

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента Китаевской Светланы Владимировны на диссертационную работу Григорян Розы Эмировны «Разработка биотехнологии кисломолочного продукта с использованием микроинкапсулированных культур пробиотиков», 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 исследования

Стратегия развития пищевой промышленности Российской Федерации до 2030 года предусматривает увеличение доли функциональных продуктов питания, направленных на коррекцию микробиологических нарушений желудочно-кишечного тракта и повышение неспецифической резистентности организма. Пробиотические кисломолочные продукты занимают лидирующие позиции в данном сегменте, однако их эффективность напрямую зависит от сохранения жизнеспособности пробиотических микроорганизмов на всех этапах – от производства до колонизации толстого кишечника.

Микроинкапсулирование признано наиболее перспективным методом защиты пробиотиков, однако до настоящего времени остаются нерешенными вопросы влияния размера капсул на физико-химические свойства оболочки, метаболический профиль иммобилизованных клеток и их совместимость с традиционными заквасочными культурами в процессе совместной ферментации.

Исходя из вышеизложенного, диссертационная работа Григорян Р.Э., направленная на разработку научно обоснованной биотехнологии кисломолочного продукта с использованием микроинкапсулированных культур пробиотиков, является актуальной и своевременной.

Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа Григорян Р.Э. представлена в классическом стиле, состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 210 источников и 10 приложений. Основной текст изложен на 159 страницах, содержит 34 рисунка и 26 таблиц.

Во введении обоснована актуальность, сформулированы цель и задачи, представлены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, основные положения, выносимые на защиту. Автором корректно отражена степень разработанности темы.

В первой главе проведён глубокий анализ научно-технической литературы по функциональным продуктам питания, пробиотическим микроорганизмам, методам микроинкапсулирования и материалам-носителям. Обзор содержит 210 источников (в том числе 191 иностранных), что свидетельствует о высокой эрудиции соискателя и его способности критически анализировать мировой опыт. Особого внимания заслуживает детальный анализ преимуществ и недостатков альгинатных систем для инкапсуляции пробиотиков.

Во второй главе представлены организация работы, объекты и методы исследований. Использован комплекс современных физико-химических (ГХ-МС, термогравиметрический анализ, вискозиметрия, лазерная дифракционная спектроскопия), микробиологических и статистических методов, что обеспечивает высокую достоверность полученных результатов. Схема проведения исследований логична и позволяет проследить все этапы работы.

В третьей главе «Исследование влияния размера микрокапсул на их функциональные характеристики» автором получены наиболее значимые научные результаты. Установлена корреляция между скоростью вращения диспергатора (900–2000 об/мин), размером гидратированных (805–304 мкм) и сублимированных (400–200 мкм) микрокапсул, производительностью процесса и жизнеспособностью *Lpb. plantarum*. Особый интерес представляют данные о влиянии размера капсул на соотношение альгината и кальция в оболочке (от 0,57/0,39 до 0,38/0,58 г/г капсул) и, как следствие, на термостабильность (рост энергии активации с 48 до 113 кДж/моль). Вывод о формировании адаптивных метаболических реакций у *Lpb. plantarum* (синтез ненасыщенных жирных кислот) является новым и важным для понимания физиологии иммобилизованных клеток.

В четвёртой главе «Исследование совместного культивирования *Str. thermophilus* и *Lpb. plantarum* в свободной и капсулированной форме в молоке» соискателем установлены закономерности совместной ферментации с микроинкапсулированным пробиотиком. Экспериментально доказано, что капсулированная форма обеспечивает замедление постокисления: образец с

соотношением 1,5 % *Lpb. plantarum*/3,5 % *Str. thermophilus* достигает предельной кислотности 120 °Т к 12-м суткам, тогда как свободная культура – уже к 3-м суткам. Выживаемость капсулированного пробиотика на 18-е сутки хранения в 3 раза выше, чем у свободной формы. Эти данные имеют ключевое значение для промышленной реализации.

В пятой главе разработана биотехнология кисломолочного продукта с микроинкапсулированной культурой *Lpb. plantarum*, представлены рецептура (950 кг молока, 35 кг закваски *Str. thermophilus*, 15 кг капсулированной *Lpb. plantarum*), технологическая схема, параметры процессов. Проведён анализ рисков по системе ХАССП с идентификацией четырёх критических контрольных точек. Выполнена оценка экономической эффективности разработанной технологии.

Диссертационная работа завершается заключением, в котором представлены выводы, которые в полной мере отражают результаты исследований, соответствуют поставленным задачам и логически вытекают из содержания работы. Заключение сформировано четко и убедительно.

Полученные результаты исследований подтверждены документами, приведенными в приложениях. Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате. Автореферат диссертации полностью соответствует основному тексту и оформлен в соответствии с требованиями ВАК РФ. Работа носит законченный характер, написана логично, стиль изложения вполне доказательный.

Новизна основных положений диссертации

Научная новизна диссертационной работы не вызывает сомнений и заключается в следующем:

1. Экспериментально обоснованы технологические режимы экструзионного получения микрокапсул различного размера с *Lpb. plantarum* в оболочке из альгината кальция, позволяющие регулировать гранулометрический состав в диапазоне 200–400 мкм;

2. Установлена корреляция между размером микрокапсул, содержанием кальция в оболочке (от 0,39 до 0,58 г/г капсул), энергией активации термодеструкции (от 48 до 113 кДж/моль) и жизнеспособностью пробиотической культуры;

3. Доказано, что процесс микроинкапсулирования индуцирует адаптивные метаболические реакции *Lpb. plantarum*, выражающиеся в

синтезе ненасыщенных жирных кислот (октадекановой, гексадекановой) в концентрации до 4,93 мкг/мл, отсутствующих в свободной культуре;

4. Выявлены закономерности совместной ферментации *Str. thermophilus* и *Lpb. plantarum* в капсулированной форме, позволяющие увеличить срок годности кисломолочного продукта с 3 до 12 суток за счёт замедления постокисления.

Ценность результатов исследования для науки и практики

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в получении новых знаний о влиянии размера альгинатных микрокапсул на их физико-химические свойства, термостабильность и метаболический профиль иммобилизованных пробиотических клеток, а также о закономерностях совместного культивирования микроинкапсулированных пробиотиков с заквасочными культурами молочнокислых микроорганизмов.

Практическая значимость подтверждена:

– разработкой способа микроинкапсулирования пробиотиков (поданы 2 заявки на изобретение);

– подготовкой и утверждением технической документации на закваски в микроинкапсулированной форме и на кисломолочный продукт (ТУ 10.51.56.444-002-21986117-2025);

– проведением опытно-промышленной апробации в условиях АО «Молочный комбинат «Ставропольский»;

– внедрением результатов в учебный процесс по направлениям подготовки 19.03.01, 19.03.03, 19.04.01 факультета пищевой инженерии и биотехнологий имени академика А.Г. Храмцова Северо-Кавказского федерального университета.

Подтверждение апробации основных результатов научного исследования

Основные положения диссертации доложены на 8 международных и всероссийских научно-практических конференциях (г. Щелково, 2024; г. Минск, 2024 и 2025; г. Ставрополь, 2024 и 2025; г. Барнаул, 2024; г. Омск, 2025). По материалам диссертации опубликовано 14 печатных работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России по научным специальностям 4.3.3. и 4.3.5. Работа выполнена в рамках реализации Мегагранта по Постановлению Правительства РФ № 220 (Соглашение № 075-15-2022-1129 от 01.07.2022) и

при поддержке стипендии Президента РФ для обучения за рубежом (Белорусский государственный университет, 2024).

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Автореферат написан по классической схеме, в полной мере отражает содержание и основные результаты диссертационной работы. Принципиальных расхождений между текстом диссертации и авторефератом не выявлено.

Степень достоверности результатов исследований диссертационной работы подтверждается проведением достаточного количества экспериментов с использованием общепринятых и специальных методов исследования, статистической обработкой данных с применением пакетов прикладных программ, проведением опытно-промышленных испытаний.

В порядке дискуссии по диссертационной работе имеются **замечания и пожелания:**

1. В диссертации и автореферате не представлены сведения о соответствии научной новизны, теоретической и практической значимости работы пунктам паспорта научных специальностей 4.3.3. и 4.3.5. Следует отметить, что автором поставлено восемь задач, а выводов сделано десять.

2. В работе следовало привести данные о применяемых автором температуре и скорости размораживания микроинкапсулированных культур лактобацилл, хотя эти параметры также критически важны для выживаемости и жизнеспособности клеток микроорганизмов, как и режимы замораживания.

3. Не совсем ясно, почему автор проводит инкубирование *Lpb. plantarum* БИМ-В 492 при температуре 30 °С, хотя оптимальной температурой роста представителей вида *Lpb. plantarum* является 37 °С.

4. В диссертации следовало привести результаты исследования органолептических показателей кисломолочных продуктов с использованием микроинкапсулированных культур лактобацилл, данный аспект критически важен для полноты описания потребительских свойств продукции.

5. Автору следует пояснить, почему он приводит вывод «...Для баланса между пробиотической активностью и стабильностью оптимально соотношение 2,5%/2,5 %» (стр. 113), однако в последствии останавливает свой выбор на соотношении 1,5%/3,5 %: «...Соотношение 1,5% *Lpb.*

plantarum/3,5% *Str. thermophilus* является оптимальным с технологической точки зрения» (стр. 116).

6. Автору следовало указать конкретный период (месяц, год) проведения расчетов экономических показателей (глава 5, табл. 5.5) для обеспечения достоверности и актуальности представленных данных.

Замечания по оформлению диссертационной работы:

1. В тексте диссертации встречаются опечатки и повторение одних и тех же выводов и умозаключений (например, по эффектам пробиотиков на организм человека), что не влияет на суть исследования и не умаляет научной ценности работы, но влияет на общее впечатление.

2. Текст диссертации содержит множество сокращений, например ЖКТ, ПРМ, КСБ, ТГ, ДТГ, ГХ-МС и т.п. Автору следовало дополнить работу списком сокращений и условных обозначений.

3. Некоторые таблицы (например, табл. 4.10 и 4.12, 4.11 и 4.13), имеют идентичные названия, что затрудняет их идентификацию и восприятие представленных данных.

Указанные замечания не являются принципиальными и не снижают общей высокой оценки диссертационной работы. Они носят рекомендательный характер и могут быть учтены при дальнейших исследованиях и промышленном внедрении.

Заключение

Диссертационная работа Григорян Розы Эмировны на тему «Разработка биотехнологии кисломолочного продукта с использованием микроинкапсулированных культур пробиотиков» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований разработаны научно обоснованные технологические решения, направленные на создание функционального кисломолочного продукта с гарантированной пробиотической активностью.

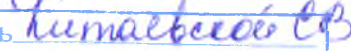
По актуальности, научной новизне, объёму выполненных исследований, практической значимости и методическому уровню диссертационная работа полностью соответствует требованиям пп. 9–11, 13 и 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013

г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор – Григорян Роза Эмировна – заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальностям 4.3.3. Пищевые системы и 4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, доцент,
и.о. заведующего кафедрой пищевой биотехнологии
ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технологический университет»

 С.В. Китаевская

420015, Казань, ул. Толстого 8/31
ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технологический университет»
Телефон: +7(843)231-43-54
<https://www.kstu.ru/>
E-mail: kitaevskayas@mail.ru

Подпись 
удостоверяю.
Начальник отдела
кадрового делопроизводства
ФГБОУ ВО «КНИТУ»
И.А. Храмова
2026 г.



Я, Китаевская Светлана Владимировна, даю согласие на обработку персональных данных, включение их в аттестационное дело Григорян Розы Эмировны, размещение отзыва на сайте ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» РАН и на сайте ВАК РФ.