

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор ФГБОУ ВО «Дальневосточный
государственный технический
рыбохозяйственный университет»

(ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»)

канд. физ.-мат. наук, доцент

Татьяна Алексеевна Жук



_____ 2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный
технический рыбохозяйственный университет» на диссертационную работу
Сушиной Анастасии Дмитриевны
на тему: «Получение коптильно-водорослевого биогеля на основе биологически
активных веществ фурцеллярии (*Furcellaria lumbricalis*) и обоснование его
применения в экологически безопасном горячем копчении рыбы»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 4.3.5. «Биотехнология продуктов питания и биологически
активных веществ»

Актуальность темы диссертационного исследования.

В Национальной программе «Стратегия развития рыбохозяйственного
комплекса Российской Федерации на период до 2030 года» ключевыми зада-
чами названы комплексное использование водных биологических ресурсов,
повышение качества рыбной продукции, а также внедрение экологически
безопасных инновационных технологий. Эти задачи актуальны для рыбокоп-
тильных производств, работающих в основном по старым традиционным
дымовым технологиям, в результате которых в рыбу и окружающую среду
попадают вредные канцерогенные компоненты (полициклические аромати-
ческие углеводороды), высокомолекулярные фенолы и другие нежела-
тельные вещества - продукты пиролиза древесины. Серьезной проблемой горяче-
го копчения рыбы является её нестойкость в хранении (48-72 часа), низкий
выход готовой продукции и пониженная биологическая ценность, обуслов-

ленная высокотемпературным разрушением белков в рыбе и биологически активных веществ в древесном дыме.

Данные проблемы частично решаются при бездымном копчении в результате замены дыма современными коптильными препаратами, не содержащими полициклических ароматических углеводородов. Однако применяемые способы бездымной обработки не совершенны, требуют многократного нанесения коптильных препаратов на поверхность рыбы, например, распылением с чередованием термообработкой, чтобы обеспечить формирование цвета, аромата и вкуса копченой рыбы. Такой способ бездымного копчения удлиняет процесс, при этом не решаются проблемы повышения хранимоспособности и биологической ценности готовой продукции, не обеспечивается ресурсосбережение коптильной среды и сырья, а аэрозольный коптильный препарат попадает в окружающую среду.

В диссертации Сушиной А.Д. предложено перспективное совершенствование бездымного копчения рыбы путем использования биопотенциала красной водоросли Балтийского моря - фурцеллярии (*Furcellaria lumbricalis*) - для улучшения состава и технологических свойств бездымной коптильной среды. Фиккоколлоиды фурцеллярии содержат уникальные структурообразователи полисахаридной природы (каррагинаны), повышающие вязкость водных растворов коптильных препаратов, что улучшает адгезию коптильной среды и позволяет за один прием нанести на рыбу нужное количество коптильных компонентов. Образующийся коптильно-водорослевый биогель содержит также другие биологически активные вещества фурцеллярии (каррагинаны, каротиноиды, антоцианы, витамины, органические кислоты, минеральные вещества), обладающие физиологической активностью и функционально-технологическими свойствами - красящими, антисептическими и антиоксидантными. Такой гель способствует ускоренному формированию в обработанной рыбе коричневого окрашивания, появлению в ней новых приятных вкусо-ароматических оттенков, повышающих гастрономическую привлекательность и стойкость в хранении. Важно, что каррагинаны фиккоколлоидов

копильного геля способствуют формированию на поверхности рыбы пищевой пленки. Эта пленка при последующей термообработке уменьшает потери тканевой влаги, выполняет защитные барьерные функции, способствует сохранению целостности тканей и формированию блеска поверхности, что в совокупности повышает эффективность процесса и улучшает органолептическое восприятие продукции.

Таким образом, использование биопотенциала фуцеллярии в бездымном копчении рыбы способствует организации безотходного и экологически безопасного процесса при получении продукции функционального уровня качества. Сказанное обуславливает развитие пищевой биотехнологии в рыбокопильном производстве, что актуально и своевременно.

Научная новизна и практическая значимость диссертационного исследования заключается в аналитической оценке состава красных водорослей Балтийского моря *Furcellaria lumbricalis*, обогащение биологически веществами которых позволяет получить новую бездымную копильную среду - копильно-водорослевый биогель, синергически проявляющий все эффекты копчености при однократной обработке поверхности рыбы. Ценный биопотенциал фуцеллярии Балтийского моря обусловлен содержанием функциональных пищевых ингредиентов - каррагинанов, каротиноидов, лютеина, кальция, магния, калия, натрия, йода, витаминов группы В, Д и К. Доказано повышение в рыбе, обработанной копильно-водорослевым биогелем, качества до функционального уровня, выхода готовой продукции, а также безопасности по содержанию канцерогенных и других вредных веществ. Обоснованы рациональные параметры получения копильно-водорослевого биогеля и его состав, обуславливающие формирование заданных реологических и органолептических характеристик. Установлено пониженное содержание в копильно-водорослевом биогеле и рыбе фенольных и карбонильных веществ относительно копильного ароматизатора «Жидкий дым» и традиционной рыбы дымового копчения. Получены математические модели процессов нанесения биогеля на поверхность рыбы и ее проварки до кулинарной го-

товности, на основе которых обосновано повышение биологической ценности готовой продукции. Исследована динамика микробиологических характеристик, биохимических показателей в белках и липидах рыбы при хранении. Установлен повышенный срок годности копченой по новой технологии рыбы. В сравнительных испытаниях изучены инструментальные показатели цвета копченой рыбы на основе системы CIE L*a*b и установлены минимальные отличия цветовых характеристиках контрольных и опытных образцов. Исследованы основные показатели качества, биологической ценности и безопасности образцов рыбы горячего бездымного копчения. Показана повышенная относительная биологическая ценность продукции по росту тест-организма *Tetrahymena pyriformis* против рыбы дымового копчения. Обоснована безопасность рыбы по содержанию токсичных элементов и функциональный уровень качества по содержанию витаминов В₁, В₂, В₆, йода и каротиноидов.

Новизна исследования подтверждена патентом RU № 2792451 «Способ приготовления рыбы горячего копчения».

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития технической отрасли науки заключается в дополнении научных знаний в областях пищевой биотехнологии, связанных с использованием красных водорослей Балтийского моря *Furcellaria lumbricalis*, совершенствованием бездымного копчения рыбы, получением биоразлагаемых пищевых пленок на основе водорослевых полисахаридов, стабилизацией качества скоропортящейся продукции, изготовлением пищевых продуктов функционального уровня качества, развитием прикладной альгологии.

Для развития технической отрасли науки значимой является положительная апробация в промышленности разработанной технологии рыбы бездымного горячего копчения, доказательство ее повышенного уровня качества и пролонгированного срока годности, обеспечение доступности внедрения и экологичности производства. Разработка может использоваться в качестве модельной для решения основных проблем в копильных производствах.

Вклад в развитие технической сферы пищевой биотехнологии вносит также предложенная методология исследования, основанная на применении современных методов анализа, фундаментальных знаний в соединении с новыми экспериментально полученными данными. Приведенные в работе научные положения, выводы и рекомендации достаточно аргументированы, учитывают общепринятые теоретические закономерности. Достоверность выводов и научных положений диссертационной работы подтверждается широкой апробацией результатов исследований в печати (11 опубликованных статей, в том числе 4 статьи в изданиях из перечня ВАК, 1 Патент РФ).

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации.

Для практического использования результатов научного исследования разработаны технические условия и технологические инструкции на коптильно-водорослевый биогель и рыбу бездымного горячего копчения. Успешная промышленная апробация разработанных технологий свидетельствует о практической воспроизводимости полученных экспериментальных данных. Разработан пакет технической документации: ТУ 10.20.24–032–3904014891– 2023 «Коптильно-водорослевая композиция «Морской дым» и соответствующая технологическая инструкция (ТИ); ТУ 10.20.24–031–3904014891–2023 «Рыба бездымного горячего копчения «Морской дуэт» и соответствующая ТИ по ее изготовлению. Технология положительно апробирована в ООО «Транскомплекс–К» (г. Калининград). Расчет экономической эффективности показал целесообразность внедрения разработки.

Полученные результаты рекомендуются к использованию в учебном процессе вузов по направлениям 19.03.01 и 19.04.01 «Биотехнология»; 19.03.03 и 19.04.03 «Продукты питания животного происхождения».

По работе имеются следующие замечания:

1. На странице 50 диссертации представлено заключение по литературному обзору, которому автор уделяет всего один абзац, а ниже приводит цель и задачи диссертационного исследования, которые уже были представлены во введении.

2. Таблица 2.3 (стр. 55 диссертации) – название таблицы «Физико-химические показатели...», но в таблице указаны лишь химические показатели. Физических показателей, таких как плотность, вязкость и пр. там нет.

3. Из данных таблицы 2.4 (стр. 56 диссертации) не совсем понятно, по каким органолептическим признакам копченой рыбы присваивались баллы от 1 до 5, особенно в условиях наличия у разработанного биогеля собственного «морского» (стр. 76 диссертации, абз. 2) аромата.

4. Чем обоснован выбранный температурный диапазон экстракции водорослевых компонентов 80-85°C? Возможно были проведены предварительные эксперименты?

5. На странице 62 автор дает расшифровку ОБЦ как общую биологическую ценность, а следует интерпретировать как «относительная биологическая ценность».

6. Не понятно, почему в разделе 3.2 (стр. 72 диссертации) и технологической схеме (рис. 3.1) основной экстракт водорослей получали при гидромодуле 1:13, хотя по результатам обсуждения таблицы 3.4 (стр. 70 диссертации) автором сделано заключение, что наилучшее сочетание 1:10.

7. В тексте диссертации на странице 76 автором сформулирован вывод о повышенной биологической ценности копильного водорослевого биогеля (КВБ). Непонятно, каким образом возможно удовлетворение суточной потребности в минеральных веществах и витаминах при употреблении рыбы горячего копчения с применением КВБ, если шкуру рыбы, как правило, не употребляют в пищу?

8. Не совсем понятно, почему автор оценивает показатели безопасности разработанного копильно-водорослевого биогеля по ТР ТС 021/2011 в то время как показатели пищевых добавок, комплексных пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средства, как объектов технического регулирования, нормируются в ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств». Возможно, некорректно проведена идентификация объекта технического регулирования.

9. В работе экспериментальные образцы скумбрии, обработанные КВБ, автор сравнивает со скумбрией традиционного дымового копчения. Логичнее было бы в качестве образца сравнения взять скумбрию, обработанную копильным ароматизатором «Жидкий дым».

10. Рисунок 3.3 имеет название «Геометрическая интерпретация математической модели...», а рисунок 3.4 «Математическая модель...», хотя во втором случае это тоже геометрическая интерпретация. Традиционное выражение: «Графическое представление модели...» использовать было бы корректнее.

11. На странице 92 представлена технологическая схема производства рыбы горячего копчения с применением КВБ, из которой следует, что соленый полуфабрикат подвешивают на металлические крючки для подсушки, нанесения КВБ и дальнейшей тепловой обработки при температуре 110 – 130 °С. Под воздействием высокой температуры прочность мышц сильно снижается. Возможно, надо было предусмотреть обработку на сетках.

12. Автор называет полученные им в ходе реализации планов ОКЦП оптимальными параметрами, хотя оптимальные параметры – единственное сочетание параметров, обеспечивающих наилучший результат – точка экстремума функции, а полученные автором диапазоны являются рациональными параметрами.

13. На странице 97, рис. 3.7, представлена профилограмма органолептической оценки вкуса и запаха скумбрии горячего копчения различных способов обработки, но отсутствует балловая шкала. Не совсем понятно, какие единичные показатели относятся к цвету, а какие к запаху.

14. Неверно указано сокращенное обозначение Технического регламента Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (табл. 3.23, 3.25, 3.30 диссертации). Следует указывать ТР ЕАЭС 040/2016.

15. В списке терминов, сокращений и условных обозначений неверно указана расшифровка аббревиатуры ТР ЕАЭС – следует расшифровывать как Технический регламент Евразийского экономического союза.

16. На рисунке 3.14 видно, что некоторые показатели цвета образцов копченой скумбрии варьировались в диапазоне (от светло-желтого до красно-коричневого). С чем связан такой разброс? Данные результаты можно было бы отнести к методической и инструментальной составляющей погрешности метода измерения. Цветовая модель, рекомендованная в 1976 году МКО, помимо своих достоинств, связанных с приспособленностью ее к восприятию цвета «стандартным наблюдателем», имеет недостатки, связанные с ошибками квантования и зависимостью от стандартного источника света D65.

17. На странице 7 и 108 представлен термин «инструментальные показатели цвета» и «инструментальные характеристики цвета», на странице 107 относительно колориметрических показателей цвета в системе CIE L*a*b. Вопрос дискуссионный, но, наверное, корректнее было бы выразиться «колориметрические характеристики цвета, полученные инструментальным методом».

Заключение

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не отражаются на основных положениях, представленных автором к защите. Анализ материалов исследований, выводов и рекомендаций по выполненной работе дает основание полагать, что диссертация Сушиной А. является самостоятельно выполненным, завершенным исследованием, содержащим научно обоснованное технологическое решение в получении копченой рыбы функционального уровня качества, имеющее существенное значение для развития пищевой биотехнологии в рыбоперерабатывающей отрасли.

Диссертация включает необходимые элементы квалификационной работы кандидатского уровня, соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г (в текущей редакции), а ее автор, Сушина Анастасия Дмитриевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.5. «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ».

Отзыв обсужден и единогласно принят на объединенном заседании кафедр «Пищевая биотехнология», «Технология продуктов питания» и «Управление техническими системами» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет» 11 ноября 2024г., протокол № 3.

Заведующая кафедрой «Пищевая биотехнология» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет», кандидат технических наук, доцент

 Кращенко Виктория Владимировна

Заведующая кафедрой «Технология продуктов питания» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет», доктор технических наук, профессор


 Максимова Светлана Николаевна

Заведующий кафедрой «Управление техническими системами» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет» кандидат технических наук, доцент

 Тимчук Егор Геннадьевич

Подписи заверяю: 
Ученый секретарь ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»

Ольга Игоревна Шестак


690087, Приморский край, г. Владивосток, ул. Луговая, 52Б
Тел.: 8(423) 244-03-06, Факс: 8(423) 244-03-06
Эл.почта: office@dgту.ru
Официальный сайт: <http://dalrybvtuz.ru>