержание аминокислот в опытных образцах на (А) черном чае, (В) зеленом чае, (С) иван-чае с добавлением комбинации экстрактов: А3_5.0 – комбуча на черном чае с добавлением комбинации тимьяна и тысячелистника (5,0 %), В2_2.5 – комбуча на зеленом чае с добавлением комбинации женьшеня и тысячелистника (2,5 %), С2_2.5 – комбуча на черном чае с добавлением комбинации женьшеня и тысячелистника (2,5 %); А – аланин; С – цистеин; С1 – цистин; D – аспарагиновая кислота; Е – глутаминовая кислота; F – фенилаланин; G – глицин; H – гистидин; I – изолейцин; K – лизин; L – лейцин; M – метионин; N – аспарагин; P – пролин; Q – глутамин; R – аргинин; S – серин; T – треонин; V – валин; W – триптофан; Y – тирозин;

Данные представлены в виде среднего значения с учетом стандартного отклонения ($n = 3$).

Значения, обозначенные символом "*", значимо отличались от значений образца без добавления растительного экстракта, согласно критерию Тьюки ($p < 0,05$).

Таблица 6 – Содержание витаминов в приоритетных образцах функциональных напитков

Образцы	Витамин С, мкг/ см ³	Витамин В6, мкг/ см ³	Витамин В1, мкг/ см ³	Витамин В2, мкг/ см ³
А3_5.0	18,945±0,568	6,125±0,184	0,684±0,021	0,135±0,004
В2_2.5	12,441±0,373	3,111±0,093	0,497±0,015	0,156±0,005
С2_2.5	8,496±0,255	6,700±0,201	1,192±0,036	0,137±0,004

Данные представлены в виде среднего значения с учетом стандартного отклонения ($n = 3$).

Выявлена специфическая роль питательной среды на основе иван-чая в интенсификации микробиологического синтеза витаминов группы В. В образцах С2_2.5 зафиксированы максимальные концентрации витаминов В6 ($6,70 \text{ мкг/см}^3$) и В1 ($1,19 \text{ мкг/см}^3$), что согласовывалось с интенсивным метаболическим потреблением аминокислот консорциумом на данном субстрате. В то же время образцы А3_5.0 на основе черного чая характеризовались накоплением витамина С и незаменимых аминокислот (валин, лейцин, изолейцин). Установленные различия в нутриентном составе позволили разделить разработанные напитки по функциональной направленности: нейропротекторной (С2_2.5) и восстановительной (А3_5.0).

Органолептическая оценка разработанных образцов напитков подтвердила их высокие потребительские свойства: образцы характеризовались гармоничным вкусом. Анализ показателей безопасности установил полное соответствие готовой продукции требованиям ТР ТС 021/2011.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ПРИМЕНИМОСТЬ

Разработка технологической схемы производства функционального напитка на основе *Medusomyces gisevii* и растительных экстрактов. Схема производства образцов функционального напитка представлена на рисунке 3.

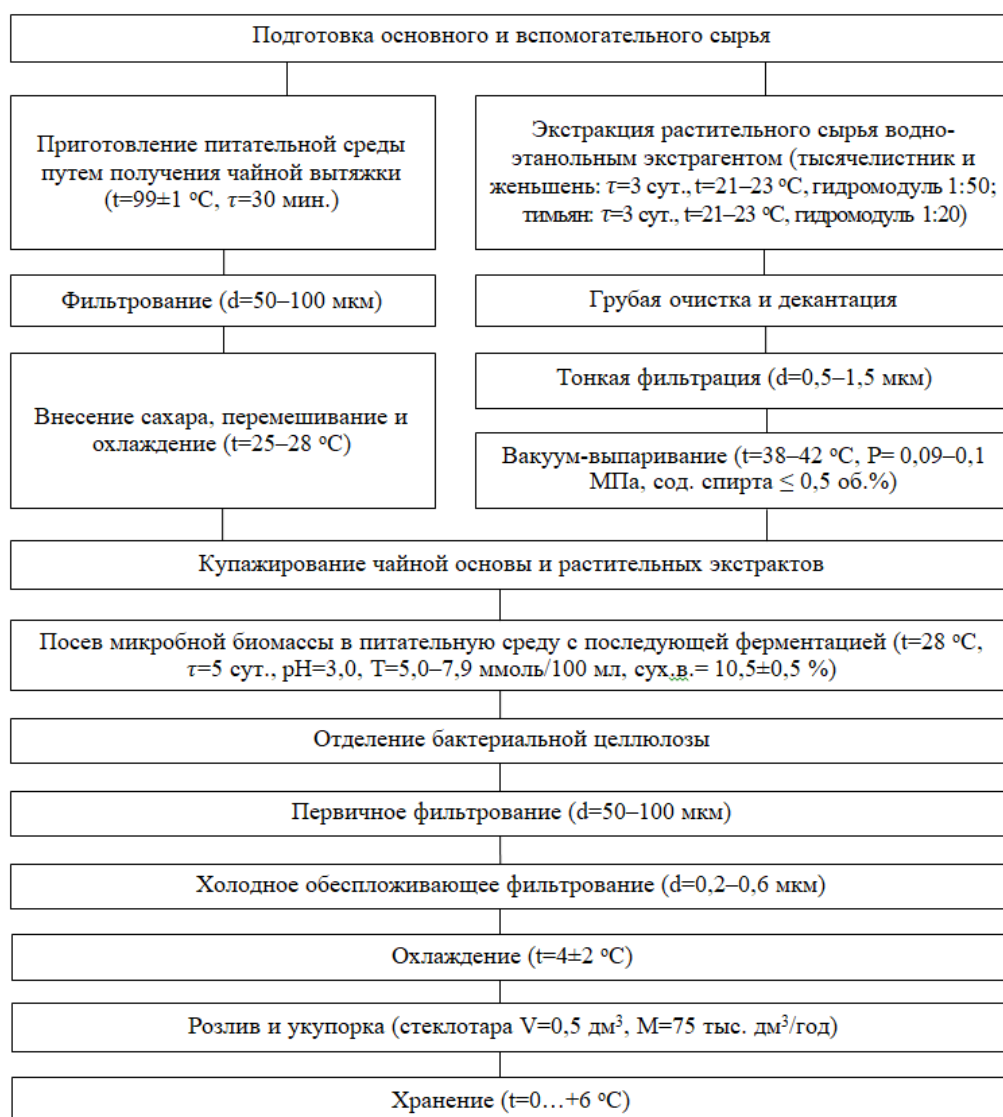


Рисунок 3 – Схема производства образцов функционального напитка

Проведен расчет экономической эффективности организации производства функциональных напитков на основе *Medusomyces gisevii* и растительных экстрактов. Установлено, что при реализации проекта срок окупаемости составил 6 лет, а стоимость единицы продукции (0,5 дм³) – 116 рублей.

Роль разработанных функциональных напитков в обеспечении суточной потребности в витаминах и аминокислотах. Суточная рекомендация по употреблению напитка на основе *Medusomyces gisevii*, обогащенного растительными экстрактами, составляет 3 раза в день по 100 мл (300 мл). Готовый продукт покрывает суточную потребность в следующих аминокислотах на: 70–80 % – L-глутамин, 36,5 % – изолейцин, 25–30 % – комплекс метионин + цистин, 23–37 % – комплекс фенилаланин + тирозин, 15 % – лейцин. Употребление напитка способно покрыть рекомендуемый уровень потребления витамина В6 на 46,5–100,0 % и до 21,2 % витамина В1. Содержание незаменимых и заменимых аминокислот, а также витаминов группы В и С в готовом продукте обеспечило его функциональную направленность. Данные нутриенты присутствовали в количестве 15–50 % от уровня суточного потребления, что соответствовало требованиям ГОСТ Р 56543-2015 к функциональным пищевым ингредиентам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведен скрининг и обоснован выбор растительного сырья для обогащения функциональных напитков. На основании высокого содержания флавоноидов (как маркеров антиоксидантной активности) в качестве приоритетных объектов выбраны *Thymus vulgaris* и *Achillea millefolium*. Включение в состав *Panax ginseng* обосновано его уникальными адаптогенными свойствами. Количественный анализ БАВ подтвердил содержание биологически активных веществ в отобранных экстрактах, обеспечивающих заданную функциональную направленность готовых продуктов.

2. На основании комплексной оценки биотехнологического потенциала *Medusomyces gisevii* в динамике ферментации (3-и, 5-е и 7-е сутки) проведено обоснование рекомендуемой продолжительности процесса и осуществлен скрининг контрольных образцов. Установлено, что 5-е сутки являются приоритетными для всех контрольных образцов, так как обеспечивают рациональное сочетание физико-химических и биохимических показателей при сохранении высоких органолептических характеристик.

3. На основе комбинаторного подбора разработано 27 рецептурных сред (до ферментации), включающих вариации различных типов чайного сырья (черный чай, зеленый чай и иван-чай), композиции бинарных растительных экстрактов в соотношении 1:1 (*Panax ginseng* + *Thymus vulgaris*, *Achillea millefolium* + *Thymus vulgaris*, *Achillea millefolium* + *Panax ginseng*) и различные уровни их внесения (2,5 %; 5,0 %; 7,5 %). На основании результатов скрининга, проведенного по органолептическим критериям, было отобрано 9 питательных сред.

4. Установлен высокий биотехнологический потенциал отобранных питательных сред в процессе направленного культивирования. На основании сравнительного анализа контрольных и опытных образцов доказано стимулирующее влияние растительных экстрактов на метаболическую активность культуры *Medusomyces gisevii*. Выявлено, что введение бинарных фитокомпозиций интенсифицирует трансформацию сложного состава среды культурой *Medusomyces gisevii*, обеспечивая достижение более высоких значений физико-химических и биохимических показателей по сравнению с соответствующими контрольными образцами.

5. Установлено проявление синергетического эффекта метаболитов *Medusomyces gisevii* и растительных экстрактов по показателю массовой доли флавоноидов. В

опытных образцах фактическое содержание БАВ существенно превышало расчетные теоретические значения, полученные по принципу расчетно-балансового метода. На основании совокупного анализа биохимических показателей и коэффициентов синергизма осуществлен окончательный выбор трех видов приоритетных образцов (A3_5.0, B2_2.5, C2_2.5).

6. Изучен аминокислотный и витаминный состав приоритетных образцов в процессе ферментации. Выявлено высокое накопление незаменимых аминокислот в образцах на черном чае (A3_5.0): зафиксирован рост фенилаланина, лейцина, валина и изолейцина в сравнении с контрольными образцами. В образцах на основе иван-чая (C2_2.5) установлен наиболее интенсивный микробиологический биосинтез витаминов группы В (тиамина и пиридоксина).

7. Подтверждены высокие потребительские свойства на основании сенсорной оценки характеристик разработанных функциональных напитков и полное соответствие требованиям ТР ТС 021/2011.

8. Разработана технологическая схема производства функциональных напитков мощностью 75 тыс. дм³/год. На основании технико-экономических расчетов установлена себестоимость единицы продукции (0,5 дм³) на уровне 116 руб. Расчет биологической ценности показал, что употребление суточной нормы напитка (300 см³) может обеспечить покрытие физиологической потребности организма в некоторых незаменимых аминокислотах и витаминах, что подтверждает высокую биологическую ценность.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

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

1. The phytochemical composition of Kuzbass medicinal plants studied by spectrophotometry and chromatography / N.S. Velichkovich, N.I. Dunchenko, **A.A. Stepanova**, O.V. Kozlova, E.R. Faskhutdinova, V.P. Yustratov, S.L. Luzyanin // Foods and Raw Materials. – 2025. – Т. 13. – № 2. – Р. 219–232. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2025-2-649>.

2. Whey and water-ethanol solution as extractants of biologically active substances: Comparative analysis / **A.A. Stepanova**, A.D. Mitina, N.S. Velichkovich, O.V. Kozlova, T.A. Larichev, L.A. Proskuryakova, V.V. Martirosyan // Foods and Raw Materials. – 2026. – Т. 14. – № 2. – Р. 432–442. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2026-2-687>.

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК

3. Степанова, А.А. Мировое потребление белка и калорий: взаимосвязь с рационом и продукты для устранения дефицита / **А.А. Степанова**, Л.К. Асякина // Пищевые системы. – 2025. – Т. 8. – № 2. – С. 180–188.

4. Основные факторы, влияющие на экстракцию биологически активных соединений из клеточных культур растений / В.М. Ле, **А.А. Степанова**, А.А. Шевель, Т.А. Ларичев, С.Л. Лузянин // Техника и технология пищевых производств. – 2025. – Т. 54. – № 2. – С. 439–453.

5. Ферментированные напитки: источники их получения и видовой состав микробных сообществ (обзор) / **А.А. Степанова**, Л.К. Асякина, Т.А. Ларичев, Е.В. Останова // АПК России. – 2023. – Т. 30. – № 5. – С. 703–711.

6. Российский рынок функциональных продуктов питания для здорового образа жизни человека / Л.К. Асякина, **А.А. Степанова**, Т.В. Тамарзина, А.И. Лосева, Н.С. Величкович // Социально-экономический и гуманитарный журнал. – 2022. – Т. 25. – № 3. – С. 29–41.

Материалы международных и российских конгрессов, конференций

7. Степанова, А.А. Получение напитка из *Medusomyces gisevi* с высокой антиоксидантной активностью // **А.А. Степанова**, Л.К. Асякина, С.А. Иванова // Сборник статей по материалам CXVII международной научно-практической конференции «Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке». – Новосибирск, 2025. – С. 82–86.

8. Степанова, А.А. Органолептический анализ напитков с пробиотическим потенциалом / **А.А. Степанова**, С.А. Иванова, Л.К. Асякина // Сборник статей LXXIII международной научно-практической конференции «Российская наука в современном мире». – Москва, 2025. – С. 24–25.

9. Степанова, А.А. Прогноз мирового рынка растительных экстрактов / **А.А. Степанова** // В книге: Пищевые технологии. Сборник тезисов III Международного Симпозиума, посвященного 90-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РФ, основателя научной школы Льва Александровича Остроумова. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2024. – С. 102–104.

10. Степанова, А.А. Влияние covid-19 на мировой рынок ферментированных напитков и чайного гриба / **А.А. Степанова**, Л.К. Асякина // Материалы XI Инновационного конвента «Кузбасс: образование, наука, инновации». – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2023. – С. 195–196.

11. Степанова, А.А. Выбор основы функционального напитка, параметров его производства / **А.А. Степанова** // Сборник тезисов II международного Симпозиума «Пищевые здоровьесберегающие технологии». – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2023. – С. 139–141.

Патент на изобретение

12. Патент RU 2857775. Способ производства напитка / **А.А. Степанова**, И.И. Плешивцев, Л.К. Асякина, И.С. Милентьева, А.Ю. Просеков; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет». – № 2024137323; заявл. 12.12.2024; опубл. 06.03.2026.

Отчеты о научно-исследовательской работе

1. Полифенолы растений СФО: оценка молекулярной и пространственной структуры веществ, характеристика биофункциональных свойств и токсикологических показателей безопасности на модельных системах *in vivo*: отчет о НИР/Милентьева И.С. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2023.

2. Разработка биологически активных добавок, состоящих из метаболитов растительных объектов *in vitro*, для защиты населения от преждевременного старения: отчет о НИР/Милентьева И.С. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2024.