



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Кемеровский государственный университет»
(КемГУ)

650000, Кемерово, ул. Красная, 6
Телефон: 8(3842) 58-12-26. Факс: 8(3842) 58-38-85
E-mail: rector@kemsu.ru. <http://www.kemsu.ru>

« 02 » 09 2025 г № _____

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «Кемеровский
государственный университет»,
доктор технических наук, доктор
биологических наук, профессор, академик
РАН

А.Ю. Тросекон

2025 г

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Кемеровский государственный университет» (КемГУ)

на диссертационную работу Леоновой Виктории Александровны на тему:
«Разработка биотехнологии кисломолочного продукта с метаболитным
комплексом *L. helveticus*», представленной 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 диссертационной работы

Актуальность разработки кисломолочного продукта с метаболитным комплексом *L. helveticus* обусловлена рядом факторов. Данная тема соответствует современным тенденциям внедрения функциональных продуктов питания, которые не только насыщают организм, но и оказывают положительное влияние на здоровье благодаря своим пробиотическим и бифидогенным свойствам.

Установлено, что штамм *Lactobacillus helveticus* характеризуется высокой кислотностью, антимикробной активностью, а также способностью синтезировать широкий спектр органических кислот и биоактивных веществ. Это делает его перспективным для создания метаболитных комплексов с пробиотическими свойствами. Такие комплексы могут активно действовать на микрофлору кишечника человека, усиливать антимикробную активность, способствовать антиоксидантным эффектам и стимулировать рост бифидобактерий.

Кроме того, существует потребность в технологиях переработки культуральных жидкостей, образующихся при производстве бактериальных препаратов, в практичное и полезное применение. Применение таких метаболитных комплексов в составе кисломолочных продуктов не только увеличивает функциональную ценность этих продуктов, но и расширяет их применение в пищевой промышленности и медицине.

Таким образом, разработка биотехнологий, основанных на использовании метаболита *L. helveticus*, представляет собой важное направление, способствующее

как научному прогрессу, так и внедрению продуктовых инноваций в повседневное питание.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, является высокой и подтверждается комплексом проведенных исследований. Методология работы основана на научно-методологическом подходе, включающем детальное описание задач и гипотез, а также разработку структурированного и аргументированного плана эксперимента. В процессе исследования использовалась современная материально-техническая база с применением стандартизованных и общепринятых методов, обеспечивающих точность и воспроизводимость полученных данных. Достоверность результатов подтверждается многократной повторностью экспериментов и статистической обработкой массива данных. Это обеспечивает надёжность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Полученные результаты доложены на различных научных площадках, включая международные и всероссийские конференции, где были обсуждены в профессиональном сообществе. Уровень исследований подтверждается публикацией 8 печатных работ, в том числе 5 работ в изданиях, рецензируемых ВАК РФ.

Научная новизна диссертации и личный вклад соискателя в разработку научной проблемы

Научная новизна диссертационного исследования и полученных результатов заключается в следующих ключевых положениях. Впервые установлена способность штамма *L. helveticus* к дифференцированному синтезу органических кислот (молочной, уксусной, лимонной) в зависимости от состава питательной среды, что отражено в требованиях СТО 00419785-081.1-2024 к выбору субстрата культивирования. Выявлены и количественно оценены корреляционные зависимости между параметрами культивирования (рН, температура, продолжительность ферментации) и биохимическим составом метаболитного комплекса, что легло в основу технологического регламента СТО.

Экспериментально доказано *in vitro*, что метаболитный комплекс проявляет полифункциональную пробиотическую активность, включая ингибирование роста патогенных микроорганизмов (*E. coli*, *S. aureus*, *Salmonella spp.*), стимуляцию пролиферации *Bifidobacterium adolescentis* MC-42 с достижением бифидогенного эффекта $\geq 3.8 \times 10^8$ КОЕ/см³, а также обладает выраженной антиоксидантной активностью (2216 \pm 168 мкМ ТЕ).

Разработаны и научно обоснованы критерии стандартизации в СТО, обеспечивающие воспроизводимость состава метаболитного комплекса (содержание молочной кислоты не менее 15 г/100 г) и функциональных параметров готового продукта (содержание витамина В₆ не менее 3.0 мкг/100 г).

Личный вклад соискателя включает проведение полного цикла экспериментальных исследований по селекции штамма и оптимизации условий культивирования, валидацию методов *in vitro* для оценки пробиотических свойств,

а также непосредственное участие в разработке нормативной документации (СТО) на основе полученных экспериментальных данных. В ходе исследования соискателем лично выполнены все ключевые этапы работы: от постановки целей и задач до разработки нормативных документов. Автором самостоятельно осуществлен выбор и обоснование методологического подхода, проведен полный цикл экспериментальных исследований, включая культивирование штаммов, оценку их биохимической активности и функциональных свойств. Полученные данные были систематизированы и проанализированы, что позволило разработать пакет нормативной документации (СТО), регламентирующей производство метаболитного комплекса и кисломолочного продукта на его основе. Все разделы диссертации, включая теоретическую и экспериментальную части, подготовлены автором самостоятельно на основании проведенных исследований.

Результаты диссертационной работы имеют большое значение для развития научных знаний в области биотехнологии бактериальных заквасок и молочной промышленности, и являются прочной основой для дальнейших исследований, направленных на создание высокотехнологичных производств.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям «Положения о присуждении ученых степеней»

Диссертационная работа и автореферат Леоновой Виктории Александровны соответствуют требованиям ВАК РФ. Работа является научно-квалификационной, обладает теоретической и практической значимостью. В работе содержится решение научной задачи, имеющее существенное значение для развития молочной промышленности. Диссертация содержит новые научные положения и результаты их практической реализации.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Количество публикаций удовлетворяет требованиям к соискателям на ученую степень кандидата технических наук согласно «Положению о присуждении ученых степеней», утвержденному Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 25.01.2024).

Оценка содержания диссертации и ее завершенность

Введение диссертационной работы обосновывает ее актуальность, сформулированы цели и задачи исследования, аргументирована научная новизна, практическая значимость работы и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен анализ научно-технической литературы, посвященной производству специализированных продуктов питания, биологически активным метаболитам молочнокислых бактерий и их свойствам. Рассмотрены технологические аспекты получения метаболитов и их применение, что подтверждает актуальность выбранной темы и необходимость разработки новой технологии.

Во второй главе описаны объекты исследования, методы работы (микробиологические, физико-химические, статистические) и схема проведения исследований. Приведена детальная методика, обеспечивающая достоверность результатов.

Третья глава диссертационной работы представляет собой детальное экспериментальное исследование, посвященное разработке биотехнологии кисломолочного продукта с метаболитным комплексом *L. helveticus*. На первом этапе была проведена сравнительная оценка трех штаммов *L. helveticus* (20T, АВ и Н9) по ключевым характеристикам. Комплексный анализ позволил выделить штамм *L. helveticus* 20T как наиболее перспективный продуцент метаболитного комплекса благодаря его выраженной антимикробной активности против патогенных микроорганизмов, включая *E. coli*, *S. typhimurium* и *Staph. aureus*.

Далее исследовались параметры культивирования выбранного штамма на различных питательных средах. Особое внимание уделялось методам выделения и концентрирования метаболитного комплекса. Для дальнейшей очистки применялась микрофилтрация через мембраны 0,2 мкм. Сравнительное изучение методов сушки (сублимационной и распылительной) выявило преимущества распылительной сушки с разделением потоков горячего воздуха ($175\pm 5^\circ\text{C}$ на входе и $60\pm 5^\circ\text{C}$ на выходе), которая позволила получить продукт с низкой влажностью (3,7-3,9%) при сохранении биологической активности. При разработке технологии кисломолочного продукта метаболитный комплекс вносился в количестве 1% одновременно с заквасочными культурами *S. thermophilus* и *L. bulgaricus*. Проведенные исследования продемонстрировали, что полученный продукт обладает выраженными функциональными свойствами: его антиоксидантная активность превышала контроль в 4,5 раза, отмечалось усиление антимикробного действия против тест-штаммов патогенов и стимуляция роста бифидобактерий. Важным аспектом работы стала разработка нормативной документации (СТО) как для метаболитного комплекса, так и для готового кисломолочного продукта.

Таким образом, экспериментальная часть работы представляет собой законченное исследование, в котором последовательно решены все поставленные задачи: от выбора штамма-продуцента и оптимизации условий культивирования до разработки готового продукта с доказанными функциональными свойствами. Полученные результаты имеют значительную практическую ценность и готовы к внедрению в производство специализированных кисломолочных продуктов.

Результаты работы имеют теоретическую и практическую ценность, подтверждены публикациями и апробацией на конференциях. Разработанные технологии и стандарты готовы к внедрению в производство.

Выводы отражают результаты поставленных в работе задач.

Вопросы, замечания и рекомендации по диссертационной работе

По результатам анализа диссертационной работы выявлены следующие вопросы:

1. На страницах 43–44 диссертации описаны методы капиллярного электрофореза и ВЭЖХ-МС для определения органических кислот, аминокислот и витаминов, но отсутствуют данные о валидации этих методов (погрешности, пределы обнаружения, воспроизводимость), чтоб подтвердить достоверность полученных результатов.
2. В таблице 3.6 (страница 63) сравнивается содержание органических кислот в метаболитном комплексе (МК) на MRS-бульоне и молоке, но не исследованы другие среды (например, с добавками цитратов или пребиотиков), которые могли бы усилить биологическую активность МК.

3. На странице 55 упоминается антимикробная активность МК, но не проведен анализ конкретных бактериоцинов или других соединений, ответственных за этот эффект (например, с помощью масс-спектрометрии), что бы позволило углубить научную значимость работы.

4. В выводах диссертации (страница 84) утверждается, что метаболитный комплекс *L. helveticus* 20Т демонстрирует превосходные антимикробные свойства по сравнению с другими исследованными штаммами, однако отсутствует сравнительный анализ с коммерчески доступными постбиотиками или метаболитными комплексами других видов *Lactobacillus* (например, *L. acidophilus* или *L. rhamnosus*), что не позволяет в полной мере оценить уникальность и конкурентные преимущества именно штамма *L. helveticus* 20Т - насколько выявленные преимущества данного штамма действительно являются его уникальными характеристиками, а не общими свойствами рода *Lactobacillus* в целом?

5. Хотя в работе (страница 85) показано, что разработанный кисломолочный продукт с добавлением метаболитного комплекса имеет увеличенный срок годности до 26 суток и повышенную антиоксидантную активность, в выводах не рассматриваются такие важные аспекты практического внедрения как возможное негативное влияние МК на органолептические свойства продукта при длительном хранении (например, риск прогоркания из-за липолиза), а также отсутствует анализ экономической целесообразности массового производства с учетом указанной себестоимости МК (412 руб./кг) без сравнения с существующими аналогами - какие конкретные технологические ограничения и экономические факторы могут препятствовать успешному масштабированию данной разработки в реальном промышленном производстве?

6. Было бы целесообразно расширить географию публикаций по материалам исследований, представленные публикации ограничивают научную видимость результатов.

Поставленные вопросы не снижают ценность выполненной работы и носят дискуссионный характер.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа по содержанию и оформлению соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, изложенным в Положении о присуждении ученых степеней, а ее автор, Леонова Виктория 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.

Отзыв подготовлен заведующей кафедрой технологии продуктов питания животного происхождения ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», доктором технических наук, профессором Курбановой Мариной Геннадьевной.

Отзыв рассмотрен и утвержден на заседании кафедры технологии продуктов питания животного происхождения Технологического института пищевой промышленности ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

Присутствовало на заседании кафедры 12 чел. В обсуждении приняли участие 3 чел. Результаты голосования: «за» - 12 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол № 1 от «31» августа 2025 г.

Заведующая кафедрой, д.т.н., профессор,
шифр специальности: 05.18.04 - Технология мясных,
молочных и рыбных продуктов и
холодильных производств»

М.Г. Курбанова

Я, Курбанова Марина Геннадьевна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Леоновой Виктории Александровны, и их дальнейшую обработку.

Контактные данные

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Кемеровский государственный университет»,
Технологический институт пищевой
промышленности.

Адрес: 650000, Кемеровская обл. – Кузбасс,
г. Кемерово, ул. Красная, д. 6.

Веб-сайт: <https://kemsu.ru>

Email: tppgs@kemsu.ru

Телефон: +7(3842)39-68-58