

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

официального оппонента доктора технических наук, Волковой Галины Сергеевны 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**

Развитие производства и обеспечение качества продукции пищевой и перерабатывающей промышленности осуществляется в соответствии с основополагающими Стратегическими задачами и приоритетами, озвученными в Стратегии НТР РФ, утвержденной Указом Президента РФ от 28.02.2024г. №145, приоритет Н4 в части «хранения и эффективной переработки сельскохозяйственной продукции, создания безопасных и качественных, в том числе, функциональных продуктов питания». Основу Стратегии повышения качества пищевой продукции, утвержденной распоряжением правительства РФ №1364-р от 29.06.2016г составляет положение о том, что обеспечение качества пищевой продукции является составляющей укрепления здоровья и увеличения продолжительности жизни населения.

С этой точки зрения, создание многокомпонентных продуктов на молочной основе, обладающих улучшенным комплексом свойств и системное обеспечение технологичности их производства, является актуальным.

Проработка факторов, дестабилизирующих качество и безопасность молока и продуктов на его основе, к которым относятся ветеринарные препараты и антибиотики, а также разработка мероприятий по их системному контролю, неразрывно связана с комплексным решением проблемы формирования кисломолочных биосистем и является актуальным направлением научных и практических исследований.

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

Обоснованность научных положений и выводов диссертационной работы Соколовой О.В. подтверждается высоким научно-методическим уровнем выполнения исследований на основе комплексной взаимосвязи теоретического анализа, экспериментальных и аналитических данных.

В основе научных положений работы лежит разработанная автором концепция, в соответствии с которой, создание и существование пищевых биосистем на молочной основе, базируется на присущих им свойствам, а именно, единстве их функционала и целостности. Соответственно, такая пищевая биосистема должна обладать эмерджентными, аддитивными и

неаддитивными свойствами, в зависимости от специфичности интеграции ее элементов. Целостность пищевых биосистем на молочной основе могут нарушить ксенобиотики, к которым относятся ветеринарные препараты, антибиотики и ингибирующие вещества.

Выводы по результатам работы сформулированы на основе анализа большого объема полученных экспериментальных и аналитических данных. Залогом высокой достоверности полученных результатов является применение математического аппарата в части моделирования и статистической обработки данных. Практическая значимость подтверждена опытно-промышленной апробацией на промышленных площадках, а также всесторонним обсуждением результатов работы в рамках научных мероприятий различного уровня.

Научные положения, выводы и рекомендации диссертации обладают высокой степенью обоснованности и могут быть использованы для дальнейшего развития теории и практики в области создания биосистем на молочной основе.

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

Достоверность результатов исследований Соколовой О.В. и выводов, сделанных на их основе, подтверждается аргументированным выбором методологических подходов к решению задач и построению плана исследований, применением адекватных методов анализа, применением математического аппарата и статистической обработки данных.

Научная новизна работы включает в себя закономерности формирования многокомпонентных кисломолочных пищевых биосистем на молочно-мучной основе; доказательство образования неаддитивных и эмерджентных характеристик в изучаемых многокомпонентных кисломолочных пищевых биосистемах; разработку матрицы ранжирования факторов для контроля показателей безопасности молока с предложением маркеров наличия ксенобиотиков в молоке в условиях неопределенности; разработку алгоритма технологического прогнозирования создания многокомпонентных кисломолочных продуктов.

**Теоретическая и практическая ценность результатов диссертационной работы** не вызывают сомнений. Теоретическая значимость исследования подтверждается вкладом Соколовой О.В. в развитие методологических подходов к совершенствованию аспектов формирования кисломолочных биосистем, заключающихся в том, что комбинирование молока с продуктами растительного происхождения, к которым относится мука, позволяет при определенных условиях, создавать биосистему, обладающую присущими ей свойствами эмерджентности и неаддитивности. Доказано, что контр-фактором формирования пищевых биосистем на молочной основе являются ксенобиотики, к которым относятся ветеринарные

препараты, антибиотики и ингибирующие вещества, а также 76 научными публикациями, выполненными по теме исследования.

Практическая значимость работы подтверждается разработанными документами по стандартизации на продукты кисломолочные с экструдированной мукой четырех видов: 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). Разработан стандарт организации СТО 00419785-081-2024 «Методические рекомендации (правила) по контролю остаточных ветеринарных лекарственных препаратов (ксенобиотиков) в молоке, молочном сырье и молочной продукции», а также опытно-промышленной апробацией на промышленных площадках.

#### **Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы.**

Диссертационная работа выполнена автором самостоятельно и представляет собой результат многолетних научных исследований, о чем свидетельствует список литературы. Личный вклад состоит в решении теоретических и практических задач по развитию аспектов формирования естественных и созданных кисломолочных биосистем.

Автору принадлежит выбор направления исследований и разработка основных положений диссертации, выносимых на защиту, постановка цели и задач, подбор и модификация методов исследований, разработка программного обеспечения, планирование и личное проведение исследований, получение, обработка, интерпретация и обобщение результатов. Лично и при непосредственном участии автора, подготовлены документы по стандартизации.

#### **Соответствие диссертации и автореферата требованиям Положения «О порядке присуждения учёных степеней»**

Диссертационная работа выполнена по общепринятой классической схеме и состоит из введения, обзора литературных источников по состоянию проблемы, описания методологии проведения исследований, аналитико-экспериментальной части, где представлены результаты собственных исследований, основные результаты и выводы, перечень сокращений и условных обозначений, перечень терминов и определений, а также списка использованной литературы и приложений. Диссертация содержит 346 страниц машинописного текста. Экспериментальные данные

систематизированы и представлены в 54 таблицах и 130 рисунках. Список литературы включает 413 источников.

Автореферат соответствует диссертации, содержит 48 страниц машинописного текста, на которых представлены сведения, отражающие все ключевые положения, выносимые на защиту, а также результаты диссертационной работы и публикационную активность автора по тематике исследования.

Результаты, представленные к защите и изложенные в диссертационной работе, опубликованы в виде 76 печатных работ, в том числе, в том числе 2 монографиях, 19 статьях в журналах, входящих в перечень ВАК (К1-К2); 3 статьях в международных рецензируемых журналах, входящих в базы данных Web of Science и Scopus; 52 статьях в материалах конференций и журналах РИНЦ. Кроме того, получено свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ и 2 патента РФ на изобретение.

Оппонируемая работа обладает внутренним единством. По структуре, объёму, оформлению и изложению материала диссертация и автореферат соответствуют требованиям ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук, утверждённым Положением «О порядке присуждения учёных степеней». Диссертационное исследование соответствует пп.5, 8, 10, 16, 17 паспорта научной специальности 4.3.3 – Пищевые системы (технические науки) и пунктам 3, 8, 17, 23, 26 паспорта научной специальности 4.3.5- «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ» (технические науки).

### **Оценка содержания диссертации и ее завершенность**

**Во введении** на основании обширного литературного обзора обоснована актуальность темы диссертационного исследования, сформулированы цель и задачи. Определены научная концепция и научная новизна работы, отмечены её теоретическая и практическая ценность.

**В первой главе** диссертационной работы представлен обзор научно-технической литературы, в котором рассмотрены свойства и виды биосистем, приемы проектирования и моделирования многокомпонентной пищевой продукции, в том числе, на молочной основе. Обсуждены тенденции применения муки из зерна различных культур, в частности - особенности использования экструдированной муки и ее перспективы в качестве ингредиента пищевых биосистем. Подробно рассмотрена роль молочнокислой микрофлоры в формировании кисломолочных биосистем, проанализированы факторы, дестабилизирующие их целостность и безопасность, к которым относятся ветеринарные препараты и антибиотики, обобщенные термином «ксенобиотики». Проанализированы и определены маркеры их наличия в молоке.

Материал главы отражает глубину проработки материала. Прослеживается взаимосвязь литературных данных как отправной точки в направлениях исследований.

**Во второй главе** представлена разработанная концепция, организация проведения исследований, формализованная в структурной схеме. Определены объекты исследования. Приведены использованные в работе методы, выбор которых осуществлён в соответствии с постановкой задач исследований. В работе использовано 36 стандартизованных инструментальных и сенсорных методов контроля качества и безопасности, а также, общепринятые и оригинальные методы.

**В третьей главе**, посвященной моделированию многокомпонентных кисломолочных биосистем, представлен подход, выходящий за рамки традиционной пищевой комбинаторики.

Модель включает исходное состояние системы, определяемое суперпозицией входящих в нее компонентов, биоконфигуров, 4 взаимосвязанных блока и систему граничных условий. Она включает факторы и контр-факторы, противоположные друг другу по вектору влияния.

При разработке модели использована одно- и двусторонняя формы частной функции желательности Харрингтона.

Материал данной главы свидетельствует о значительном объёме проделанной аналитической работы и глубоком понимании автором особенностей формирования кисломолочных биосистем с контрфакторами.

**В четвертой главе** рассмотрены, исследованы и обобщены вопросы изучения естественных и созданных биосистем на молочной основе.

В качестве эталона естественной биосистемы автором выбран симбиоз кефирных грибов, сформулирована и подтверждена рабочая гипотеза относительно того, что «кефирные грибки обладают повышенной стабильностью и выживаемостью при синтезировании повышенного количества экзополисахаридов». Исследования, направленные на определение факторов и параметров повышенной выживаемости симбиоза, позволили выявить условия исследования заквасочных культур. Комплексно определены характерные для симбиоза динамические параметры, соответствие которым может являться критерием определения заквасочных культур, обладающих потенциалом симбиогенности (термин, введенный автором в оппонированной работе).

Предложена логистическая кривая в виде адаптированной модели вариационного исчисления Пьера Франсуа Ферхюльста для описания динамики кислотообразования молочнокислыми микроорганизмами, с использованием которой определены характеристические точки процесса сквашивания для заквасок, обладающих потенциалом симбиогенности. При экстраполяции модельных данных динамики кислотообразования применяемых заквасок на результаты микробной трансформации молочно-мучных основ можно судить об успешном создании биосистемы.

**В пятой главе** представлены результаты исследований, связанных с особенностями появления неаддитивных и эмерджентных свойств исследуемых биосистем, обнаруженные при определении в них витаминов, аминокислот и при комплексной органолептической оценке.

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

В части определения витаминного состава модельных образцов, наиболее показательные результаты были получены при использовании закваски на основе термофильного стрептококка, и пропионовокислых бактерий. Из представленных в работе данных, определен неаддитивный характер изменения содержания витаминов группы В.

При определении аминокислот, отмечены статистически значимые выбросы показателей, как в плюсовом, так и в минусовом направлении, что может свидетельствовать о проявлении эмерджентности исследуемыми системами.

При изучении органолептических свойств, автором была выявлена значительная сложность оценки модельных образцов многокомпонентных кисломолочных продуктов, содержащих экструдированную муку. Для определения дескрипторов были проанализированы вкусовые и ароматические особенности модельных образцов до заквашивания и после сквашивания. К характерным общим и частным вкусам, присущим кисломолочным напиткам, добавились новые, названные «порочными» вкусы, привкусы и запахи. В результате оценки выявлены детерминирующие органолептические особенности образцов и введен дескриптор «эмерджентный», а также, разработан оригинальный подход к представлению органолептического профиля посредством противоположно направленных горизонтальных диаграмм накопительных оценок с дифференцированием дескрипторов в соответствии с направленностью векторов их влияния

**В шестой главе** представлены результаты исследования факторов, дестабилизирующих процесс формирования кисломолочных биосистем.

Показано, что наибольшему риску подвержены кисломолочные продукты, так как их создание представляет собой формирование биосистемы, для которой главным критерием является обеспечение условий достижения целостности. Поскольку в процессе сквашивания кисломолочная биосистема может подвергаться воздействию внешних факторов, оказывающих дестабилизирующий эффект, представляло интерес провести исследование фактического влияния рассматриваемых контр- факторов на формирование кисломолочных биосистем.

Проведены испытания, названные автором, «натурными», показателей безопасности сырого молока, предназначенного для промышленной переработки с использованием интегрированных методологий лабораторного анализа. При изучении содержания ксенобиотиков в молоке, объектами исследования являлись образцы молока, полученные на трёх животноводческих комплексах. Получены статистически значимые данные, что наличие ксенобиотиков явилось препятствием для нормального протекания молочнокислого процесса в 49% от всех исследованных образцов. Следовательно, присутствующие в молоке ксенобиотики не позволили

сформировать кисломолочную биосистему, что корреспондируется с проведенными ранее теоретическими исследованиями. Разработана программа для ЭВМ для контроля ксенобиотиков в молоке и молочных продуктах.

**В седьмой главе** представлен логический итог проведенных исследований, выраженный в виде единой методологии разработки технологий и универсального алгоритма производства кисломолочных продуктов с экструзионной мукой, и осуществлено комплексное исследование их микробиологических, физико-химических и органолептических свойств. Обоснована необходимость дополнительного диспергирования для устранения пороков, снижения потерь и обеспечения технологичности процесса создания многокомпонентных молочных продуктов с мукой.

В этой же главе представлено исследование свойств разработанных продуктов и определены рекомендуемые сроки годности, составившие 14 суток.

Практическое воплощение разработанной методологии реализовано в виде частных технологий кисломолочных продуктов с экструзионной мукой зерновых, злаковых, бобовых и травянистых культур (всего, 11 видов).

Разработаны документы по стандартизации на кисломолочные продукты с мукой с фантазийным наименованием «FarinaLact» (4 ТУ). Производство разработанных продуктов носит определенный социальный эффект, поскольку расширяет ассортимент продукции «здорового питания». Разработан СТО «Методические рекомендации (правила) по контролю остаточных ветеринарных лекарственных препаратов (ксенобиотиков) в молоке, молочном сырье и молочной продукции». Расчетный минимальный экономический эффект от внедрения СТО составляет 147 000 рублей/тонну молока.

**В заключении** представлены основные выводы, научно обоснованные и подтвержденные результатами аналитических и экспериментальных исследований, полностью соответствующую заявленной цели и поставленным задачам.

**Приложения** включают обобщенные таблицы результатов исследования сырого молока (Приложение А), Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ (Приложение Б), титульные листы разработанных документов по стандартизации (Приложение В), акты промышленной апробации и внедрения результатов НИР (Приложение Г).

В целом диссертационная работа Соколовой О.В. представляет собой законченное структурированное научное исследование, направленное на достижение поставленной цели и решение актуальных задач, объединенных единым методологическим подходом. Методологически работа построена грамотно и логично, материал представлен в доступной, обоснованной форме и изложен грамотным научным языком.

В работе в приблизительно равной мере представлены результаты исследований, относящиеся как к биотехнологии продуктов питания и биологически активных веществ, так и к направлению пищевых систем, включающему разработку частных технологий получения продуктов.

### **Вопросы, замечания и рекомендации по диссертационной работе.**

Несмотря на общую положительную оценку диссертационной работы, имеют место некоторые вопросы и замечания:

1. В положениях, выносимых на защиту упомянута стратегия обеспечения сохранности биологической ценности природных поливидовых симбиотических бактериальных сообществ (кефирных грибков), как естественной биосистемы. Не вполне понятно, что подразумевает автор.

2. Известно, что характер кислотообразования описывается функцией, называемой сигмоидой. С какой целью использован данный инструмент интерпретации динамики кислотообразования?

3. Стр. 127, рис 4.14 отсутствуют подписи пиков на хроматограмме.

4. Стр. 139, рис. 4.21 не понятно, как производилась коррекция параметров времени микробной трансформации

5. Стр. 145 указано, что добавление муки в количестве до 10% оказывает влияния на развитие молочнокислой микрофлоры, что происходит при внесении большего количества муки? Какие количества муки рассматривались в работе, в принципе?

6. К сожалению, в работе описаны и исследованы не все характеристики выбранных видов экструзионной муки.

7. Стр. 193, табл. 6.2 в таблице отсутствует описание, к какой фармакологически активной группе относится вещество диоксидин.

8. Стр. 198, табл. 6.6 представлена матрица ранжирования факторов, в которой баллами от 0 до 3 указана степень их взаимовлияния, однако не понятно, что является предпочтительным – отсутствие влияния, средний диапазон влияния или наоборот, значительное влияние является предпочтительным?

9. Стр. 217, рис. 6.21 в разделе разработки маркеров упомянута биопленкообразование. О каких биопленках речь и какое влияние они оказывают на формирование биосистемы?

10. В главе 7.1 описываются результаты изучения влияния повышения температуры на эффективность получения гомогенной консистенции молочно-мучной смеси. Полученные результаты справедливы только для экструдированной муки или для «обычной молотой» тоже?

Данные вопросы и замечания носят дискуссионный характер и несколько не снижают научной ценности и практической значимости полученных автором результатов.

## 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, является завершённой, самостоятельной работой, выполненной на высоком научно-методологическом 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 пп. 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 по специальности 03.01.06 – Биотехнология (в том числе бионанотехнологии), заведующий отделом биотехнологии ферментов, дрожжей, органических кислот и биологически активных добавок



Волкова  
Галина Сергеевна

07.04.2026 г.

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](mailto:4953624495@mail.ru), <https://www.vniipbt.info>

Подпись Волковой Г.С. подтверждаю:

Начальник отдела кадров ВНИИПБТ



Л.М. Уварова