

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Дальневосточный
государственный технический
рыбохозяйственный университет»

(ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»)

кандидат физико-математических наук, доцент

Татьяна Алексеевна Жук



«09»

Handwritten signature of Tatyana Alekseevna Zhuk

2025

ОТЗЫВ

Ведущей организации ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет» на диссертационную работу

Дамбаровича Леонида Васильевича

на тему: «Биотехнологический способ получения жира из вторичного рыбного сырья и обоснование его применения в пищевых и технических продуктах» 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 условиях реализации Национальной программы «Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года» особое значение приобретает комплексная переработка водных биологических ресурсов, включая рациональное использование вторичного рыбного сырья, повышение качества продукции и внедрение ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий. Побочные продукты, образующиеся в процессе переработки рыбы, составляют значительную часть массы исходного сырья и, в зависимости от химического состава и санитарно-

гигиенических показателей, могут быть использованы на кормовые цели или направлены на утилизацию. При вовлечении в повторную переработку отходов с повышенным содержанием жира, к числу которых относятся головы и внутренние органы ряда рыб, существенным ограничивающим фактором является их низкая устойчивость к хранению, обусловленная интенсивным окислением липидов и развитием процессов прогоркания.

Серьезную технологическую и экологическую проблему представляют отходы копченой рыбы, в частности, головы балтийской кильки, образующиеся при производстве консервов «Шпроты в масле». Такие отходы не могут быть использованы в кормовых целях и требуют специальных подходов к утилизации.

В то же время, липидная фракция вторичного рыбного сырья отличается высоким содержанием длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот, что определяет её высокую биологическую и технологическую ценность. Данные кислоты могут служить основой для разработки широкого спектра пищевых и технических продуктов с заданными свойствами.

Применяемые в отрасли методы экстракции жира, такие как влажное прессование, не всегда обеспечивают полное извлечение содержащегося во вторичном сырье жира, в особенности из «жестких» каркасных тканей голов рыб. Более эффективным направлением является ферментативная обработка, позволяющая разрушать структурные белки и извлекать больший объём жира при сохранении его биологической ценности.

При переработке копчёного сырья дополнительной задачей становится удаление из жира токсичных примесей, прежде всего ПАУ. В этом отношении перспективным решением является адсорбционная очистка с применением активированных углеродных материалов, что позволяет снизить концентрацию вредных соединений до санитарно допустимого уровня.

В диссертации Дамбаровича Л. В. предложена комплексная технология использования вторичного жиросодержащего рыбного сырья, включающая ферментативное извлечение жира и его целевую очистку, которая обес-

печивает получение двух категорий продукции: пищевых жиров, пригодных для обогащения функциональных продуктов питания, и жиров технического назначения, которые могут использоваться для производства биодизельного топлива. Такое направление переработки не только уменьшает объём отходов и экологическую нагрузку, но и вовлекает в хозяйственный оборот высокоценный липидный ресурс, повышая экономическую эффективность рыбоперерабатывающих предприятий.

Разработанный автором диссертационной работы пищевой продукт – обогащенный рыбным жиром соус – содержит эссенциальные полиненасыщенные жирные кислоты омега-3 в количестве, достаточном для удовлетворения суточной потребности взрослого человека, и может служить ценным источником кардиопротекторных компонентов в рационе питания. Полученный из рыбного жира биодизель является экологически чистым видом топлива, что согласуется с современными приоритетами и стратегическими направлениями развития биоэкономики в России, подтверждая значимость проведенных исследований.

Научная новизна и практическая значимость диссертационного исследования заключается в аналитической оценке потенциала вторичного рыбного сырья атлантической скумбрии (*Scomber scombrus*) и балтийской кильки (*Sprattus sprattus*) горячего копчения в качестве источников получения жира, предназначенного для производства пищевой и технической продукции. Установлена физиологическая эффективность выделенных из вторичного рыбного сырья пищевых жиров, включая содержание отдельных незаменимых жирных кислот, их соотношение, пищевые индексы, свидетельствующие об их кардиопротекторном потенциале. Оптимизирован процесс ферментативной экстракции жиров из рыбного сырья, получены технологические параметры гидролиза для трех видов коммерческих ферментов («Алкалаза», «Протосубтилин», «Протозим») и математические модели, описывающие зависимость степени извлечения рыбного жира и его окислительной порчи для натурального и копченого рыбного сырья от дозировки фермента и

длительности гидролиза. Доказана эффективность обработки пористым сорбентом (активированным углем) в снижении содержания полициклических ароматических углеводородов в жире из голов копченой кильки. Обоснован состав стабилизирующей системы для получения эмульсионного соуса «Омега», со сбалансированным по содержанию омега-3 и омега-6 жирнокислотным составом, функционального уровня качества, предназначенного для массового потребления. Исследована динамика органолептических показателей качества, показателей окислительной и микробиологической порчи нового продукта, обоснованы его сроки годности. Установлены показатели качества образца биодизеля из технического рыбного жира, подтверждающие возможность его использование в составе топлива.

Новизна технического решения подтверждена патентом RU № 2809512 «Способ получения рыбного жира из вторичного копченого рыбного сырья».

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития технической отрасли науки заключается в дополнении научных знаний в области пищевой биотехнологии, связанной с экстракцией липидов из жиросодержащего сырья, повышением безопасности жировой продукции из копченого рыбного сырья, получением пищевых продуктов с функциональными свойствами, развитием биоэнергетики.

Для развития технической отрасли науки значимой является положительная апробация в промышленности разработанных технологий эмульсионного соуса, обогащенного рыбным жиром, с функциональными свойствами, и биодизеля как экологически чистого вида топлива. Разработка комплексного подхода к реализации жиров различных уровней качества и безопасности может использоваться в качестве модельной для решения основных проблем утилизации жиросодержащих отходов в рыбоперерабатывающей отрасли.

Вклад в развитие технической сферы пищевой биотехнологии вносит также предложенная методология исследования, основанная на применении современных методов анализа, фундаментальных знаний в соединении с но-

выми 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 (16 опубликованных статей, в том числе 6 статей 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 на вторичное рыбное сырье, технические условия и технологические инструкции на рыбные жиры, эмульсионный соус и биодизель. Успешная промышленная апробация разработанных технологий свидетельствует о практической воспроизводимости полученных экспериментальных данных. Разработан пакет технической документации: ТУ 10.20.42-035-00471544-2024 «Субпродукты рыбы жиросодержащие»; ТУ 10.41.12.110-036-00471544-2024 «Жиры рыбные пищевого и технического назначения» и соответствующая технологическая инструкция; ТУ 10.84.12.140-037-00471544-2024 «Соус эмульсионный «Омега» и соответствующая технологическая инструкция; ТУ 20.59.59-001- 00471544-2024 «Биодизель (этиловые эфиры жирных кислот) из рыбного жира» и соответствующая технологическая инструкция. Технологии получения эмульсионного соуса и биодизеля положительно апробированы в условиях ООО «Восходящая звезда» (п. Котельниково Калининградской области) и ООО «Биотех» (г. Калининград). Расчет экономической эффективности показал целесообразность внедрения разработки.

По работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. Из текста диссертации не совсем понятно, определялась ли автором протеолитическая активность использованных для гидролиза рыбного сырья ферментных препаратов, приведенных в табл. 2.1 стр. 53 диссертации.

2. На каком основании при оптимизации процесса ферментативного гидролиза автором в качестве основных факторов выбраны продолжительность гидролиза и дозировка ферментного препарата (табл. 2.2, 2.3 стр. 55 диссертации)? Почему не варьировались, к примеру, гидромодуль и температура гидролиза?

3. В тексте диссертации не приводится обоснование выбора в качестве сорбента для очистки жира из голов копченой кильки от ПАУ типа и марки сорбента. С чем связан выбор активированного угля CARBOCLEAN SUN-K?

4. Предложенный автором адсорбционный процесс очистки жира активированным углем предполагает использование повышенной температуры – 50 ± 2 °C в течение 40-45 мин, как указано на стр. 59 диссертации. При этом не сообщается, контролировались ли кислотные и перекисные числа, так как повышенная температура является важным фактором протекания процессов гидролиза и окисления, приводящим к порче жира.

5. Почему автором для исследования содержания ПАУ в жире были выбраны бензо(б)флуорантен, бенз(а)антрацен и хризен (табл. 3.10, стр. 85 диссертации)? Согласно технической документации, в копченой рыбной продукции контролируется содержание бенз(а)пирена. Существуют ли установленные уровни содержания исследованных ПАУ?

6. Не совсем понятно, для чего диссертанту при разработке рецептуры эмульсионного соуса потребовалось введение пектина и ксантановой камеди в качестве дополнительных стабилизирующих эмульсию компонентов, так как в новой рецептуре не было изменено соотношение жира и воды и сравнении со стандартной рецептурой.

7. Из текста диссертации не совсем понятна цель внесения CO_2 -экстракта гвоздики в состав рецептуры соуса, не приводятся данные по обоснованию его дозировки. Возможно, были проведены предварительные исследования?

8. При ферментативном гидролизе, который проводили в условиях регулируемой температуры 53 ± 2 °С, в соотношении сырье: вода 1:1 (стр. 54), как обеспечивали оптимальный pH для каждого фермента?

Каким образом устанавливали режим инактивации фермента (при 85 °С в течение 10 минут)?

9. Как описано в работе (стр. 73), дозировка ферментного препарата к массе рыбного сырья составляла от 0,1 до 0,9 %. При этом на рисунках 3.1 и 3.3 зависимость выхода жира из вторичного сырья скумбрии от дозировки ферментного препарата и продолжительности гидролиза (стр. 72, 74) изображена, начиная с 0. Почему?

10. В технологии жира из вторичного рыбного сырья представлена температура хранения от 1 до 4 °С, а срока годности нет. Определяли ли его?

11. При оптимизации рецептуры эмульсионного соуса была выбрана стабилизационная система №4, состоящая из растворов ксантановой камеди и пектина, а также сухого яичного порошка. С какой целью производили оптимизацию количества яичного порошка, если его количество установлено (табл. 3.17)? Яичный порошок является эмульгатором и, вполне вероятно, что снижение его количества в системе влияет на стабильность консистенции соуса в хранении.

12. В оптимизированной рецептуре эмульсионного соуса, обогащенного полиненасыщенными жирными кислотами рыбного сырья (стр. 101), корректней было бы привести отдельной строкой количество воды для приготовления растворов камеди и пектина.

13. В технологической схеме производства эмульсионного соуса «Омега» (стр. 103) - не показано внесение воды в стабилизационную смесь и ее нагрев.

14. В той же схеме на операцию приготовления мелкодисперсной эмульсии показан подвод водно-уксусного раствора, а в описании - уксусно-солевого раствора.

15. На какой стадии в технологии соуса вносят смесь растительного масла и рыбного жира? Известно, что масло должно подаваться порционно в процессе гомогенизации.

16. С какой целью осуществляют операции охлаждение и размешивание?

17. В технологии майонеза одной из подготовительных операций является подготовка горчичной пасты, которая отсутствует у автора.

18. Автор делает вывод о большем выходе рыбного жира и более низком значении перекисного числа при использовании ферментативного способа, при этом не приводит в сравнении данные для других способов получения жира.

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 Дамбаровича Л. В. является самостоятельно выполненным, завершенным исследованием, содержащим научно обоснованное технологическое решение в получении и использовании жиров из вторичного рыбного сырья, 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, а ее автор, Дамбарович Леонид Васильевич, 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» и «Технология продуктов питания» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет» «01» сентября 2025 г., протокол № 1.

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

Подписи заверяю:

Ректор ФГБОУ ВО «Дальневосточный
государственный технический
рыбохозяйственный университет»,
канд. физ.-мат. наук, доцент



Жук Татьяна Алексеевна

690087, Приморский край, г. Владивосток, ул. Луговая, 52 Б

Тел.: 8(423) 244-03-06, Факс: 8(423) 244-03-06

Эл. почта: office@dgtu.ru

Официальный сайт: <http://dalrybvtuz.ru>