

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Степановой Анны Александровны на тему «Биотехнология функционального напитка на основе *Medusomyces gisevii* с добавлением экстрактов растительного происхождения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 4.3.3 – Пищевые системы и 4.3.5 – Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ

Актуальность темы исследований.

Актуальность диссертационной работы Степановой А.А. обусловлена глобальным трендом на переход к функциональному питанию и необходимостью расширения ассортимента отечественных напитков, обладающих доказанной биологической ценностью. Традиционные безалкогольные напитки зачастую содержат высокие концентрации сахаров и синтетических добавок, что диктует потребность в разработке альтернативных продуктов брожения. В этом контексте использование симбиотической культуры *Medusomyces gisevii* в сочетании с экстрактами растительного сырья (женьшень, чабрец, тысячелистник) является своевременным решением, позволяющим получить напитки с функциональными свойствами.

Разработка биотехнологии функциональных напитков напрямую отвечает задачам импортозамещения и реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации до 2030 г. Работа имеет выраженную научно-практическую направленность и вносит вклад в развитие отечественной пищевой промышленности в области функциональных систем.

Научная новизна исследований.

Научная новизна диссертационной работы заключается в научно обоснованном подходе к созданию многокомпонентных ферментированных систем. Выявлены новые закономерности метаболической активности *Medusomyces gisevii* при использовании комбинированных питательных сред. Экспериментально доказан эффект синергизма, возникающий при культивировании *Medusomyces gisevii* на чайном субстрате с добавлением экстрактов женьшеня, тимьяна и

тысячелистника. Установлено, что в процессе ферментации происходит направленная биотрансформация фенольных соединений, приводящая к синергетическому росту концентрации флавоноидов, превышающему расчетные значения суммы отдельных компонентов. Установлена четкая зависимость биохимического профиля готового продукта от типа используемого субстрата: обосновано преимущество использования иван-чая для максимального накопления витаминов группы В и черного чая – для синтеза незаменимых аминокислот. Экспериментально установлен порог рецептурной устойчивости симбиотической культуры *Medusomyces gisevii*. Определены критические концентрации вводимых фитоэкстрактов, превышение которых ведет к ингибированию метаболической активности микроорганизма. Это позволило установить границы варьирования рецептурных компонентов для сохранения стабильности биотехнологического процесса.

Теоретическая и практическая значимость.

Теоретическая ценность исследования состоит в углублении знаний о механизмах биотрансформации растительных экстрактов под действием симбиотической культуры *Medusomyces gisevii*. Практическая значимость подтверждается комплексным подходом к реализации биотехнологических решений и их высокой степенью готовности к внедрению в производство. Разработана комплексная технология производства функциональных напитков на основе различных питательных сред и бинарных фитокомпозиций с использованием культуры *Medusomyces gisevii*. Разработан и утвержден пакет технической документации. Техническая новизна решений защищена патентом РФ на изобретение № 2857775 «Способ производства напитка». Проведен расчет степени удовлетворения суточной потребности организма в витаминах и аминокислотах, что подтверждает функциональный статус разработанных напитков.

Достоверность и обоснованность основных научных положений.

Достоверность полученных результатов подтверждается достаточным объемом экспериментальных данных, использованием современных методов физико-химического анализа (ВЭЖХ, спектрофотометрия) и статистической обработкой данных с 3–5-кратной повторностью. Представленные в работе выводы

базируются на глубоком анализе экспериментального материала и подтверждаются успешной реализацией разработанных решений в производственных условиях.

Публикация результатов диссертационной работы.

По теме диссертационной работы опубликовано 12 печатных работ, в том числе 2 статьи в изданиях, индексируемых в Scopus/Web of Science, и 4 статьи в журналах из перечня ВАК. Получен 1 патент на изобретение.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Диссертационная работа соответствует 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».

Анализ содержания диссертационной работы.

Структура диссертации, общим объемом 161 страница, включает введение, четыре основные главы, заключение, а также список литературы и приложения.

Во введении автором обоснована актуальность темы, поставлены цели и задачи исследования. Представленная в данном разделе структура диссертации логична. Обоснована научная новизна и практическая ценность результатов, а также сформулированы положения, выносимые на защиту, которые в полной мере отражают суть проведенной работы.

В аналитическом обзоре автором проведен анализ современного состояния рынка безалкогольных напитков, в частности комбучи. Особого внимания заслуживает представленная характеристика биологического потенциала различных видов растительного сырья, обосновывающая его выбор для обогащения напитков. Проведенный патентный поиск позволил автору аргументированно подойти к выбору методов получения растительных экстрактов.

Во второй главе диссертации детально представлена методология проведения исследований. Описанная схема организации работы логична и охватывает все этапы биотехнологического процесса. Выбор объектов исследования аргументирован, а использование широкого комплекса современных физико-химических, микробиологических и органолептических методов анализа обеспечивает высокую достоверность и воспроизводимость полученных результатов.

Третья глава является ключевым разделом работы, в котором представлены результаты комплексных экспериментальных исследований. Автором проведен скрининг растительного сырья, позволивший научно обосновать выбор тимьяна, тысячелистника и женьшеня как наиболее перспективных источников БАВ. Особого внимания заслуживает подход к оптимизации процесса ферментации: на основе динамики биохимических показателей аргументирован выбор продолжительности ферментации в 5 суток как периода максимальной биологической ценности.

Использование методов комбинаторного подбора позволило автору отобрать наиболее гармоничные образцы. Принципиальное научное значение имеет экспериментальное подтверждение синергетического эффекта взаимодействия метаболитов *Medusomyces gisevii* и растительных экстрактов, подкрепленное расчетом коэффициентов синергизма и оценкой антиоксидантной активности. Завершающий главу детальный анализ витаминного и аминокислотного профилей подтверждает высокую нутрицевтическую ценность разработанных напитков.

В четвертой главе представлены результаты практической реализации теоретических и экспериментальных исследований. Автором детально описана технологическая схема производства функциональных напитков, включающая все этапы – от подготовки сырья до получения готового продукта. Особую ценность представляют разработанные рекомендации по употреблению напитков, учитывающие их функциональную направленность. Приведенный расчет экономической эффективности подтверждает рентабельность предлагаемой технологии и её инвестиционную привлекательность для предприятий пищевой отрасли.

В целом диссертационная работа представляет собой глубокое, завершённое исследование, выполненное на высоком теоретическом и методическом уровне. Работа содержит значительный объём оригинального экспериментального материала, обладает практической ценностью и оставляет положительное впечатление. Вместе с тем, по результатам ознакомления с работой необходимо выделить ряд дискуссионных вопросов и замечаний.

1. В главе 3 автор доказывает наличие синергетического эффекта при накоплении флавоноидов. Однако в работе недостаточно полно раскрыт

биохимический механизм этого процесса: является ли рост концентрации БАВ следствием высвобождения связанных форм фенольных соединений из растительного сырья под действием ферментов *Medusomyces gisevii* или же результатом новообразования вторичных метаболитов в процессе ферментации?

2. При обосновании параметров получения растительных экстрактов автор использует водно-этанольную экстракцию. Требуется пояснение: рассматривалась ли автором возможность использования водных экстрактов или внесения сухого сырья непосредственно при заваривании чайной основы, и как это могло бы повлиять на выход биологически активных веществ и органолептические показатели готового продукта?

3. В главе 4 указано, что при производстве напитка используется мембранное фильтрование с диаметром пор в интервале 0,2–0,6 мкм. Учитывая, что данный размер пор сопоставим с размерами клеток микроорганизмов-продуцентов, возникает вопрос: сохраняется ли в готовом продукте живая микрофлора, достаточная для присвоения напитку статуса «пробиотический», или он переходит в категорию метабиотиков?

4. В третьей главе автором изучена динамика показателей ферментации на 3-и, 5-ые и 7-ые сутки. Почему не была рассмотрена более длительная продолжительность процесса (10 суток и более)? На чем основано ограничение экспериментального периода семью сутками?

5. Используемые в работе экстракты (особенно тысячелистника и женьшеня) обладают специфическим горьким вкусом и резким ароматом. Каким образом автором решалась задача достижения баланса между высокой концентрацией БАВ и приемлемыми потребительскими свойствами напитка?

Высказанные замечания не снижают общей высокой оценки работы и носят дискуссионный или рекомендательный характер.

Заключение о соответствии работы критериям положения о присуждении ученой степени кандидата технических наук.

Диссертационная работа Степановой А.А. на тему «Биотехнология функционального напитка на основе *Medusomyces gisevii* с добавлением экстрактов растительного происхождения» является завершенным научно-

квалификационным исследованием. По своей актуальности, объему выполненных исследований, научной новизне, практической значимости и достоверности результатов работа полностью соответствует требованиям п. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 (в действующей редакции), а ее автор, Степанова Анна Александровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 4.3.3 – Пищевые системы и 4.3.5 – Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ:

Профессор кафедры продуктов
питания и пищевой биотехнологии

ФГБОУ ВО Омский ГАУ,

доктор технических наук, доцент

04.05.2026



Чернопольская Наталья Леонидовна

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Омский государственный аграрный университет
имени П.А. Столыпина»

Адрес: 644008, г. Омск, ул. Институтская площадь, 1

Тел.: 8(3812) 65-11-46, 89083165089

E-mail: nl.chernopolskaya@omgau.org

Официальный сайт: <https://www.omgau.ru>

Подпись Чернопольской Н.Л. заверяю

Проректор по научной работе,

доктор сельскохозяйственных наук, доцент

ФГБОУ ВО Омский ГАУ



Гоман Наталья Викторовна