

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук Волковой Г.С.
на диссертационную работу **Жарко Марии Юрьевны** по теме **«Разработка замороженной концентрированной закваски молочнокислых микроорганизмов»**,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 4.3.3. Пищевые системы

Актуальность темы диссертации

Существенная роль в обеспечении населения качественными, полноценными и безопасными продуктами питания отводится ферментированным продуктам, которые являются носителями полезной для человека микрофлоры, снабжают организм пищевыми веществами, а также активно влияют на биохимические и физиологические функции человека, способствуют поддержанию здоровья, снижают риск возникновения заболеваний.

Важное место в производстве бактериальных заквасок отводится технологиям их консервирования и низкотемпературного хранения. Это обусловлено доступностью холодильных установок, способных надежно поддерживать низкие температуры в течение длительного времени, обеспечивать транспортировку замороженных заквасок. Преимущества технологии замораживания и низкотемпературного хранения заквасок по сравнению с другими методами хранения являются ее простота и удобство, минимум подготовительной работы, быстрое восстановление материала после замораживания. В сравнении с высушиванием и лиофилизацией при замораживании культуры молочнокислых бактерий оказываются менее поврежденными, имеют высокие показатели жизнеспособности, к тому же при замораживании довольно редки генетические изменения. Актуальным является обеспечение отечественной пищевой промышленности отечественными заквасками высокого качества, имеющими конкурентные преимущества – высокое количество жизнеспособных клеток, использование российских стартовых культур и их комбинации, а также ориентирование на особенности отечественного сырья.

Таким образом, разработка технологий замороженных концентрированных заквасок для молочной промышленности является перспективным направлением развития науки, которое имеет важное народнохозяйственное значение.

Научная новизна полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, не вызывает сомнений. Диссертационная работа Жарко М.Ю. направлена на решение научной и практической задачи, позволяющей создать новое производство замороженной концентрированной закваски молочнокислых

микроорганизмов для производства кисломолочных продуктов на основе разработанного современного высокотехнологичного процесса.

Автором впервые выделены и идентифицированы новые штаммы молочнокислых микроорганизмов *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, обосновано влияние лимитирующих компонентов питательной среды на их культивирование.

Впервые установлена зависимость между выживаемостью молочнокислых микроорганизмов *L. lactis subsp. lactis*, *L. lactis subsp. cremoris*, *Lactiplantibacillus plantarum* и *S. thermophilus*, их фазой роста и температурой замораживания.

Определены зависимости вязкости суспензии и качества криогранул микроорганизмов от их концентрации.

Показана и подтверждена взаимосвязь между режимом замораживания/дефростации отдельных криогранул и выживаемостью молочнокислых микроорганизмов.

Автором получены новые данные по влиянию криогранул на процесс лиофилизации и на выживаемость микроорганизмов.

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертанта

Представленные в диссертационной работе результаты исследований имеют значимость для науки и производства, заключающуюся в теоретическом обосновании и разработке технологии производства замороженной концентрированной закваски молочнокислых микроорганизмов *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* и *S. thermophilus*, обеспечивающей содержание жизнеспособных клеток не менее 10^{10} КОЕ/г на конец срока годности и предназначенной для производства кисломолочных продуктов.

Утвержден СТО 00419785-057-2021 «Закваска молочнокислых микроорганизмов *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* и *S. thermophilus* прямого внесения для творога» и осуществлена опытно-промышленная апробация разработанной технологии.

Разработан технологический регламент применения разработанной замороженной концентрированной закваски в производстве творога и сметаны.

Отдельно отмечается, что по основным показателям разработанная замороженная концентрированная закваска молочнокислых микроорганизмов не уступает импортным аналогам, доминирующим в настоящее время на российском рынке.

Полученные в диссертационной работе экспериментальные данные расширяют существующие представления о процессах замораживания и выживаемости молочнокислых бактерий в составе заквасок.

Степень обоснованности и достоверности результатов исследований

Достоверность полученных в диссертации результатов подтверждается использованием современных инструментальных методов изучения объектов исследования, воспроизводимостью результатов экспериментальных работ. Экспериментальные данные, полученные автором, подтверждены теоретическими положениями и с достаточной степенью точности согласуются с известными концепциями, апробированы и частично внедрены в промышленных условиях.

Выводы, сделанные автором, логически следуют из экспериментально полученных данных и отражают основное содержание диссертационной работы.

Исходя из вышесказанного, научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы следует считать обоснованными и достоверными.

Апробация работы

Основные материалы диссертации доложены и обсуждены на многочисленных научных конференциях, в том числе международных.

Соответствие диссертации специальности

Диссертационная работа Жарко М.Ю. по содержанию и результатам выполненных исследований соответствует паспорту научной специальности ВАК 4.3.3. Пищевые системы.

Публикации результатов исследований

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 5 печатных работах, в том числе 4 в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки России для размещения материалов диссертаций.

Соответствие автореферата основным положениям

Автореферат оформлен в соответствии с требованиями ВАК при Минобрнауки России и полностью отражает содержание диссертации.

Анализ содержания диссертационной работы

Диссертация изложена на 118 страницах и состоит из введения, обзора литературы (глава 1), описания объектов и методов исследования (глава 2), результатов собственных исследований и их обсуждения (глава 3), технологической части (глава 4), результатов апробации разработанной закваски в технологии производства творога (глава 5), результатов оценки эффективности закваски (глава 6), выводов и результатов работы (глава 7), списка использованной литературы, 4-х приложений. Содержит 12 таблиц, 37 рисунков. Список литературы включает 128 источников. В приложениях представлена нормативно-производственная документация (ТУ) на закваску и производимый на ее основе творог, акты производственных испытаний, подтверждающие практическую значимость работы.

Во введении обоснована актуальность темы и определены основные направления исследования.

В первой главе (обзоре литературы) изложены современные представления о методах замораживания в пищевой технологии и биотехнологии, приведена классификация заквасок молочнокислых микроорганизмов для молочной промышленности, сделан обзор методов замораживания и хранения замороженных микроорганизмов, описан процесс замораживания методом криогранулирования и проанализированы технологические факторы, влияющие на качество криогранул. Рассмотрены вопросы применения замороженной закваски в технологии творога.

В конце главы приводится заключение по обзору литературы.

Вторая глава посвящена описанию объектов и методов исследований. Приводятся культуры молочнокислых бактерий, использованные в исследовании, составы питательных сред, методы выделения культур, их идентификации и определения биохимических свойств. Также имеется перечень методов определения необходимых органолептических, физико-химических, микробиологических показателей, есть ссылки на ГОСТы и методические указания. В главе содержатся описания методик культивирования молочнокислых бактерий, концентрирования биомассы, замораживания (приведена конструкция криогранулятора, его технические характеристики), описан процесс дефростации микроорганизмов, лиофилизации замороженных гранул.

В третьей главе приведены экспериментальные данные по отдельным этапам работы, а именно: выделение штаммов молочнокислых бактерий, определение их морфологических и биохимических свойств, результаты влияния технологических параметров на жизнеспособность клеток бактерий и их концентрацию, данные по выживаемости клеток на различных фазах роста и при различной вязкости суспензии при замораживании. Исследован процесс замораживания микроорганизмов методом криогранулирования, в том числе выживаемость при изменении диаметра гранул и состава защитной среды. Приведены результаты исследования процесса лиофилизации замороженных гранул.

В четвертой главе приводятся результаты разработки технологии замороженной концентрированной закваски молочнокислых микроорганизмов и определения рекомендуемого срока годности.

В пятой главе приведены результаты апробации разработанной концентрированной замороженной закваски в технологии производства творога. Здесь же описаны исследования опытно-промышленной выработки творога с использованием разработанной закваски.

В шестой главе содержится результаты сравнительной оценки эффективности полученной замороженной закваски в сравнении с аналогами.

В седьмой главе размещены общие выводы по работе и полученные результаты.

В приложениях №1 и 3 автор приводит титульные листы СТО «Закваска молочнокислых микроорганизмов прямого внесения для творога» с указанием разработчиков и СТО «Творог. Технические условия». В приложениях №2 и 4 приведены акты опытно-промышленной выработки закваски молочнокислых микроорганизмов и творога соответственно.

Вопросы и замечания при анализе диссертации:

1. Проводилось ли депонирование в какой-либо коллекции микроорганизмов выделенных автором культур молочнокислых бактерий *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, есть ли паспорта на данные штаммы?

2. В п.3.5 (рис. 3.9) установлена зависимость концентрации клеток бактерий в суспензионной среде на динамическую вязкость суспензии. Не указано, для какого штамма получена данная зависимость. При этом, найдя с помощью зависимости оптимальный диапазон концентрации суспензии клеток, равной 16-20 г/100 см³, автор в дальнейшем (рис. 3.10) все же исследует более широкий диапазон концентраций клеток, выходящий за пределы оптимальных значений.

3. Какой метод статистической обработки экспериментальных данных был использован в работе?

4. В разделе 3.6 (стр.73-75) приводится подробное описание процесса замораживания микроорганизмов методом криогранулирования с перечислением происходящих физических процессов. Являются ли эти сведения собственными исследованиями автора?

5. Требуется пояснения выбор автором защитной среды при изучении ее влияния на выживаемость замороженных молочнокислых бактерий (п.3.8), исключая такие часто используемые протекторы, как желатина, лактоза, различные антиоксиданты. Не приводится обоснования оптимального соотношения между объемом микробной массы и объемом защитной среды, а также величины рН суспензии, что оказывает существенное влияние на выживаемость культуры.

6. Исследования, приведенные в главе 3 выполнены на отдельных штаммах бактерий. Просьба автору пояснить, какие особенности в технологии криогранулирования будут иметь место при замораживании смешанной биомассы молочнокислых бактерий, составляющих основу закваски.

7. На мой взгляд, в работе целесообразно было бы привести аппаратную схему процесса производства замороженной концентрированной закваски молочнокислых микроорганизмов.

8. При определении рекомендуемого срока годности выработанного творога (п.5.2) вызывает вопросы отсутствие других показателей качества продукта, таких как содержание посторонней микрофлоры, содержание белка и кислотность. Также не указано, в какой упаковке производится творог на предприятии, что влияет на срок годности.

9. Почему апробацию разработанной концентрированной замороженной закваски проводили на производстве творога, а сравнительную оценку эффективности на производстве сметаны? Есть ли у разработанной закваски преимущество по сравнению с аналогами по стоимости?

10. В выводах по работе недостаточно полно отражены технологические параметры получения концентрированной замороженной закваски, установленные в работе (состав защитной среды, размер гранул, фаза роста культуры, длительность культивирования, температура замораживания).

Следует отметить, что в автореферате имеют место незначительные опечатки, в печатном варианте диссертации отсутствуют цветные иллюстрации, что затрудняет восприятие работы, нет подписи к рис.3.12 (г), к рис. 3.21 (а и б), нет пояснений к рис. 4.3.

Приведенные в отзыве замечания не носят принципиального характера, не снижают значение полученных в диссертационных исследованиях результатов и могут быть учтены автором при дальнейших исследованиях.

Заключение по диссертации

Анализ материалов исследований и выводов по диссертационной работе дает основание полагать, что она является законченным научным исследованием, направленным на решение важной задачи – обеспечение населения качественными продуктами питания.

Материалы выполненных исследований нашли отражение в научных публикациях. Диссертационная работа выполнена на высоком теоретическом и научном уровнях с использованием современных средств и методов измерений, что обеспечивает достоверность и объективность сделанных выводов.

На основании вышеизложенного считаю, что представленная диссертационная работа является законченным научным исследованием, в котором решены важные технические и технологические задачи, актуальные для развития пищевой промышленности нашей страны.

По совокупности сформулированных и научно обоснованных положений, актуальности, новизне и практической значимости диссертация «Разработка замороженной

концентрированной закваски молочнокислых микроорганизмов» соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г.) в действующей редакции, а ее автор - Жарко Мария Юрьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы.

28 июля 2023 года.

Волкова Галина Сергеевна – доктор технических наук по специальности 03.01.06 – Биотехнология (в том числе бионанотехнологии), заведующая лабораторией биотехнологии органических кислот, пищевых и кормовых добавок.

Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи.

Адрес организации: 111033, г. Москва, ул. Самокатная, д.46

Тел. 8-495-362-44-95, e-mail: 4953624495@mail.ru, <https://www.vniipbt.info>

 Г.С. Волкова



