

ОТЗЫВ

**официального оппонента, доктора биологических наук, профессора
Позняковского Валерия Михайловича на диссертационную работу
Суворова Олега Александровича на тему «Научные и практические основы
обеспечения безопасности пищевого сырья и продуктов общественного
питания с использованием физико-химических методов обработки»,
представленную на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 05.18.15 – «Технология и товароведение пищевых продуктов
функционального и специализированного назначения и общественного питания»
(технические науки)**

Актуальность темы

В настоящее время совершенствование системы повышения биологической безопасности продуктов общественного питания на этапах их жизненного цикла является магистральным направлением развития прикладной науки и соответствует основным положениям государственной политики в области охраны здоровья человека и будущих поколений, увеличения продолжительности жизни.

Необходимым является принятие мер, направленных на переход к высокоэффективному производству, профилактику пищевых отравлений и прерывания путей передачи инфекции при минимизации химических рисков.

Представленная к защите диссертационная работа Суворова Олега Александровича посвящена решению актуальных задач, связанных с обеспечением населения доступными высококачественными и безопасными пищевыми продуктами, и отраженных в федеральных законах № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» (с изменениями на 13.07.2020г.) и № 492-ФЗ «О биологической безопасности в Российской Федерации» (от 30.12.2020г.).

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Структура и объем работы. Материал диссертации изложен на 395 страницах основного текста, содержит 95 рисунков и 67 таблиц. Диссертация состоит из введения и 8 глав, в том числе аналитического обзора литературы, результатов исследований и их анализа, заключения, списка литературы, приложений.

Список использованной литературы содержит 601 источник, в том числе 329 зарубежных. Структура диссертации традиционна и включает введение, обзор литературы, описание объектов и методов, применявшихся в работе, результаты экспериментальных исследований и их обсуждение, заключение, библиографический список и приложения, дающих полное представление о практических разработках автора.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследования, показана научная концепция, научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

В обзоре литературы (глава 1) проанализировано современное состояние и тенденции развития индустрии питания при обеспечении качества и безопасности продуктов и услуг питания, представлен риск-ориентированный процессный подход на этапах жизненного цикла продуктов. Проанализированы пути контаминации производственной среды, существующие способы обеспечения пищевой безопасности, методы снижения микробиологической контаминации,

стратегия противодействия микроорганизмам-вредителям в индустрии питания. На основе анализа материалов отечественных и зарубежных литературных источников автором сделано заключение по аналитическому обзору, обоснованы направления диссертационного исследования, сформулированы его цель и задачи.

В главе 2 представлена методология использования физико-химических методов и средств, в т.ч. электрохимически активированных растворов, низкотемпературной плазмы, наноразмерных частиц серебра, криотехнологии, сублимационной сушки и электростатической обработки, для обеспечения биологической безопасности производства продуктов и организации общественного питания. Приведена структурная схема исследований. В перечне методов исследования присутствуют не только стандартные методы, принятые в отрасли, но и аналитические и специальные методы исследования и визуализации структуры, разработанные при непосредственном участии диссертанта и предназначенные для объективной идентификации и оценки степени дезинтеграции биопленки микроорганизмов. Систематизация представленных данных послужила предпосылкой для выбора высокоэффективных физико-химических методов обработки сырья и продуктов при обеспечении биологической безопасности в индустрии питания.

Главы 3-8 содержат разработку модели Парето-эффективного производства продовольственных товаров, описание и анализ экспериментальных данных, данные производственных испытаний и промышленной апробации.

В главе 3 представлены результаты разработки модели Парето-эффективного производства продовольственных товаров на этапах их жизненного цикла с использованием системного подхода к повышению безопасности и конкурентоспособности. Предложена общая оценка обеспечения качества жизненного цикла продукта на всех стадиях.

В главе 4 рассмотрены методы оценки безопасности, обоснована необходимость и разработаны способы подавления микробной контаминации зерна и дрожжей с применением наноразмерных частиц серебра. Предложены методы микробиологической стабилизации зернового сырья, антибактериальной обработка дрожжей, описано антибактериальное действие наноразмерных частиц серебра на микроорганизмы зерновых культур, изучена антимикробная активность препаратов наноразмерных частиц серебра, дана оценка возможности и эффективности использования наноматериалов с биоцидными свойствами в хлебопечении. Результаты эксперимента в целом подтвердили эффективность предложенного метода подавления микробной контаминации зерна и дрожжей с применением наноразмерных частиц серебра. Выявлена селективная антимикробная активность НЧС размером 10–15 нм для предотвращения развития бактериальных инфекций в биомассе дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* с доказанной эффективностью в отношении *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Erwinia herbicola*, *Escherichia coli*, *Lactobacillus brevis*, *Micrococcus varians*, *Pediococcus claussenii*, *Pseudomonas fluoresces*.

Глава 5 посвящена разработке ресурсосберегающих технологических решений на основе электрохимически активированных растворов, низкотемпературной плазмы и криотехнологии для обеспечения безопасности и пролонгации срока годности продовольственного сырья растительного и животного происхождения. По итогам серий экспериментов диссертантом разработаны высокоэффективные технологические решения обеспечения безопасности и пролонгации срока годности продовольственного сырья

растительного и животного происхождения, криоэлектрохимическая технология обеспечения безопасности и пролонгации срока хранения рыбы, способ обеспечения биологической безопасности мяса. Экспериментально подтверждены эффективные режимы бесхлорной обработки мяса птицы. Определены режимы обработки низкотемпературной плазмой капустного листа для инактивации бактерий и биопленок *Listeria monocytogenes*.

В главе 6 представлено обоснование способов обеспеченности требуемых потребительских характеристик сырья и продуктов общественного питания при хранении с применением методов сублимационной сушки и электростатической обработки. В исследованиях автор сделал основной акцент на подробном всестороннем изучении процесса вакуумной сублимационной сушки спектра термолабильных материалов и электростатической обработки полуфабрикатов, готовых блюд, водных растворов и жидких продуктов. Результаты интеллектуальной деятельности защищены патентами.

Глава 7 включает комплексное исследование дезинтеграции биопленки микроорганизмов метастабильными оксидантами с целью разработки высокоэффективных и экологичных приемов обеззараживания объектов АПК и индустрии питания. Автором проанализированы предпосылки развития микробиологического заражения, смоделирована система обеззараживания сообществ микроорганизмов на поверхностях, разработаны испытательные стенды для формирования и дезинтеграции биопленки, исследовано ингибирующее действие электрохимически активированных растворов на развитие биопленки в производственном цикле. Сравнительные исследования способов дезинтеграции биопленки, сформированной планктонными формами композиции молочнокислых бактерий и *Escherichia coli*, показали высокую эффективность электрохимически активированных растворов в циркуляционном реакторе и в условиях застойной зоны. Используемые методы молекулярно-генетического анализа верифицировали чистоту поверхности. В итоге разработаны режимы обеззараживания биоцидными растворами трубопровода сложной конфигурации, в т.ч. с застойными зонами. Полученные технико-технологические решения защищены патентами.

В главе 8 представлены данные производственных испытаний и промышленной апробации результатов исследований и предложенных технико-технологических решений, проведен анализ социальной значимости и экономической эффективности при обеспечении биологической безопасности и комплексного ресурсосбережения в индустрии питания, нераспространения пищевых инфекций, снижения потерь от социально значимых заболеваний и издержек при производстве, хранении и реализации продуктов питания.

Заключение включает в себя итоги выполненных исследований, представленные в выводах.

Представлены список сокращений и условных обозначений, словарь терминов и список литературы.

В приложениях приведены результаты интеллектуальной деятельности, даны методические и практические рекомендации для персонала предприятий по обработке продукции растительного происхождения, дезинфекции на предприятиях общественного питания и объектах продовольственной торговли системы сельского хозяйства и продовольствия Московской области, представлены технологическая инструкция по применению электрохимически активированных растворов на предприятиях общественного питания, пищевой и биотехнологической промышленности, акты о проведении апробации результатов

исследований, производственных испытаний и о внедрении.

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК, построена логично, результаты и выводы соответствуют поставленным задачам и главной цели. В автореферате автор кратко изложил основное содержание диссертации.

В диссертационной работе представлены результаты аналитических и экспериментальных исследований, выполненных соискателем на высоком научном и методическом уровне с применением современных методов анализа и статистической обработки данных, а также методов математического моделирования. Автором получен большой объем данных, апробированных, опубликованных и подтвержденных в промышленных условиях. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, не вызывает сомнений.

Научная новизна, практическая значимость и достоверность полученных результатов. Научная новизна работы определяется совокупностью результатов, полученных Суворовым О.А. при выполнении комплекса теоретических и экспериментальных исследований. Научно обоснована модель Парето-эффективного производства продовольственных товаров на этапах их жизненного цикла. Установлено компромиссное множество и определено решение технологической задачи оптимизации по нескольким критериям – совокупности показателей качества пищевых продуктов. Теоретически обоснованы параметры физико-химических методов обеспечения биологической безопасности пищевых продуктов с использованием риск-ориентированного подхода на этапах их жизненного цикла и контроля контаминации *B. subtilis*, *E. coli*, *L. monocytogenes* и другими микроорганизмами. Определена зависимость устойчивости биопленки к действию слабоминерализованной (менее 0,9 г/дм³) анолитной фракции ЭХАР и щелочных средств в протоке и в застойной зоне от содержания метаболически неактивных персистеров бактериальных клеток и способности микроорганизмов формировать многослойные структуры, защищенные биополимерным матриксом. Показан механизм удаления бактериальной пленки, образованной молочнокислыми бактериями и кишечной палочкой при последовательном воздействии католита и анолита и сцепления бактерий *E. coli* с микрорельефом поверхности посредством поверхностных нитевидных структур бактериальной клетки – фимбрий длиной от 0,5 до 4 мкм. Установлена зависимость, позволяющая определить необходимый расход наноразмерных частиц серебра размером 10–15 нм для соответствия нормируемым характеристикам микробиоты зерна при мгновенном эффекте и после хранения. Выявлены минимальные ингибирующие концентрации в отношении бактерии *B. subtilis*. Обнаружено селективное влияние НЧС на дрожжевые (*S. cerevisiae*) и бактериальные (*B. cereus*, *E. coli*, *M. varians*) микроорганизмы в зависимости от их концентрации и агрегатного состояния модельной среды культивирования. Теоретически обоснованы параметры, влияющие на повышение эффективности сублимационной сушки пищевого сырья, и электростатической обработки для пролонгации срока годности и обеспечения качества продуктов питания. Установлена взаимосвязь между активацией и ингибированием микроорганизмов и напряженностью поля. Получены новые данные и установлена зависимость бактерицидного эффекта НТП в отношении бактерий *L. monocytogenes* на поверхности продуктов и биопленок *in vitro* от продолжительности обработки

Выполненное исследование имеет существенную практическую значимость. Экспериментально подтверждена высокая эффективность применяемых физико-

химических способов обработки пищевого сырья и продуктов питания, способствующих пролонгации их срока годности, повышению безопасности и ресурсосбережению на этапах производства, хранения и реализации. Разработанные способы исследования биообрастания и дезинтеграции защищены патентами РФ №№ 178083, 179657, 188140, 194989. Разработанный способ антибактериальной обработки дрожжей (патент РФ № 2584603) позволяет избежать бактериальной контаминации при производстве кваса, пива, спирта, хлебобулочных изделий, хлебопекарных дрожжей. Показана возможность использования упаковок, содержащих бактерицидные наночастицы серебра, при реализации хлебобулочных изделий на базе Лечебно-реабилитационного клинического центра «Юдино» – филиала ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России (2016 г.). Разработанные погружной электростатический активатор и устройства для обеспечения безопасности полуфабрикатов, готовых блюд и жидких пищевых продуктов защищены патентами РФ №№ 163496, 170224, 173521. Показано, что контроль контаминации *B. subtilis*, *E. coli*, *L. monocytogenes* и реализация методов прерывания путей передачи инфекции на объектах пищевой промышленности, продовольственной торговли и предприятиях общественного питания способствуют обеспечению биологической безопасности и снижению потерь при производстве и хранении сырья и продуктов. Разработанные рекомендации по применению метастабильных электрохимически активированных растворов для обработки растительного сырья и продукции, помещений, оборудования на объектах пищевой промышленности, общественного питания, продовольственной торговли утверждены начальником управления развития отраслей сельского хозяйства Министерства сельского хозяйства и продовольствия Московской области (2019 г.). Разработаны ТУ 10.13.14-087-37676459-2017 «Карпаччо из куриных грудок» и ТИ 56.29.19-006-02068634-2020 по применению электрохимически активированных растворов на предприятиях общественного питания, пищевой и биотехнологической промышленности.

Результаты исследований включены в учебный процесс подготовки обучающихся по направлениям «Технология продукции и организация общественного питания», «Продукты питания из растительного сырья», «Промышленная экология и биотехнологии», используются в программах непрерывного образования учителей, школьников старших классов, студентов колледжей Департамента образования и науки города Москвы.

Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений.

Полнота опубликования основных результатов диссертационной работы. По материалам диссертационных исследований опубликовано 99 печатных работ, из них 19 – в изданиях, входящих в перечень рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 16 – в изданиях, входящих в международные базы данных Web of Science, Scopus; получено 9 патентов РФ, издано 3 монографии.

Апробация работы. В период с 2005 по 2020 гг. результаты исследований по теме диссертации многократно апробировались на российских и международных научно-практических конференциях, форумах и выставках.

Рекомендации по дальнейшему использованию и внедрению результатов диссертации. Результаты диссертации готовы к внедрению на предприятиях агропромышленного комплекса, общественного питания и торговли при обеспечении биологической и химической безопасности пищевых продуктов.

Замечания по работе

Диссертация О.А. Суворова представляет собой завершенное научное исследование, выполненное на высоком техническом уровне. При положительной оценке диссертации в целом, необходимо сделать следующие замечания:

1. Автор диссертации определяет совокупность применяемых физико-химических методов как «системный подход», однако было бы корректнее использовать понятие «комплексных подход», не обязывающее рассматривать все описанные технологические решения как единую систему, характеризующуюся определенной структурой и совокупностью признаков.
2. В работе не приведена товароведная классификация продуктов питания с учетом степени устойчивости к различным факторам.
3. В главе 3 приведены сведения о Парето-эффективном производстве продовольственных товаров и общей оценке обеспечения качества. Представляется целесообразным наличие иллюстрирующих примеров разработанной Парето-эффективной модели на этапах жизненного цикла.
4. В главе 4 указано, что определение размера НЧС проводили с использованием спектрофотометра СФ-56, который главным образом предназначен для измерения коэффициентов пропускания жидких и твердых прозрачных веществ в спектральном диапазоне от 190 до 1100 нм. В работе следовало бы конкретнее описать методику определения размера наночастиц серебра.
5. В главе 5 не приведены сведения о характеристиках, степени безвредности и стоимости обработки низкотемпературной плазмой (установка MicroPlaster β). Из текста диссертации и автореферата неясно: при каких режимах использования происходила обработка низкотемпературной плазмой?
6. Выводы по главе 7 и работе в целом содержат некоторые утверждения общего характера, касающиеся санитарии производства, не полностью основанные на результатах проведенного эксперимента.
7. Целесообразно было бы привести больше данных по достигаемому повышению экологической безопасности за счет внедрения в АПК предлагаемых методов.

Оценка соответствия работы требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям

Указанные замечания не имеют принципиального характера и не снижают научной и практической ценности данной диссертационной работы. В целом диссертация Суворова О.А. является завершенным, цельным научным исследованием в области обеспечения биологической безопасности сырья и продуктов общественного питания и может быть квалифицирована как теоретическое и экспериментальное обоснование и решение значимой научно-практической задачи, имеющей научное и прикладное значение, подтвержденное промышленной апробацией разработанных технологических решений.

Заключение

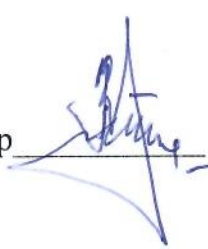
На основании изложенного считаю, что диссертационная работа Суворова О.А. на тему «Научные и практические основы обеспечения безопасности пищевого сырья и продуктов общественного питания с использованием физико-химических методов обработки» по признакам актуальности, обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, достоверности, научной новизны и практической значимости отвечает требованиям ВАК при Минобрнауки России, предъявляемым к докторским диссертациям, соответствует пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства

Российской Федерации N 842 от 24.09.2013г., а её автор – Суворов Олег Александрович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.15 – «Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания» (технические науки).

Официальный оппонент:

руководитель научно-образовательного центра
«Прикладная биотехнология и нутрициология»,
профессор кафедры «Гигиена»

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный
медицинский университет»,

Заслуженный деятель науки РФ, д.б.н., профессор  **В.М. Позняковский**

«13» мая 2021 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный медицинский университет»,
Российская Федерация, 650056, город Кемерово, улица Ворошилова, дом 22 А,
тел: +7 (3842) 73-48-56, e-mail: kemsma@kemsma.ru, сайт: <https://kemsma.ru>

Подпись Позняковского Валерия Михайловича удостоверяю

