

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента Янковской Валентины 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

Оппонируемая работа направлена на решение актуальных проблем, связанных с обеспечением продовольственной безопасности страны, расширению ассортимента продукции и обеспечению ее качества и безопасности, что соответствует основным положениям Доктрины продовольственной безопасности РФ от 21.01.2020 г., Стратегии научно-технологического развития РФ от 28.02.2024 г., а также Стратегии повышения качества пищевой продукции в РФ до 2030 г. от 29.06.2016 г.

Комплексное рассмотрение и системное изучение проблем формирования, проектирования и моделирования кисломолочных пищевых биосистем с учетом факторов, которые могут дестабилизировать их качество и безопасность, а также, разработка ассортимента кисломолочных продуктов с экструдированной мукой зерновых, злаковых, бобовых и травянистых культур, обладающих улучшенным комплексом свойств и системное обеспечение технологичности их производства, является актуальным.

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

Обоснованность научных положений и выводов работы Соколовой О.В., подтверждается комплексным подходом к исследованию, включающим теоретический анализ, экспериментальные данные и практическую апробацию. Научные положения диссертации базируются на современных достижениях фундаментальной и прикладной науки в области пищевых биосистем, в частности, методологии их формирования с одновременным обеспечением качества и безопасности.

Выводы и рекомендации сформулированы на основе анализа значительного объема эмпирических данных, полученных в ходе теоретических и экспериментальных исследований. Применение методов математического анализа и статистической обработки обеспечило высокую достоверность полученных результатов. Практическая значимость подтверждена внедрением на предприятиях молочной промышленности, что свидетельствует об их эффективности и применимости в реальных условиях. Таким образом, научные положения, выводы и рекомендации диссертации обладают высокой степенью обоснованности и могут быть использованы для

дальнейшего развития теории и практики в области формирования заданных характеристик кисломолочных биосистем.

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

Достоверность представленных в работе результатов и выводов подтверждается выбором соответствующих методологических решений, объемом выборки объектов исследований, применением современных методов анализа и аттестованного испытательного оборудования, обеспечивающего единство измерений. Проведенные исследования выполнены в необходимом и достаточном объеме, а анализ и интерпретация экспериментальных данных выполнены с использованием современных статистических инструментов. Полученные результаты согласуются с фундаментальными принципами и данными, представленными авторитетными учёными в области темы диссертационной работы.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- разработана концепция, базирующаяся на методологии формирования кисломолочных биосистем;
- показана системообразующая роль экзополисахаридов в формировании естественных (на примере кефирных грибков) и созданных кисломолочных биосистемах;
- получены закономерности формирования многокомпонентных кисломолочных пищевых биосистем на молочно-мучной основе;
- доказано образование неаддитивных и эмерджентных характеристик в изучаемых многокомпонентных кисломолочных пищевых биосистемах;
- разработана матрица ранжирования факторов для контроля показателей безопасности молока и предложены маркеры наличия ксенобиотиков в молоке в условиях неопределенности;
- разработан алгоритм технологического прогнозирования создания многокомпонентных кисломолочных продуктов.

Полученные результаты могут быть использованы для разработки широкого ассортимента кисломолочных продуктов, в том числе, многокомпонентных.

Теоретическая и практическая ценность результатов диссертационной работы

Теоретическая значимость исследования подтверждается вкладом соискателя в комплексное развитие системы знаний и методологических подходов в области совершенствования аспектов формирования кисломолочных биосистем, заключающиеся 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.

Практическую значимость работы характеризуют разработанные документы по стандартизации, утвержденные в установленном порядке: 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».

Результаты диссертационной работы успешно апробированы в промышленных условиях.

Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы

Судя по материалам, представленным в диссертации, научно-исследовательская работа выполнена автором самостоятельно и является результатом многолетней научной деятельности. Автором лично сформулирована концепция работы, определена цель, спланированы задачи и структура исследований, установлены подходы к их реализации. Теоретические и экспериментальные результаты исследований получены, статистически обработаны и интерпретированы самим автором. Лично автором и при ее непосредственном участии разработаны комплекты технической документации и Стандарт организации, а также лично принято участие в промышленной апробации и внедрении результатов диссертационной работы в производство.

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

Диссертация, представленная на оппонирование, построена по классической схеме. Объем диссертации составляет 346 страниц машинописного текста. Структура работы состоит из введения и 7 глав – главы анализа состояния проблемы, представленной в виде обзора данных научной литературы, главы с описанием методологии проведения исследований, пяти глав, рассматривающих результаты собственных исследований, основных результатов и выводов, перечня сокращений и условных обозначений, списка использованной литературы и приложений, подтверждающих внедрение научных результатов в практику. Экспериментальные данные диссертационной работы хорошо систематизированы и представлены в 54 таблицах, а также

проиллюстрированы 130 рисунками. Список литературы включает 413 источник.

Автореферат диссертации изложен на 48 страницах машинописного текста, представленные в нем сведения достаточно подробно освещают основные положения, выносимые на защиту, результаты диссертационной работы и публикационную активность автора по тематике исследования.

Следует подчеркнуть, что результаты, представленные к защите и изложенные в диссертационной работе опубликованы в виде 76 печатных работ, в том числе 2 монографии, 19 статей в журналах, входящих в перечень ВАК (К1-К2); 3 статьи в международном рецензируемом журнале, входящем в базы данных Web of Science и Scopus; 52 статьи в материалах конференций и журналах РИНЦ. Получено свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ и 2 патента на изобретение.

По структуре, порядку построения, объему, оформлению и изложению материала диссертация и автореферат 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** (стр. 5-11) обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, сформулирована научная новизна, отмечены теоретическая и практическая ценность, а также достоверность полученных результатов работы, приводятся методология и методы, основные научные положения, выносимые на защиту, и информация о внедрении и апробации данной работы.

В **первой главе** (стр. 12-77) диссертационной работы представлен обзор научно-технической литературы, включающий рассмотрение биосистем, их свойств и видов; анализ роли молочнокислой микрофлоры в формировании кисломолочных биосистем. Значительное внимание уделено приемам проектирования продуктов сложного сырьевого состава и особенностям многокомпонентных биосистем на основе молока с растительными компонентами, рассмотрению аспектов использования зернового сырья, в частности, экструдированного, как ингредиента многокомпонентных молочных продуктов. Проанализированы факторы, дестабилизирующие качество и безопасность кисломолочных биосистем и проведено обобщение маркеров наличия ксенобиотиков в молоке.

Совокупный анализ полученных аналитических данных позволил создать предпосылки методологической основы оппонируемой работы.

Во **второй главе** (стр. 78-101) представлено описание методологической части работы, схема проведения экспериментов, дана информация об объектах исследования. Подробно изложены методы анализа, применяемые для сбора и статистической обработки массива экспериментальных данных.

Представлена организация исследований и структурная схема их проведения.

В **третьей главе** (стр. 102-113) соискателем описана теоретическая часть исследования, посвященная моделированию многокомпонентных кисломолочных биосистем. Показано, что данный процесс требует подхода, выходящего за рамки традиционной пищевой комбинаторики.

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

Предложенный подход включает пять взаимосвязанных блоков: нутритивной обеспеченности, нутритивной сбалансированности, технологических свойств и, непосредственно, модель направленного формирования кисломолочных биосистем, построенная с применением элементов математического аппарата и использованием одно- и двусторонней формы частной функции желательности Харрингтона.

В **четвертой главе** (стр. 114-151) представлены теоретические и экспериментальные данные, касающиеся вопросов изучения естественных и созданных биосистем на молочной основе. Автор позиционирует симбиоз кефирных грибков, как эталон естественной биосистемы. На основании знаний о кефирных грибах и свойствах микробных экзополисахаридов, была сформулирована рабочая гипотеза: «кефирные грибки обладают повышенной стабильностью и выживаемостью при синтезировании повышенного количества экзополисахаридов». Оценен потенциал экзополисахаридов активности кефирных грибков при использовании различных сред и в условиях стрессовых температурных воздействий.

Исследования, направленные на определение факторов и параметров повышенной выживаемости симбиоза, позволили выявить условия исследования заквасочных культур. Предложен и введен в настоящей работе термин «потенциал симбиогенности», как совокупность возможностей и ресурсов для формирования биосистемы микробной трансформацией. Комплексно определены характерные для симбиоза динамические параметры, соответствие которым может являться критерием определения заквасочных культур, обладающих потенциалом симбиогенности. Принимая во внимание аксиому о взаимосвязи изменения титруемой кислотности с численностью популяции молочнокислых микроорганизмов, была предложена логистическая кривая в виде адаптированной модели вариационного исчисления Пьера Франсуа Ферхюльста для описания динамики кислотообразования молочнокислыми микроорганизмами как наиболее подходящая для формализации характеристик процесса. Показано, что в случае экстраполяции модельных данных динамики кислотообразования применяемых заквасок на результаты микробной трансформации молочно-мучных основ можно судить об успешном создании биосистемы.

В **пятой главе** (стр. 152-184) представлены данные исследований витаминного, аминокислотного состава многокомпонентных биосистем, а также, особенности формирования их органолептического профиля.

Формирование витаминного состава созданных многокомпонентных биосистем происходит за счет вклада молочной и мучной составляющих, а также, протекания процессов микробиологической трансформации. Полученные результаты подтверждают перспективность использования заквасок с содержанием пропионовокислых бактерий и/или термофильного стрептококка, как инициаторов продуцирования витаминов в биосистеме, в том числе для использования в технологии многокомпонентных биосистем с экструдированной мукой.

Определение аминокислот осуществлялось в два этапа – расчетным и экспериментальным. Произведены теоретические расчеты, которые позволили оценить потенциальную биологическую ценность молочно-мучных биосистем. В результате расчетов получены значения степени усвоения вариантов кисломолочных продуктов с мукой и определены лимитирующие аминокислоты. Определены две лимитирующие аминокислоты – лизин и фенилаланин, что свидетельствует о повышенной биодоступности белка и, соответственно, о повышенной биологической ценности молочно-мучных биосистем. Отмечены статистически значимые выбросы показателей, как в плюсовом, так и в минусовом направлении, что может свидетельствовать о проявлении эмерджентности исследуемыми системами.

Значительное внимание соискатель уделяет органолептическим исследованиям созданных многокомпонентных молочно-мучных образцов. При органолептическом анализе выявлены эмерджентные свойства и введен дескриптор «эмерджентный». Предложена обобщенная двухуровневая система дескрипторов. Разработан 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** (стр. 185-219) представлены результаты исследования факторов, дестабилизирующих процесс формирования биосистем.

Отмечено, что среди показателей молока отдельное место уделяется аспектам безопасности, в частности – бактериальной обсемененности и наличию ксенобиотиков, к которым в настоящей работе отнесены антибиотики и ветеринарные препараты. Из них наибольшую опасность для производственного процесса представляют антибиотики.

Для систематизации контроля безопасности разработана матрица ранжирования факторов для контроля показателей безопасности сырого молока, предназначенного для промышленной переработки с использованием интегрированных методологий лабораторного анализа в рамках натуральных испытаний. Разработана матрица системного подхода к контролю сырого молока. При изучении содержания ксенобиотиков в молоке, объектами

исследования являлись образцы молока, полученные на трёх животноводческих комплексах, расположенных в Московской, Рязанской и Калужской областях. 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. Показано, что в образцах всех экспериментальных групп протекал молочнокислый процесс, что подтверждается количеством молочнокислых микроорганизмов на момент окончания сквашивания.

Наличие ксенобиотиков явилось препятствием для нормального протекания молочнокислого процесса в 49% от всех исследованных образцов. Следовательно, присутствующие в молоке ксенобиотики не позволяют сформировать кисломолочную биосистему. Разработана программа ЭВМ для контроля ксенобиотиков в молоке и молочных продуктах.

В **седьмой главе** (стр. 220-263) представлена практическая реализация результатов исследований. Задачей разработки технологии многокомпонентных кисломолочных продуктов, являлась технологическая доступность их производства. В связи с этим, разрабатываемая технология максимально адаптирована к действующим производствам кисломолочных продуктов и напитков. При этом, требовалось обеспечить формирование пищевой биосистемы с присущими ей свойствами. Поэтому, предусмотрен тщательный производственный контроль на всех этапах производственного процесса. В отличие от существующих технологий, согласно предлагаемому решению, микробной трансформации комплексно подвергается молочномучная смесь. В рассматриваемой главе представлены результаты, комплексных исследований, связанных с отработкой технологии и свойствами полученных модельных образцов. Интересен используемый прием проектирования технологии на основе идентичной базовой матрицы для создания линейки кисломолочных продуктов с мукой, сиропов и композиций сиропов.

Результаты проведенных исследований в области создания многокомпонентных пищевых биосистем, реализованы в серии документов по стандартизации на ассортимент кисломолочных продуктов с фантазийным наименованием «FarinaLact». «*farina*» – в переводе с латинского – мука. Разработан универсальный алгоритм производства кисломолочных продуктов с 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, поскольку продукты обладают улучшенным комплексом свойств и полезности.

В рамках обеспечения безопасности, для систематизированного принятия мер по оперативному контролю, предложен единый алгоритм проведения анализа, в результате которого сырьё, содержащее ксенобиотики, не будет допущено в переработку. Разработан Стандарт организации «Методические рекомендации (правила) по контролю остаточных ветеринарных лекарственных препаратов (ксенобиотиков) в молоке, молочном сырье и молочной продукции», который рекомендован для включения в планы производственного контроля молокоперерабатывающих предприятий, о чем свидетельствуют соответствующие акты.

В заключении представлены выводы, которые в полной мере соотносятся с поставленными задачами и отражают основные результаты работы.

Приложения содержат следующую информацию: Обобщенные таблицы результатов исследования сырого молока (Приложение А), Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ (Приложение Б), титульные листы документов по стандартизации (Приложение В), Акты промышленной апробации и внедрения результатов НИР (Приложение Г).

В целом диссертационная работа Соколовой О.В. является законченным научным исследованием, направленным на решение актуальных задач, объединенных общим методологическим подходом. Методология работы построена грамотно и логично, материал представлен в доступной, статистически обработанной форме легкой к восприятию, язык повествования грамотный, научный.

Диссертационная работа соответствует пунктам 5, 8, 10, 16 и 17 паспорта научной специальности 4.3.3 – Пищевые системы (технические науки); пунктам 3, 8, 17, 23 и 26 паспорта научной специальности 4.3.5 – Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (технические науки).

Вопросы, замечания и рекомендации по диссертационной работе

Несмотря на общую положительную оценку диссертационной работы, выполненной Соколовой О.В., имеются следующие вопросы, замечания и рекомендации:

1) На стр. 5 диссертационной работы, в разделе «Актуальность темы исследования» приведены данные Росстата РФ. Не понятно, из каких источников и соображений взята цифра доли кисломолочных продуктов, равна 4,36 % и какое отношение эти статистические данные имеют к оппонируемой работе?

2) На рисунке 2.1 (стр. 80 диссертации) приведена структурная схема исследований, в которой есть пункт «Апробация, определение экономической эффективности от минимизации потерь молока», в главе 7.3 есть раздел «Расчет экономической эффективности от внедрения СТО» (стр. 262 диссертации) и в Заключении диссертации (вывод 7) приведены экономический эффект от внедрения СТО (стр. 267 диссертации) Непонятно,

как взаимосвязаны экономическая эффективность от минимизации потерь молока и от внедрения СТО? И как соискатель определил экономическую эффективность?

3) На стр. 128 диссертации есть фраза «...только из среды с сахарозой кефирные грибки утилизировали фруктозу, уровень утилизации которой составил 63% от изначального содержания в питательной среде». Возникает вопрос: откуда взялась фруктоза? Аналогичный вопрос касается наличия углеводов (на той же странице). Также требует пояснения, откуда в исследуемых образцах углеводы (таблица 4.2, стр. 127 диссертации)?

4) На стр. 82 диссертации в описании метода получения гидролизованного молока с протосубтилином написано, что окончание процесса определяли по визуальным изменениям. Что это за изменения? В том же методе указано, что «время зависело от активности фермента». Можете сказать, на основании ваших исследований какой диапазон времени требуется до достижения результата?

5) В таблице 2.2 (стр. 84-85 диссертации) представлен подробный витаминно-минеральный состав различных видов муки. Но в работе не проводилось исследование минерального состава. Каков смысл предоставления этих данных?

6) На рисунках 4.23-4.34 представлены данные динамики кислотообразования для различных исследуемых образцов (стр. 143-144 диссертации), на которых одна из кривых выбивается из общей тенденции? Чем можно объяснить такие данные? Не является ли это выпадающей переменной?

7) на стр. 267 диссертации в выводе 7 Заключения к диссертационной работе разработанные продукты автор причисляет к ассортименту «продукции «здорового питания»», что, на наш взгляд, требует дополнительного экспериментального обоснования.

8) На стр. 39 автореферата подзаголовок «Главы в монографиях и учебниках». У автора отсутствуют публикации учебников и глав в учебниках, следовательно, этот заголовок ошибочен. Также необходимо убрать ссылку 11 (стр. 39 автореферата), т.к. этот журнал не включен в список ВАК по специальностям 4.3.3 и 4.3.5.

Вместе с тем, 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, 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 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

Профессор кафедры управления
качеством и товароведения продукции,
доктор технических наук
(4.3.3 Пищевые системы), доцент
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Российский
государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева»

Янковская
Валентина Сергеевна

ФГБОУ ВО «Российский государственный
аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
+7 (499) 976-15-46, vs3110@rgau-msha.ru

