

На правах рукописи



АЛЛОЯРОВА ЮЛИЯ ВИТАЛЬЕВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ
ИЗ МОЙВЫ: РАСШИРЕНИЕ АССОРТИМЕНТА,
ПРИМЕНЕНИЕ КОПТИЛЬНОГО ГЕЛЯ, ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА**

Специальность:

05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов
и холодильных производств

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Мурманск – 2020

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Мурманский государственный технический университет» (МГТУ)

Научные руководители:

Николаенко Ольга Александровна

к.т.н., доцент

Гроховский Владимир Александрович

д.т.н., профессор

Официальные оппоненты:

Бредихина Ольга Валентиновна, д.т.н., доцент,
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

Соколов Александр Викторович

к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Ведущая организация:

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», г. Санкт-Петербург

Защита состоится «26» февраля 2021 г. в 12 ч 30 мин. на заседании совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.035.04 при ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ВГУИТ) по адресу: 394036, Воронеж, пр-т Революции, д. 19, конференц-зал.

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах), заверенные гербовой печатью учреждения, просим присылать ученому секретарю совета Д 212.035.04.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ВГУИТ. Полный текст диссертации размещен в сети Интернет на официальном сайте ВГУИТ www.vsuet.ru «15» октября 2020 г.

Автореферат размещен в сети Интернет на официальном сайте ВАК при Минобрнауки РФ: vak.minobrnauki.gov.ru и на официальном сайте ВГУИТ www.vsuet.ru «25» декабря 2020 г.

Автореферат разослан «20» января 2021 г.

Ученый секретарь совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук
к.т.н., доцент



Е.В. Белокурова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Стратегической задачей федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» определен перечень мер по обеспечению населения здоровым питанием на основе результатов медицинских и социально-экономических исследований.

В Стратегии повышения качества пищевой продукции в РФ до 2030 г. основным критерием здоровья населения, снижения заболеваемости и увеличения продолжительности жизни определено обеспечение потребителя полноценной продуктовой корзиной, включающей высококачественную продукцию, что будет способствовать стабильному спросу на качественные продукты питания.

Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса РФ на период до 2030 г. направлена на активизацию производства пищевой продукции глубокой переработки, увеличение капитализации рыбной отрасли и уход от экспорта сырья с низкой добавленной стоимостью. Морепродукты по пищевой и биологической ценности являются исключительными пищевыми продуктами, обеспечивающими по данным ФАО/ВОЗ свыше 3 млрд человек животным белком в количестве 1/5 от их среднего потребления.

В последние годы особое внимание уделяется малорентабельным объектам рыбного промысла: мойва, сайка, путассу и др. Из перечисленного только мойва выделяется уникальным жирнокислотным составом, в том числе наличием большого количества ПНЖК ω -3 и ω -6, обладающих свойствами выведения токсинов из организма и препятствующих образованию склеротических бляшек.

Один из способов достижения целей указанных стратегий – расширение ассортимента морепродуктов и внедрение инновационных технологий производства.

Актуальность работы подтверждается выполнением на протяжении последних лет на кафедре технологий пищевых производств МГТУ (ТПП) комплекса НИР по направлению совершенствования технологий переработки гидробионтов, в части повышения безопасности и качества пищевых продуктов, использования малорентабельного сырья, расширения ассортимента и т.д.

Цель и задачи работы. Целью настоящей работы является совершенствование технологии консервов из копченой рыбы на основе рационализации условий и режимов предварительной тепловой обработки (ПТО) мелкой рыбы и изучение влияния качества сырья на качество консервов.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- исследование закономерностей изменения органолептических, физико-химических, микробиологических и показателей качества мороженого сырья в процессе хранения и обоснование целесообразности пролонгации рекомендуемого срока годности мороженой мойвы;
- обоснование выбора параметров и режимов процесса обезвоживания полуфабриката мойвы для производства консервов и оптимизация факторов, влияющих на данный процесс;

- совершенствование технологии консервов из полуфабриката мойвы, подготовленного при невысоких температурах;
- обоснование используемого режима стерилизации консервов;
- обоснование компонентного состава, оптимизация условий и параметров процесса, разработка рецептуры коптильного геля для получения копченого полуфабриката;
- разработка технологии консервов из мойвы с применением коптильного геля при подготовке полуфабриката;
- исследование комплекса свойств новых рыбных консервов с использованием подкопченного полуфабриката мойвы при хранении;
- изучение влияния сроков хранения мороженого сырья на качественные показатели консервов;
- оценка пищевой, биологической ценности и безопасности консервов;
- исследование содержания ароматобразующих веществ мороженой мойвы и полуфабриката мойвы, подготовленного при невысоких температурах и обработанного коптильным гелем;
- разработка практических рекомендаций по использованию мороженой мойвы длительного срока хранения;
- изготовление и утверждение пакета технической документации на производство продукции; апробация на производстве, расчет экономической эффективности.

Научная новизна работы. Впервые получена математическая зависимость, с помощью которой установлена вариабельность содержания липидов и воды в мороженой мойве.

Научно обосновано применение холодного копчения при невысоких температурах в технологии рыбных консервов из мойвы.

Получены новые информационные данные о масс-метрических характеристиках полуфабриката мойвы при тепловой обработке.

Обоснован и оптимизирован рецептурно-компонентный состав коптильного геля для получения полуфабриката для консервов.

Установлен предельный срок хранения мороженой мойвы, не превышающий 6 мес., который позволил изготовить качественные консервы, отвечающие требованиям НД.

Рассчитана пищевая и биологическая ценность разработанной продукции, удовлетворяющая физиологические нормы человека на 67,8%.

Научно обоснованы и предложены показатели консервов по экспериментально установленным в них аминокислотному и жирнокислотному составам белков и липидов.

Теоретическая и практическая значимость работы. Установленные зависимости и закономерности позволили сформировать новые знания о возможности применения холодного копчения при невысоких температурах в производстве консервов из мойвы и сформировать разделы специальных дисциплин при подготовке магистрантов (1, 2 курс) по направлениям 19.04.03 «Продукты питания жи-

вотного происхождения» (профиль: Технологии продуктов из водного сырья), 19.06.01 «Промышленная экология и биотехнологии».

Практическая значимость диссертации подтверждается получением патента РФ № 2616400 на способ приготовления консервов из мойвы; разработкой и утверждением комплекта НД: ТУ 10.20.25-091-00471633-2019 «Консервы рыбные «Мойва подкопчённая в масле». Технические условия» и ТИ 091-2019 технологическая инструкция по изготовлению консервов рыбных «Мойва подкопчённая в масле», ТУ 10.20.25-082-00471633-2018 «Консервы из подсушенной рыбы с ароматом копчения в масле. Технические условия», ТИ № 082-2018 по изготовлению консервов из подсушенной рыбы с ароматом копчения в масле. Годовой экономический эффект при производстве 1135,2 туб составил для консервов «Мойва подкопчённая в масле» 9,06 млн руб., а для консервов из подсушенной рыбы с ароматом копчения в масле – 9,57 млн руб.

Основные положения работы, выносимые на защиту:

- показатели качества мороженой мойвы в процессе хранения;
- технологические стадии и режимы при производстве консервов из мойвы с применением холодного копчения и коптильного геля;
- качественные показатели и биологическая ценность консервов и полуфабриката в процессе хранения;
- технологические решения по созданию консервов с применением холодного копчения и коптильного геля.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных научных результатов подтверждается должной повторностью и объемом экспериментальных исследований, сходимостью результатов с действующими естественно-научными законами, применением методов математической статистики и оптимизации, уровнем применения современных методов исследования как наиболее объективных, проведением исследований на базе аккредитованных лабораторий.

Основные результаты работы доложены и обсуждены на конференциях: МНТК «Наука и образование» (МГТУ, 2011, 2012); НПК «Состояние и перспективы развития рыбной отрасли Северного бассейна» (Мурманск, 2012); МНПК молодых ученых, аспирантов и студентов (Киев, 2012, 2013); круглый стол «Перспективы сотрудничества в области технологического инжиниринга» (Мурманск, 2015); МНПК «Современные эколого-биологические и химические исследования, техника и технология производств» (МГТУ, 2015, 2016); МНК «Арктика: история и современность» (Мурманск, 2019, 2020).

Опытные образцы консервов были отмечены дипломом победителя на дегустации в рамках Международной рыбопромышленной выставки «Море. Ресурсы. Технологии» (Мурманск, 2016).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 научных работ, в число которых входят 3 статьи – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, рекомендуемых ВАК, 1 – в международных изданиях, рецензируемых Scopus и 1 патент на изобретение.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 212 страницах, включает 49 таблиц, 46 рисунков, 143 литературных источника.

Личное участие автора. Личный вклад соискателя заключается в определении цели и постановке задач, разработке математических моделей, организации и проведении экспериментов и анализа их результатов, в статистической обработке, интерпретации и публикации полученных результатов. Автор принимал участие в подготовке заявки на изобретение, разработке технической документации на новые виды консервов и их промышленной апробации на пищевом предприятии.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность исследования, сформулированы цели и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, определены основные положения, выносимые на защиту.

В **обзоре литературы** рассмотрены приоритеты национальной программы здорового питания, оценка свойств мойвы и современного состояния ее переработки, современное состояние и перспективы выпуска консервов из копченой рыбы.

В главе **Объекты и методы исследования** представлена схема исследований (рис.1). Экспериментальные исследования проводились на кафедре ТПП, в лаборатории Центр исследования сырья и продукции (ЦИСП) и на консервном участке учебно-экспериментального цеха (УЭЦ) МГТУ. Результаты работ внедрены в ООО «ИНТРО».

Объекты исследований – сырье океанического промысла (мойва мороженая, ГОСТ 32366 и ТР ЕАЭС 040/2016) и произведенные консервы из полуфабриката мойвы копченой (традиционное и бездымное копчение), изготовленные из мороженого сырья.

Отбор проб – в соответствии с ГОСТ 31339, ГОСТ 8756.0.

Экспериментальные исследования проводили при помощи установки для копчения и вяления, разработанной в МГТУ и позволяющей регулировать температуру процесса, влажность и скорость движения дымовоздушной смеси (ДВС). Установка включала дымогенератор ДЩ-3. Стерилизацию производили при помощи автоклава Н2-ИТА 602, парогенератора ПЭ-30-01, компрессора D3-50.

Маркетинговые исследования проводили методом анкетирования по разработанной анкете среди случайных респондентов, регулярно посещающих торговые сети.

В работе использовали стандартные методы определения содержания белка, воды (высушивание, 100-105°C), жира (экстракция в аппарате Сокслета, Selecta DET/GRAS), золы, азота летучих оснований (АЛО, титриметрический метод), аминного азота (АА, формольное титрование), общего азота (метод Кьельдаля, Block-Digest-12 и установка Pro-Nitro A), влагоудерживающей способности (ВУС, метод влажного пятна), кислотного числа липидов (КЧ, титрование щелочью), отстоя воды в масле, массовой доли соли, энергетической ценности, органолептических показателей (пятибалльная шкала с коэффициентами значимости, группа дегустаторов дегустационного совета МГТУ), массовой доли составных частей (ГОСТ 20221, ГОСТ 27207, ГОСТ 26664, ГОСТ 26808, ГОСТ 26829, ГОСТ 32157,

ГОСТ 7636, ГОСТ 7631). Липиды экстрагировали по методу Блайя и Дайера с использованием бинарного растворителя (смесь спирта и хлороформа).

Прочность определяли по числу пенетрации методом Косого В.Д., Терещенко В.П. на пенетрометре ППМ-4, прочномере Food Checker; кинематическую вяз-

кость копильного геля – вискозиметром капиллярным ВПЖ-4.

Исследование ароматических веществ – в ООО «Сенсорика-Новые технологии» (Воронеж) на многоканальном приборе МАГ-8 (анализатор газов «электронный нос»).

Микробиологические показатели сырья, полуфабриката и вспомогательных материалов – по инструкции о порядке санитарно-технического контроля консервов N 01-19/9-11 в ЦИСП МГУ (ГОСТ Р 54004, ГОСТ 10444.15). В мороженом сырье и готовых консервах определяли КМАФАнМ, БГКП (ГОСТ 31747), S.Aureus (ГОСТ 31746), Сальмонеллы (ГОСТ 31659), L. Monocytogenes (ГОСТ 32031).

Аминокислотный состав консервов был определен в химиче-



Рис.1. Программно-целевая модель исследований

ской лаборатории МГУ (Москва) с использованием гидролиза навески щелочью или соляной кислотой. После чего производили нагрев выделенной модификации аминокислот (АК) в присутствии фенилизотионата и разделение фенилтиокарбанильных производных АК на колонке с обращенной фазой. Определение компонентного состава проводили на жидкостном хроматографе LC-20 Prominence Shimadzu.

Аминокислотный скор (АКС) определяли сопоставлением содержания незаменимой аминокислоты (НАК) в исследуемых протеинах навески к содержанию в «идеальном» белке.

Жирнокислотный состав липидов определяли методом разделения смеси метиловых эфиров жирных кислот на газовом хроматографе в Испытательном центре продукции, сырья и материалов ЦСМ (ЦСМ, Мурманск).

Содержание бенз(а)пирена (БП) в консервах определяли на спектрофлуориметре МРА-4 Hitachi, нитрозаминов (НА) – на газохроматографической установке с хемилюминесцентным детектором ТЕА-502 в ЦСМ (по ГОСТ Р 51650).

Обобщенную характеристику качества продукции Q определяли по методике Чинова Г.Б., Семенова Б.Н.

Экспериментальные данные работы обрабатывали методами математической статистики. Для обработки результатов применяли Microsoft Excel, Datafit, Statistica. Для определения оптимальных параметров процесса копчения полуфабриката мойвы и определения оптимальной концентрации копильной жидкости AntonioSilver и крахмала в копильном геле был проведен полный факторный эксперимент типа 2k с использованием ортогонального центрального композиционного плана второго порядка для 2 факторов.

В главе **Результаты исследований и их обсуждение** приведены следующие исследования.

Обоснование ассортиментной линейки на основании изучения потребительских предпочтений продуктов. Проведенными маркетинговыми исследованиями установлен высокий (около 90%) потребительский спрос на консервы рыбные. 42% от общего числа опрошенных респондентов планировали приобретать продукцию 1-2 раза в месяц. При анализе предпочтений респондентов в отношении видов консервов выявлено, что одинаково успешно реализовываются консервы рыбные с добавлением масла и в различных соусах, заливках, маринаде (по 28,6% для каждого вида). Из результатов проведенных опросов очевидна востребованность разработки нового вида рыбных консервов.

Исследование качества мороженой мойвы в процессе длительного хранения. Для разработки и обоснования необходимости ПТО исследовались основные физические и химические свойства сырья, а также их изменения в процессе хранения. Для производства консервов использовали мороженую неразделанную мойву (время вылова: март 2014). По органолептическим показателям мороженое сырье соответствовало требованиям ГОСТ 32366.

Рыбу размораживали, затем определяли органолептические, физические и химические показатели качества (табл.1, 2).

В результате проведенной математической обработки химического состава мяса мороженой мойвы впервые для этого вида рыбы была получена математическая зависимость между массовой долей липидов (L) и воды (W):

$$L = 0,985 \cdot (84,2 - W).$$

Далее были проведены работы по обоснованию пролонгирования сроков хранения мороженого сырья с учетом гарантии сохранения его качества (срок годности при температуре хранения -18°C составляет 4 мес., ГОСТ 32366). Для

этого изучали изменения показателей качества мороженой мойвы в процессе 12 мес. хранения.

Табл.1. Физические свойства мойвы мороженой

Градация	Масса, г		Потери, %	Длина, см		S, см ²	Удельная поверхность, см ² /г
	до разделки	после разделки		до разделки	после разделки		
Мелкая	14,0±0,2	9,0±0,3	35,7±0,7	12,4	9,8	57	3,8±0,2
Средняя	17,7±0,3	13,6±0,3	23,3±0,4	13,6	10,5	47	3,5±0,1
Крупная	23,4±0,3	17,2±0,2	26,5±0,1	14,5	11,5	32	3,3±0,1

Табл.2. Средний химический состав мойвы мороженой

Вода, %	Липиды, %	Белки (N*6,25), %	Зола, %
66,1±0,3	17,5±0,4	14,9±0,4	1,5±0,3

Мороженая рыба должна соответствовать требованиям безопасности, установленным ТР ЕАЭС 040/2016.

В процессе 12 мес. хранения мойвы мороженой значение КМАФАнМ не превысило предельного значения, БГКП, *S. Aureus*, сальмонелл, *L. monocytogenes* на протяжении всего срока хранения обнаружено не было.

В процессе 12 мес. хранения мойвы периодически (1 раз в 3 мес.) исследовали содержание АЛО, ВУС тканей рыбы, КЧ липидов целой мойвы (рис.2-4).

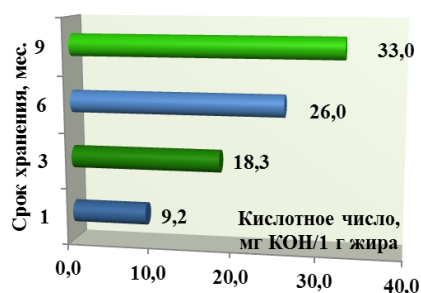


Рис.2. Изменение КЧ липидов целой мороженой мойвы в процессе хранения

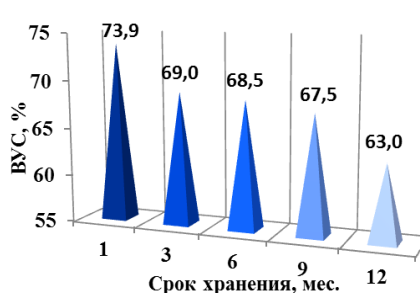


Рис.3. Изменение ВУС целой мороженой мойвы в процессе хранения

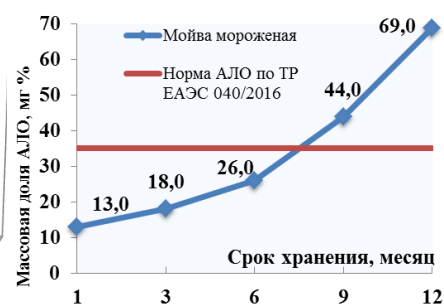


Рис.4. Изменение массовой доли АЛО целой мороженой мойвы в процессе хранения

КЧ липидов мойвы с 9,2 мг КОН/г после 1 мес. хранения увеличилось до 33 мг КОН/г после 9 мес. хранения. Гидролиз тканевых липидов, а также деятельность собственных ферментов и ферментов микрофлоры являются причинами, оказывающими влияние на денатурацию белков мышечной ткани в процессе хранения продукта при низких температурах. Через 6 мес. хранения содержание АЛО увеличилось с 13 до 26 мг%, через 12 мес. АЛО достигло 69 мг%, что превышает предельную норму в 35 мг%. При хранении мороженой мойвы отмечено уменьшение ВУС мяса с 74 до 63%.

Результаты исследования качественных характеристик мороженой мойвы в процессе длительного хранения свидетельствуют о том, что по всем показателям безопасности и качества рыба выдержала 6 мес. хранения вместо 4 мес. по требованиям действующей НТД. Только по содержанию АЛО рыба не выдержала

9 мес. хранения (44 мг%). Следовательно, пролонгация срока хранения мойвы мороженой при температуре -18°C до 6 мес. является целесообразной.

Обоснование использования холодного копчения при получении полуфабриката для консервов

При копчении происходит обезвоживание рыбы и диффузия коптильных компонентов на ее поверхность и в мясо. Значительное влияние на качество консервов оказывает степень обезвоживания по причине последующего образования дефекта «повышенный водный отстой в масле», который снижает качество, сокращает срок хранения и оказывает существенное влияние на консистенцию консервов.

В работе изучали изменение массы полуфабриката (размороженной, разделанной на тушку мойвы с массовой долей воды 71%) в зависимости от температуры обезвоживания и размера рыбы. Обезвоживание проводили при температуре $26-28^{\circ}\text{C}$ при скорости движения воздуха 1,5-2,5 м/с (рис.5,6).

Очевидно, что более интенсивное обезвоживание наблюдается у мелкой мойвы.

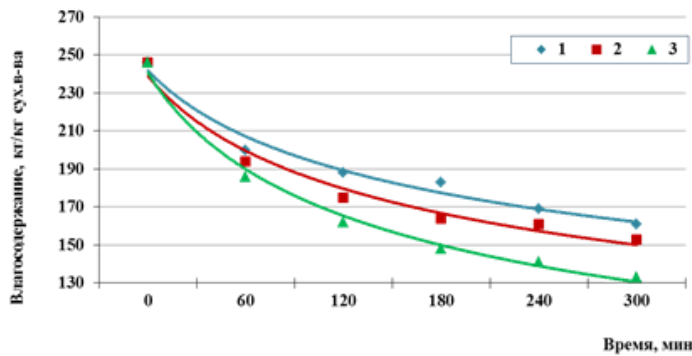


Рис.5. Кривые изменения влагосодержания в мойве при температуре 28°C (1 – удельная поверхность $125 \text{ м}^2/\text{м}^3$; 2 – $270 \text{ м}^2/\text{м}^3$; 3 – $345 \text{ м}^2/\text{м}^3$)

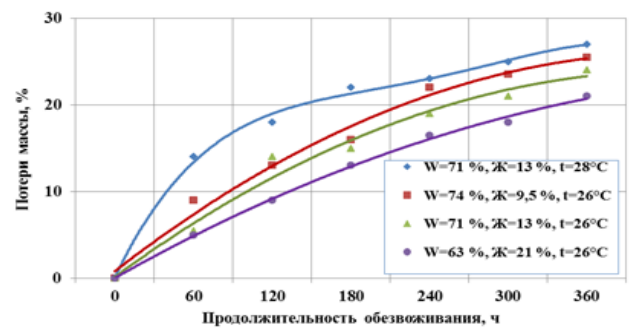


Рис.6. Потери массы в процессе обезвоживания в зависимости от химического состава сырья

Результаты (рис.6), свидетельствуют о снижении скорости обезвоживания с возрастанием жирности рыбы.

В целях достижения высокого качества продукта важно предварительно удалить влагу с поверхности полуфабриката. С учетом ранее проведенных работ, рекомендуется в течение 30 мин. при температуре сушильного агента $26-28^{\circ}\text{C}$ снижать массу полуфабриката за счет удаления поверхностной влаги путем подсушивания на 3,7-4,0% от массы сырья.

Для определения оптимальных параметров процесса копчения полуфабриката был разработан план двухфакторного эксперимента. Влияющие факторы, определяющие уровень качества консервов: X_1 – температура копчения, $^{\circ}\text{C}$, X_2 – продолжительность копчения, мин. Область факторного пространства была ограничена значениями: по X_1 – от 24 до 30°C , по X_2 – от 50 до 70 мин. Функцией отклика Y выбран уровень качества консервов.

На основании полученных данных рассчитана математическая модель, составлено уравнение регрессии, адекватно описывающее процесс:

$$Y = -752,23 + 54,85 \cdot x_1 + \frac{12733,19}{x_2} - 1,02 \cdot x_1^2 - \frac{388500}{x_2^2} + 15,25 \cdot \frac{x_1}{x_2}.$$

Наивысшему качеству соответствуют значения $X_1 = 27^\circ\text{C}$; $X_2 = 59,5$ мин. Эксперименты показали, что за 1 час копчения полуфабрикат приобретает цвет и аромат, свойственный копченой рыбе, но этой продолжительности ПТО недостаточно для удаления необходимого количества влаги, к тому же в консервах, наблюдалось повышенное содержание водного отстоя в масле и белковый налет. Для удаления необходимого количества влаги после копчения было предложено проводить досушивание полуфабриката теплым воздухом.

Продолжительность досушивания определяли по количеству отстоя в масле в консервах и комплексу органолептических показателей. Для этого из подсушенной мойвы с потерями массы при обезвоживании 20–30% были изготовлены консервы в банке №3 (рыба – 180 г, масло – 47 г, соль – 3 г). После стерилизации

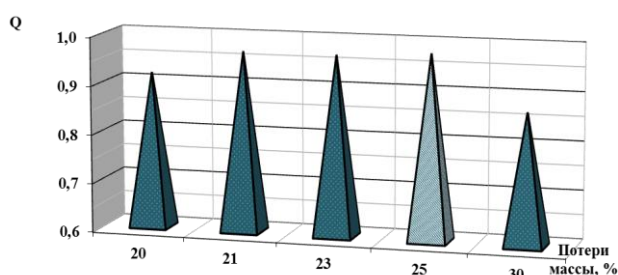


Рис.7. Зависимость Q от потерь массы полуфабриката при ПТО

консервы оценивали по органолептическим и физическим показателям качества.

Для установления взаимосвязи сенсорных характеристик качества у изготавливаемых консервов, массовой долей отстоя в масле и продолжительности копчения полуфабриката, качество консервов представили в виде обобщенного коэффициента качества Q. Зависимость Q от потерь при ПТО (рис.7) наглядно показывает

наилучший результат при значениях потерь массы в 25%.

Проведенные исследования позволили установить режимы ПТО (табл.3).

Табл.3. Продолжительность ПТО, мин

Мойва	Этап		
	подсушка	копчение	досушивание
Крупная	30	60	210–240
Мелкая			90–180

Обоснование использования режима стерилизации консервов

Для решения задачи научного обоснования режима стерилизации, а также влияния его на качество консервов были проведены эксперименты в УЭЦ МГТУ.

Для достижения оптимального соотношения стерильности консервов и сохранения высоких пищевых свойств продукта определяли параметры стерилизации. Температуру греющей среды задали 120°C (базисная температура). Продолжительность операции варьировали в диапазоне 45 ± 5 мин. Фактическая летальность, L_t^z была выбрана основным параметром оптимизации. В процессе установления режима требовалось обеспечить превышение нормативного значения (F_t^z), которое для консервов в масле составляет 6,3 усл. мин.

Продолжительность варки в течение 40 мин. не позволила достичь необходимого эффекта (4,5 усл. мин.). При продолжительности операции 50 мин. L_t^z существенно превышал нормативный эффект.

Режим стерилизации, обеспечивающий стерильность изготовленных консервов «Мойва подкопчённая в масле» – (5–15–45–20)/120°C, $L_t^z = 8,1$ усл. мин. Анализ микробиологических показателей подтвердил доброкачественность и отсутствие патогенной микрофлоры и токсинов, а также термофильных и мезофильных газообразующих бацилл и клостридий. Продолжительность процесса собственно стерилизации, равная 45 мин., достаточна для получения промышленно стерильной продукции с высокими органолептическими показателями. По разработанной технологии были изготовлены опытные образцы консервов.

Обоснование компонентного состава и режимов получения коптильного геля для получения полуфабриката при производстве консервов

Для разработки технологии приготовления консервов с использованием коптильного геля были изготовлены образцы консервов с различным содержанием фенольных соединений в коптильной жидкости (0,0075; 0,015; 0,0225; 0,03 %), где содержание фенолов равное 0,03% соответствует неразбавленной коптильной жидкости, и картофельного крахмала (1; 1,5; 2%). При подборе концентраций компонентов, входящих в коптильный гель, учитывали результаты, полученные ранее на кафедре ТПП. При установлении связи между концентрациями коптильной жидкости и крахмала и показателями качества консервов из подсушенной рыбы с ароматом копчения в масле выяснили, что при использовании коптильного препарата в неразбавленном виде уровень качества низкий (69-74%), консервы отличались почти неприемлемым вкусом, присутствовала горечь и темно-коричневая поверхность.

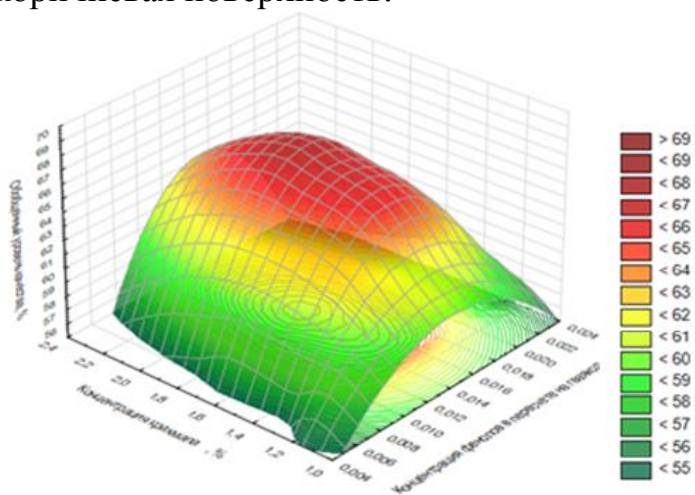


Рис.8. Поверхность отклика Y в зависимости от концентраций фенолов в пересчете на гваякол и крахмала в коптильном геле в консервах

коптильной жидкости X_1 (от 0,0075 до 0,0225%), и концентрация крахмала X_2 (от 1,0 до 2,0%). Уравнение регрессии, адекватно описывающее процесс:

$$Y = 21,23 + 2938,56 \cdot X_1 + 26,65 \cdot X_2 - 104859,26 \cdot X_1^2 - 8,43 \cdot X_2^2 + 135,33 \cdot X_1 \cdot X_2.$$

Оптимальное содержание фенолов в коптильной жидкости – 0,016% и концентрацию крахмала – 1,7% (рис.8).

Таким образом, использование заявленного способа позволяет за счет обработки полуфабриката коптильным гелем с концентрацией фенолов от 0,01% до 0,015% в пересчете на гваякол и концентрацией крахмала 1,5-2%, подсушивания

Для определения оптимальной дозировки коптильного препарата и крахмала в коптильном геле был разработан план двухфакторного эксперимента. В качестве функции отклика Y использовали обобщенный уровень качества консервов, который включал в себя значения уровня качества консервов и массовой доли отстоя в масле. В ходе эксперимента варьировали основными факторами, определяющими состав коптильного геля и влияющими на рассматриваемый процесс – концентрация фенольных соединений в

теплым воздухом при температуре 26-28°C до потерь массы 25-27% получить безопасные консервы из мойвы с отличными показателями качества и высокой пищевой ценностью, низким отстоем воды в масле. Химический состав консервов представлен в табл.4.

Табл.4. Химический состав консервов, изготовленных с применением коптильного геля

	Вода	Липиды	Белки	Минеральные вещества
Значение, %	51,5±0,5	29,8±0,6	16,4±0,3	2,3±0,2

Исследование показателей качества консервов «Мойва подкопчённая в масле»

Был разработан график проведения испытаний консервов в процессе хранения, изготовленных из мойвы различной продолжительности холодильного хранения: 0,5; 6; 9 и 12 мес. Далее по разработанной и экспериментально-подтвержденной технологии в соответствии с планом образцы консервов хранили при температуре не выше 15°C и относительной влажности не более 75%.

В соответствии с ГОСТ 26664 органолептические показатели опытной партии консервов оценивал дегустационный совет МГТУ. Сенсорные характеристики консервов, изготовленных из полуфабриката мойвы со сроками хранения 0,5, 3, 6, 9 и 12 мес. определяли после производства (рис.9).

В консервах, изготовленных из сырья 9 мес. хранения, при органолептическом анализе отмечен приятный вкус, но присутствовал едва уловимый привкус горечи в отдельных образцах и слегка ослабленная консистенция. У консервов при сроке хранения 0,5 мес., изготовленных из мороженой мойвы со сроком хранения 12 мес., уровень качества составил 83% (рис.10), имелся более выраженный привкус горечи. Поэтому консервы, изготовленные из сырья с длительным сроком хранения (12 мес.), сняты с хранения.

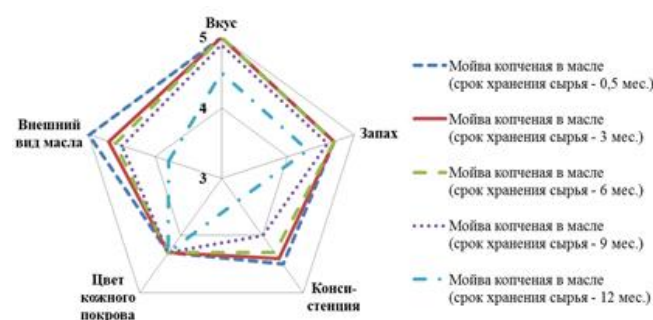


Рис.9. Профилограмма дегустационной оценки консервов

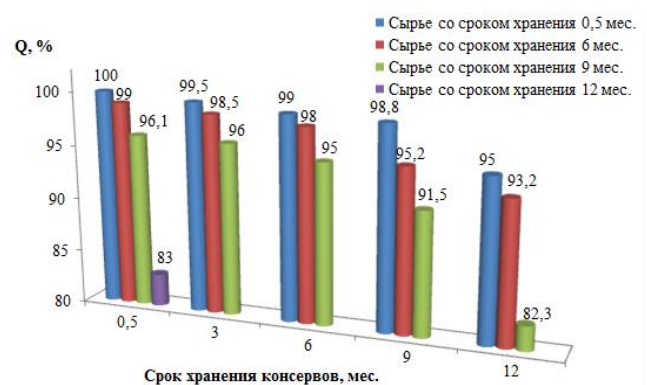


Рис.10. Динамика уровня качества консервов при хранении, %

В процессе хранения консервов изучалось изменение показателей качества продукции. В консервах, изготовленных из мойвы 9 и 12 мес. хранения несколько выше отстой и ниже реологические показатели качества, что можно объяснить изменениями белков сырья при хранении.

Увеличение содержания АЛО в процессе хранения консервов свидетельствует об интенсивности протеолиза и ускорении гидролиза белков. В консервах, изготовленных из мороженого сырья со сроком хранения 6 мес., АЛО увеличивается с 40,2 до 51,3 мг% в течение всего срока хранения (12 мес.).

Автолитическую трансформацию белков консервов можно установить при исследовании количественного содержания образующихся пептидов и свободных АК по накоплению азота свободных аминокрупп.

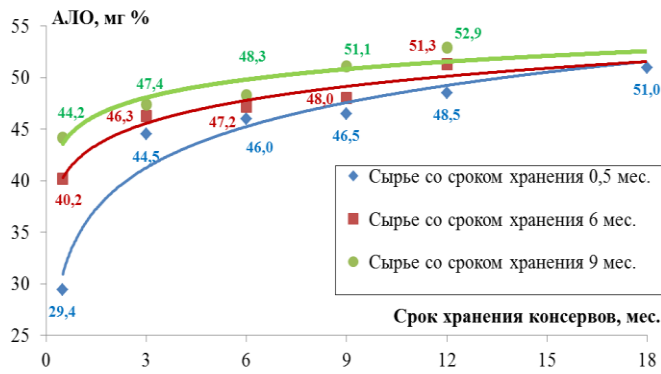


Рис.11. Изменение АЛО консервов в процессе хранения, мг%

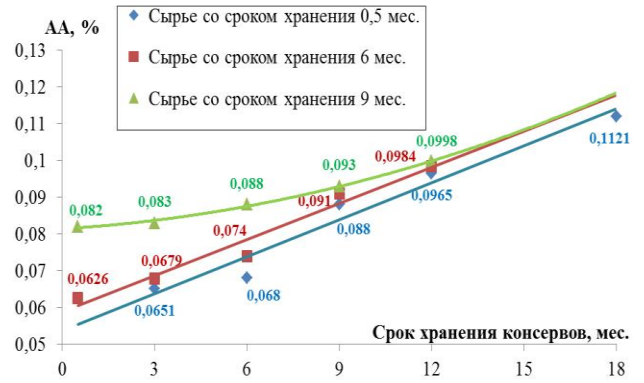


Рис.12. Изменение АА консервов в процессе хранения, %

В консервах из мойвы со сроком хранения 6 мес. АА увеличивается с 0,0626 до 0,0984% (рис.12). ВУС на протяжении всего срока хранения снижается (рис.13). ВУС консервов, изготовленных из сырья со сроком хранения 6 мес. снижается с 55,3 до 48,1%.

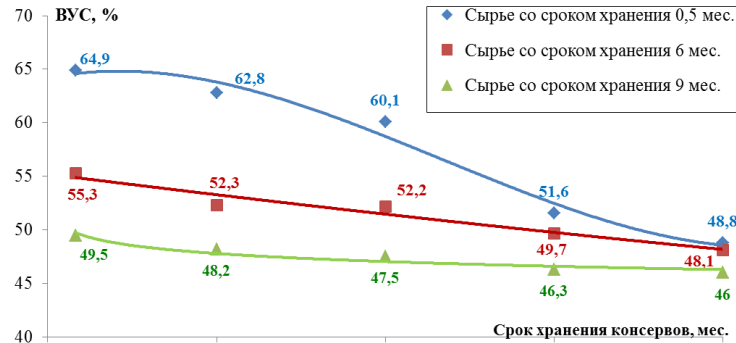


Рис.13. Изменение ВУС консервов в процессе хранения, %

Наличие свободных жирных кислот ведет к нарастанию значения КЧ липидов. КЧ липидов смеси рыбы и масла в консервах, выработанных из сырья со сроком хранения 6 мес., увеличивается с 5,71 до 8,08 мг/КОН. КЧ для липидов масла консервов, выработанных из сырья со сроком хранения 6 мес. – с 0,6 до 2,32 мг/КОН (рис.14-15).

Анализируя влияние качества мороженого сырья на показатели качества консервов, целесообразно использование для производства консервов мойвы сроком хранения 6 мес.

Для оценки биологической ценности в изготовленных консервах был определен аминокислотный состав белков и жирнокислотный состав липидов. Сумма всех эссенциальных АК составляет 473,8 мг/г белка, лимитирующие АК отсутствуют. Жирнокислотный состав липидов консервов имеет ненасыщенный характер, сумма НЖК составляет 86%.

Содержание БП и НА в консервах приведено в табл.5.

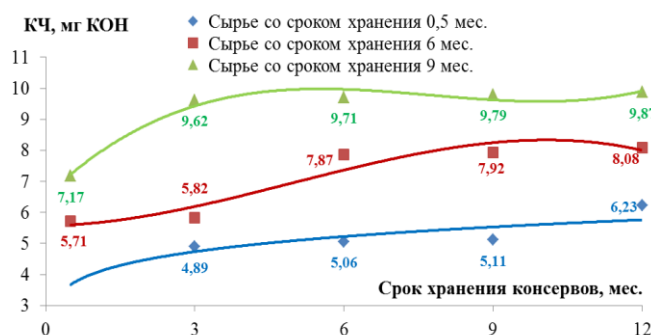


Рис.14. Изменение КЧ липидов смеси рыбы и масла консервов в процессе хранения, мг КОН

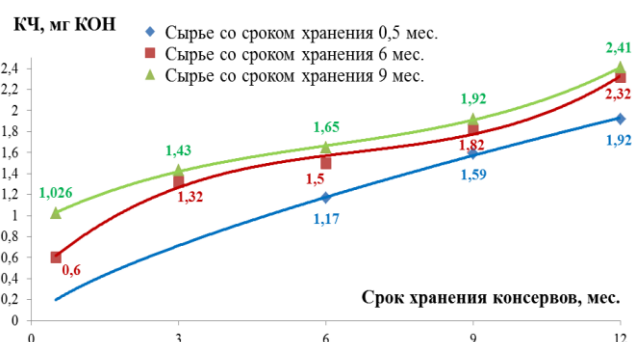


Рис.15. Изменение КЧ липидов масла консервов в процессе хранения, мг КОН

Табл.5. Содержание БП и НА в консервах

Наименование консервов	Содержание, мг/кг			
	БП		НА	
	Опытные	ПДК*	Опытные	ПДК*
Мойва подкопченнная в масле (х/к)	менее 0,001	0,005	не обнаружено	0,003
Консервы из подсушенной рыбы с ароматом копчения в масле (с применением геля)	0,0001			

* ТР ЕАЭС 040/2016

Результаты исследования ароматов сырья и полуфабрикатов мойвы с применением системы «электронный нос»

Корреляционный анализ показывает, что химический состав проб полуфабриката мойвы, обработанного коптильным гелем, и дымового холодного копчения коррелирует в максимальной степени. В незначительно большей степени изменяет состав легко летучей фракции мойвы коптильный дым. Коптильный гель – в меньшей степени.

Разработка рекомендаций по использованию консервов «Мойва подкопченнная в масле» и «Консервы из подсушенной рыбы с ароматом копчения в масле» в питании

Данные по изменениям свойств мороженой мойвы в процессе хранения могут быть использованы при проведении работ по пересмотру и увеличению сроков годности мороженой мойвы. Рекомендовано использовать для производства консервов мойву сроком хранения 6 мес.

Разработанные технологии консервов «Мойва подкопченнная в масле», «Консервы из подсушенной рыбы с ароматом копчения в масле» можно использовать при производстве консервов на предприятиях рыбоперерабатывающей промышленности различных форм собственности.

В разделе **Экономическая оценка совершенствования технологического процесса** рассчитан срок окупаемости при производстве 1135,2 туб. Для консервов «Мойва подкопченнная в масле» составил 4,14 г., а для консервов из подсушенной рыбы с ароматом копчения в масле – 3,94 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований позволили сформулировать следующие выводы.

1. Выявлены органолептические, микробиологические и физико-химические изменения, протекающие в процессе хранения мороженой мойвы.

Установлено, что в течение 6 мес. хранения при температуре -18°C показатели качества и безопасности мороженой мойвы соответствуют требованиям ГОСТ 32366 и ТР ЕАЭС 040/2016. Это позволяет рекомендовать пролонгацию сроков годности мороженой мойвы с 4 мес. (ГОСТ 32366) до 6 мес.

2. Обоснован выбор следующих параметров и режимов процесса обезвоживания полуфабриката мойвы при производстве консервов: удельная поверхность, химический состав, температура и продолжительность обезвоживания. Установлены близкие к оптимальным параметры обезвоживания (температура и продолжительность), позволяющие получить полуфабрикат высокого качества при условии, что вариабельность величины потерь рыбы в пределах 25-27%.

3. Проведено совершенствование технологии изготовления консервов из мойвы за счет подготовки полуфабриката с использованием невысоких значений температур подсушки, копчения и досушивания ($t_{\text{копч}} = 26-28^{\circ}\text{C}$).

4. Обоснован и рекомендован режим для стерилизации консервов 5-15-45-20/ 120°C .

5. Обоснован компонентный состав копильного геля, используемого для изготовления консервов из подсушенной мойвы с ароматом копчения в масле, включающий раствор копильного препарата AntonioSilver с введенным в него картофельным крахмалом. Выбраны и оптимизированы факторы (массовая доля фенольных соединений в копильном препарате, равная 0,016% и концентрация крахмала, составляющая 1,7%), которые оказывали наиболее существенное влияние на обобщенный уровень качества консервов.

6. Разработана технология консервов из мойвы с применением копильного геля при подготовке полуфабриката, которая позволяет сформировать характерный «копченый цвет», сократить продолжительность процесса копчения.

7. Оценка комплекса свойств новых рыбных консервов с использованием подкопченного полуфабриката мойвы при хранении доказала стабильность качества конечных продуктов.

8. Установлена взаимосвязь качеств мороженой мойвы в процессе длительного хранения и свойств конечного продукта. Для изготовления новых видов рыбных консервов с высокими качественными характеристиками необходимо использовать мороженую мойву со сроком хранения не превышающим 6 мес.

9. Расчет пищевой и биологической ценности позволяет отнести разработанную продукцию, к удовлетворяющей физиологические нормы человека на 67,8%. Экспериментально установлено, что в консервах из полуфабриката холодного копчения содержится меньше канцерогенных веществ (содержание БП менее 0,001 мг/кг), чем в консервах из рыбы горячего копчения.

10. Анализ содержания ароматобразующих веществ в мороженой и копченой мойве, исследованных с помощью анализатора запахов МАГ-8 с методологией «электронный нос», показал, что химический состав проб полуфабрикатов мойвы, обработанных копильным дымом и копильным гелем коррелирует в максимальной степени. В несколько большей степени изменяет состав легко летучей фракции мойвы копильный дым и в меньшей степени копильный гель.

11. Разработаны практические рекомендации по использованию мороженой мойвы длительного срока хранения, не превышающей 6 мес.

12. Разработаны и утверждены пакеты технической документации (ТУ и ТИ) на производство и продукты консервы «Мойва подкопченная в масле» и «Консервы из подсушенной рыбы с ароматом копчения в масле». Технология апробирована в условиях ООО «ИНТРО». Годовой экономический эффект при производстве 1135,2 туб составил для консервов «Мойва подкопченная в масле» 9,06 млн руб., для консервов из подсушенной рыбы с ароматом копчения в масле – 9,57 млн руб.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в журналах, рекомендуемых ВАК РФ

1. **Аллойрова, Ю.В.** Консервы из копчёной мойвы: перспективы, проблемы, качество / Ю.В. Аллойрова, В.А. Гроховский, Л.К. Куранова // Вестник ВГУИТ. – Воронеж, 2019. – Т. 81, № 4. – С. 103–109 (0,56/0,19 п.л.).

2. **Аллойрова, Ю.В.** Использование копильного геля в технологии консервов из мелких видов рыб / Ю.В. Аллойрова, К.Б. Аллойров, В.А. Гроховский // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 2. – С. 100–105 (0,59/0,23 п.л.).

3. Использование мойвы для изготовления консервов из полуфабриката холодного копчения и оценка качества готового продукта / **Ю.В. Аллойрова**, О.А. Николаенко, Л.К. Куранова, Б.Н. Семёнов // Вестник МГТУ : тр. Мурман. гос. техн. ун-та. – Мурманск, 2013. – Т. 16, № 4. – С. 631–637 (0,49/0,16 п.л.).

Статьи в зарубежных журналах, входящих в базу цитирования Scopus

4. Quality assessment of the canned fish made of capelin of the prolonged storage period produced by the soft conditions of fish smoking / **Y.V. Alloyarova**, K.B. Alloyarov, L.K. Kuranova, I.A. Karpovich // IOP Conference Science: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 302, iss. 1. – 12 p. (0,79/0,38 п.л.).

Статьи и материалы конференций

5. **Уманец, Ю.В.** Изучение изменений показателей качества мороженой мойвы в процессе хранения / Ю.В. Уманец, К.С. Швейкина // Состояние и перспективы развития рыбной отрасли Северного бассейна : сб. материалов IV науч.-практ. конф., 17–18 нояб. 2011 г. / Союз рыбопромышленников Севера [и др.]. – Мурманск, 2012. – С. 107–108 (0,09/0,06 п.л.).

6. Разработка новых видов консервов из рыб Арктического региона / О.А. Николаенко, Л.К. Куранова, **Ю.В. Уманец** [и др.] // Состояние и перспективы развития рыбной отрасли Северного бассейна : сб. материалов IV науч.-практ. конф., 17–18 нояб. 2011 г. / Союз рыбопромышленников Севера [и др.]. – Мурманск, 2012. – С. 108–110 (0,17/0,03 п.л.).

7. Николаенко, О.А. Разработка технологии консервов из мойвы с использованием холодного копчения / О.А. Николаенко, Л.К. Куранова, **Ю.В. Уманец** // Наука и образование – 2012 : материалы междунар. науч.-техн. конф., 2–6 апр. 2012 г. / Мурман. гос. техн. ун-т. – Мурманск, 2012. С. 694–697 (0,25/0,08 п.л.).

8. Изменение качества мороженой мойвы в процессе хранения / **Ю.В. Уманец**, К.С. Швейкина, О.А. Николаенко, Л.К. Куранова // Наукові здобутки молоді у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства : зб. праць за підсумками II Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів. – Киев, 2012. – С. 200–201 (0,07/0,02 п.л.).

9. Изменение показателей качества консервов из копчёной мойвы в процессе хранения / О.А. Николаенко, Л.К. Куранова, **Ю.В. Уманец**, Н.С. Кузякина // Наука и образование – 2013 : материалы междунар. науч.-техн. конф., 4–11 марта 2013 г. / Мурм. гос. техн. ун-т. – Мурманск, 2013. – С. 1249–1252 (0,18/0,05 п.л.).

10. К вопросу продления сроков хранения мороженой мойвы, направляемой для изготовления консервов / **Ю.В. Уманец**, Н.С. Кузякина, О.А. Николаенко, Л.К. Куранова // Наукові здобутки молоді у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства : зб. праць за підсумками III Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів. – Киев, 2013. – С. 160–161 (0,12/0,04 п.л.).

11. Николаенко, О.А. Оценка качества нового вида консервов из копчёной мойвы / О.А. Николаенко, Л.К. Куранова, **Ю.В. Аллюярова** // Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество : сб. науч. тр. 9-й Междунар. науч.-практ. конф., 17–20 сент. 2013 г. / АтлантНИРО. – Калининград, 2013. – С. 180–185 (0,33/0,11 п.л.).

12. **Аллюярова, Ю.В.** Результаты исследований качества консервов из копченой мойвы / Ю.В. Аллюярова, О.А. Николаенко, Л.К. Куранова // Современные эколого-биологические и химические исследования, техника и технология производств : междунар. науч.-практ. конф., 2 апр. 2015 г. / Мурм. гос. техн. ун-т. – Мурманск, 2015. – С. 73–76 (0,18/0,06 п.л.).

13. **Аллюярова, Ю.В.** Использование коптильного геля в технологии консервов из мелких видов рыб / Ю.В. Аллюярова, К.Б. Аллюяров // Современные эколого-биологические и химические исследования, техника и технология производств : междунар. науч.-практ. конф., 8 апр. 2016 г. / Мурм. гос. техн. ун-т. – Мурманск, 2016. – С. 7–10 (0,18/0,11 п.л.).

Патент на изобретение

14. Патент № 2616400 Российская Федерация, МПК A23L 17/00 (2016.01), A23B 4/048 (2006.01). Способ приготовления консервов из мойвы : № 2015152984 : заявлено 09.12.2015 : опубликовано 14.04.2017 / Ершов А.М., **Аллюярова Ю.В.**, Николаенко О.А., Куранова Л.К., Аллюяров К.Б.; заявитель МГТУ. – 10 с. (0,46/0,11 п.л.).