

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»,
доктор технических наук

Казаков Ю.М.
2024 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

– Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» на диссертационную работу
Панаита Артема Игоревича
на тему «Разработка метода обеспечения микробиологической безопасности производства продуктов питания и их качества с применением электрохимически активированных растворов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.5 - Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (технические науки)

Актуальность темы диссертационного исследования

Серьезным вызовом для пищевой промышленности и прикладных биотехнологий является образование биопленок, которые могут быть причиной бактериальной контаминации продуктов. Строгое следование санитарным нормам на производстве не только обеспечивает безопасность выпускаемой продукции, но и препятствует адаптации бактерий к антимикробным препаратам и возникновению резистентных штаммов. Микробиологическая контаминация производственной среды (в том числе оборудования, трубопроводов, сырья, воздуха и т.д.) является постоянной проблемой в пищевых и биотехнологиях.

Биопленки образуют экосистему, которая оказывает влияние на качество продуктов, изменяя их органолептические и физико-химические показатели, снижая уровень микробиологической безопасности. Бактериальные биопленки способны вызывать и технические проблемы на производстве.

Альтернативой традиционным методам обеззараживания является использование высокоэффективных и экологичных электрохимически активированных растворов (ЭХАР), обладающих широким диапазоном бактерицидного действия, вирулицидными и фунгицидными свойствами. Анализ возможности использования ЭХАР в качестве дезинфицирующего и/или технологического вспомогательного средства является важной задачей, решение которой позволит обеспечить биобезопасность на всех этапах производственного процесса.

Актуальность темы диссертационного исследования, направленного на содействие решению проблемы повышения безопасности и эффективности

производства продуктов питания и улучшения их качества, подтверждается положениями, изложенными в

- Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ № 145 от 28 февраля 2024 года,
- Федеральном Законе 492-ФЗ «О биологической безопасности в Российской Федерации» от 30 декабря 2020 года,
- Стратегии повышения качества пищевой продукции до 2030 года, утвержденной Правительством Российской Федерации № 1364-р от 29 июня 2016 года.

Указанное выше свидетельствует об актуальности темы диссертационной работы Панаита Артема Игоревича.

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

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается проведенной систематизацией и анализом большого объема отечественных и зарубежных литературных источников, использованием современных методов исследования, комплексом экспериментов и статистической обработкой полученных результатов.

Основные научные положения и ключевые результаты диссертационной работы опубликованы в ведущих научных изданиях по пищевым и биотехнологиям, доложены и обсуждены на научных мероприятиях различного уровня.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов, списка использованных источников и приложений. Содержание работы изложено на 150 страницах машинописного текста, диссертация содержит 50 рисунков, 8 таблиц, 4 приложения. Список литературы включает 159 наименования, в том числе 90 иностранных источников.

Во введении изложена актуальность и степень разработанности темы, сформулированы цель и задачи исследования, показана научная новизна и практическая значимость полученных результатов, методология и методы исследования, представлены положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов, личный вклад автора, соответствие диссертации паспорту научной специальности, структура и объем диссертации.

В первой главе приведен обзор литературы по теме исследования, проанализированы микробные биопленки как фактор риска для биобезопасности объектов пищевой промышленности, особенности развития биопленок на различных поверхностях, рассмотрены ЭХАР как средство дезинфекции и возможности их применения для обеззараживания продукции и оборудования на пищевых предприятиях, включая технико-технологические особенности аэрозольной дезинфекции.

Во второй главе описаны материалы и методы исследований, в том числе сканирующая электронная микроскопия (SEM), времяпролетная масс-спектрометрия вторичных ионов (ToF-SIMS), гель-электрофорез, ультрафиолетовая спектрометрия, электрохимическая активация (ЭХА) водных растворов, моделирование обсемененности производственной среды, анализ качества пшеничной муки, дрожжей, хлеба, мясных рубленых полуфабрикатов.

В третьей главе приведены результаты и их обсуждение по следующим направлениям:

- разработка многофункционального циркуляционного реактора для формирования, исследования и дезинтеграции в контролируемых условиях бактериальной пленки (модель трубопровода);
 - моделирование, ультрамикроскопическое исследование и дезинтеграция бактериальной пленки, сформированной молочнокислыми бактериями (МКБ) - модель молокопровода,
 - моделирование, ультрамикроскопическое исследование и дезинтеграция бактериальной пленки, сформированной бинарной композицией микроорганизмов в условиях застойной зоны (модель конструктивного узла),
 - моделирование, ультрамикроскопическое исследование и дезинтеграция бактериальной пленки, сформированной на пористой поверхности керамзитовой гранулы (модель тепличного производства),
 - разработка модели поверхности плодоовощной продукции, ультрамикроскопическое исследование структуры биопленки и степени ее дезинтеграции субмикронным аэрозолем ЭХА-воды, обеззараживание поверхности растительного сырья,
 - исследование метода безреагентного корректирования свойств пищевых сред (муки, дрожжей и хлеба) при использовании ЭХА-воды,
 - разработка метода повышения микробиологической безопасности продуктов питания из сырья животного происхождения (на примере мясных рубленых полуфабрикатов) при хранении, основанного на применении ЭХА-воды в рецептуре,
 - исследование влияния ЭХА-воды на макронутриенты в водном растворе (белки, растворимые полисахариды) и на деградацию нерастворимых в воде макронутриентов (липиды, полисахариды).
- Работа завершается заключением в виде выводов, списком сокращений, списком литературы и 4 приложениями:
- патент на полезную модель № 198829 «Устройство для обработки плодоовощной продукции жидкостным капельным туманом, произведенным из дезинфицирующих средств»,
 - патент на полезную модель № 213020 «Установка для подготовки водных растворов»,
 - методические рекомендации и технологическая инструкция по применению ЭХАР,
 - акты проведения лабораторно-производственных испытаний, опытно-промышленной апробации, внедрения результатов научной работы в производственный и учебный процессы.

Научная новизна диссертационной работы

Автором выявлена зависимость степени дезинтеграции биопленки от режима использования катодитной и анолитной фракций ЭХАР, различающихся по химическому составу, значениям pH и окислительно-восстановительного потенциала (ОВП).

Смоделированы условия очистки трубопровода от клеток МКБ и изучено влияние ЭХАР на интенсивность роста и морфологические характеристики *E. coli* и комплекса МКБ на модельных средах с использованием высокоэффективных методов анализа – SEM и ToF-SIMS.

Установлены зависимость и механизм подавления жидкостным капельным ЭХА-туманом (среда «Сухой туман») и анолитом микробиоты сырья растительного происхождения на модели поверхности плодоовощной продукции.

Получены новые данные:

- о влиянии ЭХА-воды на количество и качество клейковины, ее растяжимость и гидратацию, водоудерживающую способность муки, подъемную силу дрожжей, быстроту подъема теста и качество хлеба,

- о влиянии ЭХА-воды на уровень микробной контаминации мясных рубленых полуфабрикатов с сохранением влажности, массовой доли белка и жира,

- о вязкости растворов альбумина в ЭХА-воде, конформационных изменениях молекул белка.

На примере водного раствора агар-агара выявлено, что электрохимическая активация воды является способом снижения его вязкости без уменьшения концентрации основного вещества и/или введения добавок.

Теоретическая и практическая значимость результатов работы

Теоретическая значимость. Разработан новый способ формирования и исследования бактериальной пленки на основе предложенного автором многофункционального циркуляционного реактора. Созданы новые методы моделирования биопленки на поверхностях производственных объектов (модели водопровода, молокопровода, конструктивного узла, тепличного производства) и плодоовощной продукции.

Разработан комплексный метод структурного исследования контактирующих с пищевыми средами материалов, тест-объектов, белков, липидов, полисахаридов на основе применения SEM и ToF-SIMS, позволяющий контролировать микробиологическую безопасность и качество технологических процессов.

Создана экологически чистая система обеззараживания материалов, сырья и продуктов посредством использования ЭХАР, исключая вредное воздействие традиционно применяемых дезинфицирующих средств на организм человека.

Практическая значимость. Разработаны установка для подготовки водных растворов (Пат. №213020) и устройство для обработки плодоовощной продукции жидкостным капельным туманом (среда «Сухой туман») ЭХА-воды (Пат. №198829).

В условиях реального производства продуктов общественного питания (ФГБОУ ВО «МАИ (НИУ)», ООО «Оазис МСК») успешно проведена апробация разработанных технологических решений и режимов применения ЭХА-воды для обеспечения микробиологической безопасности и повышения качества пищевых продуктов. Результаты работы подтверждены актом внедрения в производство (ООО «РеалГрупп»).

Разработан способ безреагентной технологической коррекции ЭХА-водой свойств теста из муки пониженного качества за счет регулирования свойств пищевой системы путем изменения свойств ее водной основы без введения дополнительных пищевых добавок и улучшителей. В зависимости от содержания и качества клейковины используется анолитная или католитная фракция с заданными показателями ОВП и pH.

На основании лабораторно-производственных испытаний (АО «Черкизовский мясоперерабатывающий завод») определено, что применение ЭХА-воды в технологии мясных рубленых полуфабрикатов повышало их микробиологическую безопасность при хранении.

Результаты работы внедрены в учебный процесс Института пищевых систем и здоровьесберегающих технологий ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ» и используются при подготовке бакалавров (по направлениям 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания», 43.03.01 «Сервис»), магистров (19.04.04 «Технология продукции и организация общественного питания») и аспирантов (19.06.01 «Промышленная экология и биотехнологии»).

Результаты исследований использованы при реализации грантов, поддержанных Российским научным фондом (проекты № 16-16-00020, № 17-76-20014, № 20-16-00019).

Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которой она представлена к защите

Диссертационная работа Панаита Артема Игоревича «Разработка метода обеспечения микробиологической безопасности производства продуктов питания и их качества с применением электрохимически активированных растворов» соответствует шифру научной специальности ВАК при Минобрнауки России 4.3.5 - Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (технические науки) по следующим пунктам: п. 3 (Микробиология пищевых систем), п. 10 (Технологии, процессы и оборудование для получения экологически безопасных биологически активных добавок, фитопрепаратов и других веществ и соединений алиментарной природы), п. 26 (Биологическая безопасность сырья, пищевых и биологически активных добавок, готовых пищевых продуктов и ингредиентов), п. 28 (Пищевая экология, экологическая протеомика и микробиом).

Достоверность, полнота опубликования и апробирования основных положений и результатов

Достоверность полученных результатов исследований подтверждается значительным объемом экспериментальных данных, выполненных с применением поверенного оборудования и современных методов, математической и статистической обработкой и производственными испытаниями.

Основные положения диссертационной работы доложены на международных и национальных конференциях. Печатные работы в полной мере отражают содержание диссертационного исследования. По теме опубликовано 28 работ, в том числе 4 статьи в журналах из перечня, рекомендуемого ВАК при Минобрнауки России; 8 статей в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science Core Collection или Scopus; 2 монографии; 2 результата интеллектуальной деятельности (патенты на полезные модели); 12 публикаций в сборниках научных трудов конференций.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом, рекомендации по использованию результатов и выводов работы

Представленная диссертация является завершенной целостной научно-квалификационной работой. Совокупность разработанных автором положений на основе теоретических и экспериментальных данных можно квалифицировать как определённый вклад в развитие прикладной биотехнологии и микробиологии пищевых систем для получения экологически безопасных и качественных

пищевых продуктов. Значимость полученных автором диссертации результатов не вызывает сомнений.

Представляется важным и полезным использование полученных результатов и выводов, приведенных в диссертации, в части применения высокоэффективного и экологичного метода электрохимической активации воды и водных растворов и средств на их основе для обеспечения микробиологической безопасности производства продуктов питания и их качества, дезинтеграции бактериальных биопленок и коррекции свойств пищевых биосистем.

Соответствие автореферата основным положениям диссертации

Автореферат диссертации Панаита Артема Игоревича оформлен в соответствии с требованиями ВАК при Минобрнауки России и полностью отражает содержание диссертационной работы. Автором четко сформулированы основные структурные элементы: актуальность, степень разработанности темы исследования, цель и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробации результатов.

Приведенное в автореферате краткое описание организации работы, результатов исследования, соответствие выводов экспериментальным данным свидетельствует о достаточно высокой квалификации соискателя в области биотехнологии продуктов питания. Представленные основные результаты работы и выводы показывают, что поставленные цели и задачи автором полностью выполнены.

Замечания по работе

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Требуется дополнительных пояснений и детализации заключительный пункт научной новизны (с. 7) о том, что «на примере водного раствора агар-агара выявлено, что электрохимическая активация воды является способом снижения его вязкости без уменьшения концентрации основного вещества и/или введения добавок».
2. В первой главе, посвященной обзору литературы, следовало бы уделить больше внимания анализу нормативно-правового регулирования и особенностям биотехнологии продуктов питания, их качества и микробиологической безопасности. Значительная часть анализа посвящена описанию микробных биопленок как фактора риска для биобезопасности объектов пищевой промышленности и особенностям развития биопленок на различных поверхностях (с. 12-21). Диссертацию украсили бы конкретные примеры и подробный анализ причинно-следственной связи микробиологических и технологических факторов риска с производственными процессами и качеством продуктов питания.
3. В работе не в полном объеме описаны микробиологические методы исследования (с. 39-43).
4. В диссертации (с. 44-61) описаны результаты, но не в полной мере рассмотрены механизмы действия фракций ЭХАР на биопленки, в том числе с учетом условий проведенных экспериментов (модели трубопровода, конструктивного узла, тепличного производства, поверхности плодоовощной продукции).

5. В третьей главе, в разделе, посвященном разработке многофункционального циркуляционного реактора для формирования, исследования и дезинтеграции в контролируемых условиях бактериальной пленки выбран не совсем корректный контроль (с. 45-47, рисунки 4, 5).

Кроме того, не приведены подтверждающие основания, позволяющие утверждать, что «основной мишенью действия католита является матрикс, вместе с которым удаляются погруженные в него клетки. После обработки сохранился только нижний слой бактерий, которые были механически прикреплены к поверхности подложки с помощью нитевидных структур (пилей)».

6. В работе, по-видимому, не корректно указано на применение ЭХА-воды как метода безреагентного корректирования свойств пищевых сред (муки, дрожжей и хлеба) - с. 70-74. Требуется уточнения «реагентности»/«безреагентности» разработанных технологических решений.

7. В заключении указывается на эффективность используемых методов, средств и разработанных решений (с. 115, п. 1-3). Однако для вынесения закономерных выводов об этом необходимо также дополнительно оценивать жизнеспособность микроорганизмов до и после воздействия (как это приведено в таблице 1, например) и/или анализировать текущие процессы более детально и комплексно. Требуется пояснений вывод о разработанном методе повышения микробиологической безопасности продуктов питания из сырья животного происхождения при использовании электрохимической активации применяемой в технологическом процессе воды, подаваемой централизованными системами питьевого водоснабжения, и пролонгированном сроке хранения мясных рубленых полуфабрикатов (с. 116, п. 5).

Указанные замечания не снижают значимость полученных результатов и общей положительной оценки выполненной диссертационной работы.

Заключение

Оценивая работу Панаита Артема Игоревича на тему «Разработка метода обеспечения микробиологической безопасности производства продуктов питания и их качества с применением электрохимически активированных растворов» в целом можно заключить следующее. Диссертационное исследование по содержанию и результатам выполненных работ соответствует пунктам 3, 10, 26, 28 паспорта специальности 4.3.5 - Биотехнология продуктов питания и биологических веществ (технические науки).

Диссертационная работа удовлетворяет требованиям Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор, Панаит Артем Игоревич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.5 - Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (технические науки).

Настоящим предоставляется согласие на обработку персональных данных (в соответствии с требованиями п. 4.11 Приказа Минобрнауки России № 1 от 9 января 2020 г.).

Отзыв обсужден и принят единогласно на заседании кафедры «Технологии пищевых производств» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» «04» июля 2024 г., протокол № 11.

Отзыв подготовил
заведующий кафедрой «Технологии пищевых производств»,
доктор технических наук по специальности 05.18.15 - Технология
и товароведение пищевых продуктов и функционального и
специализированного назначения и общественного питания (2013 г.),
кандидат технических наук по специальности 03.00.23 - Биотехнология (1987 г.),
доцент Мингалеева Замира Шамиловна

Контактные данные:
420015, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Карла Маркса, 68,
тел.: +7(843)231-95-84
e-mail: mingaleeva@kstu.ru

« » _____ 2024 г.

Подпись руки Мингалеевой Замиры Шамиловны удостоверяю

