

В диссертационный совет 24.2.334.03  
на базе ФГБОУ ВО «Российский  
биотехнологический университет  
(РОСБИОТЕХ)» по адресу: 125080, г. Москва,  
Волоколамское шоссе, д. 11, корп. А.

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

кандидата технических наук, доцента высшей биотехнологической школы  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
образования «Самарский государственный технический университет»  
Игнатовой Динары Фанисовны на диссертационную работу Панаита Артема Игоревича  
«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)

На отзыв представлены диссертация и автореферат Панаита Артема Игоревича.  
Диссертационная работа изложена на 150 с. и содержит 50 рисунков, 8 таблиц и 4  
приложения. Список литературы включает 159 источников информации, в том числе 90  
зарубежных. Автореферат изложен на 24 с. и отражает основные положения диссертации.

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

Диссертация «Разработка метода обеспечения микробиологической безопасности  
производства продуктов питания и их качества с применением электрохимически  
активированных растворов», посвященная разработке технико-технологических решений  
повышения безопасности производства продуктов питания и улучшения их качества,  
соответствует Паспорту научных специальностей ВАК при Минобрнауки России по  
специальности 4.3.5 Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ  
(технические науки). Область представленных исследований соответствует 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».

### **Актуальность работы**

Развитие научных исследований, направленных на минимизацию и предотвращение  
биологических угроз, снижение патогенного риска и обеспечение качества продуктов  
является важным при реализации положений Федерального закона от 30 декабря 2020 года  
№ 492-ФЗ «О биологической безопасности в Российской Федерации» и Стратегии  
повышения качества пищевой продукции до 2030 года, утвержденной Правительством РФ  
от 29 июня 2016 года № 1364-р. Для реализации этих проектов поставлены задачи,  
включающие совершенствование и развитие технико-технологической базы для оценки  
соответствия показателей качества пищевой продукции, приоритетное развитие научных  
исследований в области питания населения, в т.ч. профилактики наиболее  
распространенных заболеваний и разработки технологий производства, направленных на

повышение качества пищевой продукции, разработку методов пролонгации срока годности пищевой продукции (в том числе на основе прогнозных лабораторных моделей), анализ сохранности эссенциальных пищевых и биологически активных веществ, предупреждение и преодоление резистентности, проведение фундаментальных и прикладных научных исследований в области биологической безопасности, снижение уровня распространения инфекционных болезней и др. Указанным задачам соответствует диссертационная работа Панаита Артема Игоревича. Актуальность диссертации подтверждается тем, что на основе моделирования поверхностей производственных объектов, ультрамикроскопических исследований биопленок и безреагентного регулирования технологических свойств пищевых сред разработан эффективный и экологичный метод обеспечения качества и микробиологической безопасности производства продуктов питания с использованием электрохимически активированных растворов. Диссертационная работа Панаита Артема Игоревича имеет научную и практическую значимость и социально-экономическое значение.

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

В диссертационной работе Панаита Артема Игоревича получили развитие и дополнения научные направления отечественной и зарубежной школ специалистов прикладной биотехнологии в области обеспечения микробиологической безопасности сырья и готовых продуктов, эффективности использования и экологичности пищевых систем.

**Степень достоверности полученных результатов исследований** подтверждается соответствием теоретических данных полученным результатам экспериментальных исследований; обеспечивалась использованием современных методов исследования, совокупностью экспериментальных данных, полученных на сертифицированном метрологически поверенном оборудовании, применением статистических методов обработки и производственными испытаниями.

Экспериментальные результаты получены Панаитом Артемом Игоревичем с применением общепринятых и специальных методов исследования на лабораторном и технологическом оборудовании, а именно: моделирование обсемененности производственной среды, электрохимическая активация водных растворов (диафрагменные электрохимические реакторы и установки, подготовка препаратов для сканирующей электронной микроскопии; в каждом конкретном случае методика подготовки препарата для сканирующей электронной микроскопии (SEM) была модифицирована в зависимости от особенностей образца и поставленной задачи), напыление в среде аргоновой плазмы в установке JFC-1600 (JEOL, Япония), изучение тонкой структуры рельефа поверхности в сканирующем электронном микроскопе JSM-6390A (JEOL, Япония), гель-электрофорез, UV спектрометрия (неспецифический спектр поглощения супернатанта анализировали на спектрофотометре Shimadzu UV-2401PC (Япония), а для получения специфичных спектров поглощения в видимой области растворы крахмала дополнительно окрашивали иодитным методом), анализ качества пшеничной муки, дрожжей и хлеба, приготовление и анализ качества мясных рубленых полуфабрикатов, исследования макронутриентов в водном растворе (белки, растворимые полисахариды) и деградации нерастворимых в воде макронутриентов (липиды, полисахариды); планированием экспериментов и статистической обработкой экспериментальных данных с помощью метода главных компонент PCA (principal component analysis).

**Научная новизна работы** состоит в том, что Панаит Артем Игоревич:

1) выявил зависимость степени дезинтеграции биопленки от режима использования катодитной и анолитной фракций электрохимически активированного раствора (ЭХАР),

различающихся по химическому составу, значениям рН и окислительно-восстановительного потенциала;

2) смоделировал условия очистки трубопровода от клеток молочнокислых бактерий (МКБ) и изучил влияние ЭХАР на интенсивность роста и морфологические характеристики *E. coli* и комплекса МКБ на модельных средах с использованием высокоэффективных методов анализа – сканирующей электронной микроскопии в режиме вторичных электронов (SEM) и времяпролетной масс-спектрометрии вторичных ионов (ToF-SIMS);

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

4) получил 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;

5) получил новые данные о влиянии ЭХА-воды на уровень микробной контаминации мясных рубленых полуфабрикатов с сохранением влажности, массовой доли белка и жира;

6) получил новые данные о вязкости растворов альбумина в ЭХА-воде, конформационных изменениях молекул белка;

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

#### **Значимость диссертационного исследования для науки и практики**

Панаит Артем Игоревич в рамках диссертационного исследования поставил и успешно решил актуальную задачу пищевой промышленности и прикладной биотехнологии - разработал метод, который обеспечивает микробиологическую безопасность производства продуктов питания и их качество с применением ЭХАР. Результаты интеллектуальной деятельности защищены патентами. Разработаны установка для подготовки водных растворов (Пат. №213020) и устройство для обработки плодоовощной продукции жидкостным капельным туманом (среда «Сухой туман») ЭХА-воды (Пат. №198829).

Теоретические и экспериментальные результаты диссертационного исследования апробированы в условиях лабораторно-производственных испытаний (АО «Черкизовский мясоперерабатывающий завод») и производства продуктов общественного питания (ООО «РеалГрупп», ФГБОУ ВО «МАИ (НИУ)», ООО «Оазис МСК»).

Результаты работы Панаита Артема Игоревича 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»).

#### **Личный вклад соискателя**

Диссертационная работа Панаита Артема Игоревича «Разработка метода обеспечения микробиологической безопасности производства продуктов питания и их качества с применением электрохимически активированных растворов» является квалификационной работой, в которой самостоятельно или при непосредственном личном его участии проведены, обобщены и проанализированы научно-технические источники информации по теме диссертации; разработана схема проведения исследований, подобраны и освоены методы и методики исследований; проведены экспериментальные и опытно-промышленные исследования; системно проанализированы и обобщены результаты теоретических и экспериментальных исследований, проведена их статическая обработка.

Результаты, полученные Панаитом Артемом Игоревичем в ходе выполнения диссертационной работы, прошли достаточно широкую апробацию в научных и производственных кругах. По результатам диссертации опубликовано 28 печатных работ, в том числе 8 статей в журналах, индексируемых Web of Science Core Collection или Scopus; 4 статьи в рецензируемых журналах из перечня, рекомендуемого ВАК; 2 монографии; 2 патента; 12 публикаций в сборниках научных трудов.

#### **Анализ содержания диссертации**

Диссертационная работа Панаита Артема Игоревича «Разработка метода обеспечения микробиологической безопасности производства продуктов питания и их качества с применением электрохимически активированных растворов» состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов, списка использованных источников и приложений.

**Во введении** обоснована актуальность диссертационной работы, представлена ее научная новизна и практическая значимость, основные положения, выносимые на защиту, цель и задачи исследования. Представлена схема исследования.

**В главе 1. Обзор литературы** проанализированы стадии развития биопленки, методы дезинфекции, обоснован выбор электрохимически активированной воды как экологичного дезинфектанта, сформулированы цель и задачи исследования.

**В главе 2. Материалы и методы** представлены методы исследования, описаны объекты исследования.

**В главе 3. Результаты и их обсуждение** представлены основные результаты по разработке циркуляционного реактора, моделированию, обсеменению микроорганизмами разных поверхностей и их дезинтеграции, разработке метода повышения микробиологической безопасности пищевых продуктов, исследованию влияния ЭХА воды на макронутриенты.

**В заключении** представлены основные результаты и выводы по диссертационной работе.

**Список сокращений** содержит основные сокращения, используемые в тексте автореферата и диссертации.

**Список литературы** включает 159 источников информации, в том числе 90 зарубежных.

**Приложения** изложены на 15 с. и включают в себя:

А - Патент на полезную модель № 198829 «Устройство для обработки плодоовощной продукции жидкостным капельным туманом, произведенным из дезинфицирующих средств»,

Б - Патент на полезную модель № 213020 «Установка для подготовки водных растворов»,

В - Методические рекомендации и технологическая инструкция по применению электрохимически активированного раствора,

Г - Акты проведения лабораторно-производственных испытаний, опытно-промышленной апробации, внедрения результатов научной работы в производственный и учебный процессы.

**Анализ содержания работы в целом** показывает, что диссертация Панаита Артема Игоревича включает в себя все необходимые компоненты научного исследования: аналитический обзор научной литературы; формулировку цели и задач исследования; объекты, методы и схему проведения исследований; обсуждение основных полученных результатов; основные выводы и заключения. Тема диссертации полностью раскрыта в ее содержании. Сформулированная цель в работе достигнута. Большой личный вклад

соискателя не вызывает сомнений. Заключение диссертации отражает наиболее важные полученные результаты.

Отмечая положительные стороны, нельзя не отметить недостатки работы, а также высказать диссертанту ряд замечаний, направленных на ее улучшение:

1. В разделе 2.3 «Электрохимическая активация водных растворов» приведены аббревиатуры и термины «ЭХАР», «ЭХА-вода», «анолит», «католит», «анолитная фракция», «католитная фракция», имеющие специальное назначение. Возникает вопрос о необходимости их категоризации (например, по направлениям использования).
2. В разделе 3.5 «Разработка модели поверхности плодоовощной продукции, ультрамикроскопическое исследование структуры биопленки и степени ее дезинтеграции субмикронным аэрозолем ЭХА-воды, обеззараживание поверхности растительного сырья» в тексте применен термин молочнокислые бактерии, хотя биопленка состояла из кишечной палочки и бифидобактерий.
3. В разделе 3.8 «Исследование влияния ЭХА-воды на макронутриенты в водном растворе (белки, растворимые полисахариды) и на деградацию нерастворимых в воде макронутриентов (липиды, полисахариды)» указано, что в большинстве методов экстракции используются чистые органические растворители для получения экстрактов с высоким антиоксидантным потенциалом и что такие реагенты имеют серьезные недостатки (экологически небезопасны, взрывоопасность). Автором отмечается, что метод электрохимической активации рассматривается в качестве «зеленой» альтернативы органическим растворителям в процессе экстракции и является перспективным технологическим решением для повышения качества и безопасности продукции. В то же время в работе не в полном объеме представлены данные, подтверждающие данную гипотезу.
4. В таблице 4 диссертации и в таблице 3 автореферата даны параметры рН или кислотности?
5. На рисунках 32, 37, 38, 42, 45 диссертации подписи левой и правой части не совпадают, что затрудняет оценку и восприятие приведенных данных.
6. В заключении автор приводит тезис о изученном влиянии ЭХА-воды на макронутриенты в водном растворе и на деградацию нерастворимых макронутриентов. Какое влияние анолитная фракция оказывает на белковый раствор? Требуется пояснение и уточнение к словосочетанию про «...более однородную по молекулярному составу среду.».
7. В диссертации имеются технические опечатки и неточные текстовые выражения.

В целом замечания носят рекомендательный характер и не влияют на общую положительную оценку.

**Заключение о соответствии диссертации критериям положения о  
присуждении ученой степени кандидата наук по специальности  
4.3.5- Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ  
(технические науки)**

Диссертационная работа Панаита Артема Игоревича «Разработка метода обеспечения микробиологической безопасности производства продуктов питания и их качества с применением электрохимически активированных растворов» является научно-квалификационной, самостоятельно выполненной, законченной научно-исследовательской работой, имеющей внутреннее единство, научную новизну и практическую значимость, в которой содержится решение важной научно-практической и социально-экономической задачи, имеющей значение для развития пищевой промышленности и прикладной биотехнологии - обеспечению микробиологической безопасности производства продуктов питания и их качества.

Диссертация Панаита А.И. соответствует требованиям ВАК РФ п. 9-14 «Положение о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года (с изменениями), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Панаит Артем Игоревич заслуживает присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.5 - Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ.

Официальный оппонент, кандидат  
технических наук по научной специальности  
05.18.07 - Биотехнология пищевых продуктов и  
биологических активных веществ,  
доцент Высшей биотехнологической школы,  
ФГБОУ ВО «Самарский государственный  
технический университет»,

Игнатова Динара  
Фанисовна

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет» 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 (главный корпус), контактный телефон: (846) 3322713, [fpp@samgtu.ru](mailto:fpp@samgtu.ru)

Подпись Игнатовой Д.Ф. заверяю:  
Учёный секретарь ФГБОУ ВО «СамГТУ»,  
доктор технических наук  
«29» АВГУСТА 2024 г.



Малиновская Ю.А.