

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, Свириденко Галины Михайловны на диссертационную работу Соколовой Ольги Вячеславовны на тему «Развитие научных и практических аспектов формирования кисломолочных биосистем» по специальностям:

4.3.3 Пищевые системы и 4.3.5 Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ

Актуальность темы диссертационного исследования

Молочные, в том числе кисломолочные продукты, являются неотъемлемой составляющей рациона питания населения РФ. В связи с этим, расширение ассортимента, совершенствование технологий, обеспечение качества и безопасности таких продуктов, вне всякого сомнения, имеет научную и практическую значимость

Кисломолочные продукты, производимые с использованием бактериальных заквасок, представляют собой биосистемы, формирующиеся в результате биоконверсии составных частей молока в результате метаболизма заквасочных микроорганизмов. Расширить ассортимент и повысить питательную ценность традиционной кисломолочной продукции можно путем создания искусственных кисломолочных пищевых биосистем путем их обогащения, в том числе экструдированной мукой зерновых, злаковых, бобовых и травянистых культур, обладающих различным составом и свойствами.

Исследование принципов формирования естественных и искусственных симбиотических многокомпонентных биосистем на молочно-мучной основе, рассмотрение факторов, дестабилизирующих их качество и безопасность, системное обеспечение эффективных технологий производства, является актуальным.

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

Работа Соколовой О.В. носит комплексный характер, в ней гармонично представлены теоретические и экспериментальные исследования, разработка документации по стандартизации и практическое внедрение результатов. Следует отметить, что в основе данной работы лежит единый фундаментальный подход, важнейшим элементом которого является целостность проводимых исследований.

Глубокие знания проблемы позволили диссертанту четко обосновать цель и задачи исследования, а их практическая реализация подтвердила выполнение поставленной цели. Выводы и рекомендации, основанные на собственных

научных исследованиях, подтверждены внедрением результатов работы на предприятиях молочной промышленности.

Надо отметить, что ряд методических подходов обладают универсальностью и могут быть использованы для развития теории и практики создания широкого спектра биосистем на молочной основе.

Достоверность и научная новизна исследований, полученных результатов и выводов, сформулированных в диссертации

Подтверждение достоверности результатов и выводов следует из обоснованного выбора методологии проведения исследований, методов и средств измерений, примененных математических методов обработки результатов испытаний.

Работа обладает научной новизной, в основе которой лежит разработанная концепция, базирующаяся на методологии формирования кисломолочных биосистем. Показана роль экзополисахаридов в формировании естественных (на примере кефирных грибков) и созданных кисломолочных биосистемах. Установлены закономерности формирования многокомпонентных кисломолочных биосистем на молочно-мучной основе и показана возможность образования неаддитивных и эмерджентных характеристик в многокомпонентных кисломолочных биосистемах. Разработана матрица ранжирования факторов для контроля показателей безопасности молока и предложены маркеры наличия ксенобиотиков в молоке в условиях неопределенности.

Теоретическая и практическая ценность результатов диссертационной работы

Теоретическая значимость оппонируемой работы заключается в том, что развиты методологические подходы к совершенствованию аспектов формирования кисломолочных биосистем, заключающиеся в том, что комбинирование молока с продуктами растительного происхождения, позволяет при определенных условиях, создавать биосистему, обладающую свойствами эмерджентности. При этом, исследовано 11 видов муки. Доказано, что контр - фактором формирования пищевых биосистем на молочной основе являются ксенобиотики, к которым относятся ВЛС.

Практическая значимость заключается в разработке универсального алгоритма получения многокомпонентных кисломолочных биосистем с учетом дестабилизирующих контр - факторов в виде наличия ксенобиотиков в молоке.

Разработаны документы по стандартизации под единым названием «Продукты кисломолочные с экструдированной мукой «FarinaLact». Для упорядочения контроля ксенобиотиков в молоке разработан стандарт организации «Методические рекомендации (правила) по контролю остаточных ветеринарных лекарственных препаратов (ксенобиотиков) в молоке, молочном сырье и молочной продукции».

Практическая значимость работы подтверждается актами опытно-промышленного внедрения.

Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы

Материалы диссертационной работы и публикации свидетельствуют о том, что научно-исследовательская работа выполнена автором самостоятельно и является результатом многолетней научной деятельности, что позволило Соколовой О. В. сформулировать существующие пробелы в предметном поле, определить цель и задачи, провести всесторонние исследования, обработать и обобщить результаты, разработать документы по стандартизации.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям

Положения «О порядке присуждения учёных степеней»

Оппонируемая диссертационная работа объемом 346 страниц, состоит из Введения, 7 глав, Основных результатов и выводов, Перечня сокращений и условных обозначений, Списка использованной литературы и Приложений.

Структура диссертации позволяет понять и оценить последовательность изложения материала исследований и соответствующих результатов, полученных в процессе выполнения работы. Во Введении обоснована актуальность темы и степень ее разработанности, сформулированы основные проблемы. В Главе 1 приведен анализ научно-технической литературы в соответствии с поставленной целью исследования. В Главе 2 представлены организация работы и методы, примененные в процессе исследования. Главы 3-7 освещают результаты экспериментальных исследований. Приведенный список литературы содержит 413 источник. Приложения подтверждают достаточное внедрение полученных результатов в практику молочных производств.

Представленный в диссертации материал содержит 54 таблицы и 130 рисунков и позволяет оценить результаты, что способствует цельному восприятию работы.

Автореферат диссертации объемом 48 страниц машинописного текста, позволяет однозначно и полно представить диссертационную работу.

Приведенные в нем сведения полностью соответствует диссертации. Результаты работы опубликованы в 76 печатных работах, в том числе, 2 монографии, 19 статей в журналах, входящих в перечень ВАК (К1-К2); 3 статьи в международных рецензируемых журналах, входящих в базы данных Web of Science и Scopus; 52 статьи в материалах конференций и журналах РИНЦ. Кроме того, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ и 2 патента РФ на изобретение.

Диссертация и автореферат, учитывая объем, структуру, порядок изложения материала и оформление, полностью соответствуют требованиям ВАК при Минобрнауки России, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, утвержденным Положением «О порядке присуждения учёных степеней».

Оценка содержания диссертации и ее завершенность

Во **Введении** определена актуальность и степень разработанности темы, сформулированы цель и научная новизна, обоснована теоретическая и практическая значимость работы, приведены методы и методология исследований, положения, выносимые на защиту, а также указана, апробация результатов исследований, публикации, структура и объем работы.

Глава 1 Первая глава посвящена обзору научно-технической литературы, в котором подробно рассмотрены виды и характерные свойства биосистем и роль молочнокислой микрофлоры в их формировании. Важным аспектом, рассмотренным в данной главе, является проектирование продуктов сложного сырьевого состава, особенности многокомпонентных биосистем на основе молока с растительными компонентами, а также, использование зернового сырья, в частности, экструзионной муки, как ингредиента многокомпонентных молочных продуктов. Значительная часть данной главы посвящена рассмотрению факторов, дестабилизирующих качество и безопасность кисломолочных биосистем.

Комплексное рассмотрение проблемы создания многокомпонентных кисломолочных биосистем, позволило результаты литературного поиска интерпретировать в формализованном виде и представить на рис.1.6. Совокупный анализ полученных аналитических данных создал предпосылки методологической основы оппонируемой работы.

В **Главе 2** описана методология исследований, которые проводились на базе трех организаций: основная часть на базе ФГАНУ «ВНИМИ», некоторые исследования были проведены на базе «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН и компании ООО «ТИАН-Трейд». В данной главе представлена структурная схема исследований, перечислены объекты

исследования. В этой же главе приведены использованные стандартизованные, общепринятые и оригинальные методы исследований.

Глава 3 посвящена моделированию многокомпонентных кисломолочных биосистем. Показано, что данный процесс требует подхода, выходящего за рамки традиционной пищевой комбинаторики.

Предложенный подход включает пять взаимосвязанных блоков. Интересен блок нутритивной обеспеченности, который представляет собою метаболическую базу биотрансформации. При формировании реальных биосистем присутствуют определенные, как внутренние, так и внешние контр-факторы, которые позиционируются, как факторы с отрицательным вектором влияния. К внешним можно отнести ксенобиотики. Автором выведена формула, позволяющая учесть данный фактор риска.

При описании других блоков активно использован математический аппарат, в частности, одно- и двусторонняя функция желательности.

Последним блоком является обобщенная модель формирования кисломолочных биосистем.

В **Главе 4** представлены результаты исследования симбиотических бактериальных сообществ кефирных грибков, которые были выбраны в качестве эталона естественных биосистем, с позиций обеспечения и сохранения их целостности, а также, показано, что одним из системообразующих факторов формирования естественной биосистемы являются микробные экзополисахариды (ЭПС). Оценен потенциал ЭПС активности кефирных грибков при использовании различных сред для культивирования.

Определены характерные для симбиоза динамические параметры. Для описания динамики кислотообразования молочнокислыми микроорганизмами, была предложена логистическая кривая в виде адаптированной модели вариационного исчисления. В результате исследований использованные закваски ранжированы по потенциалу симбиогенности.

Полученные результаты успешно использованы при создании модельных образцов с экструзионной мукой. В результате модельной интерпретации и комплексных экспериментальных работ, автором показано, что при использовании различных сквашиваемых основ ключевая роль принадлежит используемой микрофлоре.

Глава 5 содержит результаты исследований витаминного, аминокислотного состава полученных модельных многокомпонентных биосистем, а также, особенности их органолептического профиля.

В этой главе решалась задача «Экспериментально подтвердить образование эмерджентных и неаддитивных свойств и характеристик в изучаемых многокомпонентных кисломолочных биосистемах».

Формирование витаминного состава созданных многокомпонентных биосистем происходит за счет вклада молочной и мучной составляющих, а также, протекания процессов микробиологической трансформации.

В результате исследования отмечено, что в некоторых образцах присутствовало повышенное содержание витаминов группы В по отношению к прогнозируемому, с сопутствующим снижением других витаминов. Полученные результаты подтверждают перспективность использования заквасок с содержанием пропионовокислых бактерий и/или термофильного стрептококка, как инициаторов продуцирования витаминов в биосистемах.

В результате исследования различий аминокислотного состава до и после сквашивания не отмечено. Значения находятся в пределах погрешности измерений. Это коррелируется с литературными данными о том, что выбранные микроорганизмы не обладают значительной протеолитической активностью.

Что касается органолептической оценки полученных модельных образцов, то очевидна сложность их описания, учитывая многообразие объектов исследования и различия их свойств. В результате, расширена панель дескрипторов, добавились новые, названные «порочными» вкусы и запахи, дескриптор «характерный дополнительный», дескриптор «эмерджентный». Предложена обобщенная двухуровневая система дескрипторов, особенностью которой является не только выраженность, но и вектор влияния.

Глава 6 полностью посвящена исследованию факторов, дестабилизирующих процесс формирования кисломолочных биосистем. Автором разработана матрица ранжирования факторов для контроля безопасности молока и проведены серийные испытания на базе трех животноводческих комплексов. Представленные образцы молока были получены от условных трёх категорий коров: здоровых, больных маститами в период терапевтического лечения и коров, лечение которых окончено в соответствии с инструкцией по применению препарата. Доказано, что наличие ксенобиотиков явилось препятствием для нормального протекания молочнокислого процесса в 49% от всех исследованных образцов.

Дополнительно к литературным данным, проведенными натурными испытаниями подтвержден выбор маркеров наличия ксенобиотиков в молоке в условиях неопределенности, к которым автор отнес количество соматических клеток, наличие гормонов, показатели кислотности, органолептические пороки, одновременно с риском образования биопленок.

Практическая реализация результатов исследований и разработка частных технологий представлена в **7 Главе**.

В традиционных технологиях производства кисломолочных продуктов, например, со злаковыми наполнителями, их внесение осуществляется после процесса сквашивания. Согласно предлагаемой технологии, микробной трансформации комплексно подвергается молочно-мучная смесь, т.е. последовательность технологических операций изменяется.

При разработке технологии важными задачами являлись: обеспечение формирования биосистемы с присущими ей свойствами; адаптация к действующим производствам; обеспечение производственного контроля; достижение полной гомогенности молочно-мучных основ; подавление пенообразования. Несмотря на частичную стабилизацию структуры за счет использования экструдированной муки в модельных образцах кисломолочной биосистемы, для обеспечения стойкости в хранении без появления синерезиса, рассмотрена целесообразность применения стабилизаторов структуры.

При использовании некоторых видов муки, могут появляться непривлекательные вкусоароматические нюансы. Для корректировки данного порока, является перспективным применение различных вкусо-ароматических компонентов.

Для создания линейки продуктов, использован прием проектирования технологии на основе идентичной базовой матрицы. Полученные результаты вошли в разработанные Технические условия на Продукты кисломолочные с экструдированной мукой «FarinaLact».

Разработан универсальный алгоритм производства кисломолочных продуктов с мукой

По совокупности полученных данных, рекомендованный срок годности разработанных многокомпонентных кисломолочных продуктов с экструдированной мукой зерновых, злаковых, бобовых и травянистых растений составляет 14 суток при температуре $(4\pm 2)^\circ\text{C}$.

Разработаны четыре документа: Продукты кисломолочные с экструдированной мукой зерновых культур «FarinaLact» ТУ 10.51.52-106-00419785-2025 (в ассортимент входят продукты с гречневой, рисовой и кукурузной мукой); Продукты кисломолочные с экструдированной мукой злаковых культур «FarinaLact» ТУ 10.51.52-107-00419785-2025 (в ассортимент входят продукты с пшеничной, ржаной, овсяной и тритикалевой мукой); Продукты кисломолочные с экструдированной мукой бобовых культур «FarinaLact» ТУ 10.51.52-108-00419785-2025 (в ассортимент входят продукты с гороховой и нутовой мукой); Продукты кисломолочные с экструдированной мукой травянистых культур «FarinaLact» ТУ 10.51.52-109-00419785-2025 (в ассортимент входят продукты с амарантовой и льняной мукой).

Продукты внедрены в опытно-промышленных условиях на предприятиях молочной промышленности, о чем свидетельствуют соответствующие акты. Внедрение разработанной серии продуктов имеет социальный эффект и очевидный потенциал тиражирования.

Что касается определения контр – факторов процесса для систематизированного принятия мер по оперативному контролю, предложен единый алгоритм проведения анализа.

Разработан Стандарт организации «Методические рекомендации (правила) по контролю остаточных ветеринарных лекарственных препаратов (ксенобиотиков) в молоке, молочном сырье и молочной продукции» СТО 00419785-081-2024. СТО рекомендован для включения в планы производственного контроля молокоперерабатывающих предприятий.

Расчетный минимальный экономический эффект от внедрения СТО составляет 147 000 рублей/тонну молока.

Разработана «Программа ЭВМ для контроля ксенобиотиков в молоке»

Основные результаты и выводы (стр. 264-267) представляют итоги диссертационных исследований, их связь с целью и поставленными научными и практическими задачами.

Список терминов (стр. 320) позволяет исключить разночтения в применении и наполнении содержания терминов.

Приложения (стр. 321-405) содержат обобщенные таблицы результатов исследования сырого молока, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, титульные листы документов по стандартизации и акты промышленной апробации и внедрения результатов НИР.

Вопросы, замечания и рекомендации по диссертационной работе

Необходимо отметить однозначную положительную оценку диссертационной работы Соколовой О.В. Вместе с тем имеются некоторые вопросы, замечания и рекомендации:

1. На странице 134, таблица 4.5 указана предельная титруемая кислотность (ПТК) для различных видов лактококков, лактобацилл и термофильного стрептококка – 80°Т. ПТК является устойчивым видовым признаком для молочнокислых микроорганизмов при их развитии в молочной среде и может колебаться в установленном диапазоне в зависимости от штаммовых особенностей. В соответствии с Приложением Б ГОСТ 34372-2017 «Закваски бактериальные для производства молочной продукции» для лактококков ПТК колеблется в интервале 95-140°Т, для термофильного стрептококка 100-140°Т, а для лактобацилл – от 100 до 350°Т в зависимости от

вида. Возможно, автор имела в виду не ПТК, а «требуемую» ТК при производстве конкретных продуктов в конкретных условиях?

2. На странице 127, таблица 4.2 в составе ГМ обнаружена сахароза и лактулоза. Следует пояснить их источник или указать, что эти данные сопоставимы с ошибкой измерения.

3. Стр.131. Вывод о том, что в результате проведенных исследований установлено, что сахароза может быть использована в качестве защитной среды, не совсем корректен, т.к. сахароза давно применяется при производстве БЗ для этих целей. Можно говорить о том, что автором была подтверждена такая возможность для кефирных грибков.

4. Стр. 204-205, рис. 6.8-6.10 и стр.210-211, рис. 6.18-6.20. Количество молочнокислых микроорганизмов в образцах различных групп «фон», 0 часов – отсутствие, а через 2 часа начинается развитие и к 6 часам достигает 10^7 - 10^9 КОЕ/см³. Если нет начального обсеменения, то откуда берется рост? Для нормального протекания молочнокислого процесса начальное количество жизнеспособных клеток в молочной среде должно составлять 10^5 - 10^6 КОЕ/см³.

5. Стр. 217. Утверждение о том, что пониженная кислотность молока зависит от наличия лекарственных средств не корректно. Пониженная кислотность молока может быть связана либо с бактерицидной фазой, либо с примесью стародойного молока, либо заболеванием маститом и лейкозом.

6. Требования по безопасности к муке при входном контроле следует проводить в соответствии с сопроводительными документами или необходимо ввести какие-либо дополнительные требования, определяющие риски в кисломолочных продуктах?

7. При проведении исследований хранимособности готовых продуктов в течение предполагаемого срока годности ни один из нормируемых показателей не вышел за пределы допустимого. Что является ограничивающим фактором хранимособности?

8. В качестве технических замечаний следует отметить:

- по тексту встречаются данные объема, выраженные в мл и л. Следует привести в соответствие с системой СИ (см³, дм³);
- в большинстве таблиц указаны средние значения без разброса данных;
- при оценке бактериальной обсемененности следует указывать не ОМЧ, а показатель КМАФАнМ в соответствии с нормами ТР ТС.

Следует отметить, что данные вопросы и замечания не снижают высокой научной ценности и практической значимости результатов исследования.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Соколовой Ольги Вячеславовны на тему «Развитие научных и практических аспектов формирования кисломолочных биосистем» представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, обладает внутренним единством, является завершенной, самостоятельной работой, выполненной на высоком уровне, в которой содержится решение научной проблемы, имеющей большое значение для молочной отрасли.

По актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости, достоверности полученных результатов, обоснованности выводов и рекомендаций диссертационная работа соответствует требованиям п. 9-14 Положения «О порядке присуждения учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (с изменениями от 25.01.2024 г.), предъявляемым Министерством образования и науки Российской Федерации к диссертационным работам на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, Соколова Ольга Вячеславовна, заслуживает присуждения искомой степени доктора технических наук по научным специальностям 4.3.3 – Пищевые системы (технические науки) и 4.3.5 Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (технические науки).

Официальный оппонент
Доктор технических наук
152613, г. Ярославль,
ул. Свободы, д.62, кор.2, кв.9
Тел.: +7 (903)823-56-88,
Эл. почта: sg_microbiology@mail.ru

Свириденко
Галина Михайловна

Подпись Свириденко Г.М.
подтверждаю:

Российская Федерация

Город Углич Ярославской области

Четырнадцатого апреля две тысячи двадцать шестого года

Я, Канахистова Любовь Вячеславовна, нотариус Угличского нотариального округа Ярославской области, свидетельствую подлинность подписи Свириденко Галины Михайловны.

Подпись сделана в моем присутствии.

Личность подписавшего документ установлена.

Зарегистрировано в реестре: № 76/43-н/76-2026-3-401.

Уплачено за совершение нотариального действия: 2000 руб. 00 коп.



Л.В.Канахистова