

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный технический университет»

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ОХРАНА, ПРОМЫСЛОВЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

*Материалы XVI Национальной (всероссийской) научно-практической конференции
(18–19 марта 2025 г.)*

Электронное издание

Издательство



КамчатГТУ

Петропавловск-Камчатский
2025

УДК 504
ББК 20.1

Ответственный за выпуск

Е.Г. Лобков,
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

*Т.А. Клочкова, д.б.н.; Н.А. Седова, д.б.н.; С.Н. Царенко, д.ф.-м.н.;
В.Г. Авдощенко, к.б.н.; О.А. Белов, к.т.н.; М.В. Благоданова, к.т.н.;
М.В. Ефимова, к.б.н.; А.В. Климова, к.б.н.; Шуликов А.О., к.полит.н.,
О.В. Ольхина; М.П. Гузь*

Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : материалы XVI Национальной (всероссийской) научно-практической конференции (18–19 марта 2025 г.) [Электронный ресурс] / отв. за вып. Е.Г. Лобков. – Электрон. дан. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2025. – 1 электрон. опт. диск. – Загл. с экрана.

В сборнике рассматриваются вопросы природопользования, состояния запасов природных ресурсов и их преобразования в продукты потребления и жизнеобеспечения человека. Авторами представленных докладов являются ведущие сотрудники научно-исследовательских институтов, преподаватели, аспиранты высших учебных заведений и сотрудники организаций, осуществляющих деятельность в области рационального природопользования.

Сборник материалов опубликован в авторской редакции.

ISBN 978-5-328-00439-8

Текстовое (символьное) электронное издание

Минимальные системные требования:

Тип компьютера, процессор, частота: ПК, двухъядерный Intel Pentium 4 и выше, 1500 MHz

Оперативная память (RAM): 2 Gb и выше

Необходимо на винчестере: от 80 Gb

Операционные системы: Microsoft Windows XP/7/8/10/11 (32 или 64 bit) Linux с GUI

Видеосистема: видеокарта 8 Mb памяти или лучше

Акустическая система: звуковая карта (любая)

Дополнительное оборудование: привод CD-R дисков

Дополнительные программные средства: ПО для просмотра файлов PDF

Количество носителей: 1

© КамчатГТУ, 2025
© Авторы, 2025

Техническая обработка
и подготовка материалов – Е.Е. Бабух

Дата подписания к использованию 20.10.2025 г.
Объем издания – 5,46 Mb
Количество носителей – 1
Тираж – 100 шт.

Записано на материальный носитель:
ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»
Издательство КамчатГТУ
683003, г. Петропавловск-Камчатский,
ул. Ключевская, 35
Тел. (4152)300-953
E-mail: kamchatgtu@kamchatgtu.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Горбачева Е.А., Новиков М.А.

Хлорорганические соединения в мойве Баренцева моря7

Дуленин А.А.

Список ассоциаций макрофитов сублиторали морей Дальнего Востока России
и возможности их визуальной идентификации12

Егорова Ю.Е., Судник С.А.

Размерно-половая и репродуктивная характеристика креветки
Palaemon elegans (Rathke, 1837) (Caridea: Palaemonidae) из прибрежной части
Балтийского моря от г. Зеленоградска до пос. Морское (2022–2024 гг.)17

Климова А.В., Бонк А.А.

Содержание микроэлементов в теле молоди кижуча
(*Oncorhynchus kisutch*) и гольца (*Salvelinus malma*) реки Паратунки
(Юго-Восточная Камчатка) в 2023–2024 гг.22

Колесникова А.Д., Судник С.А.

Размерная и весовая структура антарктического криля (*Euphausia superba*)
бассейна Пауэлла.....27

Коростелев С.Г., Маснев В.А., Кириченко В.Е.

Размерный состав тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus*
при донном ярусном промысле в западной части Берингова моря
и тихоокеанских водах Камчатки в 2023–2024 гг.31

Овчарук А.С., Судник С.А.

Состав пищи, стратегия питания краба *Rhithropanopeus harrisii* (Brachyura: Panopeidae)
из Таманского залива Азовского моря летом 2011 г.37

Секция 2. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫБОЛОВСТВА, ОТРАСЛЕЙ И ОБЪЕКТОВ РЫБОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Жуковский А.Д., Ефименко В.Н.

Инновационное перепозиционирование малых городов Дальнего Востока:
акцент на инвестиции.....41

Костенко А.В., Кузьмичев Д.К.

Перспективы использования машинного зрения в рыбной отрасли45

Кравцов С.А.

Диверсификация продукции рыбохозяйственного комплекса Камчатского края
и развитие экспортного потенциала50

Кравцов С.А.

Инфраструктура рыбохозяйственного комплекса как основа устойчивого развития
и конкурентоспособности.....55

Перепелкин Н.Н., Труднев С.Ю.

Приборы для измерения глубины и поиска рыбы.....59

Пивоварова Ю.С., Насенков П.В., Пивоваров А.В.

Постановка задачи исследования физико-механических и термодинамических свойств
рыболовных нитевидных материалов65

Побегайло М.Г.

Направления совершенствования диагностики рыбохозяйственного комплекса
с учетом отраслевого и корпоративного анализа
в аспекте обеспечения экономической безопасности.....70

Царенко С.Н., Кибиткин В.В.

Упрощенный метод определения крутящего момента
на коленчатом валу дизельного двигателя.....76

Секция 3. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

<u>Лазарев Г.А., Хорошман Л.М.</u>	
Организация мероприятий по защите лесных культур пород-интродуцентов от повреждения мышевидными грызунами в условиях Камчатки.....	81
<u>Лазарев Г.А., Ченцова Е.А.</u>	
Некоторые результаты интродукции кедра корейского (<i>Pinus koriensis</i>) на Камчатку.....	85
<u>Мунгалова В.Р., Климова А.В.</u>	
Опыт комплексного подхода к переработке и рациональному использованию ламинариевых водорослей в Камчатском крае.....	89
<u>Опрышко Б.А., Швецов В.А., Белавина О.А., Ястребов Д.П.</u>	
Совершенствование методики контроля атмосферного давления при ведении мониторинга питьевых подземных вод.....	97
<u>Троян Т.Н.</u>	
Оценка развития растений озимого рапса в осенне-зимний период в условиях Калининградской области.....	102
<u>Цветкова Н.Н., Казимирченко О.В.</u>	
Гидрохимические показатели и микробный фон воды прудов учебно-опытного карпового хозяйства КГТУ в вегетационный период	106
<u>Цупикова Н.А., Верникович Э.К.</u>	
Результаты гидрохимического мониторинга ручья Паркового (г. Калининград) в 2024 г.	110
<u>Чермошенцева А.А.</u>	
Экологическая безопасность при разработке геотермальных месторождений.....	115

Секция 4. НОВЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<u>Благонравова М.В., Чугункова С.М.</u>	
Перспективы использования камчатских дикоросов в технологии пресервов из лососевых.....	119
<u>Ефимова М.В., Иващенко А.К.</u>	
Обоснование применения плодов шиповника как рецептурного компонента заварного пирожного	123
<u>Ефимова М.В., Румянцев А.Е.</u>	
Влияние обработки икры лососевых рыб диоксидом углерода на микробиологические показатели готовой продукции	128
<u>Ефимова М.В., Румянцев А.Е., Сергеев И.И.</u>	
Анализ влияния особенностей технологии зернистой икры тихоокеанских лососевых рыб на показатели качества готовой продукции.....	133
<u>Ефимов А.А., Завалишин А.А.</u>	
Особенности плесневой порчи пищевых продуктов из растительного сырья	138
<u>Ефимов А.А., Колесников Д.В., Румянцев А.Е.</u>	
Зависимость механической прочности икорного зерна тихоокеанских лососевых рыб от концентрации кальцийсодержащих растворов, применяемых для закрепления икры.....	143
<u>Ефимов А.А., Рутьтылькун Л.А.</u>	
Разработка поликомпонентного кулинарного продукта на основе рецептуры национального блюда коренных народов Камчатки.....	148
<u>Иодис В.А., Шмелев Д.А.</u>	
Низкотемпературная обработка стейка из кеты при различных скорости и температуре воздуха	153
<u>Мезенова О.Я., Агафонова С.В., Романенко Н.Ю., Калинина Н.С., Волков В.В.</u>	
Сравнительное исследование способов выделения жира из жиросодержащих рыбных отходов для биотехнологических целей	159
<u>Примаченко Е.В., Мезенова О.Я.</u>	
Сенсорный анализ белкового соуса остеотропной направленности, обогащенного низкомолекулярными пептидами и облепиховым маслом	163

Рыженко В.А.

Обоснование соотношения лососевых и тресковых рыб в базовой фаршевой композиции для приготовления формованного кулинарного продукта.....168

Чмыхалова В.Б.

Использование экстракта шиповника в технологии сушеной продукции из кальмара.....174

Чмыхалова В.Б., Агунович Ю.А.

Использование добавок из морепродуктов в технологии кондитерских изделий с целью коррекции химического состава и пищевой ценности.....179

Чмыхалова В.Б., Чугункова С.М.

Выбор коагулянта при производстве аналоговой продукции из сои184

Список организаций – участников конференции и их адреса187

Секция 1. СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

УДК [597.552.3:632.95](268.45)

Е.А. Горбачева, М.А. Новиков

Полярный филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО им. Н.М. Книповича),
Мурманск, 183038
e-mail: e.gorbacheva@pinro.vniro.ru

ХЛОРОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В МОЙВЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Изучено загрязнение мышц мойвы *Mallotus villosus* Баренцева моря хлорорганическими пестицидами и ПХБ в 2009–2021 гг. Отбор проб мойвы выполняли практически на всей акватории Баренцева моря. Для определения содержания хлорорганических соединений (ХОС) в рыбе применяли метод газовой хроматографии. По данным исследований, в сумме ХОС в мышцах мойвы преобладали пестициды (77%). Среднее содержание Σ ГХЦГ в мышцах рыб составляло 4,7 нг/г, ГХБ – 1,3 нг/г, Σ хлорданов – 1,9 нг/г, Σ ДДТ – 3,5 нг/г, Σ ПХБ – 3,1 нг/г сырой массы. В Σ ГХЦГ преобладал α -ГХЦГ, Σ ДДТ – *p,p'*-ДДЕ, Σ ПХБ – ПХБ-118, ПХБ-138 и ПХБ-153. В Σ хлорданов доминировали *цис*-хлордан и *транс*-нонахлор – 46 и 37% соответственно. Вклад диоксиноподобных конгенов в Σ ПХБ варьировал от 15 до 35%. Отмечена слабая корреляция ($r = 0,37$) между содержанием жира в мышцах и содержанием в них Σ хлорданов. Содержание Σ ГХЦГ, Σ ДДТ и Σ ПХБ в мойве было значительно ниже предельных допустимых уровней, установленных в государствах Таможенного союза ЕАЭС.

Ключевые слова: ПХБ, ХОП, загрязнение, Баренцево море, хлорорганические соединения, промысловые рыбы, мойва.

Е.А. Gorbacheva, M.A. Novikov

Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography
(PINRO named after N.M. Knipovich),
Murmansk, 183038
e-mail: e.gorbacheva@pinro.vniro.ru

ORGANOCHLORINE COMPOUNDS IN CAPELIN OF THE BARENTS SEA

The contamination of muscle in capelin (*Mallotus villosus*) from the Barents Sea with organochlorine pesticides and PCBs was investigated during 2009–2021. Capelin samples were collected from nearly the entire Barents Sea. Gas chromatography was employed to determine the concentrations of organochlorine compounds (OCs) in the fish. The results showed that pesticides accounted for 77% of the total OCs in the capelin muscle. The average concentrations were as follows: Σ HCHs – 4.7 ng/g, HCB – 1.3 ng/g, Σ chlordanes – 1.9 ng/g, Σ DDTs – 3.5 ng/g, and Σ PCBs – 3.1 ng/g (wet weight). Within the Σ HCHs, α -HCH predominated; within the Σ DDTs, *pp'*-DDE was dominant; and among the Σ PCBs, PCB-118, PCB-138, and PCB-153 were prevalent. In the Σ chlordanes, *cis*-chlordanes and *trans*-nonachlor comprised 46% and 37% of the total, respectively. The contribution of dioxin-like congeners to Σ PCBs varied from 15% to 35%. A weak correlation ($r = 0.37$) was observed between the lipid content in the muscle and the Σ chlordanes concentration. The levels of Σ HCHs, Σ DDTs, and Σ PCBs in capelin were significantly below the maximum permissible limits established by the EAEU Customs Union member states.

Key words: PSBs, OCPs, pollution, Barents Sea, organochlorine compounds, commercial fish species, capelin.

Хлорорганические соединения (ХОС) характеризуются глобальным распространением, подвергаются биоконцентрированию и биомагнификации. Важными особенностями их воздействия на живые организмы также являются высокая токсичность, мутагенность, канцерогенность,

способность оказывать негативное влияние на иммунную и репродуктивную системы, эмбриональное развитие, вызывать гормональные нарушения и т. д. [1].

В Баренцевом море мойва *Mallotus villosus* (Muller, 1776) встречается практически на всей акватории. Питается преимущественно мезо- и макропланктоном. Мойва используется в пищу многими ценными промысловыми рыбами, в том числе атлантической треской, а также морскими млекопитающими и птицами [2].

Мойва – ценный объект пелагического промысла в Баренцевом море. Жизненный цикл этой рыбы достаточно короткий, и ее численность подвержена значительным межгодовым колебаниям, обусловленным природными факторами и промыслом. Из-за снижения запаса в отдельные годы (2004–2008, 2016–2017, 2019–2020 гг.) в Баренцевом море действовал запрет на промышленный лов мойвы [3].

В пищевой промышленности мойва используется для производства разнообразной продукции: охлажденной, мороженой, соленой, пряной, вяленой, копченой, а также пресервов и консервов. Отходы используются при производстве кормов [4].

Цель исследования – изучить содержание в мышцах мойвы Баренцева моря полихлорбифенилов (ПХБ), гексахлорциклогексанов (ГХЦГ), гексахлорбензола (ГХБ), хлорданов, ди-хлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) и его метаболитов.

Мойву для исследований отбирали в рейсах НИС «Фритъоф Нансен» и «Вильнюс» в 2009–2021 гг. в рамках выполнения государственного задания (рис. 1). Рыбу замораживали целиком и хранили до начала исследований при температуре минус 20°С.

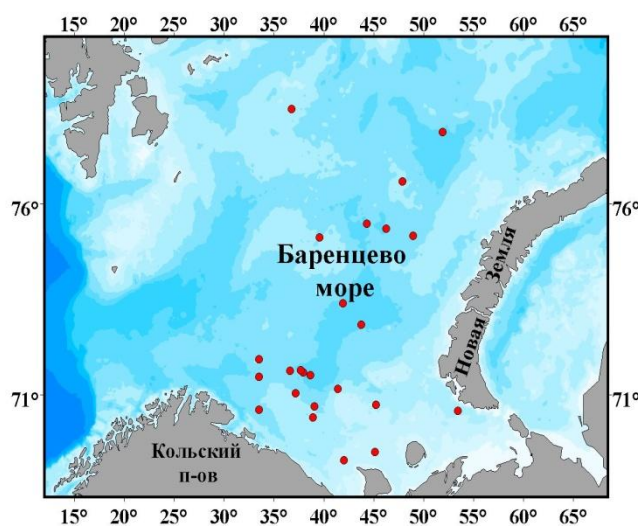


Рис. 1. Карта-схема расположения станций отбора проб мойвы в Баренцевом море

Содержания хлорорганических пестицидов (ГХЦГ, ГХБ, ДДТ и хлорданов) и ПХБ в мышцах мойвы определяли методом высокоэффективной газовой хроматографии в соответствии с рекомендациями [5, 6]. Измерение содержания ХОС в мышцах мойвы проводили с использованием газового хромато-масс-спектрометра GCMS-QP2010 Plus фирмы «Shimadzu». Для определения жирности мышц мойвы применяли экстракционный метод [7].

Всего было изучено 33 пробы мышц мойвы. Из-за небольших размеров рыб каждая проба включала биологический материал, полученный от нескольких экземпляров мойвы. Статистическую обработку данных и построение диаграмм проводили в программе MS Excel 2016. Коэффициент корреляции Спирмена между жирностью мышц и содержанием в них ХОС рассчитывали в программе Statistica 13.

Результаты исследований содержания хлорорганических соединений в мышцах мойвы представлены в таблице. Содержание Σ ГХЦГ, Σ ДДТ и Σ ПХБ в мышцах изученных рыб было значительно ниже предельных допустимых уровней (ПДУ), установленных в РФ и других странах – участниках Таможенного союза ЕАЭС [8].

Суммарное накопление всех изученных ХОС (Σ ХОС) в мышцах мойвы составляло в среднем 14,6 нг/г сырой массы. Наиболее загрязнены мышцы мойвы Σ ГХЦГ – в среднем 4,7 нг/г

сырой массы. По мере снижения доли в общем содержании ХОС в мышцах мойвы изученные поллютанты можно расположить в следующем порядке: $\Sigma\text{ГХЦГ} > \Sigma\text{ДДТ} > \Sigma\text{ПХБ} > \Sigma\text{хлорданов} > \text{ГХБ}$ (рис. 2).

Содержание ХОП и ПХБ в мышцах мойвы Баренцева моря, нг/г сырой массы

Показатель	$\Sigma\text{ГХЦГ}$	ГХБ	$\Sigma\text{хлорданов}$	$\Sigma\text{ДДТ}$	$\Sigma\text{ПХБ}$
Макс.-мин.	0,94–18,8	0,05–6,1	0,05–9,5	0,84–11,4	0,3–2,67
Среднее	4,7	1,3	1,9	3,5	3,1
Медиана	3,6	0,96	0,9	2,7	2,7
ПДУ	200	–	–	200	2000

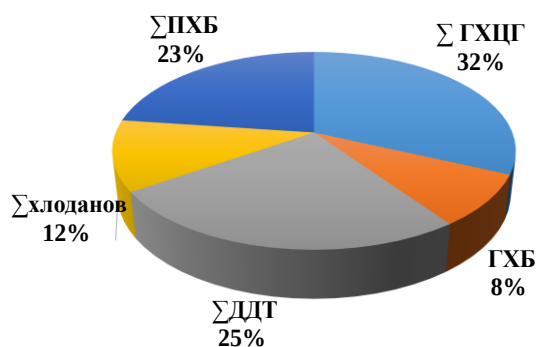


Рис. 2. Вклад ХОП и ПХБ в общее содержание хлорорганических соединений в мышцах мойвы Баренцева моря

Следует отметить, что суммарный вклад пестицидов в $\Sigma\text{ХОС}$ в мышцах мойвы достигал 77%. Известно, что хлорорганические пестициды активно использовались в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями растений преимущественно в 40–80-годах двадцатого столетия в районах с теплым и умеренным климатом, а их поступление в Арктику возможно вследствие трансграничного переноса (воздушными массами и морскими течениями), со стоком рек, льдом и мигрирующими животными [1].

Согласно нашим данным, среднее содержание $\Sigma\text{ГХЦГ}$, ГХБ, $\Sigma\text{хлорданов}$, $\Sigma\text{ДДТ}$ и $\Sigma\text{ПХБ}$ в мышцах мойвы превышало таковое в атлантической треске (*Gadus morhua*) и морской камбале

(*Pleuronectes platessa*) Баренцева моря [9]. Причем мойва и атлантическая треска наиболее заметно отличались по содержанию ХОС в мышцах. Например, в мышцах мойвы, по сравнению с треской, среднее накопление $\Sigma\text{ГХЦГ}$ выше в 6,7, $\Sigma\text{ДДТ}$ – в 4,3, а $\Sigma\text{ПХБ}$ – в 3,0 раза.

Отмеченные межвидовые различия в накоплении ХОС в мышцах рыб в значительной степени определяются разной жирностью исследованной ткани, так как хлорорганические пестициды и ПХБ характеризуются высокой липофильностью и накапливаются в жирах (липидах) [1]. Содержание жира в мышцах изученных экземпляров мойвы варьировало в диапазоне от 2,6 до 13%, со средним – 8,3%. По опубликованным данным, средняя жирность мышц трески и морской камбалы значительно ниже и составляет 0,3 и 3,3% соответственно [4]. Вместе с тем корреляция между содержанием жира и различными ХОС в мышцах представителей одного и того же вида рыб наблюдается не всегда. Нам удалось проследить слабую достоверную корреляцию лишь между накоплением в мышцах мойвы $\Sigma\text{хлорданов}$ и содержанием жира ($r = 0,37$). Достоверная связь между уровнем содержания ГХЦГ, $\Sigma\text{ДДТ}$, $\Sigma\text{ПХБ}$ в мышцах мойвы и жирностью последних не обнаружена. Отсутствие корреляции между жирностью и общим содержанием ХОС (рассчитанным на сырую массу) показано также для норвежской весенне-нерестующей сельди [10]. Отмечают, что соотношение между содержанием жира и накоплением ХОС в мышцах сельди варьирует и зависит от динамики питания и стадии жизненного цикла [10, 11].

По данным исследований, в сумме ГХЦГ в мышцах мойвы доминировал $\alpha\text{-ГХЦГ}$. Вклад этого изомера в общее содержание ГХЦГ достигал в среднем 76%. Более высокое накопление $\alpha\text{-ГХЦГ}$, по сравнению с другими изомерами ГХЦГ, отмечали также в мышцах других промысловых рыб Баренцева моря [9], что, вероятно, обусловлено физико-химическими свойствами этого изомера, определяющими его поступление и накопление в полярных областях, а также историей применения ГХЦГ. Следует отметить также способность $\gamma\text{-ГХЦГ}$ трансформироваться под влиянием УФ-облучения в $\alpha\text{-ГХЦГ}$ [12].

В сумме хлорданов в мышцах мойвы преобладали цис-хлордан и транс-нонахлор – 46 и 37% соответственно. Пестицид хлордан использовался в Северной Америке до конца 1980-х годов главным образом для борьбы с термитами [1]. Цис-, транс-хлордан и транс-нонахлор относятся к наиболее распространенным в окружающей среде компонентам пестицида хлордана [13].

В общем содержании ДДТ в мышцах мойвы Баренцева моря преобладал метаболит p,p' -ДДЕ, составляющий в среднем 34%. Среднее накопление p,p' -изомера ДДТ, основного компонента технического препарата ДДТ, не превышало 10%. Соотношение p,p' -ДДЕ/ p,p' -ДДТ в мышцах мойвы Баренцева моря было выше 1, что характерно для «старого» загрязнения окружающей среды техническим препаратом ДДТ.

Изученные конгенеры ПХБ по мере увеличения их среднего содержания в мышцах мойвы можно расположить в следующий ряд: ПХБ-180 = ПХБ-156 < ПХБ-31 < ПХБ-28 < ПХБ-99 < < ПХБ-105 < ПХБ-52 < ПХБ-118 < ПХБ-138 < ПХБ-153. В сумму ПХБ в мышцах наиболее заметный вклад вносят пента- и гексаконгенеры – ПХБ-118 (15%), ПХБ-138 (25%) и ПХБ-153 (27%). Ранее нами показано, что доминирование в общем содержании ПХБ конгенов с номерами 118, 138 и 153 характерно для рыб Баренцева моря [9]. Среди обнаруженных в мышцах мойвы ПХБ к диоксиноподобным относятся три конгенера – 105, 118 и 156. Диоксиноподобные конгенеры наиболее опасны для живых организмов из-за способности оказывать канцерогенное и мутагенное воздействие [1]. Суммарный вклад диоксиноподобных конгенов в общее содержание ПХБ в мышцах мойвы варьировал в диапазоне от 13 до 35% с средним значением 23%.

Анализ динамики загрязнения мойвы Баренцева моря ХОС в 2009–2021 гг. показал, что содержание Σ ДДТ в мышцах этого вида в последнее десятилетие практически не изменялось (рис. 3). Вместе с тем прослеживаются слабо выраженные тренды на увеличение содержания в мышцах мойвы Σ хлорданов и Σ ПХБ, а также тренды на снижение загрязнения этого вида рыб Σ ГХЦГ и ГХБ. Причем наиболее заметно уменьшалось накопление в мойве Σ ГХЦГ.

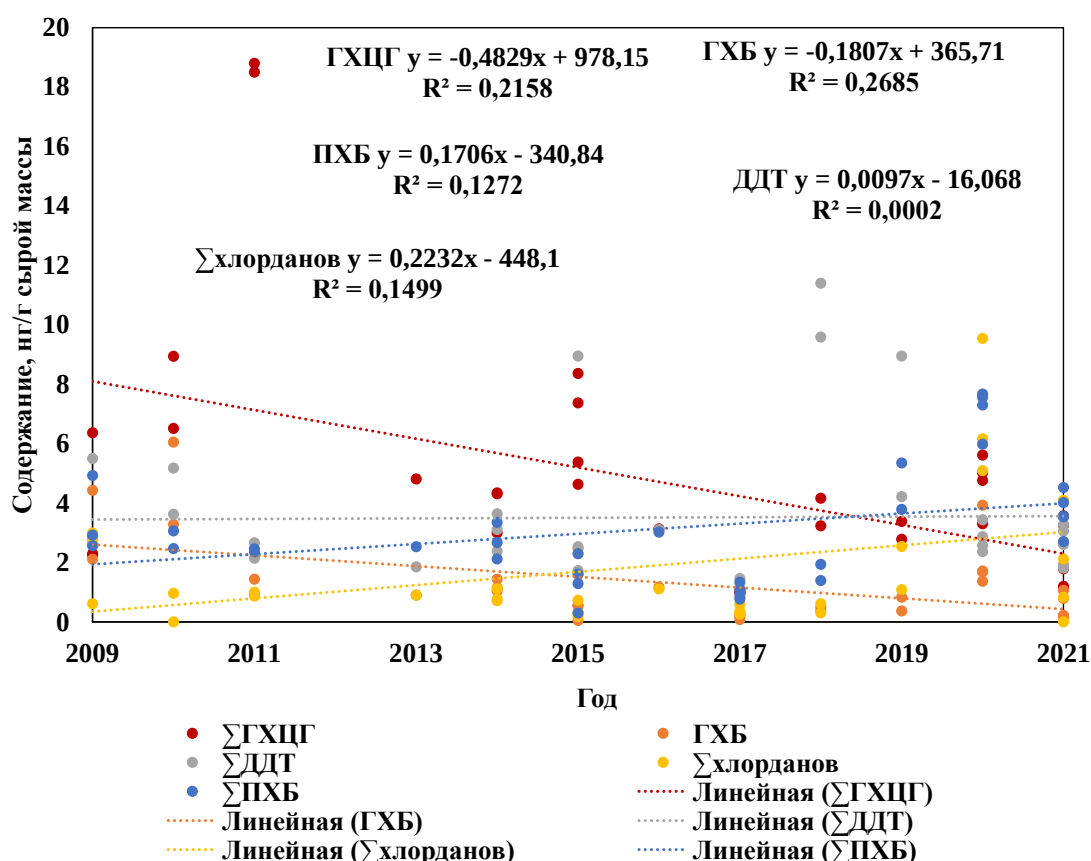


Рис. 3. Тренды содержания ХОС в мышцах мойвы Баренцева моря в 2009–2021 гг.

Величины коэффициентов детерминации R^2 для содержания Σ ГХЦГ, ГХБ, Σ ДДТ и Σ ПХБ в мойве невелики и позволяют объяснить изменением уровня содержания ХОС в морской среде только часть наблюдаемой дисперсии перечисленных показателей. Не исключено, что отмеченные тенденции в загрязнении мойвы ХОС могут быть обусловлены перемещением в последние годы районов отбора проб мойвы с севера и востока на юго-запад Баренцева моря. Значительный вклад в загрязнение юго-западной части моря вносят поллютанты, поступающие в Баренцево

море вместе с водами теплых атлантическими течений от берегов Западной и Северной Европы. Вероятно, трансграничный перенос загрязняющих веществ течениями влияет на распределение ХОС на акватории Баренцева моря и на уровень их накопления в гидробионтах.

В результате проведенных исследований показано, что, несмотря на удаленность арктических регионов от районов с развитым сельским хозяйством, в мойве Баренцева моря суммарное содержание хлорорганических пестицидов значительно превышало содержание ПХБ, применявшихся, главным образом, в электротехнике. Вероятно, это связано с большим объемом хлорорганических пестицидов, накопленных в высоких северных широтах, несмотря на давний запрет их применения. Из всех изученных ХОС мышцы мойвы наиболее загрязнены ГХЦГ. Вместе с тем содержание Σ ГХЦГ, Σ ДДТ и Σ ПХБ в мышцах мойвы значительно ниже ПДУ, установленных в государствах Таможенного союза ЕАЭС.

Литература

1. Майстренко В.Н., Ключев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 323 с.
2. Ихтиофауна и условия ее существования в Баренцевом море / Гл. ред. Г.Г. Матишов. – Апатиты: Изд-во КНЦ АН СССР, 1986. – 213 с.
3. Состояние отечественного рыболовства на Северном рыбохозяйственном бассейне в начале XXI века / А.А. Греков, А.В. Долгов, Ю.А. Ковалёв, В.А. Мухин, Д.В. Прозоркевич, К.М. Соколов, Н.А. Ярагина // Труды ВНИРО. – 2024. – Т. 195. – С. 12–23.
4. Технохимические свойства промысловых рыб Северной Атлантики и прилегающих морей Северного Ледовитого океана / Л.Л. Константинова, Ю.Ф. Двинин, Т.К. Лебская, В.И. Кузьмина. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1997. – 183 с.
5. ВМУ 2482-81. Временные методические указания по определению хлорорганических пестицидов (ДДТ, ДДЭ, ДДД, альфа-, гамма-ГХЦГ в рыбе и рыбной продукции методом газожидкостной хроматографии). – М.: Минздрав СССР, 1982. – 11 с. (для биоматериалов животного происхождения).
6. МУК 4.1.1023-01 Изомерспецифическое определение полихлорированных бифенилов (ПХБ) в пищевых продуктах. – М.: Минздрав России, 2001. – 20 с.
7. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Стандартинформ, 2010. – 123 с.
8. ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». Утв. решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880. Официальный сайт Комиссии Таможенного союза. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 13.02.2025).
9. Горбачева Е.А., Новиков М.А. Хлорорганические соединения в атлантической треске (*Gadus morhua*) и морской камбале (*Pleuronectes platessa*) Баренцева моря // Арктика: экология и экономика. – 2024. – Т. 14, № 4. – С. 562–574.
10. Frantzen S., Måge A., Iversen S.A., Julshamn K. Seasonal variation in the levels of organohalogen compounds in herring (*Clupea harengus*) from the Norwegian Sea // *Chemosphere*. – 2011. – Vol. 85(2) – P. 179–187.
11. Congener-specific accumulation of persistent organic pollutants in marine fish from the North-east Atlantic Ocean / Q.T. Ho, S. Frantzen., B. M. Nilsen, O.J. Nøstbakken, A.M. Azad, A. Duinker, L. Madsen, M.S. Bank // *Journal of Hazardous Materials*. – 2023. – Vol. 457. – 131758.
12. Фоновый мониторинг загрязнения экосистем суши хлорорганическими соединениями / Ф.Я. Ровинский, Л.Д. Воронова, М.И. Афанасьев, А.В. Денисов, И.Г. Пушкарь. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1989. – 270 с.
13. Trans-Nonachlor and cis-nonachlor toxicity in Sprague-Dawley rats: comparison with technical chlordane / G.S. Bondy, W.H. Newsome., C. L. Armstrong, C.A.M. Suzuki, J. Doucet, S. Fernie, M.G. Berker // *Toxicol. Sci*. – 2000. – Vol. 58 (2). – P. 386–398.

УДК 574.5

А.А. Дуленин

*Хабаровский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ХабаровскНИРО),
Хабаровск, 680038
e-mail: dulenin@khabarovsk.vniro.ru*

СПИСОК АССОЦИАЦИЙ МАКРОФИТОВ СУБЛИТОРАЛИ МОРЕЙ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ВИЗУАЛЬНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

В дальневосточных морях России выделено 66 ассоциаций макрофитов – представителей зеленых (Chlorophyta), бурых (Phaeophyceae), красных водорослей (Rhodophyta) и морских трав (Zosteraceae). Физиономический облик и обилие каждой ассоциации определяются единственным доминантом ее главного яруса, для которого формируется адаптивная зона. Охарактеризованы возможности визуальной идентификации сублиторальных растительных ассоциаций дальневосточных морей России. Установлено, что 89% ассоциаций I яруса, формирующего основу растительного покрова, поддаются однозначному визуальному опoznанию, а остальные 11% могут быть спутаны только с ассоциациями близких видов. Во II ярусе доля однозначно опознаваемых ассоциаций снижается до 46%, в III – до 25%, а в IV – 17%. Ассоциации с доминированием всех хозяйственно ценных видов либо родов макрофитов поддаются однозначному визуальному опoznанию в полевых условиях, что упрощает выполнение ресурсных учетных работ.

Ключевые слова: растительность, ассоциации, идентификация, сублитораль, дальневосточные моря России.

A.A. Dulenin

*Khabarovsk Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
(KhabarovskNIRO),
Khabarovsk, 680038
e-mail: dulenin@khabarovsk.vniro.ru*

LIST OF THE SUBLITTORAL MACROPHYTE ASSOCIATIONS IN THE RUSSIAN FAR EAST SEAS AND THE POSSIBILITIES OF THEIR VISUAL IDENTIFICATION

In Russian Far Eastern seas, 66 macrophyte associations (representatives of Chlorophyta, Phaeophyceae, Rhodophyta and Zosteraceae) have been identified. Their physiognomic appearance and abundance are determined by a single dominant of the main vegetation layer, for which the adaptive zone is formed. The possibilities of visual identification of sublittoral plant associations of Russian Far Eastern seas are characterized. It is established that 89% of the associations of the I layer, which forms the basis of the vegetation cover, can be unambiguously visually identified, the remaining 11% can be confused only with associations of closely related species. In the II layer, the proportion of unambiguously identifiable associations decreases to 46%, in the third – to 25%, and in the fourth – to 17%. Associations with the dominance of all economically valuable macrophyte species or genera can be unambiguously visually identified in the field, which simplifies the implementation of stock assessment research.

Key words: vegetation, associations, identification, sublittoral zone, Russian Far Eastern seas.

Визуальное опознавание характера и выраженности растительного покрова – наиболее эффективный и дешевый способ промысловой разведки и оценки подводных растительных ресурсов. Оно позволяет на порядок увеличить производительность учетных работ и на 2–3 порядка снизить их стоимость [1]. Промысловые ресурсы сублиторальной растительности приурочены к их сообществам [2, 3]. Однако опознавание растительных сообществ в полевых условиях может

представлять собой значительную проблему [4]. В отношении морской растительности констатируется, что результаты ее описания, выполненные разными авторами на различных методологических основах, могут быть несопоставимы [5]. Показано, что проблема разнородности описаний растительности решается при условии выраженности доминирования единственного вида на каждом отдельном участке, установлено, что наличие и обилие всех прочих видов статистически случайно [2, 3]. Такая картина типична для морской растительности умеренных широт [6–8 и др.]. Она соответствует положениям концепции адаптивной зоны, предложенной Дж. Симпсом [9] и адаптированной И.В. Волвенко [10, 11] для ценологических исследований. В настоящем сообщении адаптивная зона понимается как участок растительного покрова, на котором условия обитания единственного вида (таксона) столь благоприятны, что он преобладает по обилию над всеми прочими, формируя сообщества с собственным доминированием. В таких сообществах физиономический облик растительности и показатели обилия определяются только одним доминантом главного яруса. Каждое из них может быть поименовано по названию такого доминанта.

Возможности визуальной идентификации сообществ сублиторальной растительности уже были показаны для двух районов – северо-западных частях Японского и Охотского морей [12]. Основная задача настоящего сообщения состояла в том, чтобы проанализировать возможности визуального опознавания сообществ сублиторальных макрофитов, выделенных на основе концепции адаптивной зоны в масштабе всего Дальнего Востока России.

Районы исследования – Охотское море и прилегающие к российским берегам части Японского, Берингова морей и Тихого океана. Из литературных [6–8, 13–23 и др.] и собственных данных выбраны сведения о тех доминантах сублиторальной растительности, для которых в разных районах Дальнего Востока формируются адаптивные зоны. Используются приведенные в этих источниках количественные данные либо словесные указания на преобладание единственного вида на отдельных участках растительности. Сообщества описаны в ранге ассоциаций, т. е. множества участков физиономически однородной растительности [2, 3]. Каждая ассоциация поименована по доминанту своего главного яруса в соответствии с рекомендациями Международного кодекса фитосоциологической номенклатуры [24]. Названия ассоциаций произведены от видовых названий в соответствии со сведениями международной альгологической базы данных AlgaeBase [25]. Ряд ассоциаций описан ранее [2, 3, 8], другие выделены провизорно. К I ярусу растительности относили крупные бурые водоросли и морские травы с высотой растительного покрова не менее 0,4 м, ко II – пластинчатые и кустистые водоросли и морские травы высотой от 5 до 40 см, к III – кустистые водоросли высотой до 5 см, к IV – корковые водоросли [12, 13]. Полученные данные сведены в таблицу, где охарактеризованы возможности визуального опознавания ассоциаций в хороших условиях наблюдения, т. е. в спокойной прозрачной воде в период максимального развития растительного покрова. Суждения о возможности идентификации отдельных ассоциаций принимались на основе имеющихся у автора фото- и видеоматериалов, изображений участков растительности, имеющихся в литературе и сети Интернет, собственного опыта и опросных данных. Сведения о возможностях визуального опознавания некоторых ассоциаций предоставлены автору к.б.н. И.С. Гусаровой, за что автор приносит ей искреннюю благодарность.

В дальневосточных морях России выделено 66 ассоциаций макрофитов, формирующих на отдельных участках дна собственные адаптивные зоны (таблица). Основу растительности региона составляют 33 ассоциации бурых водорослей. Из них 25 ассоциаций, которые имеют наибольшую хозяйственную ценность, образуют I ярус растительности и восемь ассоциаций – II ярус. Виды красных водорослей формируют 26 ассоциаций второго, третьего и четвертого ярусов. Хозяйственную ценность представляют лишь несколько видов второго яруса. Из четырех ассоциаций морских трав три формируют I ярус растительности и могут быть промысловыми видами, а одна – II ярус. Все три ассоциации зеленых водорослей расположены во II ярусе.

Наилучшим образом опознаются ассоциации с доминантами I яруса. Прежде всего это 23 ассоциации (92%) бурых водорослей. Среди них широко распространенные ассоциации *Alariaetum esculentae*, *Agaretum clathratae*, *Stephanocystetum crassipae* и др., а также ассоциация *Saccharinetum japonicae* с доминированием наиболее коммерчески востребованного на Дальнем Востоке вида *Saccharina japonica*. Однозначное опознание доминантов двух ассоциаций (*Hedophyllum bongardiana*, *H. dentigera*) затруднено, и для точного определения этих видов требуется отбор проб со дна. Впрочем, это не составляет практической проблемы, поскольку эти

виды близки экологически и сходны по своей промысловой ценности. Все ассоциации морских трав I яруса могут быть однозначно идентифицированы визуально. В целом 89% ассоциаций I яруса поддаются безошибочному опознанию. Все они являются промысловыми или потенциально-промысловыми видами, представляющими собой пищевое или техническое сырье.

**Ассоциации растительности в сублиторали морей
Дальнего Востока России и возможности их визуального опознания**

№	Ассоциация	О	№	Ассоциация	О
Зеленые водоросли (Chlorophyta), II ярус			33	<i>Scytosiphonietum lomentariae</i> nom. prov.	*
1	<i>Ulvetum fenestratae</i> Dulenin, 2024	*	Красные водоросли (Rhodophyta)		
2	<i>Ulvetum linzae</i> nom. prov.	*	II ярус		
3	<i>Ulvetum clathratae</i> nom. prov.	*	1	<i>Ahnfeltietum fastigiatae</i> nom. prov.	+
Бурые водоросли (Phaeophyceae)			2	<i>Campilaephoretum kondoe</i> nom. prov.	-
I ярус			3	<i>Chondretum crispae</i> nom. prov.	*
1	<i>Agaretum clathratae</i> Dulenin, 2024	+	4	<i>C. pinnulatae</i> nom. prov.	*
2	<i>Alarietum esculentaе</i> Dulenin, 2023	+	5	<i>Congregatocarpum kurilensae</i> nom. prov.	+
3	<i>Arthrothamnetum bifidae</i> nom. prov.	+	6	<i>Crossocarpum lamuticae</i> nom. prov.	+
4	<i>A. kurilensae</i> nom. prov.	+	7	<i>Hideophylletum yezoensae</i> nom. prov.	-
5	<i>Costarietum costatae</i> Dulenin, 2024	+	8	<i>Neohypophylletum middendorfae</i> nom. prov.	+
6	<i>Cymatheretum fibrosae</i> nom. prov.	+	9	<i>Neorhodomeletum larixae</i> nom. prov.	*
7	<i>C. triplicatae</i> nom. prov.	+	10	<i>Odonthalietum corymbiferae</i> Dulenin, 2024	+
8	<i>Eularietum fistulosae</i> nom. prov.	+	11	<i>Polysiphonietum morrowae</i> nom. prov.	-
9	<i>Hedophylletum bongardianaе</i> nom. prov.	*	12	<i>Ptilotetum asplenioidae</i> Dulenin, 2024	+
10	<i>H. dentigerae</i> nom. prov.	*	13	<i>P. filicinae</i> nom. prov.	+
11	<i>Kjellmaniellum crassifoliae</i> Dulenin, 2024	+	14	<i>Rhodomeletum teresae</i> nom. prov.	*
12	<i>Laminarietum appressirhizae</i> nom. prov.	+	15	<i>Tichocarpum crinitae</i> nom. prov.	+
13	<i>L. inclinatorhizae</i> nom. prov.	+	16	<i>Turnerelletum mertensianaе</i> nom. prov.	*
14	<i>L. longipae</i> nom. prov.	+	III ярус		
15	<i>L. yezoensae</i> nom. prov.	*	17	<i>Antithamnionetum sparsae</i> nom. prov.	-
16	<i>Pseudolessonietum laminarioidae</i> Dulenin, 2023	+	18	<i>Bossielletum compressae</i> Dulenin, 2024	*
17	<i>Saccharinetum angustatae</i> nom. prov.	+	19	<i>Corallinetum piluliferae</i> nom. prov.	+
18	<i>S. cichorioidae</i> Dulenin, 2024	+	20	<i>C. officinaliae</i> nom. prov.	*
19	<i>S. latissimaе</i> Dulenin, 2023	+	IV ярус		
20	<i>S. japonicae</i> Dulenin, 2023	+	21	<i>Boreolithotamnietum sonderae</i> nom. prov.	-
21	<i>S. kurilensae</i> nom. prov.	+	22	<i>Clathromorphetum loculosae</i> nom. prov.	-
22	<i>Sargassetum miyabeae</i> Dulenin, 2024	+	23	<i>C. nereostratae</i> nom. prov.	-
23	<i>S. pallidae</i> Dulenin, 2024	+	24	<i>Melyvonnetum erubescensae</i> nom. prov.	-
24	<i>Stephanocystetum crassipae</i> Dulenin, 2023	+	25	<i>Neopolyporolithetum arcticae</i> nom. prov.	-
25	<i>Thalassiphylletum clathrae</i> nom. prov.	+	26	<i>Hildenbrandietum rubrae</i> nom. prov.	+
II ярус			Морские травы (Zosteraceae)		
26	<i>Chordetum asiaticae</i> nom. prov.	+	I ярус		
27	<i>Chordarietum flagelliformae</i> nom. prov.	+	1	<i>Zosteretum asiaticae</i> Ohba et Miyata 2007 in den Hartog 2016	+
28	<i>Desmarestetum aculeatae</i> nom. prov.	+	2	<i>Z. marinae</i> Br.-Bl. et Tx. ex Pignatti 1953	
29	<i>D. viridae</i> Dulenin, 2024	+	3	<i>Phyllospadicetum iwatensis</i> den Hartog, 1977 in den Hartog, 2016	+
30	<i>Dictyosiphonietum foeniculaceae</i> nom. prov.	*	II ярус		
31	<i>Ectocarpetum siliculosae</i> nom. prov.	*	2	<i>Nanozosteretum japonicae</i> nom. prov.	+
32	<i>Punctarietum plantagineae</i> nom. prov.	*			

Примечание: О – опознаваемость, + – ассоциация визуально идентифицируется, * – доминант ассоциации может быть спутан с близкими видами, – – визуальная идентификация невозможна.

Возможности опознания ассоциаций нижних ярусов существенно хуже. Все доминанты ассоциаций зеленых водорослей, формирующих II ярус, визуально могут быть опознаны только до рода. Впрочем, промысловую ценность из них может представлять разве что *Ulva fenestrata*. Среди восьми ассоциаций бурых водорослей II яруса визуально может быть опознана лишь половина. В частности, это ассоциации, сформированные *Chorda asiatica* и видами рода *Desmarestia*, т. е. крупными водорослями, отнесенными ко II ярусу из-за понижающих слоевищ, образующих малую высоту растительного покрова. Аналогичная картина среди ассоциаций красных водорослей II яруса, лишь половина которых может быть однозначно опознана. Из них

реальную промысловую ценность в настоящее время представляет только *Ahnfeltia fastigiata*. Визуальная идентификация остальных видов неточна или невозможна. Единственная расположенная во II ярусе ассоциация морских трав, сформированная *Nanozostera japonica*, также может быть визуально опознана. В целом доля визуально идентифицируемых ассоциаций для II яруса значительно ниже, чем для первого, и составляет 46%.

Из четырех ассоциаций III яруса возможно однозначное опознание только одной, *Corallinetum piluliferae*. Доминанты остальных, принадлежащие пор. Corallinales, могут быть спутаны с близкими видами, а ассоциация *Antithamnionetum sparsum*, безусловно, не может быть идентифицировано визуально. Таким образом, в III ярусе доля визуально идентифицируемых ассоциаций снижается до 25%.

Что касается растительности IV яруса, то из 6 выделенных ассоциаций однозначно визуально опознать можно также только одну, *Hildenbrandietum rubrae*, т. е. 17% от общего числа ассоциаций яруса. Впрочем, сложности с визуальным опознанием ассоциаций нижних ярусов не имеют практического значения, поскольку их доминанты не являются промысловыми видами.

На мелководьях доминанты подводной растительности могут быть опознаны непосредственно с поверхности, невооруженным глазом либо при помощи водяного фонаря и других приспособлений [1]. Кроме того, для опознания и картирования некоторых мелководных растительных ассоциаций с успехом могут быть использованы беспилотные летательные аппараты потребительского класса [23]. Для опознания ассоциаций, недоступных для наблюдения с поверхности, целесообразно использование средств подводного видеонаблюдения, в частности, подводных роботов малого и сверхмалого классов [11].

Итак, из всех 66 выделенных ассоциаций однозначно визуально опознаваемы 40, т. е. 61% от их общего количества. Визуально идентифицируются 89% ассоциаций I яруса, 46% ассоциаций II яруса, 25% ассоциаций III яруса и 17% ассоциаций IV яруса. Все ассоциации с доминированием видов, имеющих промысловое значение, либо поддаются однозначной визуальной идентификации, либо их доминанты могут быть опознаны до рода, что не является препятствием к разведке и освоению их запасов. Снижение доли визуально опознаваемых ассоциаций от верхних ярусов к нижним объясняется тем, что их доминанты имеют все более мелкие размеры, вследствие чего отличительные признаки этих доминантов не могут быть выявлены под водой. Те ассоциации, визуальная идентификация которых затруднена, доступны для однозначного опознания при условии отбора количественных проб со дна и их обработки в камеральных условиях. Представленные табличные данные можно использовать в качестве полевого руководства по опознанию ассоциаций сублиторальной растительности морей Дальнего Востока России. В более широком формате они могут быть дополнены необходимым иллюстративным и описательным материалом. В дальнейшем целесообразен анализ распределения выделенных ассоциаций в дальневосточных морях. При проведении дальнейших фитоценологических исследований список выделенных ассоциаций может быть расширен, а сведения о возможностях их визуального опознания скорректированы.

Литература

1. Дуленин А.А. Результаты параллельных независимых визуальных оценок проективного покрытия дна при проведении учетной водорослевой съемки // Известия ТИНРО. – 2020. – Т. 200, вып. 3. – С. 747–766. – URL: <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2020-200-747-766>
2. Дуленин А.А. Характеристика сублиторальной растительности северо-западной части Охотского моря на основании концепции адаптивной зоны // Известия ТИНРО. – 2023. – Т. 203, вып. 4. – С. 822–851. – URL: <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2023-203-822-851>. EDN: DYQMYG
3. Дуленин А.А. Характеристика сублиторальной растительности у северо-западного побережья Японского моря на основании концепции адаптивной зоны // Известия ТИНРО. – 2024. – Т. 204, вып. 3. – С. 509–547. – URL: <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2024-204-509-547>. EDN: RTPBAS
4. Разумовский С.М. Закономерности динамики фитоценозов // Труды по экологии и биогеографии (полное собрание сочинений). – М.: КМК, 2011. – С. 50–272.

5. Афанасьев Д.Ф., Рубан Д.А. Актуальные вопросы эколого-флористической классификации и происхождения макрофитобентоса Чёрного моря // Вопросы современной альгологии. Бюллетень. 2013. – С. 25-31.
6. Taniguti M. Phytosociological study of marine algae in Japan. – Inoue, 1962. – 129 p.
7. Состав, структура и распределение донных биоценозов в прибрежных водах залива Посет (Японское море) / О.А. Скарлато, А.Н. Голиков, С.В. Василенко, Н.Л. Цветкова, Е.Н. Грузов, К.Н. Несис // Исследования фауны морей. – 1967. – Вып. 5 (13). – С. 5–61.
8. den Hartog C. Sea-grass communities: structure, distribution and classification // Phytocoenologia. – 2016. – Vol. 46, Iss. 4. – P. 397-414.
9. Симпсон Дж. Г. Темпы и формы эволюции. – М.: Госиздат, 1948. – 358 с.
10. Волвенко И.В. Адаптивная зона, петерсеновские сообщества, ареал и экологическая ниша. Сообщение 1. Определения и соотношение понятий // Известия ТИНРО. – 2018. – Т. 195. – С. 3–27. DOI: 10.26428/1606-9919-2018-195-3-27.
11. Волвенко И.В. Адаптивная зона, петерсеновские сообщества, ареал и экологическая ниша. Сообщение 2. Прикладное значение новой концепции на примере фауны дальневосточных морей и северной Пацифики // Известия ТИНРО. – 2019. – Т. 196, вып. 1. – С. 219–266. URL: <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2019-196-219-266>
12. Дуленин А.А. Возможности визуального опознавания ассоциаций сублиторальной растительности в хозяйственных целях // Рыбохозяйственный комплекс России: 300 лет российской академической науке: II Междунар. науч.-практ. конф. – М.: 2024. – С. 125–130.
13. Блинова Е.И. Водоросли-макрофиты и травы дальневосточных морей России (флора, распространение, биология, запасы, марикультура). – М.: Изд-во ВНИРО, 2014. – С. 46–65.
14. Возжинская В.Б., Селицкая Н.М. Морская растительность побережья острова Большой Шантар (Охотское море) // Труды ИОАН СССР. – 1970. – Т. 88. – С. 288–297.
15. Гусарова И.С. Макрофитобентос северной части Амурского залива // Известия ТИНРО. – 2008. – Т. 155. – С. 88–98.
16. Евсеева Н.В. Макрофитобентос прибрежной зоны южных Курильских островов // Труды СахНИРО. – 2007. – Т. 9. – С. 125–145.
17. Калита Т.Л., Скрипцова А.В. Сублиторальные сообщества макрофитов Уссурийского и Амурского заливов (Японское море) в современных условиях // Биология моря. – 2014. – Т. 40, № 6. – С. 427–434.
18. Ключкова Н.Г. Флора водорослей-макрофитов Татарского пролива и особенности ее формирования. – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 291 с.
19. Огородников В.С. Водоросли-макрофиты северных Курильских островов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2007. – 25 с.
20. Селиванова О.Н. Макрофиты российского шельфа Берингова моря, Командорских островов и юго-восточной Камчатки: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Владивосток, 2004. – 40 с.
21. Перестенко Л.П. Водоросли залива Петра Великого. – Л.: Наука, 1980. – 232 с.
22. Перестенко Л.П. Фитоценозы сублиторали восточной Камчатки и Командорских островов // Ботанический журнал. – 1996. – Т. 81, № 2. – С. 80–96.
23. Толстикова Н.Е. Бентосные макрофиты Анадырского залива Берингова моря: Автореф. дис. ... канд. наук. – М.: 1980. – 23 с.
24. Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. – 2025. – World-wide electronic publication, University of Galway. – URL: <https://www.algaebase.org>; searched on 11.02.2025.
25. Терийа Ж.П., Вилнер В., Фернандес-Гонсалес Ф. и др. Международный кодекс фитосоциологической номенклатуры. 4-е изд. // Растительность России. – 2022. – № 44. – С. 3–60. DOI: 10.31111/vegus/2022.44.3.
26. Дуленин А.А., Дуленина П.А., Коцюк Д.В., Свиридов В.В. Опыт и перспективы использования малых беспилотных летательных аппаратов в морских прибрежных биологических исследованиях // Труды ВНИРО. – 2021. – Т. 185, № 3. – С. 134–151. – URL: <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2021-185-134-151>.

УДК [595.384.12:591.4](268.45)

Ю.Е. Егорова, С.А. Судник

Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: yulya_egorova@mail.ru

**РАЗМЕРНО-ПОЛОВАЯ И РЕПРОДУКТИВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
КРЕВЕТКИ *PALAEMON ELEGANS* (RATHKE, 1837) (CARIDEA: PALAEMONIDAE)
ИЗ ПРИБРЕЖНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ
ОТ Г. ЗЕЛЕНОГРАДСКА ДО ПОС. МОРСКОЕ (2022–2024 ГГ.)**

Изучены и сравнены данные о размерно-половом составе и репродуктивной биологии креветки *Palaemon elegans* из прибрежной части Балтийского моря с 2022 по 2024 гг. Оценена изменчивость размерной структуры, полового состава креветок этих поселений и главных черт размножения самок. В поселениях количество креветок приближалось к равному; общая длина тела креветок составила 9,8–21,6 мм при длине карапакса 3,1–8,8 мм; июнь – начало августа в 2022–2024 гг. были временем нереста самок *P. elegans*, самки откладывают 836–1603 яиц с размерами у только что отложенных – 0,40–0,55 × 0,45–0,60 мм.

Ключевые слова: креветка, *Palaemon elegans*, самцы, самки, размеры тела, масса тела, репродукция.

Yu.E. Egorova, S.A. Sudnik

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: yulya_egorova@mail.ru

**SIZE, SEX AND REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS OF THE SHRIMP
PALAEMON ELEGANS (RATHKE, 1837) (SARDIDEA: PALAEMONIDAE)
FROM THE BALTIC SEA COAST FROM ZELENogradsk
TO THE VILLAGE OF MORSKOYE (2022–2024)**

Data on size-sex composition and reproductive biology of shrimp *Palaemon elegans* from the coastal part of the Baltic Sea from 2022 to 2024 were studied and compared. The variability of size structure, sex composition of shrimp from these settlements and the main features of reproduction of females was estimated. In the settlements, the number of shrimps was close to equal; the total body length of shrimp was 9.8–21.6 mm with carapace length of 3.1–8.8 mm; June - beginning of August in 2022–2024 were the time of spawning of females *P. elegans*, females lay 836–1603 eggs with the size of newly laid eggs 0.40–0.55 × 0.45–0.60 mm.

Key words: shrimp, *Palaemon elegans*, males, females, body size, body weight, reproduction.

Каменная креветка *Palaemon elegans* широко распространена в Восточной Атлантике, отмечена в Индийском океане; в водоемах Евразии это инвазивный вид. Креветка бентофаг-полифаг, в том числе детритофаг и некрофаг, важный пищевой объект ряда рыб, в том числе промысловых пород (европейской бельдюги, бычков, трески, камбалы). Кроме того, для ряда стран она объект коммерческого, для многих других – любительского лова.

В водах Калининградской области *P. elegans*, благодаря своей эвригалинности и эвритермности, распространен в прибрежной части моря и Калининградского залива. Немногочисленные публикации описывают встречаемость вида и ряд черт его биологии в водах, омывающих Калининградскую область [1, 2], по биологии вида у берегов Куршской косы за период с 2020 по 2024 гг. публикаций нет. Цель работы: изучение размерно-полового состава, особенностей репродуктивной биологии каменной креветки в 2022–2024 гг. в прибрежной части Балтийского моря.

Материал включал 82 особи креветок с четырех поселений из вод Юго-Восточной Балтики. В состав лабораторного биологического анализа [3] входили морфометрия, определение пола

и массы тела с точностью до 0,01 г, измерение общей длины тела (ОД) и длины карапакса (ДК) с точностью до 0,1 мм, у самок определение стадии зрелости яичников (по шестибалльной шкале) и стадии развития вынашиваемых эмбрионов (по пятибалльной шкале), подсчет величины плодovitости (количества яиц на плеоподах).

В целом в малочисленных пробах за 2022–2024 гг. встречено почти равное количество самцов и самок (43 : 39 экз.), и в более объемной пробе (содержала 48 особей), собранной у берегов г. Зеленоградска, соотношение полов приближалось к равному. Анализ литературных данных также показал, что половой состав особей из репрезентативных сборов каменной креветки с прибрежных вод Калининградского залива и Юго-Восточной Балтики у берегов Калининградской области чаще демонстрировал примерно равное соотношение полов [1, 2, 4].

Размеры тела креветок *P. elegans* в морских поселениях у берегов Куршской косы в период 2022–2024 гг. составили по общей длине тела (ОД) 9,8–21,6 мм (для самцов 10,0–21,6 мм, для самок 9,8–21,6 мм) – самцы и самки по ОД достигали одинаковых размеров. Общие размеры по длине карапакса (ДК) составили 3,1–8,8 мм (для самцов – 3,1–6,6 мм, для самок – 3,9–8,8 мм).

Размеры креветок *P. elegans* из поселения у пос. Рыбачьего по ОД составили 9,8–16,4 мм, по ДК 3,9–6,8 мм; самые крупные креветки встречены здесь в 2024 г. – самцы с ОД 16,4 мм; самки по ОД достигали несколько меньших размеров (табл. 1), однако их максимальная ДК (более надежный размерный признак, поскольку точнее измеряется, чем общая длина, – из-за несколько изогнутого тела у креветок в целом) была немного крупнее таковой у самых крупных самцов. Максимальные размеры креветок из поселений у пос. Лесного и Морское в 2022–2023 гг., как по ОД, так и по ДК, были сравнимы с таковыми у креветок из поселения у пос. Рыбачьего. А самых крупных размеров достигали особи вида из поселения у г. Зеленоградска, летом 2023 г.: ОД до 21,6 мм – при этом как у самцов, так и у самок, ДК до 8,8 мм – у самцов (табл. 1).

Таблица 1

Размеры самцов и самок *P. elegans*, Балтийское море у Куршской косы, 2022–2024 гг.
(*d* – диапазон; *m* ± *sd* – среднее значение ± стандартное отклонение)

Место сбора	Дата	Самки				Самцы			
		ОД, мм		ДК, мм		ОД, мм		ДК, мм	
		<i>d</i>	<i>m</i> ± <i>sd</i>	<i>d</i>	<i>m</i> ± <i>sd</i>	<i>d</i>	<i>m</i> ± <i>sd</i>	<i>d</i>	<i>m</i> ± <i>sd</i>
пос. Рыбачий	08.06. 2022	11,0–12,3	–	4,2–4,6	–	10,0–13,0	12,0 ± 1,37	3,9–4,6	4,2 ± 0,27
	31.05. 2024	9,8–14,6	12,24 ± 2,35	4,6–6,8	5,58 ± 1,010	14,2–16,4	15,3 ± 1,06	5,0–6,0	5,6 ± 0,49
	14.07. 2024	–	–	–	–	14,6–16,4	15,3 ± 0,77	6,0–6,4	6,1 ± 0,20
пос. Лесной	08.06. 2022	–	–	–	–	10,0–11,0	–	3,1–4,0	–
	07.09. 2023	15,2; 16,4	–	6,0; 6,0	–	12,2–15,4	14,2 ± 1,42	5,8–6,6	6,5 ± 0,55
пос. Морское	08.06. 2022	10,2–12,0	10,9 ± 0,87	3,9–4,5	4,2 ± 0,275	10,0	–	3,9	–
г. Зеленоградск	01.08. 2023	13,2–21,6	17,2 ± 2,14	4,0–8,8	6,2 ± 1,106	12,0–21,6	16,2 ± 2,66	4,6–6,6	5,8 ± 0,51

Можно отметить, что самыми мелкими самками из сборов за 2022–2024 г. оказались особи из поселения у пос. Морское, – их ДК была достоверно меньше – на 25%, по сравнению с самками у пос. Рыбачьего, и на 32% – по сравнению с самками у г. Зеленоградска (табл. 1). А самые мелкие по ДК самцы доминировали в пробе за июнь 2022 г. у пос. Рыбачьего – они были мельче особей с этого же поселения в мае – на 25% и особенно в июле 2024 г. – на 31%, также они были наименьшими по сравнению с самцами из поселения у пос. Лесного (на 35 %) и у г. Зеленоградска в 2023 г. (на 28%) (табл. 1).

По более ранним нашим наблюдениям за креветками из поселения у пос. Рыбачьего [4] размеры тела как самок, так и самцов *P. elegans* в 2010–2021 г. по ДК обычно достигали более крупных максимальных значений (самки – до 9–11,6 мм; самцы – до 7,2–9,0 мм), чем по нашим современным данным за 2022 и 2024 гг. Однако средние размеры самцов этих двух периодов

исследований достоверно не отличались, а самок – были более крупными у особей в летних пробах 2010 и 2021 гг., по сравнению с самками из пробы за конец мая 2024 г. – на 35–37%.

Сравнение с другими поселениями *P. elegans* в водоемах Калининградской области показало, что максимальные размеры самок вида из Балтийского моря у пос. Отрадного и Калининградского залива у пос. Коса в 2020 г. достигали схожих таковых, описанных для самок из поселений у Куршской косы (11,4 и 11,6 мм); самцы достигали чуть меньших или сравнимых размеров (8,0 и 9,2 мм); средние размеры разнополых особей в обоих случаях снова не отличались [5].

Масса тела креветок морских поселений в целом составила 0,11–0,56 г., при этом у самок она достигала больших значений (0,56 г), чем у самцов (0,33 г), при схожих размерах крупных разнополых особей. Можно отметить достаточную стабильность весовой структуры самцов и самок креветок из разных поселений у Куршской косы за период с 2022 по 2024 гг., отличия в массе тела определялись различиями в его размерах. Масса особей вида из других поселений в водах Калининградской области была: 0,09–0,51 г у самцов (из вод Калининградского залива) и 0,09–1,18 г у самок (из Калининградского залива), по данным за 2016–2017 гг. [1].

Из 39 проанализированных самок, собранных весной – летом 2022–2024 гг. в прибрежной части Балтийского моря у берегов Куршской косы, 55% особей яиц не вынашивали, 45% самок были яйценосными (последние встретились только у г. Зеленоградска летом 2023 г.).

Среди самок, не вынашивающих яйца (ДК 3,9–8,8 мм) сильно доминировали в целом не крупные особи с неразвитыми яичниками (стадия II) (табл. 2); кроме них встречено несколько более крупных самок (ДК 6–8,8 мм) также с неразвитыми яичниками, но это были посленерестовые особи, и одна не мелкая самка с гонадами в самом начале созревания (стадия III). Эти данные указывают с одной стороны на то, что июнь – июль 2022–2024 гг. были временем нереста самок вида в поселениях у Куршской косы, с другой стороны, что в это время встречались самки, еще только готовившиеся к первому созреванию. Гонады 76% яйценосных самок были созревающими (стадии III и IV), остальные особи были повторно преднерестовыми (стадия V).

Таблица 2

Репродуктивное состояние самок *P. elegans*, Балтийское море у берегов Куршской косы, 2022–2024 гг.
(*d* – диапазон, *m* ± *sd* – среднее значение ± стандартное отклонение)

Ст. зрелости яичников	Самки без яиц				Яйценосные самки						
	N, экз.	место (сезон, год)	ДК, мм		N, экз.	место (сезон, год)	ДК, мм		ст. развития эмбрионов	АРПП	
			<i>d</i>	<i>m</i> ± <i>sd</i>			<i>d</i>	<i>m</i> ± <i>sd</i>		<i>d</i>	<i>m</i> ± <i>sd</i>
II	16	Рыбачий и Морское, Зеленоградск (весна – лето 2022–2024)	3,9–6,4	5,60 ± 1,60	–	–	–	–	–		
III	1	Рыбачий (весна 2024)	6,8	–	9	Зеленоградск (лето 2023)	5,6–6,6	6,22 ± 1,10	1-2	922–1 420	1 194 ± 219
IV	–	–	–	–	4		5,5–6,6	6,2 ± 1,24	2-3	836–1 603	1 196,9 ± 255,36
V	–	–	–	–	4		5,8–8,6	6,2 ± 1,24	3-4	937–1 340	1 197,5 ± 255,00
VI-II	5	Лесное (сентябрь 2023) Зеленоградск (лето 2023)	6,0–8,8	5,96 ± 0,83	–	–	–	–	–		

Исследование показало наличие у вида синхронности двух репродуктивных процессов – созревания яичников и развития эмбрионов в яйцах, вынашиваемых самками на плеоподах (табл. 2): самки в начале созревания вынашивали яйца с еще неразвивающимися эмбрионами или эмбрионами в начале развития; у особей с яичниками в середине созревания на плеоподах были эмбрионы в середине созревания; преднерестовые самки вынашивали эмбрионы в середине развития и почти развитых личинок. Это обеспечивает возможность нескольких откладок яиц

за время нерестового сезона – то есть позволяет максимально эффективно использовать благоприятное для нереста и выклева личинок время. Подобная синхронность описана для самок многих каридных креветок из достаточно тепловодных для видов районов обитания [6]. Полученные по яйценосным самкам данные указывают на то, что начало августа для вида было временем активного нереста в поселении у г. Зеленоградска, и что он продолжался, возможно, до конца августа. Судя по данным эмбриогенеза, выклев личинок здесь в 2023 г. приходился на август и, возможно, начало сентября.

В более ранних исследованиях у берегов Куршской косы в 2010–2021 гг. в июне наблюдалась достаточно выраженная нерестовая активность, к августу отмечалось некоторое ее затухание, однако были признаки возможного продолжения нереста в сентябре.

Общий вывод: июнь – начало августа в 2022–2024 гг. были временами нереста самок *P. elegans* в поселениях у Куршской косы; нерест, вероятно, продолжался до конца августа; выклев личинок в 2023 г. приходился на август и, возможно, начало сентября; в прибрежных летних поселениях в водах Балтики у берегов Куршской косы кроме нерестово активных самок регулярно отмечаются более мелкоразмерные самки, готовившиеся к первому созреванию.

Размеры яиц и величина разовой реализованной плодовитости получены для 17 самок с ДК 5,6–8,6 мм из поселения у г. Зеленоградска (начало августа 2023 г.). Они вынашивали эмбрионы на стадиях развития с 1 по 4. Размеры яиц составили 0,40–0,61 × 0,45–0,65 мм, у только что отложенных (стадия эмбриогенеза 1) – 0,40–0,55 × 0,45–0,60 мм. Достоверного увеличения размеров яиц (как по длине, так и по ширине) на начальных стадиях эмбриогенеза (1–3), также как увеличения объема яиц, не обнаружено (табл. 3).

Таблица 3

Плодовитость и размеры яиц *P. elegans*, Балтийское море, г. Зеленоградск 2023 г.
(d – диапазон, ср – среднее значение; со – стандартное отклонение)

Стадия эмбриогенеза	Кол-во ♀♀	ДК, мм		Плодовитость, количество яиц		Размеры яиц					
						длина, мм		ширина, мм		объем, мм ³	
		d	ср ± со	d	ср ± со	d	ср ± со	d	ср ± со	d	ср ± со
1	6	5,8–6,6	6,22 ± 1,10	992–1 307	1 194 ± 219	0,45–0,60	0,57 ± 0,05	0,40–0,55	0,52 ± 0,05	0,04–0,08	0,08 ± 0,02
2	5	5,6–6,4	6,27 ± 1,26	836–1 500	1 215 ± 236	0,55–0,65	0,59 ± 0,04	0,50–0,60	0,53 ± 0,05	0,07–0,12	0,07 ± 0,02
3	4	5,8–7,0	6,22 ± 1,27	937–1 603	1 237 ± 235	0,55–0,60	0,59 ± 0,04	0,45–0,60	0,53 ± 0,05	0,05–0,11	0,08 ± 0,02
4	2	5,8; 8,6	–	1 063; 1 102	–	0,65	–	0,55; 0,61	–	–	–

Ранее, летом 2010–2021 гг. самки с ДК 4,6–11,6 мм у пос. Рыбачьего вынашивали эмбрионы на всех возможных стадиях развития, и в период эмбриогенеза с 1 по 3 стадию было обнаружено достоверное увеличение размеров яиц (по длине и ширине) в среднем в 1,1 раза, а объема в 1,6 раза [4]. Достоверных различий в размерах яиц с эмбрионами на стадиях развития 1–3 у самок из сборов у пос. Рыбачьего в 2010–2021 гг. и в 2023 г. не обнаружено. Большее увеличение объема яиц описано для *P. elegans* из вод Калининградского залива – в среднем в 2 раза, но и – за все время эмбриогенеза [1].

Разовая реализованная плодовитость (РРП, количество яиц в кладке) у самок креветки *P. elegans* в водах Балтийского моря у берегов г. Зеленоградска составила 836–1 603 яйца у самок с ДК 5,6–8,6 мм; начальная плодовитость (НРП) достигала 1 307 только что отложенных яиц. Эти данные вполне сопоставимы с величиной плодовитости вида у берегов Куршской косы (пос. Рыбачий) в 2010–2021 гг. (максимальная – до 1 500 яиц у самок с ДК 4,6–11,6 мм; НРП достигала 1 079 яиц). Плодовитость *P. elegans* из Калининградского залива и Пуцкой бухты достигала близких значений (до 1 950 и до 1 534 яиц соответственно) [1, 2, 7] к данным по плодовитости каменной креветки с морских поселений у берегов Калининградской области (до 1 603 яиц).

Выводы:

1. Соотношение полов у *P. elegans* в пробах из поселений прибрежной части Балтийского моря от г. Зеленоградска до пос. Морское (2022–2024 гг.) чаще приближалось к равному.

2. Размеры тела креветок по общей длине тела составили 9,8–21,6 мм; самцы и самки достигали одинаковых размеров. Общие размеры по длине карапакса составили 3,1–8,8 мм; самцы достигали несколько меньших размеров – до 6,6 мм. Максимальные размеры креветок из поселений у трех поселков Куршской косы были схожи, а у г. Зеленоградска достигали более крупных значений; средние размеры креветок из этих разных поселений не отличались; у самцов и самок доминировали особи двух размерных групп: ДК 4–5 и 6–7 мм. Средние размеры самцов у пос. Рыбачьего современного и более раннего (2010–2021 гг.) периодов исследований не отличались, а самки были более крупными в летних пробах 2010 и 2021 гг. – на 35–37%.

3. В целом индивидуальная масса тела креветок составила 0,11–0,56 г, при этом у самцов она достигала меньших значений (0,33 г), чем у самок при схожих размерах тела. Можно отметить достаточную стабильность весовой структуры самцов и самок креветок из разных поселений у Куршской косы за период с 2022 по 2024 гг. В общем для особей вида из вод у берегов Калининградской области известна возможность достижения массы тела 1,37 г отмечена у самок.

4. Июнь – начало августа в 2022–2024 гг. были временами нереста самок *P. elegans* в поселениях у Куршской косы. Нерест, вероятно, продолжался до конца августа. Выклев личинок в 2023 г. приходился на август и, возможно, начало сентября. В прибрежных летних поселениях в водах Балтики у берегов Куршской косы кроме нерестово активных самок регулярно отмечаются более мелкоразмерные самки, готовившиеся к первому созреванию.

5. Разовая реализованная плодовитость у *P. elegans* в водах Балтийского моря у берегов г. Зеленоградска составила 836–1 603 с размерами у только что отложенных яиц 0,40–0,55 × 0,45–0,60 мм; достоверного увеличения размеров яиц, также как достоверно значимых потерь яиц на начальных стадиях эмбриогенеза (1–3), не обнаружено.

Литература

1. Мирошниченко Я.В. Некоторые данные о биологии креветки *Palaemon elegans* (Rathke 1837) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) из Вислинского залива Балтийского моря в летний период 2016–2017 гг. // Межвуз. науч.-техн. конф. студентов и курсантов на базе ФГБОУ ВО «КГТУ» «Дни науки»: Материалы (2015 апреля 2018 г.). – Калининград: Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. – С. 160–165.
2. Цигвинцев С.В. О биологии креветки *Palaemon elegans* в водах Калининградского залива // Проблемы ихтиопатологии и гидробиологии. Первые шаги в науке: Сб. магистр. и аспирант. науч. работ. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2008. – С. 180–201.
3. Sudnik S.A., Falkenhaus T. The method of biological analysis for caridean shrimps (Decapoda: Natantia: Caridea) with emphasis on pelagic shrimps // Наука и общество в условиях глобализации: Материалы междунар. науч.-практ. конф. (21–22 апреля 2014 г.). – Уфа: РИО ИЦИП», 2014. – С. 7–11.
4. Судник С.А., Егорова Ю.Е. Особенности биологии каменной креветки *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Caridea: Palaemonidae) из Юго-Восточной Балтики у берегов Куршской косы в 2010–2022 гг. // Известия КГТУ. – 2023. – № 69. – С. 20–34.
5. Судник С.А., Егорова Ю.Е. Биология каменной креветки *Palaemon elegans* (Rathke, 1837) (Caridea: Palaemonidae) из вод Калининградского залива в 2020 г. // Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Актуальные проблемы зоологии России и сопредельных территорий»: Сборник докладов (14–15 апреля 2022 г.). – Ульяновск УГПУ им. И.Н. Ульянова, 2022. – С. 218–225.
6. Судник С.А. Экологические аспекты репродуктивных стратегий креветок: Дис ... канд. биол. наук. – Калининград, 2008. – 313 с.
7. Janas U., Mańkucka A. Body size and reproductive traits of *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Crustacea, Decapoda), a recent colonizer of the Baltic Sea // Oceanological and Hydrobiological Studies. – 2010. – Vol. 39, № 2. – P. 3–24.

УДК [597.553.2:574.24](571.66-25)

А.В. Климова, А.А. Бонк

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: annaklimovae@mail.ru*

**СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ТЕЛЕ МОЛОДИ КИЖУЧА
(*ONCORHYNCHUS KISUTCH*) И ГОЛЬЦА (*SALVELINUS MALMA*)
РЕКИ ПАРАТУНКИ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА) В 2023–2024 гг.**

В распределении микроэлементов (Zn, Mn, Cu, Ni, Ba, Cr, Pb и Cd) у молоди кижуча *Oncorhynchus kisutch* и гольца *Salvelinus malma*, выловленной в реке Паратунке в 2023–2024 гг., прослеживается общая тенденция к снижению их суммарного содержания с увеличением размера молоди, исключения выявлены только в отношении Ba и Cu. Проведенные исследования выявили, что содержание токсичных элементов Cd и Pb в лососевых рыбах реки Паратунки соответствует требованиям безопасности СанПиН РФ, предъявляемым к рыбе и морепродуктам.

Ключевые слова: кижуч *Oncorhynchus kisutch*, голец *Salvelinus malma*, лососевые рыбы, микроэлементный состав, свинец, кадмий, река Паратунка, Авачинская губа.

A.V. Klimova, A.A. Bonk

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: annaklimovae@mail.ru*

**CONTENT OF TRACE ELEMENTS IN THE BODY OF JUVENILE COHO SALMON
(*ONCORHYNCHUS KISUTCH*) AND CHAR (*SALVELINUS MALMA*)
OF THE PARATUNKA RIVER (SOUTHEAST KAMCHATKA) IN 2023–2024**

In the distribution of trace elements (Zn, Mn, Cu, Ni, Ba, Cr, Pb and Cd) in juvenile char *Salvelinus malma* and coho salmon *Oncorhynchus kisutch* caught in the Paratunka river in 2023–2024, a general trend towards a decrease in their total content with an increase in the size of juveniles is observed, the exception was found only for Ba and Cu. The studies revealed that the content of toxic elements Cd and Pb in salmon fish of the Paratunka River complies with the safety requirements of the Sanitary rules and regulations of the Russian Federation for fish and seafood.

Key words: coho salmon *Oncorhynchus kisutch*, char *Salvelinus malma*, salmonids, trace element composition, lead, cadmium, Paratunka River, Avacha Bay.

Экосистемные исследования водных объектов Камчатки представляют отдельный интерес рыбохозяйственной науки, особенно в контексте условий обитания ценных промысловых видов лососевых рыб. Среди основных водотоков Авачинского залива только в реке Паратунке функционирует рыбоводный завод, деятельность которого вносит значительный вклад в повышение рыбопродуктивности реки [1]. В то же время река, как и большая часть ее водосборной территории, подвержена антропогенному воздействию производственной мощности предприятий Авачинской агломерации и проживающего здесь населения [2]. Современная оценка состояния среды обитания лососевых рыб и соответствия рыбного сырья требованиям продовольственной безопасности является актуальной задачей [3]. Поэтому настоящая работа была направлена на определение содержания микроэлементов, включая тяжелые металлы, в лососевых рыбах и других компонентах водной экосистемы реки Паратунки в 2023–2024 гг.

Материал для исследования отбирали в осенний период 2023–2024 гг. в водотоках реки Паратунки (табл. 1, рис. 1). При этом пробы кижуча, идущего на нерест, отбирали в устьевой зоне (ст. 4) и в среднем течении реки (ст. 6) (табл. 1). Основной же район исследования был расположен

в среднем течении реки, станции 1–3, 5, 6 (рис. 1, Б). Для выявления различий в содержании элементов в лососевых рыбах в один и тот же день отобрали молодь кижуча из разных размерных групп в «Качинской яме» (ст. 1) и протоке Тихой (ст. 2). На станции 3 кроме молоди рыб отобрали пробы грунта и растительности (уруть). В лабораторных условиях разбирали молодь рыб по видам и размерным группам. Отдельные особи рыб объединяли в размерные группы (от 5 до 10 экземпляров) и формировали таким образом смешанную пробу. Размеры выловленной молоди кижуча *Oncorhynchus kisutch* варьировали от 1,8 до 15 см, молоди гольца *Salvelinus malma* – 3–12 см. Для элементного анализа у молоди использовали рыбу без внутренностей и у производителей – мышечную ткань.

Подготовку проб (грунт, растения и рыбы) к анализу выполняли с помощью системы кислотного разложения Milestone Ethos UP. Количественное определение Zn, Mn, Cu, Ni, Ba, Cr, Pb и Cd проводили на атомно-эмиссионном спектрометре с микроволновой плазмой Agilent MP-AES 4200. Содержание химических элементов в образцах приведено на мг/кг сухой массы.

Таблица 1

Даты и места отбора проб для исследования

Станция	Дата сбора	Координаты	Объект	Примечание
1	06.09.2023	53°02'14.9"N 158°22'41.5"E	кижуч	молодь, 8–10 см
	06.09.2023	53°02'14.9"N 158°22'41.5"E	кижуч	молодь, 10–12 см
	06.09.2023	53°02'14.9"N 158°22'41.5"E	кижуч	молодь, 12–13 см
2	06.09.2023	53°02'25.6"N 158°22'26.6"E	кижуч	молодь, 8–10 см
	06.09.2023	53°02'25.6"N 158°22'26.6"E	кижуч	молодь, 10–12 см
	06.09.2023	53°02'25.6"N 158°22'26.6"E	кижуч	молодь, 12–15 см
	01.11.2023	53°02'25.6"N 158°22'26.6"E	голец	молодь, 11–12 см
	01.11.2023	53°02'25.6"N 158°22'26.6"E	кижуч	молодь, 8–10 см
3	08.09.2024	53°01'45.9"N 158°22'59.7"E	кижуч	молодь, 7–13 см
	22.09.2024	53°01'45.9"N 158°22'59.7"E	водное растение	<i>Myriophyllum</i> cf. <i>verticillatum</i>
	22.09.2024	53°01'45.9"N 158°22'59.7"E	грунт	уруть мутовчатая
	22.09.2024	53°01'45.9"N 158°22'59.7"E	кижуч	прибрежная зона
4	08.09.2024	52°59'45.9"N 158°24'06.6"E	кижуч	молодь, 1,8–4,3 см
	08.09.2024	52°59'45.9"N 158°24'06.6"E	кижуч	производитель, самец
5	08.09.2024	52°59'45.9"N 158°24'06.6"E	кижуч	производитель, самка 4 стадия зрелости
	08.09.2024	52°59'45.9"N 158°24'06.6"E	кижуч	самка 4 стадия зрелости
5	22.09.2024	53°02'22.0"N 158°22'42.0"E	голец	производитель, самец
6	22.09.2024	53°02'22.0"N 158°22'42.0"E	голец	производитель, самка 4 стадия зрелости

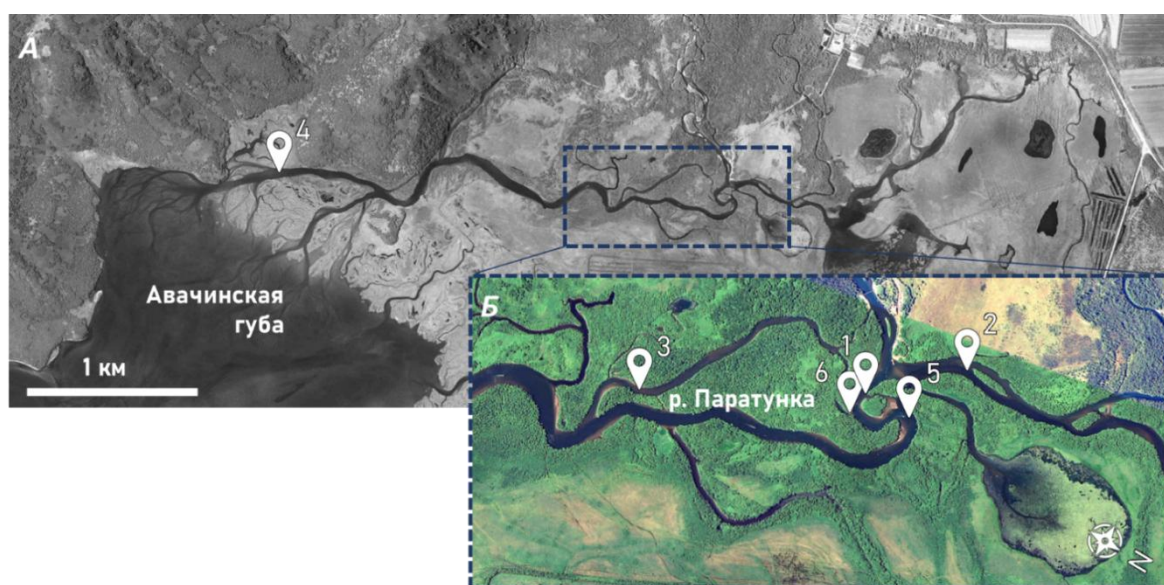


Рис. 1. Карта-схема района исследования в бассейне реки Паратунки в 2023–2024 гг.:
А – общий вид водосборной территории реки, Б – протоки в среднем течении реки

Содержание микроэлементов в проанализированных пробах грунта, растительности и рыб представлено в табл. 2. Максимальным суммарным уровнем накопления всех элементов (684 мг/кг) характеризовался грунт как депонирующая среда, обладающая повышенной аккумулярующей способностью (рис. 2, А). Значительное содержание металлов также свойственно для растительности (суммарный уровень 457 мг/кг), как и в грунтах и рыбах, основная доля в структуре накопленных элементов приходилась на Mn и Zn (рис. 2, А). В целом для рыб меньшего размера свойственно более высокое содержание проанализированных элементов, так разница между исследованными размерными группами гольца составила два раза. Марганец в телах рыб содержался в более низких значениях: у гольца его уровень накопления не превышал 45,7 мг/кг, у кижуча – 11,2 мг/кг. Известно, что у искусственно выращенной молоди кижуча и кеты содержание этого элемента достигает 18 мг/кг, у дикой молоди в среднем эти значения несколько выше [4]. Содержание Zn в телах рыб было выше, чем в пробах грунта и растений (рис. 2, А и табл. 2).

Таблица 2

Валовое содержание микроэлементов (мг/кг сухой массы)
в некоторых компонентах экосистемы река Паратунки в 2023–2024 гг.

Объект	Размерная группа	Cd	Ba	Cr	Pb	Cu	Ni	Mn	Zn
грунт		0,54	7,38	0,81	5,55	1,94	0,00	579,7	88,4
водное растение		1,66	12,23	8,01	3,85	2,86	1,01	344,2	83,0
Голец <i>Salvelinus malma</i>	3–4,5 см, 0-1+	0,37	2,80	17,5	3,03	6,64	7,93	45,7	158,8
	11–12 см, 3+	0,21	3,15	2,18	0,43	18,8	3,42	6,72	78,83
	min-max/Av	0,2–0,4 / 0,3	2,8–3,2 / 3,0	2,2–17,5 / 9,8	0,4–3,0 / 1,7	6,6–18,8 / 12,7	4,4–7,9 / 5,7	6,7–45,7 / 26,2	79–159 / 119
Кижуч <i>Oncorhynchus kisutch</i>	8–10 см, 2+	0,16	1,16	1,59	1,88	4,59	6,78	8,81	132,5
	10–12 см, 3+	0,10	1,04	2,20	2,46	4,31	17,3	8,45	125,5
	12–15 см, 3,5+	0,26	1,02	2,12	2,65	4,53	8,25	11,2	109,8
	производитель	0,37	0,56	1,17	3,45	2,26	2,02	3,56	39,8
	min-max/Av	0,1–0,4 / 0,2	0,6–1,2 / 0,9	1,2–2,2 / 1,7	1,9–3,5 / 2,6	2,3–4,6 / 3,92	2,0–17,3 / 8,6	3,6–11 / 8,0	40–133 / 101

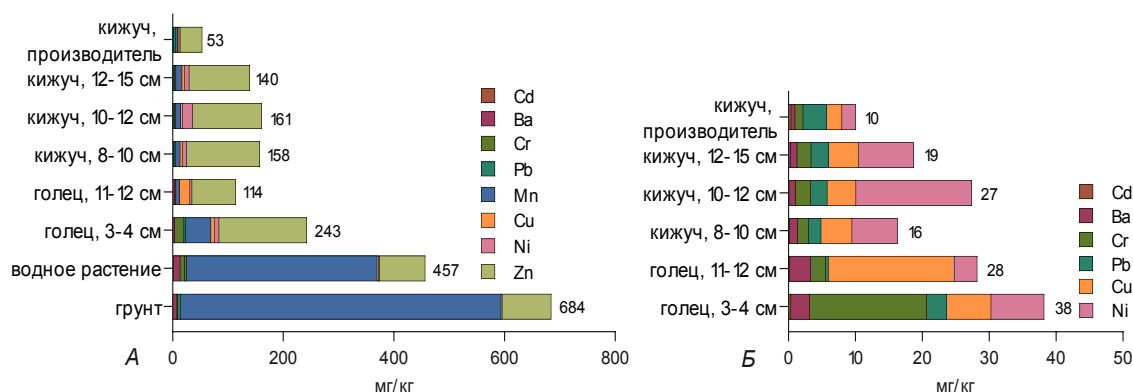


Рис. 2. Содержание микроэлементов (мг/кг сухой массы) в некоторых компонентах экосистемы реки Паратунки:
А – валовое содержание Zn, Mn, Cu, Ni, Ba, Cr, Pb и Cd в грунте, растительности и лососевых,
Б – валовое содержание Cu, Ni, Ba, Cr, Pb и Cd в лососевых рыбах

Из всех исследованных компонентов экосистемы в грунте и растительности определены наименьшие содержания никеля. У лососевых рыб среди сопоставимых размерных групп для молоди кижуча выявлено более высокие значения этого металла, чем для молоди гольца (рис. 2, Б, табл. 2). Для последнего также выявлен более высокий уровень накопления Cr. Содержание Cu у гольца изменялось в три раза с увеличением размера рыб (рис. 2, Б, табл. 2). В то же время у кижуча содержание Cu было равным у молоди из разных размерных групп и не превышало 4,6 мг/кг, в мышечной ткани производителей содержание составляло лишь 2,3 мг/кг. В распределении микроэлементов у разных размерных групп гольца и кижуча р. Паратунки прослеживается общая тенденция: снижение их суммарного содержания с увеличением размера молоди,

исключения выявлены только для Ba и Cu (рис. 2, А, табл. 2). Полученные результаты по уровням и особенностям накопления металлов у молоди лососевых рыб согласуется с литературными источниками [4].

Распределение и доля содержания микроэлементов в теле молоди кижуча из разных проток имеет схожий характер (рис. 3). Однако в протоке «Качинская яма» отмечено более высокое валовое содержание Mn и Ni. Вероятно, эти различия связаны с разницей в спектрах питания молоди, несмотря на незначительную удаленность станций 1 и 2. Ранее подобные результаты были получены для молоди кижуча в водотоках Карымай реки Быстрой [5]. Кроме того, поскольку разница в уровнях содержания Ni у одноразмерной молоди кижуча ст. 1 и ст. 2 достигала двух и более раз (рис. 3), то следует предположить наличие более высокого уровня техногенного воздействия на водоток «ст. 1 («Качинская яма»)». Данная станция находится ниже по течению и, вероятно, испытывает влияние впадающих выше водотоков с сельскохозяйственных угодий и территории жилой застройки села Паратунка и поселка Термального, а также расположенных здесь курортных комплексов.

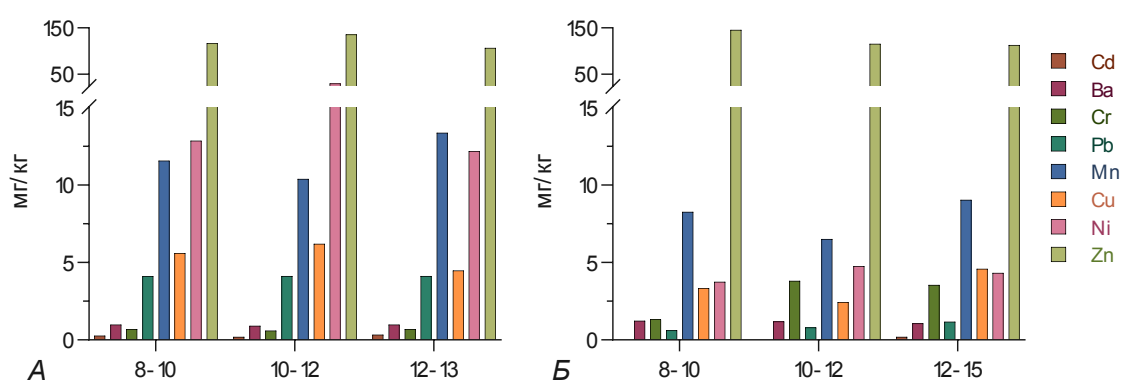


Рис. 3. Содержание микроэлементов в молоди кижуча разных размерных групп (8–10, 10–12, 12–15 см) из проток «Качинская яма» (А) и Тихой (Б)

Различия в характере накопления элементов между молодью двух видов лососевых рыб р. Паратунки также могут быть связаны с их пищевыми предпочтениями. В целом содержание анализируемых металлов в теле молоди гольца уменьшалось в ряду $Zn > Mn > Cu > Cr > Ni > Ba > Pb > Cd$, в теле молоди кижуча $Zn > Ni \geq Mn > Cu > Pb \geq Cr > Ba > Cd$ (см. рис. 2, табл. 2).

Максимальное содержание токсичных металлов выявлено в грунтах и растительности: Pb – 5,55 мг/кг и Cd – 1,66 мг/кг (см. табл. 2). У молоди гольца накопление Pb и Cd снижалось с увеличением размеров тела, у кижуча, наоборот, прослеживалась тенденция к увеличению концентрации металлов. Учитывая, что у лососевых рыб содержание сухого вещества составляет 25% от массы тела [6], произвели перерасчет содержания токсичных металлов на сырую массу (табл. 3). Установлено, что содержание Pb и Cd в исследованной молоди было ниже их предельно допустимых уровней: Pb не превышал 0,76 мг/кг сырой массы, Cd – 0,09 мг/кг сырой массы. Однако следует отметить, что в мышечной ткани производителей кижуча выявлен максимальный уровень накопления Pb среди рыб – 0,86 мг/кг сырой массы, близкий к пороговому значению санитарных норм безопасности для человека [7].

Таблица 3

Валовое содержание токсичных металлов (мг/кг сырой массы)
в лососевых рыбах реки Паратунки в 2023–2024 гг.

Вид	Размерная группа	Cd	Pb
Голец <i>Salvelinus malma</i>	3–4 см	0,09	0,76
	11–12 см	0,05	0,11
Кижуч <i>Oncorhynchus kisutch</i>	8–10 см	0,04	0,47
	10–12 см	0,02	0,62
	12–15 см	0,07	0,66
	производитель	0,09	0,86
ПДК		0,50	1,00

Содержание токсичных элементов Cd и Pb в лососевых рыбах реки Паратунки соответствует требованиям СанПиН РФ, предъявляемым к рыбе и морепродуктам. Несмотря на антропогенное воздействие на водосборную территорию р. Паратунки, известно, что повышенное содержание Pb и Cd в тихоокеанских лососях также может быть связано с местами их нагула в зоне влияния вулканической деятельности и апвеллингов в Курило-Камчатской биогеохимической провинции [3]. Поэтому продолжение эколого-химических мониторинговых работ за уровнем накопления тяжелых металлов в промысловых видах лососевых рыб и среде их обитания остается актуальными направлениями дальнейших исследований.

Литература

1. Паратунский экспериментально-производственный лососевый рыболовный завод // Официальный портал ФГБУ «ГЛАВРЫБВОД» Северо-восточный филиал. – URL: <https://sv.glavrybvod.ru/rybovodnye-zavody/eplrz-paratunskij/> (дата обращения: 24.02.2025 г.).
2. Доклад о состоянии окружающей среды в Камчатском крае в 2023 году. – Петропавловск-Камчатский: Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края. 2024. – 424 с.
3. Литвиненко А.В., Христофорова Н.К., Цыганков В.Ю. Влияние мест нагула на содержание тяжелых металлов в горбуше (*Oncorhynchus gorbuscha*, Salmonidae) // Вестник КамчатГТ. – 2022. – № 62. – С. 98–116. DOI: 10.17217/2079-0333-2022-62-98-116.
4. Запорожец Г.В. Микроэлементы в теле молоди тихоокеанских лососей: прикладные аспекты // Известия ТИНРО. – 2006. – Т. 136. – С. 35–55.
5. Стеблевская В.П., Исаева О.М., Бонк А.А. Питание молоди лососевых рыб протоки Карымайской // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы XV Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский, 2024. – С. 22–27.
6. Биохимический состав и калорийность тихоокеанских лососей в Охотском море / К.М. Горбатенко, И.В. Мельников, Е.Е. Овсянников, С.Л. Овсянникова // Известия ТИНРО. – 2019. – Т. 197, вып. 2. – С. 152–165. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-197-152-165.
7. СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» (с изменениями на 6 июля 2011 года). – М.: Минздрав России, 2002. – 36 с.

УДК 574.2:574.5+595.36:591.4

А.Д. Колесникова, С.А. Судник

Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: kolesnikova_aleksasha@bk.ru; svetlana.sudnik@klgtu.ru

РАЗМЕРНАЯ И ВЕСОВАЯ СТРУКТУРА АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ (*EUPHAUSIA SUPERBA*) БАСЕЙНА ПАУЭЛЛА

Euphausia superba – массовый, промысловый, в т. ч. в бассейне Пауэлла, вид. Общая длина тела 1 633 особей летом 2020 г. составила 13,2–50,2 мм (у 872 ювенильных особей – 13,2–32,0 мм, 335 самцов – 27,0–50,2 мм, 426 самок – 26,9–47,3 мм); преобладали некрупные особи (до 40 мм). Это по самцам схоже с другими данными для вида бассейна, но самки их проб были крупнее ($45 \pm 1,3$ мм). Масса тела особей составила 0,02–1,2 г ($0,35 \pm 0,1$), масса самцов ($0,57 \pm 0,08$ г) была выше таковой у самок ($0,45 \pm 0,05$ г), масса ювенильных особей – до 0,4 г ($0,14 \pm 0,02$ г). Весовой рост особей достоверно несколько опережал их линейный рост. Более крупная средняя масса тела особей из других районов Южной Атлантики может объясняться преобладанием в наших пробах ювенильных особей.

Ключевые слова: *E. superba*, антарктический криль, размеры, масса тела, бассейн Пауэлла.

A.D. Kolesnikova, S.A. Sudnik

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: kolesnikova_aleksasha@bk.ru; svetlana.sudnik@klgtu.ru

SIZE AND WEIGHT STRUCTURE OF ANTARCTIC KRILL (*EUPHAUSIA SUPERBA*) IN THE POWELL BASIN

Euphausia superba is a mass, commercial species, including in the Powell Basin. The total body length of 1 633 individuals in summer 2020 was 13.2–50.2 mm (872 juveniles 13.2 ± 32.0 mm, 335 males 27.0–50.2 mm, 426 females 26.9–47.3 mm); small individuals (up to 40 mm) predominated. This for males is similar to other data for the basin species, but females of their samples were larger (45 ± 1.3 mm). Body weight of individuals was 0.02–1.2 g (0.35 ± 0.1), weight of males (0.57 ± 0.08 g) was higher than that of females (0.45 ± 0.05 g), weight of juvenile individuals was up to 0.4 g (0.14 ± 0.02 g). Weight growth of individuals was slightly ahead of their linear growth. The larger average body mass of individuals from other regions of the South Atlantic can be explained by the predominance of juvenile individuals in our samples.

Key words: *E. superba*, Antarctic krill, size, body weight, Powell Basin.

Антарктический криль *Euphausia superba* (Dana, 1850) – ценный промысловый вид эуфаузиевых ракообразных. Обитает в холодных водах, циркумполярно вокруг Антарктиды в Южном океане. В настоящее время биомасса *E. superba* в Южном океане оценивается в более чем 300 млн т [1]. В целом о биологии вида накоплен большой массив данных, однако, анализ публикаций показал разрозненность, устарелость и, часто, фрагментарность сведений. Данные о популяционной биологии вида из бассейна Пауэлла довольно скудны [2–4].

Цель работы – исследование размерной и весовой структуры криля из вод бассейна Пауэлла летом 2020 г.

Задачи – проведение комплексного биологического анализа особей криля по оригинальной методике, исследование размерной и весовой структуры *Euphausia superba*.

Материал исследования (выражаем за него искреннюю благодарность Институту им. П.П. Шишова, г. Москва) – 1 633 особей криля бассейна Пауэлла – представлен в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

Материал *Euphausia superba*, бассейн Пауэрла, 2020 год

Дата	Станция	Координаты сбора проб	Орудие лова	Глубина, м	Фиксация	Количество особей, экз.
23.01	6597	60° 57'44" ю. ш. 53° 39'42" з. д.	трал Айзекса – Кидда	220	формалин 4–6%	82
25.01	6601	60° 54'25" ю. ш. 51° 21'39" з. д.		234		54
	6602	61° 01'94" ю. ш. 50° 52'29" з. д.		219		132
26.01	6604	61° 06'27" ю. ш. 49° 41'80" з. д.	трал Сигсби	242		30
28.01	6607	61° 45'15" ю. ш. 48° 46'23" з. д.	сеть Джеди	216		187
	6609	60° 32'93" ю. ш. 48° 10'22" з. д.	сеть Бонго	265		321
31.01	6617	61° 06'40" ю. ш. 49° 28'80" з. д.		265		636
01.02	6619	62° 20'52" ю. ш. 53° 13'44" з. д.	трал Айзекса – Кидда	269		191

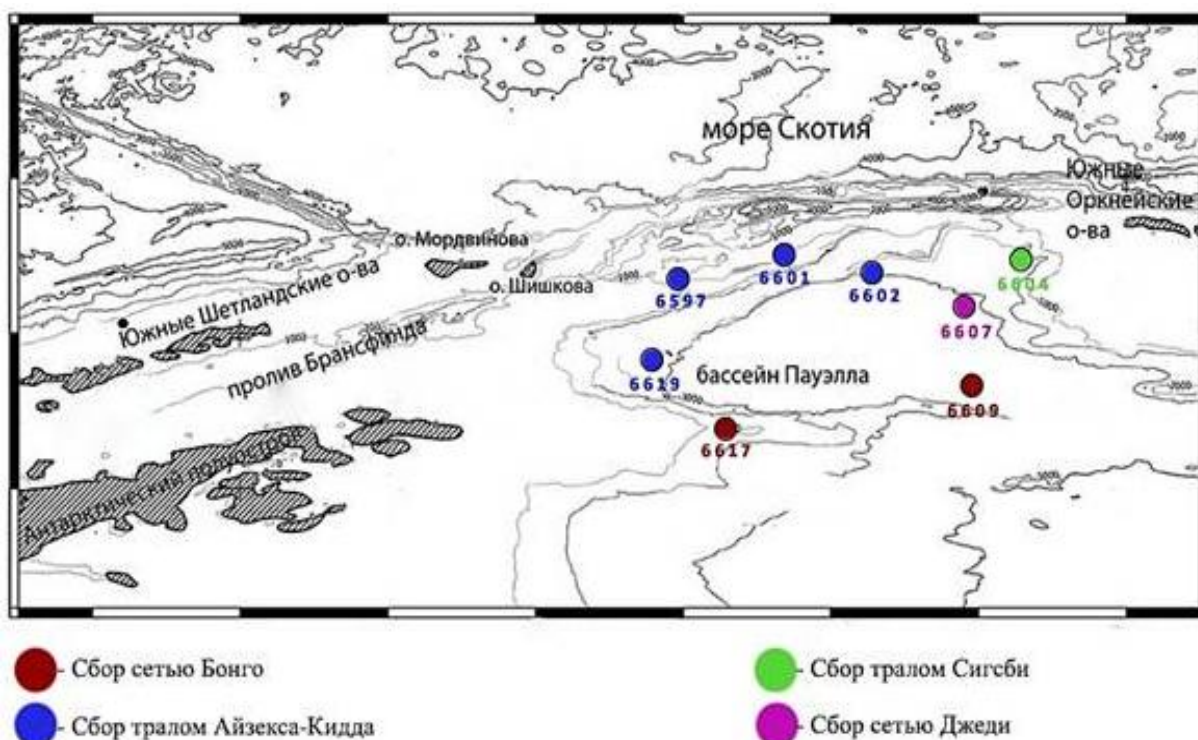


Рис. 1. Расположение станций сбора материала, бассейн Пауэрла, 2020

Для анализа использована методика комплексного лабораторного биологического анализа [4]. Пол особей определяли по строению совокупительных придатков, типу гонад. Общая длина тела (ДТ) измерялась от заднего края глаза до конца тельсона (без терминального шипика), с точностью 0,01 мм; длина карапакса (ДК) – от заднего края глазных орбит до середины заднего края карапакса, с точностью 0,01 мм. Массу тела оценивали с помощью электронных весов с точностью 0,01 г.

Размеры тела криля составили: ДТ 13,2–50,2 мм, ДК 3,1–19,0 мм; размеры 872 ювенильных особей, 335 самцов, 426 самок приведены в табл. 2.

Таблица 2

Размеры тела *Euphausia superba* бассейна Пауэрла, 2020 г.

Станция	Ювенильные особи		Самцы		Самки		Ювенильные особи		Самцы		Самки	
	д	$m \pm sd$	д	$m \pm sd$	д	$m \pm sd$	д	$m \pm sd$	д	$m \pm sd$	д	$m \pm sd$
6597	20,1–32,0	26,7 ± 2,7	27,0–46,0	39,2 ± 2,8	28,3–40,5	34,5 ± 2,2	6,1–12,0	8,1 ± 1,2	9,1–11,9	11,9 ± 1,3	8,7–14,9	12,2 ± 1,1

Стан-ция	Ювенильные особи		Самцы		Самки		Ювенильные особи		Самцы		Самки	
	д	$m \pm sd$	д	$m \pm sd$	д	$m \pm sd$	д	$m \pm sd$	д	$m \pm sd$	д	$m \pm sd$
6601	13,7–30,8	$22,5 \pm 2,0$	28,1–38,0	$32,8 \pm 2,9$	26,9–37,5	$32,0 \pm 2,0$	3,2–10,1	$6,7 \pm 1,1$	7,0–14,4	$9,7 \pm 0,9$	8,4–14,7	$11,1 \pm 1,0$
6602	13,7–30,8	$23,1 \pm 2,7$	28,1–38,0	$32,4 \pm 3,5$	26,9–37,5	$32,4 \pm 3,4$	3,2–10,3	$7,0 \pm 1,4$	7,0–14,4	$10,2 \pm 2,0$	8,4–14,7	$11,1 \pm 1,7$
6604	13,2–19,1	$15,2 \pm 1,4$	–	–	–	–	3,1–7,7	$4,4 \pm 8,8$	–	–	–	–
6607	16,3–30,1	$24,2 \pm 2,2$	27,0–50,2	$38,1 \pm 2,6$	28,3–47,3	$37,3 \pm 2,4$	4,7–9,5	$7,8 \pm 1,3$	8,1–17,9	$11,6 \pm 1,2$	8,4–19,0	$12,6 \pm 1,3$
6609	13,7–32,0	$25,0 \pm 2,4$	27,0–49,0	$38,1 \pm 2,4$	26,9–46,3	$35,1 \pm 2,6$	3,2–12,0	$7,5 \pm 1,9$	7,0–17,0	$11,7 \pm 1,3$	8,4–17,5	$12,2 \pm 1,4$
6617	13,6–31,3	$23,0 \pm 4,8$	27,0–50,2	$37,9 \pm 3,9$	26,9–47,3	$35,9 \pm 3,0$	3,1–11,5	$6,9 \pm 1,9$	7,0–19,0	$11,5 \pm 2,3$	8,4–19,0	$12,3 \pm 2,3$
6619	13,6–30,8	$21,7 \pm 3,05$	28,1–46,0	$38,3 \pm 4,5$	26,9–37,5	$32,2 \pm 3,5$	3,1–10,1	$6,5 \pm 1,4$	7,0–14,4	$11,4 \pm 2,3$	8,4–10,2	$11,3 \pm 2,2$

Примечание: m – среднее значение; sd – стандартное отклонение; д – диапазон.

Самые крупные по средним размерам тела ювенильные особи криля отмечены в северо-западной части (ст. 6597) бассейна Пауэлла: их ДТ была достоверно больше ДТ особей из более восточного района сбора (ст. 6604) ($t_{\text{стат}} = 4,3$, $t_{\text{табл}} = 2,98$) в 1,8 раза (табл. 2). Самые мелкие ювенилы, в сравнении с особями всех проб, отмечены в глубоководной котловине бассейна Пауэлла (ст. 6604). Средняя ДТ самцов со ст. 6597 тоже отличалась: была в 1,2 раза крупнее таковой у самцов более северных районов бассейна (ст. 6601) ($t_{\text{стат}} = 1,4$, $t_{\text{табл}} = 0,9$) (табл. 2). Среди самок особи с западного района бассейна (ст. 6607) отличались более крупной ДТ (в 1,2 раза), в сравнении с самками более северной его части (ст. 6601) ($t_{\text{стат}} = 2,1$, $t_{\text{табл}} = 1,9$) (табл. 2).

По другим данным [5], ДТ криля летом 2020 г. с бассейна Пауэлла составляла 21,3–50,2 мм, что по максимальным значениям схоже с нашими данными. Крупная молодь (ДТ $27,4 \pm 2,6$ мм) присутствовала, как и у нас, в северо-западной части бассейна. Среди особей обоих полов преобладали рачки с ДТ 40 мм, что по самцам в целом соответствует нашим данным для особей северных и центральных районов бассейна Пауэлла, а по самкам отличается – у нас доминировали самки поменьше (ДТ $35,6 \pm 1,2$ мм, по сравнению с $45 \pm 1,3$ мм найти).

Масса тела особей криля летом 2020 г. составила 0,02–1,2 г (табл. 3).

Таблица 3

Масса тела *Euphausia superba* бассейна Пауэлла, 2020 г.

пол	ювенильные особи		самцы		самки	
	диапазон	$m \pm sd$	диапазон	$m \pm sd$	диапазон	$m \pm sd$
масса тела, г	0,02–0,40	$0,14 \pm 0,02$	0,13–1,2	$0,57 \pm 0,08$	0,22–1,04	$0,45 \pm 0,05$

Масса тела самцов была в 1,3 раза достоверно больше, чем у самок ($t_{\text{стат}} = 7,45$, $t_{\text{табл}} = 2,48$) (табл. 3), что соответствовало их более крупным размерам тела (табл. 2). Для сравнения: средняя масса криля (независимо от пола) из других районов Южной Атлантики составляла 0,55–0,90 г, что сильно превышало полученные нами данные ($0,35 \pm 0,1$ г) [5]. Это может быть следствием преобладания ювенилов в наших пробах.

Впервые оцененная размерно-весовая зависимость для *E. superba* бассейна Пауэлла (рис. 2) показала: весовой рост особей достоверно несколько опережал линейный.

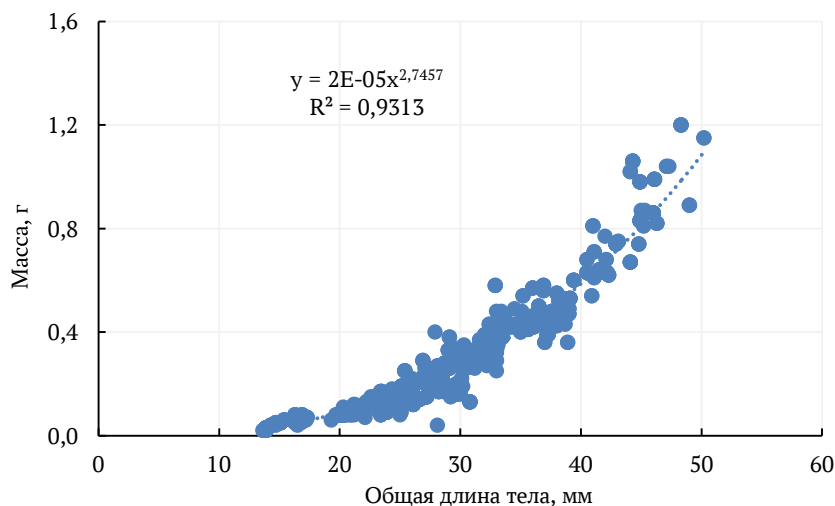


Рис. 2. Размерно-весовая зависимость у криля, бассейн Пауэлла, 2020 г.

В результате анализа размерно-весовой структуры 1 633 особей антарктического криля (*Euphausia superba*) из бассейна Пауэлла получены следующие результаты: общая длина тела исследованных особей в целом варьировала от 13 до 50 мм ($37,4 \pm 1,3$; у 872 ювенильных особей – 13,2–32,0 мм, 335 самцов – 27,0–50,2 мм, 426 самок – 26,9–47,3 мм), а длина карапакса от 3 до 19 мм ($6,9 \pm 1,0$ мм). Самые крупные по средним размерам ювенилы встречены на северо-западе бассейна Пауэлла, самые мелкие – в глубоководной котловине Пауэлла. Среди самцов и самок отмечено преобладание некрупных особей (до 40 мм), что, по данным других авторов по крилю этого района, по самцам оказалось схожим и в целом характерным для района в летний период, а по самкам отличалось – в нашем исследовании они обладали меньшими размерами, чем по другим наблюдениям ($45 \pm 1,3$ мм). Масса тела криля варьировала от 0,02 до 1,2 г, у самцов она была в 1,3 раза больше таковой у самок ($0,57 \pm 0,08$ и $0,45 \pm 0,05$ соответственно). Масса тела криля с бассейна Пауэлла летом 2020 г. была значительно меньше таковой у особей из других частей Южной Атлантики (до 0,9 г), что, видимо, связано с преобладанием ювенильных особей в наших пробах. Размерно-весовая зависимость, полученная для криля бассейна Пауэлла впервые, показала некоторое достоверное опережение весового роста особей по сравнению с их линейным ростом.

По другим данным [5], ДТ криля летом 2020 г. с бассейна Пауэлла составляла 21,3–50,2 мм, что по максимальным значениям схоже с нашими данными. Крупная молодь (ДТ $27,4 \pm 2,6$ мм) присутствовала, как и у нас, в северо-западной части бассейна. Среди особей обоих полов преобладали рачки с ДТ 40 мм, что по самцам в целом соответствует нашим данным для особей северных и центральных районов бассейна Пауэлла, а по самкам отличается – у нас доминировали самки поменьше (ДТ мм).

Литература

1. Антарктический криль: неиспользуемый биоресурс в продовольственном балансе России / С.Г. Митин, К.В. Колончин, С.Н. Серегин, Г.В. Сысоев // Научные труды ВЭО России. – Т. 1, № 233. – 2022. – С. 56–80.
2. Siegel V., Watkins J.L. Distribution, biomass and demography of Antarctic krill, *Euphausia superba*, 2015 // Advances in Polar Ecology. – 2015. – Vol. 1, № 1. – P. 21–100.
3. Антарктический криль: Справочник / Под ред. Быковой В. – М.: Изд-во ВНИРО, 2001. – 207 с.
4. Судник С.А., Колесникова А.Д. Комплексная методика лабораторного анализа криля *Euphausia superba* (Dana, 1850) (Euphausiacea: Euphausiidae) // Актуальные проблемы зоологии России и сопредельных территорий: Сборник материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти проф. В.В. Золотухина. – Ульяновск: «УГПУ им. И.Н. Ульянова». – 2022. – С. 225–233.
5. Сытов А.М., Козлов Д.А. Размерный состав и биологическая характеристика антарктического криля // Труды АтлантНИРО. – Т. 5, № 2. – 2021. – С. 101–115.

УДК [597.555.51: 639.2.081.117.211](571.6)

С.Г. Коростелев, В.А. Маснев, В.Е. Кириченко

*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683000
e-mail: korostelevs@mail.ru*

**РАЗМЕРНЫЙ СОСТАВ ТИХООКЕАНСКОЙ ТРЕСКИ *GADUS MACROCEPHALUS*
ПРИ ДОННОМ ЯРУСНОМ ПРОМЫСЛЕ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ
И ТИХООКЕАНСКИХ ВОДАХ КАМЧАТКИ В 2023–2024 ГГ.**

Исследован размерный состав тихоокеанской трески из ярусных уловов в западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Камчатки в период с марта 2023 г. по июнь 2024 г. Основу уловов составляли рыбы размерной группы 40–80 см, доля которых была более 90%.

Ключевые слова: тихоокеанская треска, ярусный промысел, размерный состав, западная часть Берингова моря, тихоокеанские воды Камчатки.

S.G. Korostelev, V.A. Masnev, V.E. Kirichenko

*Kamchatka branch of the Pacific Geographical Institute of FEB RAS,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000
e-mail: korostelevs@mail.ru*

**SIZE COMPOSITION OF PACIFIC COD *GADUS MACROCEPHALUS* IN BOTTOM
LONGLINE FISHERIES IN THE WESTERN BERING SEA
AND PACIFIC WATERS OF KAMCHATKA IN 2023–2024**

The size composition of Pacific cod from longline catches in the western part of the Bering Sea and the Pacific waters of Kamchatka in the period from March 2023 to June 2024 was studied. The basis of the catches were fish of the size group of 40–80 cm, the share of which was more than 90%.

Key words: Pacific cod, longline fishery, size composition, western part of the Bering Sea, Pacific waters of Kamchatka.

С конца 1980-х – начала 1990-х годов в прикамчатских водах возобновили лов тихоокеанской трески отечественные ярусоловы. В настоящее время доля ярусного лова российскими судами в общей величине годового вылова трески в большинстве районов достигает 30–60% [1], поэтому весьма актуальными аспектами прикладной рыбохозяйственной науки стало проведение наблюдений за видовым составом ярусных уловов и сбор информации о биологическом состоянии основных промысловых объектов.

Исследования выполнены на ярусных судах АО «КЗБ-сельдь» (табл. 1).

Таблица 1

Районы и сроки работ

Судно	Районы работ	Сроки работ	Продолжительность, сутки
СЯМ «Бланкет»	Западно-Берингоморская зона	29.03–23.05.2023	69
СЯМ «Калам»	Западно-Берингоморская зона, Карагинская и Петропавловск-Командорская подзоны	26.10–21.12.2023	57
СЯМ «Групер»	Западно-Берингоморская зона, Карагинская и Петропавловск-Командорская подзоны	29.03–17.06.2024	81

Сбор информации в рейсах проводился научными наблюдателями с применением полевого определителя рыб [2]. Ежедневно, в светлое время суток, проводили учет количественного и видового состава уловов. Выборочно выполнялся сбор биологической информации и материала [3].

СЯМ «Бланкет»

В апреле вылов трески варьировал от 75 кг (84 экз.) до 2 498 кг (797 экз.) и составил в среднем 854 кг, или 345 шт. (табл. 2). Наибольший улов был отмечен в точке с координатами 60.76667 с. ш. – 178.81500 з. д., на глубине 230 м, где улов достигал 347 кг, или 111 экз. на 1 000 крючков. Длина пойманных особей варьировала от 36 до 92 см, составляя в среднем 62 см (медиана 49 см) (рис. 1).

Таблица 2

Некоторые промысловые показатели работы СЯМ «Бланкет» в апреле – мае 2023 г.

Средний улов на ярусный порядок		Средний улов на 1 кассету		Средний улов на 1 000 крючков	
кг	экз.	кг	экз.	кг	экз.
Апрель					
853,8	345,3	69,0	27,9	114,9	46,5
Май					
2087,7	756,7	158,0	57,4	263,3	95,7

$M = 49,1$ см, $N = 7\,126$ экз.

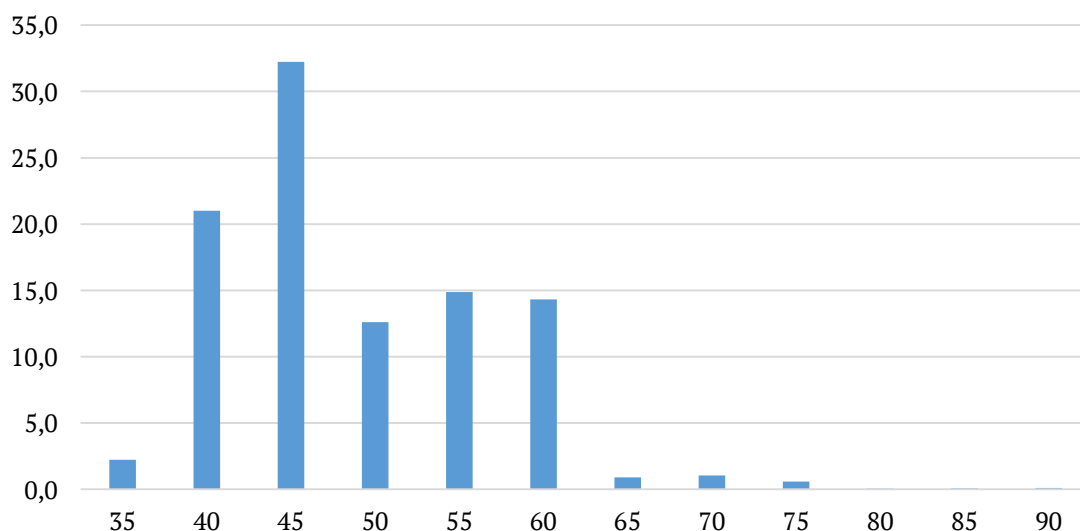


Рис. 1. Связь количества (%) и размеров трески (см) из ярусных уловов района работ СЯМ «Бланкет» в апреле 2023 г.

Во время промысла в мае объем вылова изменялся от 375 (151 экз.) до 4 947 кг (1 975 экз.), составляя в среднем 2 088 кг, или 757 экз (табл. 2). Наибольший улов был зарегистрирован в точке с координатами 60.87833 с. ш. – 178.58833 з. д., на глубине 186 м, где улов составил 550 кг, или 219 экз. на 1 000 крючков. Длина пойманных особей изменялась от 37 до 100 см, а в среднем 67,6 см (медиана 53 см). Основу улова на протяжении всех двух месяцев составляли рыбы размерной группы 45–80 см, доля которых была равна 97% (рис. 2).

Доля самцов и самок, по данным ПБА, в уловах в апреле составила 68,4 и 31,6%. Среди самок и самцов доминировали особи с гонадами на II и VI–II (51,3 и 22,3%) (рис. 3).

Доля самцов и самок, по данным ПБА, в уловах в мае составила 59,5 и 40,5%. Среди самок и самцов доминировали особи с гонадами на II и VI–II стадиях зрелости, их доля составляла 44,7 и 38,1% (рис. 4).

$M = 52,9$ см, $N = 10\,302$ экз.

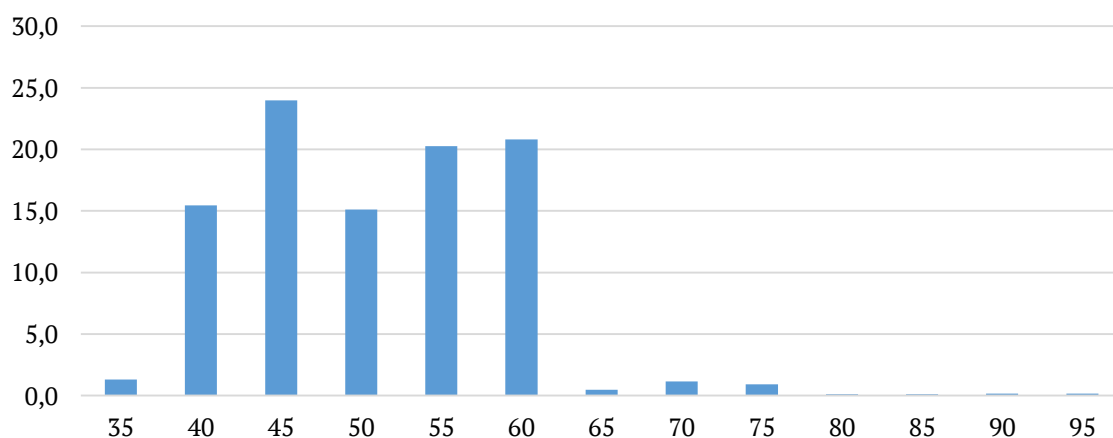


Рис. 2. Связь количества (%) и размеров трески (см) из ярусных уловов района работ СЯМ «Бланкет» в мае 2023 г.

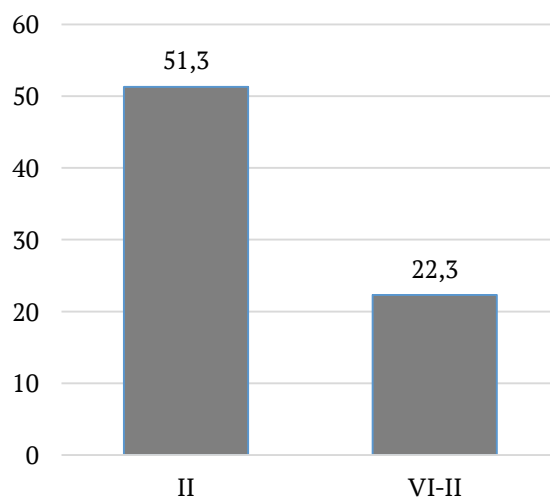
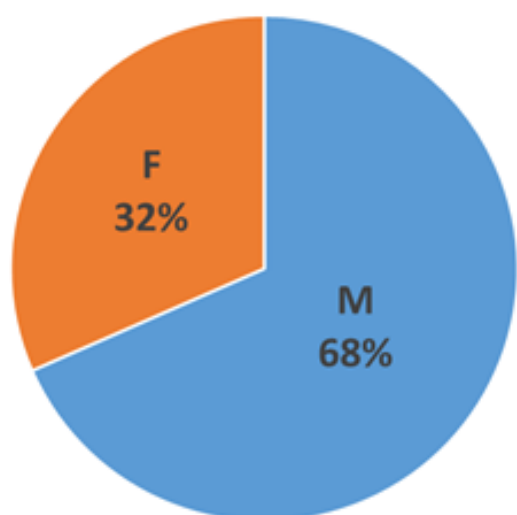


Рис. 3. Соотношение стадий зрелости гонад трески из ярусных уловов района работ СЯМ «Бланкет» в апреле 2023 г.

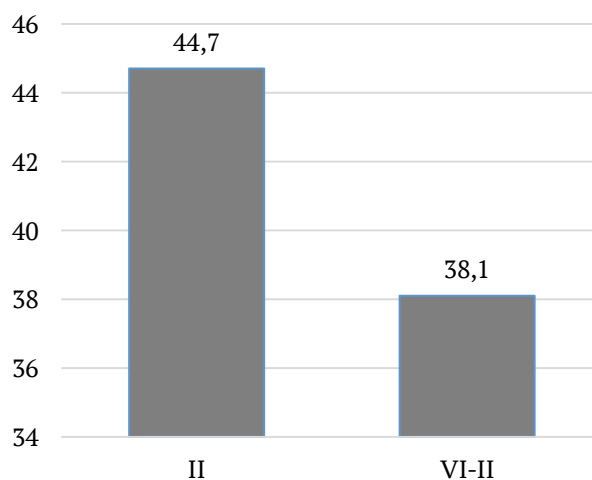
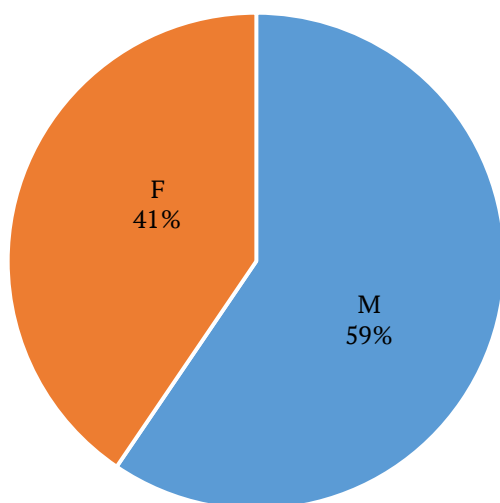


Рис. 4. Соотношение стадий зрелости гонад трески из ярусных уловов района работ СЯМ «Бланкет» в мае 2023 г.

СЯМ «Калам»

В ноябре вылов трески варьировал от 56 кг (11 экз.) до 1 067 кг (643 экз.) и составил в среднем 414 кг, или 278 шт. (табл. 3). Наибольший улов был отмечен в точке с координатами 60°24N 171°10E на глубине 98 м, где улов достигал 110,4 кг, или 71,4 экз. на 1 000 крючков.

В декабре вылов трески варьировал от 112 кг (51 экз.) до 1 750 кг (1 032 экз.) и составил в среднем 881 кг, или 450 шт. (табл. 3). Наибольший улов был отмечен в точке с координатами 56°15N 163°35E на глубине 120 м, где улов достигал 194,4 кг, или 94,9 экз. на 1 000 крючков.

Основу улова на протяжении всего рейса составляли рыбы размерной группы 41–80 см, доля которых была равна 94,6% (рис. 5).

Таблица 3

Некоторые промысловые показатели работы СЯМ «Калам» в октябре – декабре 2023 г.

Средний улов на ярусный порядок		Средний улов на 1 кассету		Средний улов на 1 000 крючков	
кг	экз.	кг	экз.	кг	экз.
Ноябрь					
427,4	280,7	34,4	22,9	57,3	38,2
Декабрь					
881,7	450,2	67,2	34,3	112,0	57,1

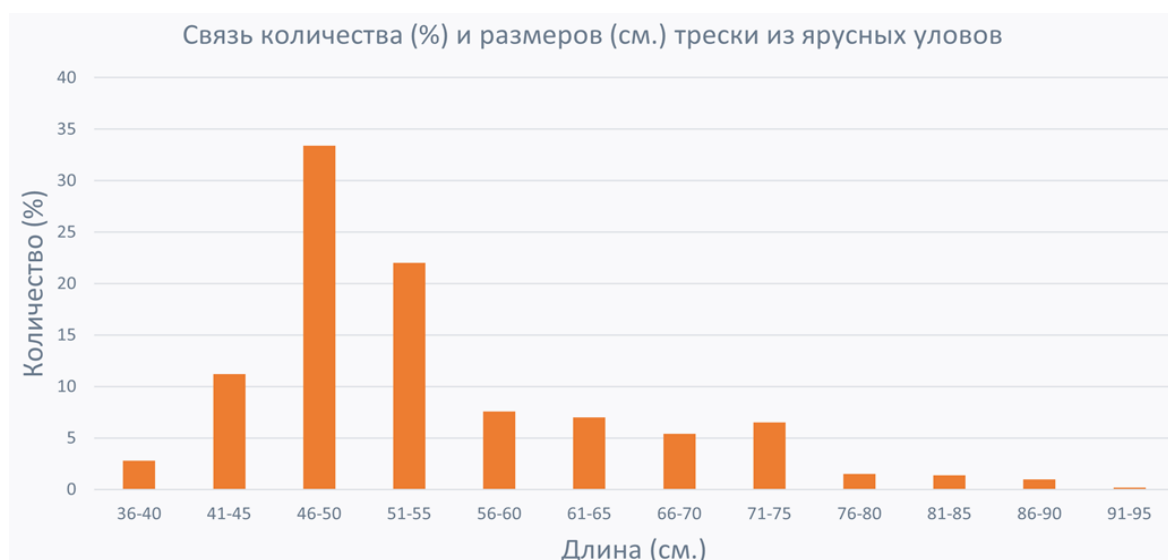


Рис. 5. Размерный состав тихоокеанской трески в октябре – декабре 2023 г. из ярусных уловов СЯМ «Калам»

СЯМ «Групер»

В апреле вылов трески варьировал от 220 кг (142 экз.) до 3 920 кг (1121 экз.) на ярус и составил в среднем 127 кг на кассету. Наибольший улов был отмечен в точке с координатами, 59°07N 165°14E на глубине 181 м, где улов достигал 280 кг (80 экз.) на кассету. Длина пойманных особей варьировала от 40 см до 95 см, составляя в среднем 55 см (рис. 6).

В мае вылов трески варьировал от 196 кг (97 экз.) до 2 500 кг (955 экз.) на ярус и составил в среднем 80 кг на кассету. Наибольший улов был отмечен в точке с координатами 61°44N 177°58W, на глубине 137 м, где улов достигал 167 кг (64 экз.) на кассету. Длина пойманных особей варьировала от 40 см до 95 см, составляя в среднем 55 см (рис. 7).

В июне вылов трески варьировал от 73 кг (47 экз.) до 2 230 кг (825 экз.) на ярус и составил в среднем 68 кг на кассету. Наибольший улов был отмечен в точке с координатами 62°15N 179°54W, на глубине 147 м, где улов достигал 149 кг (55 экз.) на кассету. Длина пойманных особей варьировала от 40 до 95 см, составляя в среднем 55 см (рис. 8).

Основу улова на протяжении всех трех месяцев составляли рыбы размерной группы 41–75 см, доля которых была равна 97%.

Таким образом, размерный состав тихоокеанской трески из ярусных уловов в западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Камчатки в период с марта 2023 г. по июнь 2024 г.

был относительно стабильным. Основу уловов составляли рыбы размерной группы 40–80 см, доля которых была более 90 %. В апреле – мае 2023 г. в уловах доминировали самцы, составляя 68 и 59% соответственно. Среди самок и самцов доминировали особи с гонадами на II и VI–II стадиях зрелости.

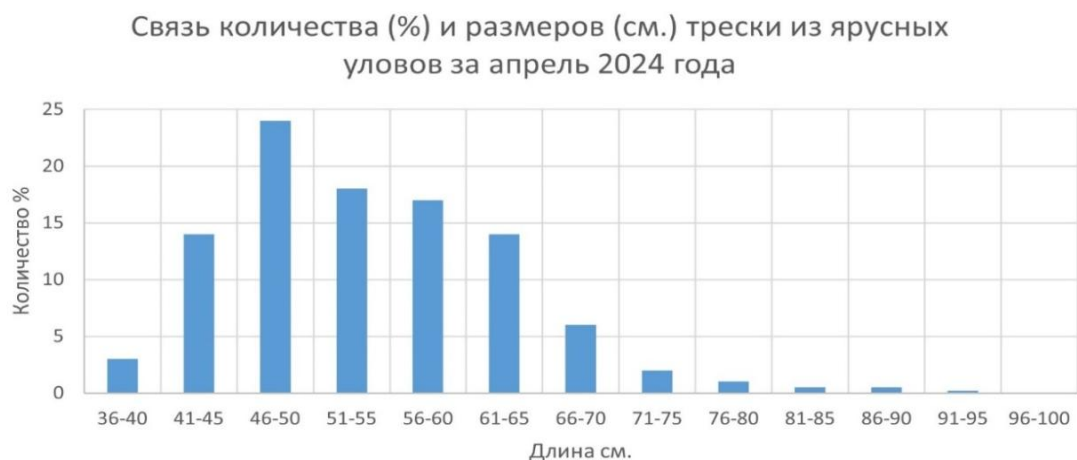


Рис. 6. Связь количества (%) и размеров (см) трески из ярусных уловов СЯМ «Групер» в апреле 2024 г.

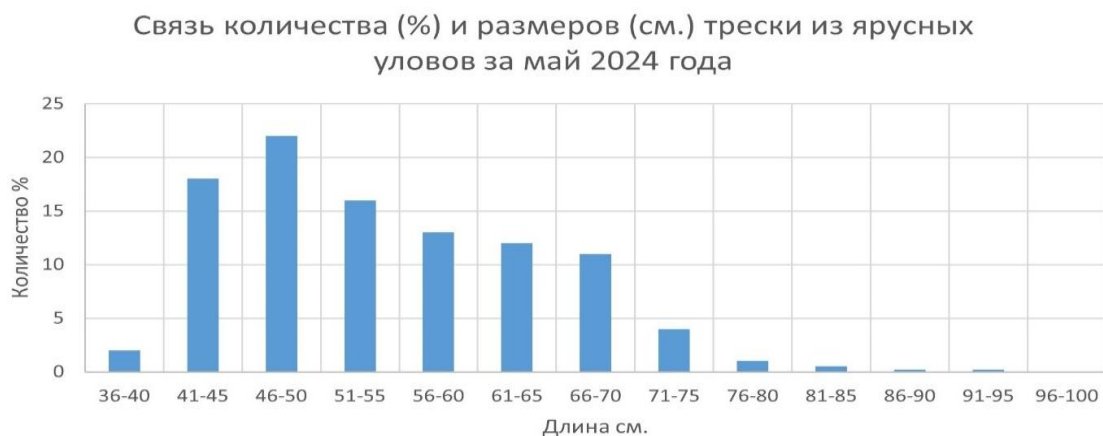


Рис. 7. Связь количества (%) и размеров (см) трески из ярусных уловов СЯМ «Групер» в мае 2024 г.

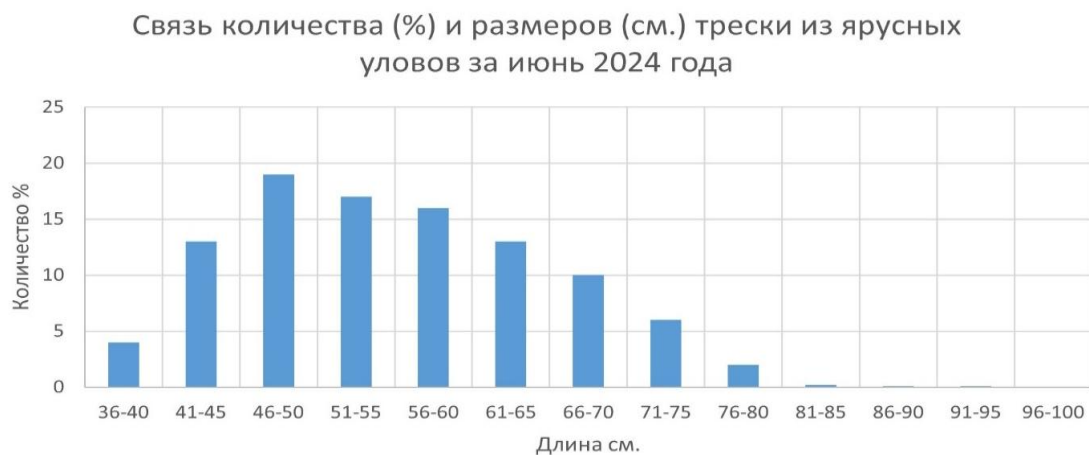


Рис. 8. Связь количества (%) и размеров (см) трески из ярусных уловов СЯМ «Групер» в июне 2024 г.

Литература

1. Сырьевая база российского рыболовства в 2012 году: Районы российской юрисдикции: Справочно-аналитические материалы. – М.: Изд-во ВНИРО, 2012. – 511 с.
2. *Тупоногов В.Н., Кодолов Л.С.* Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России. – Владивосток: Русский остров, 2014. – 336 с.
3. *Лакин Г.Ф.* Биометрия: Учеб. пособие для биологич. спец. вузов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1980. – 293 с.

УДК [595.384.2:574.2:574.5](262.54)

А.С. Овчарук, С.А. Судник

Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: arveyzer@mail.ru

**СОСТАВ ПИЩИ, СТРАТЕГИЯ ПИТАНИЯ КРАБА
RHITHROPAHOPEUS HARRISII (BRACHYURA: PANOPEIDAE)
ИЗ ТАМАНСКОГО ЗАЛИВА АЗОВСКОГО МОРЯ ЛЕТОМ 2011 Г.**

Изучение состава пищи и оценка стратегии питания инвазивного краба Харриса (223 особи), собранного в Таманском заливе летом 2011 года, показали: только у 14% крабов желудки были полностью наполнены пищей, в которой чаще и в большем количестве встречались нитчатые водоросли, на втором месте была высшая водная растительность, зоофагия у вида (поедал полихет, копепод и амфипод, личинок хиономид, двустворчатых и брюхоногих моллюсков), предварительно, вторична (доля животной пищи в два раза ниже, чем растительного происхождения); в период размножения родственных особей вероятен каннибализм. *Rhithropanopeus harrisii* залива в летний сезон охарактеризован как бентофаг-полифаг, предпочитающий фитофагию, при зоофагии использующий стратегию питания хищника-собирателя (чаще наедался за счет нескольких различных объектов животного происхождения).

Ключевые слова: *Rhithropanopeus harrisii*, Таманский залив, состав пищи, стратегия питания.

A.S. Ovcharuk, S.A. Sudnik

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: arveyzer@mail.ru

**FOOD COMPOSITION, FEEDING STRATEGY OF THE CRAB
RHITHROPAHOPEUS HARRISII (BRACHYURA: PANOPEIDAE)
FROM THE TAMAN BAY OF THE AZOV SEA IN SUMMER 2011**

The study of food composition and assessment of feeding strategy of invasive Harris crab (223 individuals) collected in the Taman Bay in summer 2011 showed: only 14% of crabs had stomachs completely filled with food, in which filamentous algae were more frequent and in greater quantity, flowering aquatic plants were in second place; zoophagy in the species (eating polychaetes, copepods and amphipods, chionomid larvae, bivalves and gastropod mollusks) was secondary (the proportion of animal food was twice lower than plant food); cannibalism was probable during the breeding period of the same species individuals. *Rhithropanopeus harrisii* of the bay in the summer season was characterized as a benthophagous polyphagous species, preferring phytophagy, with zoophagy using a predator-prey feeding strategy (more often feeding on several several different objects of animal origin).

Key words: *Rhithropanopeus harrisii*, Taman Bay, food composition, feeding strategy.

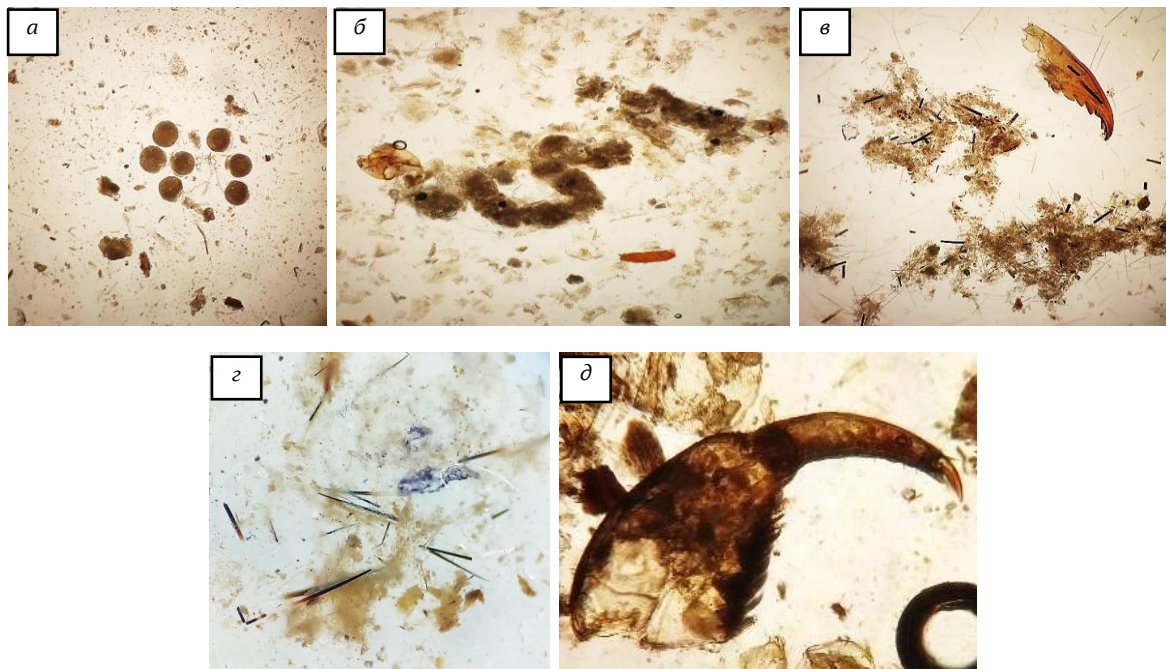
Rhithropanopeus harrisii, краб Харриса – инвазивный вид в ряде морей Европы, Тихого океана. Он расселился благодаря высокому уровню физиологической пластичности (выдерживает соленость 0–40 ‰ при температуре 0–35°C), планктонной, хорошо развитой личинке, широкому спектру питания, быстрому половому созреванию, высокой плодовитости. Эти крабы-вселенцы – активные хищники-полифаги, влияют на структуру местных бентосных сообществ, способны выселять нативные виды крабов [1]. Цель работы – оценить состав пищи и тип стратегии питания краба Харриса из вод Таманского залива в 2011 г.

Материалом исследований послужила проба (223 особи) краба *R. harrisii* с шириной карапакса 9,0–18,7 мм, собранная сотрудниками Института океанологии им. П.П. Ширшова (г. Москва) 13–14 июля 2011 г. в Таманском заливе Азовского моря.

Работа выполнена в рамках сотрудничества с этим Институтом и как часть темы ИП НИР ФГБОУ ВО «КГТУ»: Рег. № 13.13.029.2 «Систематика, зоогеография и экология ракообразных Мирового океана».

Все исследования проведены в соответствии с методикой [2]. Степень наполненности желудка крабов определялась визуально, по четырехбалльной шкале: 0 баллов – пустой; 1 балл – меньше чем наполовину заполнен пищей; 2 балла – более чем наполовину заполнен пищей; 3 балла – полностью заполнен пищей. Во всех желудках с пищей (у 105 особей) оценивались *состав* компонентов пищевого комка, *частота встречаемости* пищевых компонентов. Для особей с полным желудком также визуально определялась доля всех присутствующих объектов питания с точностью 10%; объекты с долей в пищевом комке меньше 10% просто перечислялись. По этим данным рассчитывался *состав усредненного виртуального пищевого комка*: для каждого встреченного пищевого компонента считалась сумма их частот встречаемости, поделенная на количество полных желудков (полученные доли в сумме составляют 100%).

Результаты исследований показали, что 60% особей имели желудки, наполненные пищей меньше, чем наполовину; 26% – заполненные более чем наполовину, 14% особей имели полные желудки. Идентификация таксономической принадлежности пищевых объектов, особенно животного происхождения, была затруднена из-за сильного измельчения крабами пищи и частичной ее переваренности (целых объектов в желудках практически не встречалось). На рисунке представлены некоторые встреченные пищевые компоненты, а в таблице их частоты встречаемости в составе пищевого комка. Чаще всего в желудках встречались песчинки, захваченные, вероятно, случайным образом с другой донной пищей. Из питательных пищевых объектов доминировали остатки растительности, что, возможно, связано с медленным перевариванием клетчатки [1], при этом низшая растительность (нитчатые водоросли) встречалась в три раза чаще, чем высшая. У некоторых особей отмечены неопределенные до конкретного таксона хитиновые остатки членистоногих животных (Arthropoda). В желудках четырех особей встречены обломки раковин двустворчатых моллюсков. Обнаружены яйца беспозвоночного животного сферической формы, внешне напоминающие яйца самого краба Харриса, что возможно, поскольку у вида встречается каннибализм [1]. У двух особей были найдены остатки личинок хирономид (Chironomidae), классифицированные по головным капсулам и особенностям строения вытянутых частей тела. Остатки полихеты опознаны по парным схожего размера зубчатым челюстным придаткам и щетинкам параподий. Они похожи на челюсти обычной в Азовском море полихеты *Hediste diversicolor*. У трех особей краба отмечен разноногий рак (Amphipoda; определен по типичному когтю грудной ноги), донный веслоногий рак (Serpoda; целый организм), брюхоногий моллюск (Gastropoda; части раковины).



Некоторые объекты питания краба Харриса, Таманский залив, 2011 г.: а – яйца, предположительно, самок *R. harrisi* (увеличение $\times 55$); б – остатки личинок *Chironomidae* (увеличение $\times 40$); в, г – фрагменты тел полихет (*Polychaeta*) (в – челюстные придатки, увеличение $\times 60$; г – щетинки параподий, увеличение $\times 40$); д – коготь рачка из *Amphipoda*

В составе виртуального усредненного пищевого комка 15 крабов (таблица) *R. harrisii* с полными желудками доминировали растительные компоненты – их доля составила чуть больше половины (почти 55%) от всего объема комка: на первом месте были нитчатые водоросли (41%), на втором – остатки высших растений (13%). Общая доля пищи животного происхождения в составе пищевого комка была почти в два раза ниже (29%), чем растительного происхождения; ее составили остатки тел двустворчатых моллюсков, разноногих ракообразных, яйца краба и неопределенные остатки тел членистоногих и каких-то других сильно измельченных животных. Остатки брюхоногих моллюсков, червей полихет, веслоногих ракообразных, личинок двукрылых насекомых (хирономид) хоть и были определены, но в оценку состава виртуального усредненного пищевого комка не вошли, поскольку были встречены в неполных желудках.

Состав пищи у особей *R. harrisii* из вод Таманского залива, 2011 г.

Объект в составе пищевого комка	Частота встречаемости объекта (в желудках всех особей), %	Количество объектов в желудке, экз.	Доля объекта в объеме усредненного виртуального пищевого комка (в ПОЛНЫХ желудках), %
Песчинки	79,0	–	16,0
Зеленые нитчатые водоросли	37,1	–	41,3
Высшая растительность	11,4	–	13,3
Неопределенные животные остатки	20,0	–	9,3
Неопределенные хитиновые остатки членистоногих животных	8,6	–	11,3
Bivalvia (двустворчатые моллюски)	3,8	–	2,7
Яйца краба Харриса	2,9	2, 7, 83	4,0
Polychaeta (многощетинковые черви)	1,9	1	–
Личинки насекомых Chironomidae	1,9	1, 3	–
Amphipoda (бокоплавы)	1,0	1	2,0
Cooperoda (веслоногие раки)	1,0	1	–
Gastropoda (брюхоногие моллюски)	1,0	1	–

В целом для вида известен довольно широкий спектр питания. В пище вида Вислинского залива по данным одних авторов [3, 4] преобладали растительные компоненты, других [1] – мизиды *Neomysis vulgaris*, полихеты *H. diversicolor* и личинки хирономид. А для крабов реки Мертвой Вислы основными источниками пищи были животные организмы – полихеты *Hediste diversicolor*, двустворчатые моллюски *Mytilus edulis* и *Dreissena polymorpha*, гидроиды *Cordylophora crispin*, а также зеленые водоросли *Cladophora sp.* и *Ulva sp.* [5]. Многие данные схожи с нашими данными по питанию вида Таманского залива. Однако, изотопные анализы пищи вида разных водоемов показали предпочтение им животных объектов и принадлежность особей с шириной карапакса более 12 мм к довольно высокому трофическому уровню (возможно, третьему), в рационе более мелких особей могла преобладать растительная пища (возможно – второй уровень) [1].

Стратегию питания краба при потреблении животных организмов, в соответствии с классификацией [2], можно отнести к стратегии хищника-собираателя: чаще наедается досыта за счет различных объектов животного происхождения (доля каждого мала); реже встречаются остатки только одного конкретного компонента.

Вывод: краб Харриса Таманского залива по результатам исследования летом 2011 г. может быть охарактеризован как бентофаг-полифаг, предпочитавший растительную пищу (особенно зеленые нитчатые водоросли), периодически включающий в диету животную пищу из моллюсков и членистоногих животных, вероятен каннибализм.

Литература

1. Залота А.К. Чужеродные виды десятиногих ракообразных (Crustacea Decapoda) в морях России и сопредельных водах: Дис. ... канд. биол. наук. – М., 2017. – 255 с.
2. Буруковский Р.Н. Питание и пищевые взаимоотношения креветок. – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2009. – 568 с.

3. Колесниченко А.И., Буруковский Р.Н., Марин И.Н. Состав пищи краба-вселенца *Rhithropanopeus harrisi* (Panopeidae, Brachyura, Decapoda) в Вислинском заливе Балтийского моря // Поволжский Экологический Журнал. – 2014. – № 4. – С. 508–515.

4. Буруковский Р.Н. О составе пищи и типе питания краба *Rhithropanopeus harrisi* (Gould 1841) (Decapoda, Crustacea, Panopeidae) Вислинского залива по материалам сборов 2010–2013 гг. // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: Тр. науч. конф. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – С. 53–60.

5. Turoboyski K. Biology and ecology of the crab *Rhithropanopeus harrisi* spp. *tridentatus* // Marine Biology. – 1973. – Vol. 23. – P. 303–313.

Секция 2. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫБОЛОВСТВА, ОТРАСЛЕЙ И ОБЪЕКТОВ РЫБОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

УДК 332.1:330.322

А.Д. Жуковский¹, В.Н. Ефименко²

¹ Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
Москва, 125167;

² Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: adzhukovskij@fa.ru

ИННОВАЦИОННОЕ ПЕРЕПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ МАЛЫХ ГОРОДОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: АКЦЕНТ НА ИНВЕСТИЦИИ

Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью поиска новых качественных подходов для преодоления устоявшихся негативных социально-экономических тенденций в малых городах Дальнего Востока. Генерация инновационных разработок и привлечение инвестиций на фоне международной напряженности при сложной территориальной специфике Дальневосточного макрорегиона является непростым, но очень важным подспорьем для экономического преобразования территорий на Дальнем Востоке. Эффективная разработка и прототипирование инновационных продуктов с выходом на промышленное производство, а также их благоприятное коммерческое будущее может стать как никогда ценным явлением для экономики малых городов уже в ближайшее время. Важно отметить, что модернизация на федеральном уровне существующей системы поддержки инновационной деятельности в малых городах могла бы существенным образом способствовать улучшению их инвестиционной привлекательности. Во многом именно в таких небольших городах сосредоточен на сегодняшний день уникальный инвестиционный потенциал, имеющий перспективу разработки инновационной продукции с потенциально высокой добавленной стоимостью. В Дальневосточном федеральном округе исторически и в современный период малые города испытывают поистине уникальные вызовы, связанные с их географической удаленностью, суровыми климатическими условиями и ограниченным доступом ко многим базовым, а порой даже элементарным группам товаров и услуг. В то же время малые города и их агломерации обладают значительным потенциалом для инновационного развития на Дальнем Востоке во многом через процессы вложения инвестиций в новые технологии с акцентом на промышленные специализации регионов, поскольку имеют комплекс уникальных природных ресурсов, стратегическое расположение рядом с рынками сбыта на более чем 500 млн человек, а также существующей логистикой всего Азиатско-Тихоокеанского региона в целом.

Ключевые слова: инновации, генерация инноваций, инвестиционный потенциал, малые города Дальнего Востока.

A.D. Zhukovskii¹, V.N. Efimenko²

¹ Financial University under the Government of the Russian Federation,
Moscow, 125167;

² Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: adzhukovskij@fa.ru

INNOVATIVE REPOSITIONING OF SMALL TOWNS IN THE FAR EAST: FOCUS ON INVESTMENTS

The relevance of this study is determined by the need to find new qualitative approaches to overcome the established negative socio-economic trends in the small towns of the Far East. Generating innovative developments and attracting investments against the background of international tension and the complex territorial specifics of the Far Eastern macroregion is not easy, but it is a very important tool for the economic transformation of terri-

tories in the Far East. Effective development and prototyping of innovative products with access to industrial production, as well as their favorable commercial future, can become more valuable than ever for the economy of small towns in the near future. It is important to note that the modernization at the federal level of the existing system of innovation support in small towns could significantly contribute to improving their investment attractiveness. In many ways, it is in such small towns that the unique investment potential is concentrated today, with the prospect of developing innovative products with potentially high added value. Historically and in the modern period, small towns in the Far Eastern Federal District have faced truly unique challenges related to their geographical remoteness, harsh climatic conditions and limited access to many basic, and sometimes even elementary groups of goods and services. At the same time, small towns and their agglomerations have significant potential for innovative development in the Far East, largely through the processes of investing in new technologies with an emphasis on the industrial specialization of the regions, as they have a complex of unique natural resources, a strategic location close to sales markets for more than 500 million people, as well as the existing logistics of the entire Asia-Pacific region as a whole.

Key words: innovations, innovation generation, investment potential, small towns of the Far East.

В условиях геоэкономической турбулентности малым городам для сохранения конкурентоспособности и реализации своего инновационного и инвестиционного потенциала требуется кардинально новая система позиционирования, способная закрепить существующие положительные тенденции и дать новые импульсы в стратегическом развитии. Стоит сказать, что сегодня в отечественной экономической практике малые города представляют собой целый комплекс уникальных, небольших, компактных городов примерно до 40–50 тыс. населения, где преобладает богатое историческое наследие, переходящее в значительный, порой нереализованный туристический потенциал, а также компактно размещенные производства легкой и тяжелой промышленности, что в совокупности составляет большую часть структуры занятости местного населения. Во многих таких городах на сегодняшний момент зачастую можно наблюдать снижение ключевых показателей развития промышленности, уровня деловой активности местного населения, ухудшающиеся миграционно-демографические параметры и качество уровня жизни, а также деградирующее состояние социальной и транспортной инфраструктуры в целом. Малые города в основном исторически были основаны в периоды промышленной индустриализации или экономико-инфраструктурного освоения новых территорий, когда ядром их экономики становились системообразующие промышленные предприятия, например, угледобывающие шахты, металлургические заводы, особенно с уклоном на продукцию двойного назначения в период обострения внешнеполитической обстановки, а также другие стратегически важные для государства отрасли, обеспечивающие основную занятость местного населения.

В свою очередь с течением времени и изменениями в научно-технологических процессах такие насыщенные промышленностью города столкнулись с сокращением спроса на традиционные виды промышленного производства, что в совокупности способствовало их экономической деградации и существенному снижению миграционной привлекательности для молодежи и трудоспособного населения из других регионов России и стран постсоветского пространства после развала СССР. Полагается возможным малые и отчасти депрессивные города России сгруппировать в локальные зоны старопромышленных, аграрно-промышленных и некоторых добывающих регионов европейского центра России, Урала, юга Сибири и особенно Дальнего Востока.

Характерной чертой малых городов является значительная зависимость от градообразующих предприятий и монопрофильности уклада местной экономики города, агломерации или даже целого региона. Это может означать, что их экономическое развитие и благосостояние жителей зачастую зависят от небольшого числа крупных предприятий, которые определяют векторы основной занятости местного населения в течение длительного индустриально-промышленного цикла, примерно от 30 до 70 лет, особенно ярко это просматривается в советский период после 1940-х годов и до конца 1990-х годов прошлого века.

В этой связи перепозиционирование экономико-промышленных и туристических специализаций моногородов на Дальнем Востоке может являться весьма эффективным управленческим подходом для сохранения их конкурентоспособности, повышения инвестиционной привлекательности и генерации инновационных продуктов на местах. Такой подход может существенным образом преобразить существующую деловую конъюнктуру, привлечь молодые кадры

и раскрыть потенциал конкретной территории, выраженный в разработке и производстве готовой продукции с высокой добавленной стоимостью и глубоким экспортным потенциалом.

Перепозиционирование малых городов в условиях Дальнего Востока может представлять собой процесс переосмысления управления городами, изменения подходов привлечения как инвестиций внутри страны, так и прямых иностранных инвестиций. Особая актуальность в перепозиционировании малых городов заключается в необходимости изменения подходов в вопросе привлечения инвестиций в текущей для России геополитической ситуации. Изменение логистических потоков, уход иностранных компаний и инвесторов из России не могут не сказываться на данных процессах.

Полагается возможным представить для малых городов Дальнего Востока несколько направлений их инвестиционного и инновационного перепозиционирования в новой экономической системе координат:

1. Развитие инфраструктуры. Улучшение транспортно-логистический, цифровой и энергетической доступности объектов позволяет привлечь инвестиции в регион и конкретное муниципальное образование.

2. Дальнейшее создание преференциальных режимов с тонкой настройкой экономических, налоговых и административных преференций. Эти меры позволят привлечь креативно мыслящих предпринимателей за счет снижения налоговых ставок и возможности получить субсидии из федерального или регионального бюджета.

3. Улучшение делового климата. Мера позволяет снизить административное давление на бизнес, упростить процедуру оформления документов, помочь предпринимателям или тем лицам, кто только планирует открыть свое дело.

4. Инновационное развитие. Ориентация на цифровизацию предприятий, создание высокотехнологичных кластеров и комплексов, позволяющих привлечь инновационные стартапы и приземлить их в налоговое резидентство муниципалитета.

5. Социальное развитие и повышение качества жизни. Создание комфортных условий для жизни позволяет привлечь не только инвесторов, но и организовать кадровое обеспечение инновационных производств.

6. Брендинг территории и единый дизайн-код. Стратегия позволяет изменить восприятие о регионе в сознании инвесторов и народа в целом, что повышает конкурентоспособность, особенно в направлении экономики креативных индустрий в контексте недавно принятого Федерального закона от 8 августа 2024 г. № 330-ФЗ «О развитии креативных (творческих) индустрий в Российской Федерации».

При этом в условиях Дальнего Востока имеется ряд особенностей в перепозиционировании малых городов. В России вопрос инвестиционного перепозиционирования стоит весьма остро в текущей ситуации в целом по стране. Российская экономика сегодня как никогда нуждается в новых комплексных управленческих подходах для устойчивого развития путем совершенствования существующих инструментов мер государственной и иной поддержки развития креативного предпринимательства, и в первую очередь в экономически дотационных регионах России, имеющих богатый, нереализованный экономический и туристический потенциал. Отдельного внимания заслуживает опыт иностранных государств в данной сфере, где имеются интересные передовые практики и управленческие решения, с возможностью их адаптации в российскую национальную экономику.

Важно также учесть и актуальный иностранный опыт в вопросах перепозиционирования малых городов, которые зачастую играют значительную роль в экономике региона, и именно в них находится налоговое резидентство крупных международных корпораций, известных во всем мире. Например, американская компания Walmart, управляющая крупнейшей в мире сетью оптовой и розничной торговли. Штаб-квартира данной компании находится в скромном маленьком городе Бентонвилле в штате Арканзас, население данного города составляет лишь около 35 тыс. человек. Другой пример – это город Бильбао в Испании. Этот город в 80-е годы пережил экономический кризис, вызванный спадом промышленности. Городские власти приняли решение о перепозиционировании города из промышленного в культурный и туристический центр через механизм джентрификации, что очень пригодились бы и в дальневосточных, и в целом российских территориальных реальностях городского экономического планирования. Отдельного внимания заслуживает и опыт австралийского города Хобарт. В городе относительно недавно были

открыты туристические объекты, например, музей старого и нового искусства (MONA), который привлек туристов со всего мира, и более того – стал площадкой для съезда профильных экспертов с разных уголков мира, привлекая дополнительное инвестиционное внимание к городу и стране в целом. Власти города акцентируют внимание на экологии, продвигают «зеленые» идеи, развивают новые интеллектуальные системы, что способствует росту прямых инвестиций в экономику города.

Таким образом, инвестиционное перепозиционирование – сложный управленческий процесс, заключающийся в улучшении бренда территории, комплексного улучшения инфраструктуры с целью привлечения инвестиций и высококвалифицированных кадров.

Кроме того, инновационные подходы в перепозиционировании малых городов на Дальнем Востоке могут оказать значительное влияние на развитие человеческого капитала, что будет иметь решающее значение для регионов, страдающих от дефицита квалифицированных кадров. Внедрение инновационных технологий требует подготовки специалистов нового типа, обладающих современными навыками и знаниями. Это стимулирует развитие образовательной инфраструктуры, улучшение качества профессиональной подготовки и создание условий для удержания молодежи в регионе. Более того, формируемая инновационная среда в малых городах сама по себе становится привлекательной для талантливых специалистов, что способствует замедлению образовательной и трудовой миграции в города-миллионеры и увеличению численности активного трудоспособного населения малых городов.

Литература

1. Жуковский А.Д. Применение контент-маркетинга в комплексном развитии неурбанизированных территорий России // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. – 2024. – Т. 21. – № 4 (136). С. 73–86.
2. Макаре С.В. и др. Основы экономического поведения и благосостояния населения: мотивы, факторы, ожидания: Монография. – М.: Федеральный научно-исследовательский социологический центр Российской академии наук, 2024.
3. Стратегии пространственного развития в Российской Федерации: географические ресурсы и ограничения / С.С. Артоболевский, В.Л. Бабурин, П.Я. Бакланов и др. // Известия Российской академии наук. Сер. геогр. – 2009. – № 3. – С. 8–17.
4. Внешняя торговля субъектов РФ ДФО [Электронный ресурс] / Офиц. сайт ФТС России Дальневосточное таможенное управление. – URL: <https://dvtu.customs.gov.ru/> (дата обращения: 20.02.2025 г.).
5. Антипин И.А., Власова Н.Ю., Шишкина Е.А. Цифровые технологии в развитии территорий: возможности и проблемы применения в практике государственного и муниципального управления // Управленец. – 2024. – Т. 15, № 6. – С. 17–29.

УДК 004.9:639.2/.3

А.В. Костенко, Д.К. Кузьмичев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: andr13kost@list.ru*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ В РЫБНОЙ ОТРАСЛИ

В работе рассмотрена актуальность использования машинного зрения в рыбной отрасли. Выполнен анализ схем и анализ автоматизированных систем управления технологическими процессами. Представлен состав и задачи информационных измерительных систем. Показано отличие машинного зрения от компьютерного. Представлены примеры использования машинного зрения в рыбной отрасли. Сделан вывод об актуальности и перспективности направления применения информационных измерительных систем, входящих в состав автоматизированных систем управления технологическими процессами рыбной отрасли, с использованием машинного зрения.

Ключевые слова: технологический процесс, автоматизация, машинное и компьютерное зрение, информационная измерительная система, первичный измерительный преобразователь, изображение.

A.V. Kostenko, D.K. Kuzmichev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: andr13kost@list.ru*

PROSPECTS FOR USING MACHINE VISION IN THE FISHING INDUSTRY

The paper considers the relevance of using machine vision in the fishing industry. The analysis of the schemes and the analysis of automated process control systems is performed. The composition and tasks of information measuring systems are presented. The difference between machine vision and computer vision is shown. Examples of using machine vision in the fishing industry are presented. A conclusion is made about the relevance and prospects of the direction of using information measuring systems included in automated process control systems in the fishing industry using machine vision.

Key words: technological process, automation, machine and computer vision, information measuring system, primary measuring transducer, image.

Рыбохозяйственный комплекс является основополагающей отраслью Камчатского края, поэтому проведение технической и технологической модернизации рыбодобывающего и рыбоперерабатывающего производств является необходимым условием их развития [1].

Внедрение информационных технологий, технологий искусственного интеллекта, а также повышение уровня автоматизации технологических процессов в рыбоводстве, рыболовстве и рыбопереработке, безусловно, является необходимым для решения задачи развития рыбохозяйственного комплекса.

Развитие автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) неразрывно связано с разработкой, совершенствованием и внедрением новых информационно-измерительных систем (ИИС), в том числе с использованием машинного зрения.

АСУ ТП представляет собой комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях. Системы автоматизации, в свою очередь, это технические средства или совокупность технических и программных средств, обеспечивающих [2]:

- получение и представление измерительной информации о ходе технологического процесса на объекте строительства (или технического перевооружения), о поддержании его согласно технологическому регламенту (функция контроля и регулирования);

– выработку и реализацию управляющих воздействий на ход технологического процесса (функции управления).

На рис. 1 представлена типовая схема АСУ ТП.

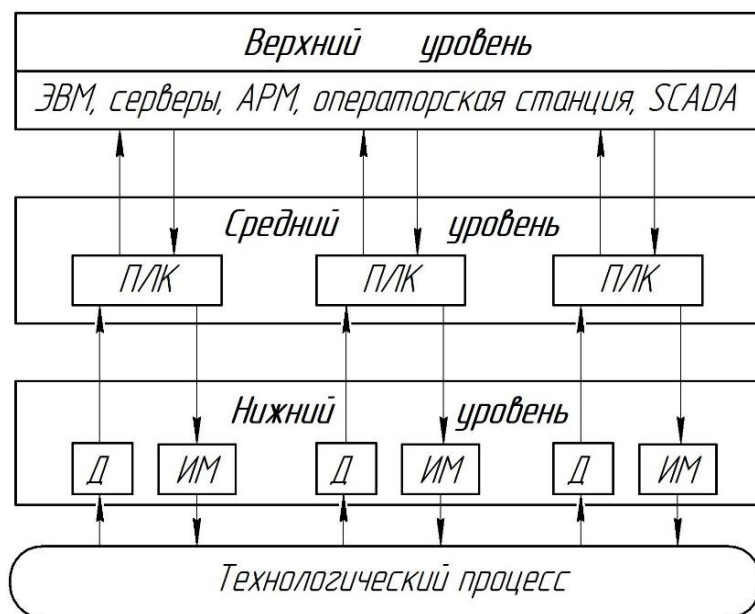


Рис. 1. Типовая схема АСУ ТП

Как видно из рис. 1, информация о требуемых (контролируемых, регулируемых) параметрах воспринимается от объектов технологического процесса при помощи датчиков (Д) и передается к программируемым логическим контроллерам (ПЛК), которые отправляют информацию на верхний уровень – уровень серверов, ЭВМ, автоматизированных рабочих мест (АРМ). Верхний уровень – это уровень диспетчеризации, задачей которого является сбор, хранение, выдача информации, визуализация параметров технологического процесса.

Программируемые логические контроллеры обрабатывают полученную от датчиков информацию в соответствии с заложенными в них алгоритмами и на ее основании управляют работой исполнительных механизмов (ИМ), которые изменяют параметры ТП.

Таким образом, нижний уровень АСУ ТП можно представить в виде двух составляющих – исполнительные механизмы (электродвигатели, заслонки, клапаны, золотники и т. д.) и датчики (воспринимающие устройства, чувствительные элементы).

Безусловно, качество регулирования технологическим процессом зависит, прежде всего, от достоверности полученной информации об объектах (температура, давление, скорость, расход и пр.). Весь блок устройств, отвечающих за сбор и передачу информации о параметрах ТП, объединяют в единый комплекс – информационную измерительную систему (ИИС).

В [3] дано определение измерительной системы – совокупность измерительных, связующих, вычислительных компонентов, образующих измерительные каналы, и вспомогательных устройств (компонентов измерительной системы), функционирующих как единое целое, предназначенная для:

- получения информации о состоянии объекта с помощью измерительных преобразований в общем случае множества изменяющихся во времени и распределенных в пространстве величин, характеризующих это состояние;
- машинной обработки результатов измерений;
- регистрации и индикации результатов измерений и результатов их машинной обработки;
- преобразования этих данных в выходные сигналы системы в разных целях.

Кроме этого, приведем определение информационной технологии по [4]: методы, способы, приемы и процессы обработки (сбора, накопления, ввода-вывода, приема-передачи, хранения, поиска, регистрации, преобразования, анализа и синтеза, предоставления, отображения, распространения и уничтожения) информации с применением программных и технических средств.

Таким образом, ИИС включает в себя как измерительную систему, что указывает на метрологические особенности их проектирования и функционирования, так и информационную систему, что указывает на ее особенности с точки зрения информационных технологий. Поэтому изучение и развитие ИИС должно вестись на базе системного подхода.

На рис. 2 приведем обобщенную структуру ИИС [5].

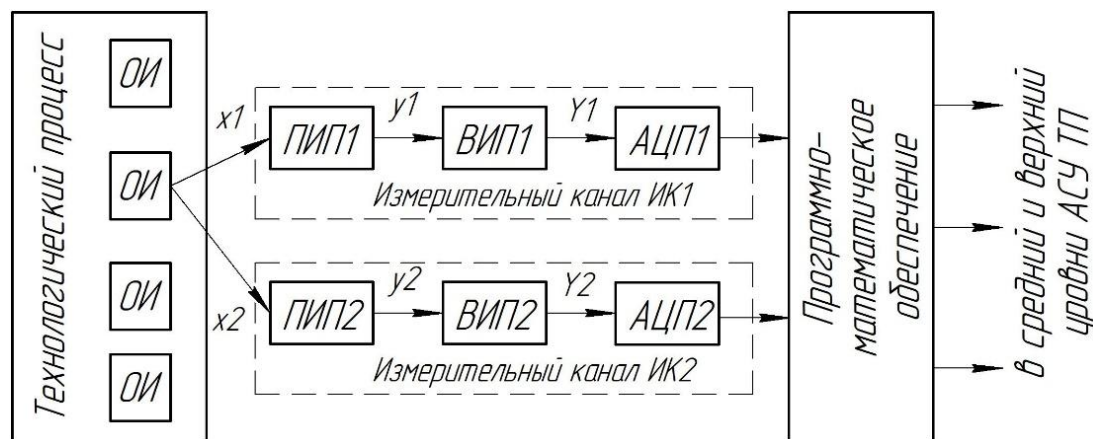


Рис. 2. Обобщенная схема ИИС

Как показано на рис. 2, информация (x_1) от объекта измерения (ОИ), входящего в технологический процесс, воспринимается первичным измерительным преобразователем (ПИП), который и представляет собой чувствительный элемент датчика, далее преобразованный сигнал (y_1) передается на вторичный измерительный преобразователь (ВИП), который выполняет вторичное преобразование сигнала (Y_1). Подготовленный таким образом сигнал попадает в аналого-цифровой преобразователь (АЦП) для соответствующего преобразования. Полученный после АЦП цифровой сигнал используется в ЭВМ с использованием программного обеспечения для анализа, переработки, хранения, а также выработки управляющего сигнала на его основе. Таких измерительных каналов может быть достаточно много, что, конечно, зависит от требуемого количества контролируемых параметров.

ИИС, как составная часть АСУ ТП должна обеспечить достоверность выдаваемой информации с учетом обеспечения необходимой скорости и достаточности, а также надежность функционирования.

Развитие современных ИИС неразрывно связано с их интеллектуализацией, что возможно с применением технологий искусственного интеллекта. Под интеллектуализацией ИИС следует понимать способность определять свое целесообразное поведение (алгоритм функционирования) в зависимости от изменяющихся условий их работы (текущих задач измерения и управления, входных воздействий, внутреннего состояния и имеющихся ресурсов) [6].

Развитие рыбной отрасли, имеющей для Камчатки важное экономическое значение, неразрывно связано с применением новых технологий не только в области переработки, но и с внедрением передового оборудования, применяемого в рыбохозяйственном комплексе при разведении, добыче и переработке рыб.

В связи с все большим использованием информационных технологий в рыбном хозяйстве актуальным является разработка способов и методов использования компьютерного и машинного зрения, являющихся одной из самых востребованных областей на современном этапе развития информационных технологий.

Компьютерное зрение – способность функционального блока принимать, обрабатывать и интерпретировать визуальные данные, допустимым синонимом является искусственное зрение. Компьютерное зрение включает применение зрительных чувствительных элементов для создания электронного или цифрового изображения зрительной сцены [7].

Машинное зрение – применение компьютерного зрения к машинам, роботам, процессам или для контроля качества. Термин «машинное зрение» применяется в инженерной области, его не следует путать с «компьютерным зрением» [7].

Применение машинного зрения в условиях рыбной отрасли является актуальным и позволит решить следующие задачи:

- контроль объектов с меняющимися свойствами – решение проблемы 100%-ного контроля продукции в условиях технологического процесса с обеспечением реализации требований обеспечения требуемой производительности и степени автоматизации, достоверности контроля, его надежности и точности.
- мониторинг кормления рыб и расхода кормов, а также подсчет рыб в процессах рыбоводства;
- подсчет рыбного сырья при добыче биоресурсов – подсчет объема вылова, подсчет неучтенного улова, контроль за средой обитания, сортировка рыбного сырья;
- улучшение процессов разделки рыб в автоматизированных машинах (например, разделка камбалы) [8];
- роботизация рыбообрабатывающего производства, в том числе более широкое использование роботов-манипуляторов.

Использование компьютерного зрения предполагает, естественно, работу с изображениями: получение изображения, передача его для обработки на компьютер, обработка изображений по специальным алгоритмам и выдача управляющего решения. Процессы обработки и анализ изображений накладывают отпечаток на аппаратное и программное обеспечение, поскольку существенно влияют на быстродействие ИИС, работающей в составе АСУ ТП. Поэтому поиск и разработка алгоритмов с применением необходимого математического аппарата для работ с изображением, также является актуальной задачей.

Информационные измерительные системы являются неотъемлемой частью АСУ ТП, от которой зависит надежность, достоверность, скорость получения, обработки и передачи информации об объекте измерения. Машинное зрение является актуальным и перспективным направлением дальнейшего развития автоматизации процессов в рыбной отрасли, позволяющей решить такие задачи, как контроль технологических процессов, контроль качества и количества сырья и готовой продукции, возможность применения роботов в производстве.

Литература

1. О внесении изменений в постановление Правительства Камчатского края от 27.07.2010 № 332-П «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Камчатского края до 2025 года»: Постановление Правительства Камчатского края № 1-П от 09.01.2018.
2. Свод правил 77.13330.2016. Системы автоматизации: Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 20 октября 2016 г. № 727/пр и введен в действие с 21 апреля 2017 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/13601/> (дата обращения: 16.02.2025).
3. ГОСТ Р 8.596-2002. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения: Принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 30 сентября 2002 г. № 357-ст. – Дата введения 2003-03-01 [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstandart.info/gost/001.017.020/gost-r-8.596-2002> (дата обращения: 16.02.2025).
4. ГОСТ Р 59277—2020. Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусственного интеллекта: Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 декабря 2020 г. № 1372-ст. – Дата введения 2021-03-01 [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/400794448/> (дата обращения: 16.02.2025).
5. Рубичев Н. А. Измерительные информационные системы: Учебное пособие. – М.: Дрофа, 2010. – 334 с.
6. Раннев Г.Г. Интеллектуальные средства измерений: Учебник для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издат. центр «Академия», 2011. – 272 с.
7. ГОСТ 33707-2016. Информационные технологии. Словарь: приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 сентября 2016 г. № 1189-ст. – Межгосударственный стандарт ГОСТ 33707-2016 (ISO/IEC 2382:2015) введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации. – Дата введения 2017-09-01 [Электронный ресурс]. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/63428/> (дата обращения: 16.02.2025).

8. *Fernando Martín-Rodríguez, Fernando Isasi-de-Vicente, Mónica Fernández-Barciela*. Computer Vision Methods for Automating Turbot Fish Cutting [Электронный ресурс]. – URL: <https://paperswithcode.com/paper/computer-vision-methods-for-automating-turbot>

УДК 332.1(571.66)

С.А. Кравцов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: sergeykravt003@gmail.com*

ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ПРОДУКЦИИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА КАМЧАТСКОГО КРАЯ И РАЗВИТИЕ ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА

В статье рассматривается диверсификация производства рыбoproductов Камчатского края и ее влияние на развитие экспортного потенциала региона. Особое внимание уделяется актуальным проблемам, связанным с чрезмерной зависимостью от экспорта сырья, а также необходимости внедрения передовых технологий глубокой переработки для повышения добавленной стоимости продукции. Автор подчеркивает стратегическую необходимость диверсификации продукции, освоения новых рынков и улучшения качества выпускаемых товаров в эпоху растущей международной конкуренции.

Ключевые слова: рыбохозяйственный комплекс, экспорт, диверсификация, международные рынки, глубокая переработка, добавленная стоимость, логистика, стратегическое развитие, качество.

S.A. Kravtsov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: sergeykravt003@gmail.com*

DIVERSIFICATION OF PRODUCTION OF THE KAMCHATKA FISHERY COMPLEX AND DEVELOPMENT OF EXPORT POTENTIAL

The article examines the diversification of fish production in Kamchatka Krai and its impact on the development of the region's export potential. Particular attention is paid to current issues related to excessive dependence on raw material exports, as well as the need to introduce advanced deep processing technologies to increase the added value of products. The author emphasizes the strategic need to diversify products, develop new markets and improve the quality of manufactured goods in the era growing international competition.

Key words: fisheries complex, export, diversification, international markets, deep processing, added value, logistics, strategic development, quality.

Камчатский край обладает богатейшей сырьевой базой, играет ключевую роль в рыбохозяйственном комплексе России. Рыбоперерабатывающая промышленность региона традиционно является одним из основных драйверов социально-экономического развития, обеспечивая занятость населения, поступления в бюджеты всех уровней и удовлетворение национальной потребности в рыбе и морепродуктах. Камчатка, традиционный лидер России в области переработки морепродуктов, в условиях действующих экономических санкций адаптирует свои стратегии, направленные на сохранение и расширение экспортных возможностей продукции из водных биоресурсов (ВБР). В условиях сложной международной ситуации регион демонстрирует активное развитие перерабатывающих мощностей, расширяет свое присутствие на мировых рынках и создает новые логистические маршруты.

Воды региона являются одними из наиболее продуктивных экосистем в мире, что обеспечивает высокий уровень промыслового потенциала. Основными видами биоресурсов края являются лососевые виды рыб (горбуша, кета, нерка, чавыча, кижуч), тресковые, минтай, сельдевые, палтусовые, а также крабы и другие ВБР. Ежегодно рыбохозяйственными организациями осваивается от 1,2 до 1,8 млн т ВБР.

Сегодня Камчатка обеспечивает значительную долю общероссийского объема добычи рыбы и продукции морепромыслового производства. По итогам 2024 г., камчатскими рыбаками было добыто 1 512 тыс. т, что составляет около 41% вылова по Дальневосточному бассейну и 31% общероссийского вылова [1]. Однако основной акцент в регионе долгое время ставился на добычу и экспорт сырого либо минимально обработанного сырья, что создает значительный разрыв между возможным и реальным экономическим эффектом от рыбохозяйственной деятельности.

Диверсификация продукции направлена на более полное удовлетворение разнообразных потребностей как отечественных, так и зарубежных рынков. В современном мире потребители по всему миру стремятся к большей вариативности продукции, высоким стандартам ее качества и экологической сознательности со стороны производителей.

Традиционно значительная часть продукции Камчатки сводилась (и, к сожалению, сводится до сих пор) к выпуску замороженной рыбы, икры и других полуфабрикатов. Однако с учетом растущей конкуренции на мировых рынках подход «ловля и заморозка» теряет свою эффективность. Развитие сегмента переработки требует активного внедрения технологических инноваций и создания продуктов с более высокой добавленной стоимостью.

Рассмотрим несколько примеров диверсификации:

1. Вместо продажи только свежей или замороженной рыбы можно производить полуфабрикаты, такие как замороженные котлеты из трески, кальмара и лосося, рыбные палочки из минтая, креветки в панировке, рыбные бургеры и фрикадельки, консервы в медовой заливке. Это повысит привлекательность продукции для потребителей, которые ищут быстрые решения для приготовления пищи.

2. Глубокая переработка рыбы включает создание таких продуктов, как копченая или вяленая рыба, соленая рыба, маринады, сушеные снеки, рыбная паста или паштеты. Такая переработка позволяет увеличить срок годности продуктов и привлечь разные категории покупателей.

3. Изготовление продукции премиум-класса, включающей икру лососевую, лосось холодного и горячего копчения, рыбные стейки в вакуумной упаковке и другую продукцию, рассчитанной на клиентов с высоким уровнем дохода.

4. Производство разнообразных консервов с популярными маринадами, паштетов, которые можно продавать с длительным сроком хранения.

5. Кожа, кости и жир из рыбных субпродуктов служат сырьем для производства коллагена, добавок Омега-3, которые высоко востребованы в фармацевтической и косметической отраслях.

6. Рост популярности удобных и быстрых продуктов питания открывает новые возможности для производства готовых рыбных бульонов, супов и блюд. Представление таких продуктов в виде пакетированных супов или блюд в вакуумной упаковке будет востребовано, особенно на рынках здорового питания.

7. Технология сублимационной сушки открывает новые возможности в производстве рыбной продукции, позволяя создавать такие продукты, как сублиматы из морской капусты, готовые сухие бульоны и быстрозавариваемые блюда.

Разнообразие продукции предполагает внедрение инновационных методов переработки сырья, что в итоге должно способствовать увеличению прибыли, минимизации рисков и привлечению новых потребителей. Однако важно подчеркнуть существующую сложность, связанную с обеспечением высокого качества выпускаемой продукции.

Рыбоперерабатывающие предприятия Камчатки должны ставить качество продукции на первое место, ведь именно оно является залогом стабильного спроса и повышения конкурентоспособности как на внутреннем, так и на мировом рынке. К сожалению, применение сырья низкого качества, небрежное отношение к санитарным и технологическим нормам, санкционные ограничения, влияющие на себестоимость продукции (например, судовой ЗИП импортного производства), а также стремление сократить производственные расходы часто ведут к снижению качества продукции (например, при изготовлении рыбных консервов).

В последние годы Камчатский край демонстрирует устойчивый рост объемов экспорта рыбной продукции. В 2023 г. предприятия края поставили на внешний рынок более 660 тыс. т продукции на сумму свыше 1,12 млрд долл. США, что на 15% больше по сравнению с аналогичным периодом 2022 г. Основу экспортной структуры составляет мороженая рыба (88,5%), за которой следуют рыбная мука (6,5%) и рыбное филе (3,4%). Эти три категории остаются наиболее востребованными среди зарубежных покупателей.

Основными международными торговыми партнерами Камчатки остаются Китай, Республика Корея и Япония. В 2023 г. в Китае было оформлено 64,5 тыс. т продукции, в Республике Корея – 32 тыс. т, а в Японии – около 8 тыс. т. Кроме того, растет экспорт в Германию (2,5 тыс. т), Индонезию (2 тыс. т), Данию (1,9 тыс. т), Испанию (1,6 тыс. т) и другие страны. Этот список показывает диверсификацию рынков сбыта, необходимую для снижения зависимости от отдельных крупных стран. Стоимость рыбопродукции, поставляемой на экспорт, представлена на рисунке [2].



Стоимость рыбопродукции Камчатского края, поставляемой на экспорт в 2014–2023 гг.

Выход на международные рынки сопровождается целым рядом проблем и требований. Помимо необходимости сертификации продукции в соответствии с международными стандартами, такими как HACCP, ISO 22000 и другими, производители сталкиваются с логистическими и тарифными барьерами. Усиление экономической изоляции России стимулирует перерабатывающие предприятия Камчатского края искать новых торговых партнеров за пределами традиционных азиатских рынков. В 2023 г. наблюдался рост поставок в страны Юго-Восточной Азии, Ближнего Востока и Европы. Камчатская рыбная продукция начала активно проникать на рынки Индонезии, Малайзии и Арабских Эмиратов. Эти регионы относятся к перспективным направлениям и демонстрируют стабильный спрос на качественные морепродукты. Рынки Латинской Америки также нуждаются в рыбе и морепродуктах: собственный промысел и продукция аквакультуры не закрывают внутреннюю потребность этих стран.

Также существует растущий спрос в сегменте переработанных рыбных продуктов для среднего ценового потребителя. Здесь Камчатка может внедрять современные технологии упаковки, чтобы расширить географию продаж и предложить своим партнерам удобные логистические решения.

Диверсификация продукции и интеграция на мировые рынки могут существенно повысить доходы рыбохозяйственной отрасли Камчатки. Ожидается, что развитие глубокой переработки позволит увеличить объем добавленной стоимости на производимую продукцию с килограмма ВБР в 1,5 раза по сравнению с традиционной экспортной ориентацией сырья [3].

Несмотря на очевидные перспективы, рыбоперерабатывающая промышленность Камчатского края сталкивается с рядом препятствий. Развитие экспортного потенциала Камчатского края сталкивается с объективными трудностями, обусловленными рядом экономических, географических, логистических и инфраструктурных особенностей. К числу этих особенностей относятся:

1. Камчатка расположена на значительном удалении от основных экспортных рынков, что увеличивает транспортные издержки. Отсутствие прямого железнодорожного сообщения с остальной частью России делает край зависимым от морских и авиационных перевозок, что существенно усложняет логистику.

2. Морские перевозки, являясь ключевым каналом поставок продукции, предъявляют высокие требования к ресурсам и финансовым вложениям. Кроме того, значительные расстояния до стран-импортеров, особенно в Европе и на других отдаленных рынках, ведут к росту общей себестоимости экспортируемой продукции.

3. Инфраструктурные проблемы. Не все рыбоперерабатывающие предприятия оснащены современным оборудованием для более глубокой переработки продукции, что снижает конкурентоспособность продукции на мировом рынке. Нехватка холодильных мощностей для хранения рыбы и морепродуктов в портах и на производственных объектах создает дополнительные

проблемы. Старение рыболовецкого флота, используемого для добычи ВБР, снижает эффективность промысла. Порты Камчатки не обладают достаточной инфраструктурой для приема современных крупных контейнеровозов, которые могут перевозить большие объемы грузов за один рейс. Как следствие, приходится использовать либо суда меньшего размера, либо комбинировать маршруты через порты других регионов (Приморский край), что увеличивает стоимость и время доставки. От состояния самих портов, своевременной модернизации автомобильных подъездов к ним зависит возможность перевалки большого объема продукции.

4. Зависимость от узкого круга рынков сбыта. Большая часть камчатской рыбной продукции ориентирована на рынки стран Азиатско-Тихоокеанского региона (в основном Китай, Республика Корея, Япония). Потребности Азиатско-Тихоокеанского региона огромны, но нельзя забывать о диверсификации рынков сбыта. Санкционные ограничения, изменения внешнеполитической ситуации или торговые барьеры (например, пошлины или квоты) на этих рынках могут резко сократить объемы экспорта. Помимо уже введенных ограничений, долгосрочному планированию экспортных операций препятствует отсутствие стабильных прогнозов [4].

5. Санкционные меры, введенные рядом стран, ограничивают возможности выхода на некоторые западные рынки. Это создает необходимость переориентации на другие регионы, что требует времени и дополнительных затрат.

6. Сезонность добычи и погодные условия. Рыбный промысел жестко зависит от сезонных миграций рыбных ресурсов и погодных условий региона. Это делает экспортные потоки нерегулярными, а условия хранения и логистики сложными.

7. Недостаточные меры по продвижению продукции за рубежом. Камчатская рыбная продукция обладает высоким качеством, но недостаточное продвижение на новых рынках и отсутствие мощных брендов региональной продукции ограничивает ее узнаваемость. Без активного маркетинга сложно конкурировать с продукцией из других азиатских стран.

8. Экологические риски и квоты на вылов. Для обеспечения устойчивости вылова ВБР применяются строгие квоты, которые нередко ограничивают объемы продукции, доступной для экспорта. Например, на 2025 г. камчатским рыбакам выделены квоты на добычу 1,2 млн т ВБР. Из них 83,4 тыс. т предусмотрены для реализации инвестиционных проектов [5]. Помимо этого, экологические факторы, такие как изменение климата и загрязнение окружающей среды, влияют на ситуацию с рыбными ресурсами.

9. Кадровый дефицит. В рыбоперерабатывающей отрасли ощущается нехватка квалифицированного персонала, который способен работать с современными технологиями, что замедляет внедрение инноваций и повышение эффективности производства.

Для преодоления этих объективных трудностей необходим комплексный подход, который включает в себя развитие транспортной инфраструктуры, обновление флота, совершенствование условий хранения продукции и создание новых логистических цепочек. Повышение государственных субсидий и привлечение инвестиций в перерабатывающие мощности, а также усиление международного взаимодействия могли бы значительно минимизировать негативное воздействие этих факторов. В Камчатском крае рыбоперерабатывающая промышленность обладает колоссальным потенциалом, который может быть раскрыт посредством диверсификации и активной адаптации продукции к мировым рыночным запросам. Достижение успеха в этом направлении требует тесного сотрудничества государства, бизнеса и научных кругов. Ключевым фактором для дальнейшего развития отрасли станут государственные меры поддержки, такие как налоговые льготы, создание особых экономических зон и инвестиционных программ, а также усиление надзора за экологической безопасностью продукции.

Литература

1. Официальный сайт Камчатского края. Управление по работе с обращениями граждан Администрации Губернатора Камчатского края. – URL: <https://kamgov.ru/message/news/klucevoj-zadacej-na-2025-god-dla-kamcatki-stanet-razvitie-i-podderzka-rybohozajstvennoj-otrasli-regiona-80113>. (дата обращения: 20.02.2025).

2. Кравцов С.А., Труба А.С. Рынок рыбной продукции Камчатского края: особенности деятельности, реализации и проблемы [Электронный ресурс] // Вопросы рыболовства. – 2024. – Т. 25, № 3. – С. 197–210. – URL: <https://vr.vniro.ru/jour/article/view/327>. (дата обращения: 20.02.2025).

3. Проект Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Камчатского края на период до 2035 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://pos.gosuslugi.ru/og/storage/pos/attachment/649bc4a2223ca.pdf>. (дата обращения: 20.02.2025).

4. Журнал «Fishnews – Новости рыболовства» [Электронный ресурс]. – URL: <https://fishnews.ru/rubric/krupnyim-planom/13134>. (дата обращения: 22.02.2025).

5. Дальневосточное обозрение. Самый рыбный регион: Солодов доложил Путину о состоянии отрасли на Камчатке [Электронный ресурс]. – URL: <https://dvobozrenie.ru/news/rybnaja-promyshlennost-kamchatka/>. (дата обращения: 20.02.2025).

УДК 332.1

С.А. Кравцов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: sergeykravt003@gmail.com*

ИНФРАСТРУКТУРА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

В статье рассматривается инфраструктура рыбохозяйственного комплекса как основа обеспечения устойчивого функционирования отрасли. Раскрывается значение материально-технических средств, инженерных систем и объектов, которые поддерживают ключевые процессы цепочек добавленной стоимости – от вылова и первичной переработки водных биологических ресурсов до их транспортировки и реализации. Подчеркивается важность операционной и экономической эффективности, а также повышения качества конечной продукции для развития отрасли. Особое внимание уделено роли инфраструктуры в координации участников цепочек поставок, формировании интеграционного каркаса и поддержании конкурентоспособности отрасли. Стратегической задачей представляется обеспечение стабильной работы структурных элементов рыбохозяйственного производства и его устойчивого развития.

Ключевые слова: рыбохозяйственный комплекс, инфраструктура, цепочки добавленной стоимости, водные биологические ресурсы, материально-технические средства, инженерные системы, переработка, транспортировка, конкурентоспособность, устойчивое развитие.

S.A. Kravtsov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: sergeykravt003@gmail.com*

INFRASTRUCTURE OF THE FISHERIES COMPLEX AS THE BASIS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND COMPETITIVENESS

The article examines the infrastructure of the fisheries complex as the basis for ensuring the sustainable functioning of the industry. It reveals the importance of material and technical resources, engineering systems and facilities that support key processes of value chains - from catching and primary processing of aquatic biological resources to their transportation and sale. The importance of operational and economic efficiency, as well as improving the quality of the final product for the development of the industry is emphasized. Particular attention is paid to the role of infrastructure in coordinating supply chain participants, forming an integration framework and maintaining the competitiveness of the industry. The strategic task is to ensure the stable operation of the structural elements of fisheries production and its sustainable development.

Key words: fisheries complex, infrastructure, value chains, aquatic biological resources, material and technical means, engineering systems, processing, transportation, competitiveness, sustainable development.

Инфраструктура рыбохозяйственного комплекса (РХК) представляет собой сложную совокупность материально-технических средств, инженерных систем и объектов, обеспечивающих функционирование всех этапов цепочек добавленной стоимости – от процесса вылова и первичной переработки водных биологических ресурсов (ВБР) до их хранения, транспортировки и продажи. Существенным элементом данной системы является достижение операционной и экономической эффективности, а также повышение качества конечной продукции, что выступает ключевым условием устойчивого развития РХК.

С основной функциональной точки зрения инфраструктура способствует координации и обеспечению бесперебойного взаимодействия всех участников отрасли, формируя единый интеграционный каркас, необходимый для поддержания конкурентоспособности. Таким образом,

стратегической задачей становится обеспечение устойчивого и стабильного функционирования структурных элементов рыбохозяйственного производства и развития индивидуальных звеньев цепочек поставок.

Согласно данным отраслевой науки, сырьевая база рыболовства в рамках экономической зоны, территориального моря, внутренних вод, континентального шельфа России, а также Азовского и Каспийского морей (за исключением объектов совместного регулирования Российско-Норвежской комиссией по рыболовству) оценивалась в 5,2 млн т на 2019 г. [1].

В то же время, несмотря на различия в инфраструктурных проблемах, которые касаются морского и речного рыболовства, а также аквакультуры, зачастую именно инфраструктура рыбохозяйственного комплекса является основным сдерживающим фактором для устойчивого развития отрасли. Это обусловлено тем, что производство рыбы и других морепродуктов в большинстве случаев осуществляется на значительном удалении от мест их потребления, что особенно актуально для России [2].

Инфраструктура является основой устойчивого функционирования рыбохозяйственного комплекса по нескольким причинам.

1. Инфраструктурные объекты, такие как порты, перерабатывающие заводы, логистические центры, играют решающую роль в обеспечении всех этапов производства – от ловли до конечной доставки продукции потребителю.

2. Развитая инфраструктура способствует увеличению операционной эффективности. Данный процесс направлен на снижение затрат, связанных с логистикой и управлением технологическими процессами на перерабатывающих предприятиях. Это означает, что они будут оптимизированы и улучшен доступ к ресурсам, таким как энергоносители и вода.

3. Благодаря современной инфраструктуре, РХК способен более эффективно адаптироваться к изменениям внешней среды (снижение курса рубля, изменение рыночных условий, введение запретов на вылов отдельных видов ВБР, законодательные изменения).

4. С помощью инфраструктуры можно повысить экологическую устойчивость, применяя современные методы переработки отходов и уменьшая углеродный след, а также оптимизируя использование природных ресурсов.

5. Новые участники рынка должны обладать значительным капиталом для приобретения или аренды объектов инфраструктуры, которые соответствуют уже установленным стандартам. С помощью входных барьеров можно защитить существующие компании отрасли, отсеяв недобросовестных слабых конкурентов.

Функционирование портовой инфраструктуры играет свою роль в обеспечении продовольственной безопасности страны и повышении добавленной стоимости продукции, производимой на предприятиях отрасли. Однако в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне остро ощущается нехватка современных хранилищ с соответствующими температурными условиями для долгосрочного хранения рыбы и других морепродуктов.

По данным отраслевых экспертов, до 1/3 всего объема отечественной рыбы, рыбной и иной продукции из ВБР поставляется на внутренний рынок с нарушениями температурного режима в ходе транспортировки [1].

Предприятия, занимающиеся производством и обслуживанием орудий лова, изготавливают широкий спектр сетей, тралов, крючковых снастей и других специализированных инструментов для ведения промысла ВБР. Они также предлагают ремонтные услуги для поврежденных орудий, такие как восстановление сетей и замена элементов, подвергшихся износу, тем самым обеспечивая их долговечность.

Устойчивость и конкурентоспособность рыбной отрасли во многом зависят от уровня технологического развития промыслового оборудования. Производственные предприятия играют значимую роль в оказании услуг по разработке, изготовлению и модернизации орудий лова. Например, использование инновационных материалов, таких как сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ), обеспечивает долговечность рыболовных сетей и снижает затраты на их эксплуатацию. Высокая износостойкость и устойчивость таких материалов к физико-химическим воздействиям позволяет достичь значительного экологического эффекта, предотвращая ущерб морским экосистемам.

Вместе с этим снижение экономических издержек на обслуживание оборудования и ремонт способствует повышению прибыльности рыбодобывающих предприятий. Сосредоточение

усилий на интеграции новых технологий помогает формировать долгосрочные конкурентные преимущества российского РХК как на внутреннем, так и на мировом рынках.

Объекты переработки ВБР представляют собой ключевые элементы цепочек добавленной стоимости. Конечная продукция таких предприятий зачастую ориентирована как на внутренний рынок, так и на экспорт. Например, глубокая переработка рыбного сырья приводит к созданию высококачественных товаров с высокой добавленной стоимостью, увеличивая валютные доходы страны и укрепляя ее платежный баланс.

За счет переработки и хранения рыбной продукции можно более гибко реагировать на изменения спроса и предложения в отрасли, что способствует стабилизации цен на рыбном рынке. Рыбные заводы, такие как заводы по переработке ВБР, копильни, заводы по производству муки, консервов, масла, продукции из водорослей, замороженной продукции и т. п., являются точками привлечения инвестиций в отрасль. Продукция с глубокой степенью переработки является конкурентоспособной на международных рынках. Изготовление высококачественных продуктов на экспорт способствует увеличению валютных поступлений в страну и улучшению ее платежного баланса.

Фермы по выращиванию кормовых культур обеспечивают аквакультуры качественными кормами для рациона различных видов и пород рыб. Сегодня в аквакультурах научились выращивать самые разные виды рыб. В Карелии разводят радужную форель, на Дальнем Востоке – кижуча, нерку, кету и других тихоокеанских лососевых [3]. Корма, производимые для таких аквакультур, могут включать как зерновые, так и специализированные рационы на основе высокобелковых культур (корма, содержащие рыбную и соевую муку, например).

Значимую роль в развитии инфраструктуры рыбохозяйственного комплекса играют учебные и научные учреждения. Они являются ключевыми драйверами технологического прогресса в рыбной отрасли. Разработка научно-обоснованных рекомендаций по промыслу, инновационные технологии аквакультуры и исследования в области генетики и молекулярной биологии формируют основу долгосрочного экологически безопасного развития отрасли. Учебные учреждения обеспечивают квалифицированные кадры, необходимые для реализации стратегических задач РХК.

Рыбохозяйственная инфраструктура выступает системообразующим элементом, определяющим не только текущую работоспособность отрасли, но и ее устойчивость в условиях рыночной и экологической турбулентности. Для устранения узких мест, мешающих дальнейшему развитию РХК, необходимы инвестиции в модернизацию существующих объектов, внедрение цифровых технологий и развитие экологически чистых решений. Значительную роль при этом играет государственная поддержка, направленная на снижение инвестиционных рисков и стимулирование включения частного капитала в финансирование инфраструктурных проектов.

Вместе с тем развитая инфраструктура оказывает непосредственное влияние на экономическое и социальное развитие прибрежных территорий, способствуя созданию рабочих мест и стимулируя развитие смежных отраслей. В то же время существенные первоначальные инвестиции и необходимость в поддержании высоких стандартов являются серьезными препятствиями для новых участников рынка, что свидетельствует о важности стратегического планирования в развитии инфраструктуры.

Таким образом, развитие инфраструктуры РХК России следует рассматривать как стратегическое направление, связанное с обеспечением долгосрочной экологической и экономической устойчивости, которое требует всех усилий – научных, финансовых и государственных. Совместные действия государства, бизнеса и науки смогут заложить основу для повышения конкурентоспособности России не только на внутреннем, но и на глобальном рынке рыбной продукции.

Литература

1. Об утверждении Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 26.11.2019 № 2798-р (ред. от 12.05.2022) [Электронный ресурс]. – URL: <https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-26112019-n-2798-r/>. (дата обращения: 18.02.2025).
2. Аварский Н.Д., Таран В.В., Полухин А.А. Ключевые проблемы развития инфраструктуры рыбохозяйственного комплекса России // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2020. – № 6 (63). – С. 72–80.

3. Как работают «морские огороды» и рыбные фермы в России [Электронный ресурс]. – URL: <https://ren.tv/longread/957168-gde-v-rossii-rabotaiut-rybnye-fermy-i-zachem-oni-nuzhny>. (дата обращения: 18.02.2025).

УДК 639.2.081.7

Н.Н. Перепелкин, С.Ю. Труднев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: n.perepelkin@shipsprojects.com; trudnev@mail.ru*

ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГЛУБИНЫ И ПОИСКА РЫБЫ

В предложенной работе представлены конструкция и основные функции эхолота. Основное внимание уделяется поисковым свойствам и эффективности преобразователей, являющихся наиболее важными параметрами при выборе и использовании эхолотов. Количество лучей, их частоты, а также место установки, материал корпуса и состав данных, передаваемых преобразователем, должны оставаться главными показателями при выборе рыбопоискового эхолота. В материалах сравниваются устройства для отображения результатов, такие как приемник, передатчик. Проведен анализ нескольких эхолотов различных фирм, произведенных в разное время, от самого примитивного до самого современного. Указаны недостатки, достоинства и ценовая политика при использовании эхолотов, рассмотренных в работе. Представлено современное научно-техническое развитие устройств, предназначенных для измерения глубины и поиска рыбы.

Ключевые слова: эхолот, преобразователь, пьезоэлектрический эффект, дисплей.

N.N. Perepelkin, S.Y. Trudnev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: n.perepelkin@shipsprojects.com; trudnev@mail.ru*

INSTRUMENTS FOR MEASURING DEPTH AND FISH FINDER

The proposed work presents the design and main functions of the echo sounder. The main attention is paid to the search properties and efficiency of the converters, which are the most important parameters when choosing and using echo sounders. The number of beams, their frequencies, as well as the installation location, body material and the composition of the data transmitted by the converter, should remain the main indicators when choosing a fish-finding echo sounder. The materials compare devices for displaying results, such as a receiver, transmitter. An analysis of several echo sounders of different companies, produced at different times, from the most primitive to the most modern, is carried out. Disadvantages, advantages and pricing policy when using echo sounders considered in the work are indicated. Modern scientific and technical development of devices designed to measure depth and search for fish is presented.

Key words: echo sounder, transducer, piezoelectric effect, display.

Состояние мореплавания и рыбного промысла в наше время характеризуется высокими скоростями судов, значительной интенсивностью грузопассажирских перевозок на основных морских путях, увеличением количества крупнотоннажных судов транспортного и промыслового флотов. В таких условиях обеспечение безопасности плавания усложняется. В связи с этим возрастают требования к составу судовых технических средств навигации и их техническим характеристикам. Научно-технический прогресс не стоит на месте. С каждым годом во всем мире ученые разрабатывают на основе накопившихся знаний и ошибок все более точные и надежные приборы для навигации, определения глубины и обнаружения рыбы.

На Дальнем Востоке основным видом деятельности на море является рыбный промысел. Наиболее эффективным методом ее поиска является эхолокация. Успех промысла во многом зависит от качества и надежности прибора, называемого эхолотом. В настоящее время на рынке насчитывается большое количество судовых технических приборов, в том числе и эхолотов. Компании, производящие морскую электронную аппаратуру, уделяют большое внимание именно эхолотам. На рынке морской электроники можно найти порядка 50 000 моделей этого прибора.

При выборе нового эхолота для установки на судно надо обращать внимание на оптимальность соотношения ценовых и качественных характеристик прибора. Для капитана рыбопромыслового судна (БАТМ, СРТМ, МРС и т.д.) эхолот является важным орудием и помощником в поиске рыбы. Небезызвестным фактом остается то, что у большинства рыболовных судов Дальневосточного региона срок службы свыше 20 лет, соответственно и изначально установленные устройства для поиска рыбы морально устарели и имеют высокий показатель погрешности. Поэтому необходимо произвести сравнительный обзор самых современных эхолотов, для последующего их внедрения в судовую рыбопоисковую систему. Основными критериями выбора будут являться количество излучателей, корпус, надежность, отзывы покупателей, особенности промысла в зимний и в летний периоды.

Некоторые параметры эхолотов

Эхолот – это измеритель глубины с использованием отраженного звука. Эхо – отраженный звук, а лот – измеритель глубины. Эхолот состоит из четырех основных элементов: передатчик, приемник, преобразователь и индикатор – устройство для отображения результатов поиска.

Принцип работы эхолота достаточно простой. Передатчик служит для периодической выработки высокочастотных импульсов. Эти импульсы поступают на преобразователь, где становятся ультразвуковыми сигналами. Звуковые сигналы, излучаемые преобразователем, расходятся в воде и имеют скорость около 1 500 м/с. Такие сигналы отражаются от дна, рыб, водорослей, камней и т. д. Затем эта информация возвращается обратно в преобразователь, где эхо-сигналы преобразуются электрические импульсы, которые усиливаются в приемнике, выделяются из шумов и поступают на дисплей.

Считая скорость ультразвука в воде постоянной, по промежутку времени между посылкой и приемом ультразвука прибор определяет расстояние от преобразователя до дна или объекта промысла. По своему назначению эхолоты можно классифицировать на навигационные, рыбопромысловые и комбинированные. У навигационных эхолотов частота излучаемых колебаний относительно низкая – 20 000 – 50 000 Гц, что позволяет получить акустическую волну (λ) длиной от 7,5 до 3 см. Рыбопромысловые эхолоты излучают колебания от 50 000 до 500 000 Гц ($\lambda = 3 - 0,3$ см). Комбинированные – это, как правило, двулучевые эхолоты. Они способны излучать как «длинную», так и «короткую» волну.

Ниже будут рассмотрены рыбопромысловые и комбинированные эхолоты.

Преобразователи

Одним из основных составляющих элементов эхолота является его преобразователь. Благодаря ему происходит преобразование высокочастотных электрических импульсов в ультразвуковые колебания, а также отраженных ультразвуковых сигналов в электрические. Для построения преобразователей применяют магнитострикционный или пьезоэлектрический эффект. Оба эффекта обратимые, что позволяет использовать один преобразователь как для излучения, так и для приема сигналов.

В 1847 г. английский физик Д.П. Джоуль установил, что при намагничивании ферромагнитных тел происходит их деформация. Деформация ферромагнетика под влиянием сил магнитного поля называется *прямым магнитострикционным эффектом*. В 1865 г. итальянский физик Э. Виллари установил обратное: деформация намагниченного ферромагнетика приводит к изменению его магнитного состояния. Изменение магнитного состояния ферромагнетика под действием деформации носит название *обратного магнитострикционного эффекта* [1].

В 1880 г. выдающиеся французские физики братья Пьер и Жак Кюри установили, что при деформации кристаллов кварца на его гранях возникают электрические заряды противоположных знаков, т. е. между противоположными гранями образуется разность потенциалов – между гранями кристалла появляется электрическое поле. В 1881 г. братья Кюри подтвердили и обратное: если кристалл кварца поместить в электрическое поле, т. е. подключить его противоположные грани к источнику электродвижущей силы, то кристалл деформируется [1]. Открытие 1880 г. получило название *прямой пьезоэлектрический эффект*, а открытие 1881 г. – *обратный пьезоэлектрический эффект*.

В настоящее время в гидроакустических преобразователях используется в основном пьезоэлектрический эффект. В кристалле под воздействием переменного электрического поля возникают упругие колебания, заставляющие кристалл сокращаться и расширяться, вызывая возникновение

волн в воде (обратный пьезоэлектрический эффект). Волны, отраженные от дна, воздействуют на кристалл, вызывая его сокращения и расширения. Это приводит к появлению слабого переменного напряжения, которое впоследствии поступает на приемник эхолота (прямой пьезоэлектрический эффект). Ширина диаграммы направленности, т. е. угол конуса для поиска зависит от геометрии излучателя и от частоты – чем она выше, тем уже конус.

В рыбопоисковых эхолотах преобразователи различают по следующим признакам:

- состав данных, которые может передать преобразователь;
- материал корпуса преобразователя;
- количество лучей;
- место установки преобразователя на судне.

Состав получаемых данных

Преобразователь эхолота получает сигналы о глубине – это его основное назначение, но также есть преобразователи, которые оснащены дополнительными датчиками для измерения температуры воды. Кроме того, в других приборах, гидроакустических лагах преобразователь выполняет функцию измерителя скорости судна.

Материал корпуса преобразователя

Изготавливаются корпуса преобразователя обычно из пластмассы или металла.

Корпуса из пластмассы используют на судах с корпусами из металла, а если его установить на деревянный корпус, преобразователь может быть раздавлен при набухании дерева после спуска судна на воду.

Преобразователи с корпусом из металла устанавливают на суда со стеклопластиковыми или деревянными корпусами. Если установить преобразователь с бронзовым корпусом на металлический корпус судна, то может возникнуть электрохимическая реакция, которая приведет к разрушению корпуса судна в месте их контакта.

Количество лучей

С начала своего существования эхолоты были однолучевыми, постепенно некоторые фирмы стали производить двухлучевые эхолоты. При этом их цена сопоставима с однолучевыми. Два луча – это две частоты. К примеру, одна 50, другая 200 кГц. Такие эхолоты могут работать как на одной частоте, так и на другой. При этом «нажатием одной кнопки» можно изменить ширину диаграммы направленности. В настоящее время существуют эхолоты, имеющие от 3 до 6 лучей.

Способы установки преобразователя

Для установки преобразователя существуют три основных способа: с внутренней стороны корпуса, на транце и на днище.

Рабочая частота

Работа на низких частотах дает нам «широкий конус», что позволяет обнаруживать рыбу в более широкой зоне. И наоборот, при работе на высокой частоте меньше ширина конуса, но более точная информация о границах косяка рыбы. Поэтому появление двухчастотных эхолотов повысило их покупательную способность, т. к. они могут работать на одной или на другой частоте. На многих эхолотах имеется функция совместной работы.

Влияние среды распространения звука

В пресной воде происходит наименьшее затухание колебаний, потому что температура воды низкая, а плотность более высокая. В такой среде смело можно пользоваться эхолотами, как с низкой, так и с высокой частотой излучения.

В соленой морской воде, напротив, большое количество солей, планктона и минеральных частиц, особенно в прогретых верхних слоях моря. Это приводит к поглощению и рассеиванию энергии звуковых волн. Также негативно влияют пузырьки воздуха, содержащиеся в соленой воде и возникающие при образовании ветровых волн. В связи с этим в силу явления дифракции в эхолоте желательно иметь более длинную волну (более низкую частоту излучаемых сигналов).

Поэтому в эхолотах, используемых в море, используются частоты в 50 кГц, а в некоторых 28 кГц.

Отражающие свойства дна

Дно имеет неоднородную структуру, включающую в себя ил, глину, песок, камни и т. д. Все эти разновидности грунта имеют разную способность отражать и поглощать звуковые волны. Например, камни и глина хорошо отражают звуковые волны и дают на экране эхолота широкую линию. Наоборот, мягкие грунты (ил, песок, растительность) плохо отражают волны и дают тонкую линию.

Эхолоты

На рынке судовых приборов цена на рыбопоисковые эхолоты в основном колеблется от 15 000 до 1 000 000 рублей. Рассмотрим несколько наиболее широко используемых рыбопоисковых эхолотов.

Эхолот Furuno FCV-600L

Цветной экран 5.6" LCD с широким углом обзора обеспечивает яркую видимость изображения. Излучение акустической энергии на двух рабочих частотах – 50 и 200 кГц с высокой мощностью 350 ватт.

Furuno FCV-600L имеет четыре основных рабочих режима: излучение на одной частоте (50 или 200 кГц), излучение на двух частотах (50 и 200 кГц), масштабирование (маркерное масштабирование, придонное масштабирование и "Дно") и навигационные данные. К другим особенностям относятся: амплитудная развертка, предупредительный сигнал (рыба, глубина, время) и график температуры.

Управление эхолотом упрощается при использовании Авторежима. Двойной режим излучения на частотах 50 и 200 кГц показывается в двух отдельных окнах дисплея. Это позволяет различать изображения косяков рыбы и дна. Режим масштабирования позволяет подробнее анализировать эхосигналы целей в отдельной части столба воды по глубине. Режим навигационных данных демонстрирует параметры движения судна по показаниям датчиков, таких как приемник-индикатор спутниковой системы GPS/DGPS, лаг, датчик температуры морской воды. Компактный водонепроницаемый корпус дисплея эхолота позволяет монтировать его на ходовом мостике или в штурманской рубке [2].

Отличительная черта такого эхолота – это то, что он имеет разъемы для установления датчика температуры воды и скорости судна. Также при заказе можно уточнить желаемый материал корпуса. Максимальная глубина до 1 000 метров. Самое удобное свойство в данном эхолоте – это выведение на дисплей двух работающих лучей в виде картинок, где можно с легкостью различить дно и косяк рыб. Также стоит отметить, что эхолот водонепроницаем и очень прост в эксплуатации.

Единственным его недостатком является узкая область применения, а именно, Furuno FCV-600L разработан только для малых рыболовных судов. Также нужно дополнительно заказывать датчики для температуры воды и скорости судна, не входящие в комплект. Стоимость такого эхолота примерно 35 000 рублей.

Эхолот Koden CVS-FX1

Этот эхолот имеет возможность выбора четырех частот в широком диапазоне благодаря двум типам излучателей:

- 1) TDM-052 от 38 кГц до 75 кГц / от 130 кГц до 210 кГц,
- 2) TDM-062 от 38 кГц до 75 кГц / от 85 кГц до 135 кГц.

Эта функция предоставляет пользователю возможность тонкой настройки рабочих частот эхолота для определения местоположения различных видов рыб, улучшая при этом поиск рыбы на глубинах. Гибкий выбор частот с шагом 0,1 кГц позволяет пользователю избегать помех и интерференций от эхолотов других судов.

Память эхолота

Имеется возможность сохранить до шести пользовательских настроек. Простым нажатием на кнопку все сохраненные параметры могут быть быстро загружены (восстановлены).

Отличная видимость при солнечном свете

Высокое качество 12,1 дюймового XGA дисплея, в котором непосредственно соединены ЖК-дисплей и акриловый слой с антибликовым покрытием (фильтром), благодаря чему повышается видимость при прямом солнечном свете и предотвращается образование конденсата.

Вход для CCD видеокамеры

Возможно подключение CCD видеокамеры (предоставляется судовладельцем) к дисплею эхолота как к внешнему монитору, что предоставляет больше удобств и универсальности для визуального отображения информации [3].

Стоимость CVS-FX1 от 50 до 60 тыс. руб. Достоинства в том, что эхолот обладает высокой степенью защиты от воды, большим дисплеем, удобным в использовании даже при солнечном свете. Также разъемом выхода результатов поиска на более большой экран. Внутренняя память позволяет сохранять до 500 скриншотов – это позволит анализировать структуру дна, сохранить особо опасные участки прохождения. Глубина видимости до 3 000 м. Инструкция по установке и эксплуатации разборчива и легко воспринимается даже малоопытным матросом.

Из недостатков можно отметить большой вес, почти 10 кг.

Эхолот Raymarine e97 Fish Finder

Новые многофункциональные дисплеи e Series – максимальная функциональность для лодок типа РИБ, парусных, рыболовных и других судов. Сенсорное и кнопочное управление дисплеем обеспечивают простой доступ ко всем функциям. Широкие возможности сетевой интеграции. Подключение различного периферийного оборудования. Встроенные протоколы WiFi и Bluetooth.

Возможность передавать изображение в реальном времени по протоколу WiFi на устройства Apple, используя бесплатное программное обеспечение.

Управление дисплеем прямо «на ходу», используя удобный опциональный беспроводной пульт управления. Высокая производительность дисплеев достигается благодаря использованию двух процессоров, основного двухъядерного и отдельного графического процессора.

Преимущества – приятный дизайн, разъемы для дополнительной памяти, вес около 3 кг. Наиболее важным преимуществом является температурный диапазон, при котором будет осуществляться нормальная работа прибора: от -25 до 55 градусов по Цельсию. Имеется пульт дистанционного управления. Трехчастотный преобразователь 50/83/200 кГц. Благодаря научно-техническому прогрессу этот прибор дает более четкую и точную информацию о структуре дна и количестве рыбы.

Недостатки – в первое время очень трудно разобраться в эксплуатации, т. к. прибор имеет огромную функциональность, поэтому необходимо дополнительное обучение персонала, эксплуатирующего прибор. Цена данного эхолота немного больше по сравнению с указанными выше, около 200 000 руб.

Эхолот относится к ультразвуковым навигационным приборам, качество и функциональность которых с течением времени модифицируется. При модификации прибора нужен и другой подход для его использования. При выборе эхолота нужно обратить внимание на следующие показатели:

- мощность преобразователя, т. к. это определит дальность его действия;
- количество лучей, и на каких частотах они работают.

Для более уверенного отображения дна надо брать низкочастотный эхолот, а для поиска рыбы эхолот с наивысшей частотой. Но на сегодняшний день это не самое важное требование, поскольку на рынке морской электроники в достаточном количестве присутствуют комбинированные эхолоты.

Фирмы-производители выпускают эхолоты с комбинированными функциями и работой лучей как по отдельности, так и вместе. Также особое внимание уделяется самому корпусу преобразователя, так как это может привести к плачевным последствиям: несоответствию по химической структуре материалов или поломке корпуса преобразователя. Для простоты видимости результатов от приемника на экран дисплея стоит выбирать сенсорные, жидкокристаллические с поддержкой 3D. Это во многом облегчит увеличение мелких деталей и даст более четкую разборчивую картинку. Следует обратить внимание и на надежность, водонепроницаемость, работу эхолота при определенных температурах, вес и, что немаловажно, крепление.

Каждая пропущенная мелочь при выборе рыбопоискового эхолота – это потенциально упущенная выгода от промысла и опасность для жизни в связи с некачественным изготовлением прибора, который будет показывать ложную информацию и подвергать угрозе столкновения судна с рифами или посадке на мель. Преимущество эхолотов сохраняется и при наличии встроенной или внешней памяти – для сохранения и отметки наиболее опасных участков маршрута судна, а также наиболее активных мест скопления косяков рыбы. Надежный и функциональный рыбопоисковый эхолот – это самый лучший для капитана рыбопромыслового судна показатель его профессионализма, ответственности и опыта. Переоборудование навигационной рубки

путем внедрения современных эхолотов улучшает поиск рыбы (сокращает время поиска), что, несомненно, увеличит активность промысла, а значит увеличит производительность труда в целом. Такие преимущества благоприятно скажутся на экономической эффективности работы рыбопромыслового судна.

Литература

1. Букатый В.М. Промысловая гидроакустика и рыболокация. – М.: Мир, 2003. – 496 с.
2. FCV-600 – рыбопоисковый эхолот Furuno // Официальный сайт Furuno Russia. – URL: <https://furuno.ru/rybopoiskovoe-oborudovanie/rybopoiskovyj-ehkholot/fcv-600/> (дата обращения: 17.01.2025).
3. Рыбопоисковый эхолот CVS-FX1 // Официальный сайт MarineTec. – URL: <https://marinetec.com/catalog/eholot-rybopoiskovyj-cvs-fx1/> (дата обращения: 20.02.2025).
4. Эхолот Koden CVS-FX1 // Интернет-магазин «Радиомарин». – URL: <http://radiomarine.ru/market/p/pejg9xxglw-ekholot-koden-cvs-fx1> (дата обращения: 19.02.2025).

УДК 639.2

Ю.С. Пивоварова, П.В. Насенков, А.В. Пивоваров

Калининградский государственный технический университет,

Калининград, 236022

e-mail: yuliya.pivovarova@klgtu.ru

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РЫБОЛОВНЫХ НИТЕВИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Статья посвящена постановке задачи по экспериментальным исследованиям физико-механических и термодинамических свойств рыболовных нитевидных материалов. В исследованиях для определения разрывной нагрузки и относительного удлинения применены современные разрывные машины РЭМ-5 и РЭМ-10, а также для определения температуры образцов рыболовных нитевидных материалов в процессе их удлинения и в момент разрыва – тепловизор Guida PC 210. Технические возможности разрывных машин позволили визуализировать процесс разрыва и удлинения образцов на мониторе персонального компьютера в виде графиков испытаний. Совместное использование тепловизора с разрывными машинами позволяет отслеживать изменение нагрузок и потерю прочности нитевидных рыболовных материалов.

Ключевые слова: рыболовные материалы, термодинамика, прочность, удлинение, разрывные машины, тепловизор.

Y.S. Pivovarova, P.V. Nasenkov, A.V. Pivovarov

Kaliningrad State Technical University,

Kaliningrad, 236022

e-mail: yuliya.pivovarova@klgtu.ru

STATEMENT OF THE PROBLEM OF RESEARCHING THE PHYSICAL-MECHANICAL AND THERMODYNAMIC PROPERTIES OF FISHING FILAMENT-LIKE MATERIALS

The article is devoted to the formulation of the problem of experimental studies of the physico-mechanical and thermodynamic properties of fishing thread-like materials. In the research, modern tensile testing machines EBM-5 and EBM -10 were used to determine the breaking load and relative elongation, as well as a Guida PC 210 thermal imager was used to determine the temperature of samples of fishing filament-like materials during their elongation and at the moment of rupture. The technical capabilities of tensile testing machines made it possible to visualize the process of breaking and elongation of samples on a personal computer monitor in the form of test graphs. The combined use of a thermal imager with tensile testing machines makes it possible to monitor changes in loads and loss of strength of filamentary fishing materials.

Key words: fishing materials, thermodynamics, strength, elongation, tensile testing machines, thermal imager.

Современные синтетические нитевидные рыболовные материалы требуют детального анализа, чтобы выдерживать экстремальные нагрузки в сложных условиях рыболовства. Из-за специфики эксплуатации орудия лова подвержены динамическим нагрузкам, которые в значительной степени превышают статические нагрузки. Качество используемых нитевидных материалов в орудиях лова напрямую влияет на их безопасность и эффективность промысла.

С развитием науки, в частности химии, физики, термодинамики и появления более точных приборов, позволяющих проводить более разнообразные и глубокие исследования, появляется возможность детального изучения свойств волокон нитевидных материалов для промышленного рыболовства. Так, использование специальных приборов, таких как тепловизор, позволяет определять тепловое излучение без прикосновения к исследуемому образцу нитевидных рыболовных материалов, получить информацию о распределении температуры по его поверхности.

Тепловизор – это электронно-оптический прибор, принцип действия которого основан на работе в инфракрасном (ИК) диапазоне спектра излучения. В соответствии с ГОСТ Р 8.619-2006

прибор предназначен для бесконтактного наблюдения, измерения и регистрации пространственного и (или) пространственно-временного распределения радиационной температуры объектов.

В исследованиях применялся тепловизор Guida PC 210 (рис. 1). Указанный тепловизор рассматривается как прибор бесконтактного замера температуры по всей поверхности исследуемых образцов и дальнейшей фиксации температурных полей при помощи формирования графического изображения – термограммы. При этом наиболее холодные участки на термограмме показываются синими оттенками, а наиболее нагретые – красными.



Рис. 1. Тепловизор Guida PC 210

В таблице представлены технические характеристики тепловизора Guida PC 210 [1].

Технические характеристики тепловизора Guida PC 210

ИК-разрешение	256 × 192 px
NETD	45 мК
FOV	56° × 48°
IFOV	3,75 мрад
Фокусное расстояние	2,28 мм
Фокус	нет
Видимая камера	2 МР
Дисплей	2,4-дюймовый ЖК-экран
Модель изображения	ИК, видимый, PIP, MIF
Сверхразрешение	нет
Панорамная мозаика	нет
Диапазон температур	-20°C ... +150°C, +100°C ... +550°C
Точность	±2°C или ±2%
Точка измерения	центральная точка
Линия измерения	нет
Хранение	TF-карта 16 Гб (вплоть до 32 Гб)
Лазер	есть
Wi-Fi	нет
Bluetooth	нет
Размеры	194 × 61,5 × 76 мм
Вес	375 г

Температура исследуемых объектов при помощи тепловизора основана на измерении теплового потока и вычисляется по формуле:

$$T = \frac{T_p}{\sqrt[4]{\varepsilon_T}}, \quad (1)$$

где T_p – радиационная температура,
 ε_T – интегральный коэффициент излучения.

В настройках тепловизора с использованием справочных таблиц выставляется вручную значение ε_T , и заданное значение считается истинным [2, 3].

Понятие «температура» зачастую применяется для описания состояний и процессов, изучаемых в термодинамике [4].

На основе первого принципа термодинамики закон сохранения энергии представляется как изменение внутренней энергии термодинамической системы при переходе ее из одного состояния в другое, равное сумме работы внешних сил над системой и количества теплоты, переданного системе, и не зависит от способа, которым осуществляется этот переход, или альтернативно – количество теплоты, полученное системой, идет на изменение ее внутренней энергии и совершение работы против внешних сил [4, 5].

В математическом виде можно выразить следующим образом:

$$Q = \Delta U + A, \quad (2)$$

где Q – количество теплоты, полученное системой;

ΔU – изменение внутренней энергии системы;

A – работа, совершенная системой.

Закон сохранения энергии, в частности, дает понять, что вечных двигателей первого рода не существует, то есть такие процессы, при которых единственным результатом было бы производство работы без каких-либо изменений в других телах, невозможны [5].

Термодинамика имеет важное значение в материаловедении. Термодинамические расчеты позволяют провести математическое моделирование процессов получения требуемых материалов и прогноза их поведения в процессе эксплуатации.

На кафедре промышленного рыболовства в ФГБОУ ВО «КГТУ» с использованием разрывной машины РЭМ-5 были проведены испытания с рыболовными нитями, изготовленными из полиамида (ПА), диаметрами 1,1 и 2,0 мм с одновременным измерением температуры при помощи тепловизора Guida PC 210 (рис. 2).

С использованием разрывной машины РЭМ-10 были проведены аналогичные эксперименты с рыболовными веревками из ПА, диаметрами 3,1 и 4,0 мм (рис. 3).

Применение разрывной машины дало возможность получить постоянную скорость подвижного зажима, а также измерить разрывную нагрузку с погрешностью, не превышающей 1% от измеряемой нагрузки. Зажимы исследуемых образцов на разрывных машинах были выполнены в форме кольцевых улиток.

Скорость движения подвижного зажима при испытании составляла 250 мм/мин.

Технические возможности разрывных машин РЭМ-5 и РЭМ-10 позволили визуализировать процесс разрыва и удлинения нитей на мониторе персонального компьютера в виде графиков испытаний по заданным параметрам, и при помощи тепловизора, бесконтактным способом, была определена интенсивность теплового излучения образца и ее преобразование в температуру.

Применение тепловизора при исследовании прочностных характеристик синтетических нитевидных рыболовных материалов позволяет получить большой диапазон изменений температурных значений не только при удлинении образца, но и в момент его разрыва. Данные исследования позволяют применить полученные данные для улучшения качества и надежности орудий промышленного рыболовства.

Исследование выполнено в рамках выполнения государственного задания по теме «Разработка беспроводной системы контроля параметров трала с элементами искусственного интеллекта «Автотрал»».

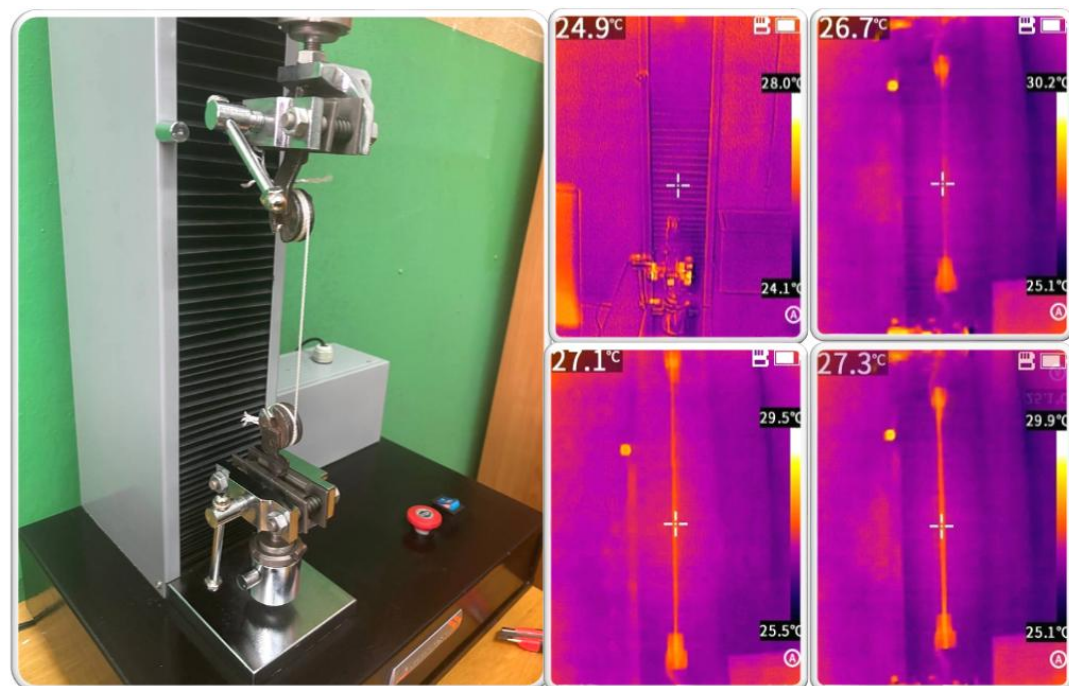


Рис. 2. Разрывная машина РЭМ-5 и тепловизор Guida PC 210



Рис. 3. Разрывная машина РЭМ-10 и тепловизор Guida PC 210

Литература

1. Тепловизор Guida PC 210 [Электронный ресурс] // Rusgeocom: официальный сайт. – URL: <https://www.rusgeocom.ru/products/teplovizor-guide-pc210> – Тепловизор Guida PC 210 (дата обращения: 20.01.2025).
2. Прошкин С.С., Лобко К.К. Некоторые особенности измерения температуры с помощью тепловизора // Научный диалог: Молодой ученый: Сборник научных трудов по материалам XVI

междунар. науч. конф. (Санкт-Петербург, 22 апреля 2018 г.). – СПб.: Международная Объединенная Академия Наук, 2018. – С. 14–16.

3. Прошкин С.С. К вопросу о точности измерения температуры с помощью тепловизора // Вестник международной академии холода. – 2014. – № 1. – С. 51–54.

4. Курс теоретической физики. Ч. 2: Термодинамика, статистическая физика, квантовая теория, ядерная физика: Пер. с нем. Ч. 2. – 1964. – 352 с.

5. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб. пособие. – Т. II. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: Физматлит, 1990. – С. 37–41.

УДК 338.439.01

М.Г. Побегайло

Калининградский государственный технический университет,

Калининград, 236022

e-mail: marina.pobegajlo@klgtu.ru

**НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДИАГНОСТИКИ
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА С УЧЕТОМ ОТРАСЛЕВОГО
И КОРПОРАТИВНОГО АНАЛИЗА В АСПЕКТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Представленные в работе направления совершенствования диагностики рыбохозяйственного комплекса как составляющей продовольственного сектора позволяют детализировать применяемые инструменты анализа с учетом критериев экономической безопасности. Многоуровневый анализ, позволяющий учитывать сложившиеся тенденции на макро-, мезо- и микроуровнях, существенно расширяет и уточняет информационно-аналитическую базу принятия решений по вопросам устойчивого развития отраслей и отдельных предприятий, входящих в продовольственный сектор региона. Автором подчеркивается важность учета не только региональных, отраслевых, но и корпоративных (под которым понимается уровень организаций и предприятий) особенностей анализа. Расширение и детализация перечня применяемых в процессе диагностики показателей (измерителей) способствует своевременному выявлению и количественной оценке рисков зон, улучшению качества и обоснованности реализуемых в целях укрепления экономической безопасности мер. В научной статье приведены фрагменты проведенного исследования на примере Калининградской области.

Ключевые слова: рыбохозяйственный комплекс, продовольственный сектор, экономическая безопасность, региональный, отраслевой, корпоративный анализ, диагностика.

M.G. Pobegaylo

Kaliningrad State Technical University,

Kaliningrad, 236022

e-mail: marina.pobegajlo@klgtu.ru

**DIRECTIONS OF IMPROVING THE FISHERIES COMPLEX DIAGNOSTICS
TAKING INTO ACCOUNT INDUSTRY AND CORPORATE ANALYSIS
IN THE ASPECT OF ENSURING ECONOMIC SECURITY**

The presented directions of improving the fisheries complex diagnostics as a component of the food sector allow to detail the applied analysis tools taking into account the criteria of economic security. Multilevel analysis, allowing to take into account the existing trends at the macro-, meso- and micro-levels, significantly expands and specifies the information and analytical base for decision-making on issues of sustainable development of industries and individual enterprises included in the food sector of the region. The author emphasizes the importance of taking into account not only regional, industry, but also corporate (which is understood as the level of organizations and enterprises) features of the analysis. Expansion and detailing of the list of indicators (measures) used in the diagnostic process contributes to the timely identification and quantitative assessment of risk zones, improving the quality and validity of measures implemented to strengthen economic security. The scientific article presents fragments of the conducted study using the example of the Kaliningrad Region.

Key words: fisheries complex, food sector, economic security, regional, industry, corporate analysis, diagnostics.

В настоящее время в рамках реализации в нашей стране стратегии импортозамещения все большую актуальность имеет исследование вопросов, связанных с обеспечением продовольственной безопасности. Степень независимости страны в удовлетворении потребностей населения

страны и отдельных ее регионов в продуктах питания за счет собственного производства растет с каждым годом. При этом особенную роль в аспекте регионального развития приобретают отрасли, входящие в продовольственный сектор, в первую очередь, речь идет о сельском хозяйстве. Как известно, рыбохозяйственный комплекс также включается в сельское хозяйство, однако имеет существенные отличительные особенности.

Учет региональной специфики при определении уровня продовольственной независимости в контексте обеспечения экономической безопасности, отражение выявленных отличительных особенностей в измерителях (индикаторах), применяемых как на макро-, мезо-, так и на микроуровне, многофакторный аспект состояния и изменения внешней среды как источника потенциальных возможностей и угроз, невозможность применения универсального подхода как к анализу региональной системы экономической безопасности (в связи с дифференциацией самих регионов страны), так и отдельных отраслей продовольственного сектора – все эти и многие другие вопросы подчеркивают актуальность исследования. Вышеперечисленное определяет цель исследования – детализация и уточнение научно-методических подходов к диагностике рыбохозяйственного комплекса (далее РХК) с учетом региональных, отраслевых и корпоративных аспектов обеспечения экономической безопасности.

Проведенное исследование было основано на использовании данных официальной статистики, были применены методы ретроспективного анализа, историко-критический и каузальный метод, аналогий и сравнения, индикативный, экспертный методы.

Роль и значение рыбного хозяйства очевидны и могут быть рассмотрены с различных сторон. Речь идет в первую очередь о производстве рыбной продукции, богатой пищевыми белками, в целях обеспечения продовольственной безопасности населения. Высокая пищевая ценность рыбной продукции состоит в большой концентрации белков животного происхождения в единице массы с нужным набором незаменимых аминокислот.

Развитие далее РХК служит индикатором интеграции в мировое хозяйство, способствует развитию международной хозяйственной деятельности. Также необходимо отметить и важнейший региональный аспект, особенно сильно оказывающий влияние на социально-экономическое развитие приморских регионов. Рыбная промышленность в ряде регионов (Приморском, Камчатском краях, Сахалинской, Мурманской, Астраханской областях и др.) является ведущей отраслью.

Переходя далее к многоуровневой системе (макро-, мезо-, микроуровневой декомпозиции) подчеркнем и то, что РХК является как потребителем, так и производителем для других отраслей (услуги железнодорожного, морского, воздушного и автомобильного транспорта, текстильная, соляная, химическая, кожевенная, меховая, обувная, медицинская, отрасли АПК и др.).

Все это ставит задачу многосторонней и многоуровневой оценки потенциала развития РХК с различных позиций, включая количественное выражение состояния отдельных элементов и составляющих этого потенциала. При этом мы включаем сюда не только инструменты экономического анализа, необходимые к использованию на общегосударственном уровне, региональном (включая отрасли и подотрасли), но и уровне отдельных организаций РХК (корпоративный анализ).

Представленный общий подход к проведению анализа объекта исследования в многоуровневом разрезе может быть применим к различным отраслям и комплексам, формировать более полную базу принятия решений и на уровне региона, и на уровне отрасли, детализируясь и на корпоративный уровень (отдельных организаций, входящих в состав отрасли). Автором ранее было отмечено, что «... показатели могут быть существенно дополнены индикаторами, характеризующими уровни экономической безопасности предприятия и личности (вертикальный срез), а также особенностями каждой из сфер региона – видами экономической безопасности (горизонтальный срез). Причем по каждому виду экономической безопасности состав индикаторов может быть в различной степени детализирован, в определенных случаях существующие методические подходы и используемые инструменты анализа дополнены...» [1, с. 34]. Таким образом, можно представить следующую взаимосвязанную структуру полного анализа, что отражено ниже на рис. 1.



Рис. 1. Общий подход к проведению многоуровневого анализа

Инструменты анализа могут быть расширены за счет применения показателей (индикаторов), способных отразить и учесть специфику той или иной конкретной отрасли (переходя от универсальности к специфичности). Так, например, общеизвестным является факт наличия специфических особенностей РХК, необходимых к учету в традиционном отраслевом анализе. К таким особенностям относят:

- размеры территории деятельности рыбного хозяйства и разнообразие гидробионтов;
- естественное воспроизводство рыбных ресурсов;
- подвижность и изменения промысловой массы, заставляющие постоянно менять места расположения рыбопромыслового флота;
- соединение функций комплекса добывающей, обрабатывающей и других отраслей в рамках не только одного предприятия (разведка и поиск сырьевых ресурсов, добыча рыбы, ее комплексная переработка, транспортировка, реализация через оптовую и розничную торговлю);
- нахождение объекта управления (судно) вдали от управляющей системы;
- разработка и применение способов добычи (изъятия), обработки и транспортировки продукции;
- высокая доля материальных затрат на лов рыбы и эксплуатацию судна;
- содействие освоению окраин и регионов России.

Перечисленные выше особенности можно отнести и к факторам, являющимся источниками опасностей и угроз, препятствующим развитию РХК, в том числе в аспекте экономической и продовольственной безопасности. Также указанные особенности должны быть учтены и при построении системы диагностики и мониторинга состояния РХК.

Все это определило необходимость ввести в традиционный инструментарий оценки состояния отрасли уточнения, так «... показатели предлагается разделить на 3 блока: общие (универсальные), специфичные (в целом для РХК), отдельные индикаторы экономической безопасности (которые дополняют обе группы показателей, позволяя выявить возможные рискованные зоны)» [2]. Предлагаемые в каждом блоке группы показателей для диагностики РХК в аспекте его устойчивого развития, а также с учетом критерия безопасности, были авторами определены и систематизированы ранее, представлен их примерный состав. Важность учета критериев устойчивого развития при диагностике РХК подтверждается в работах многих авторов, так, например, в научной

статье В.И. Кузин отмечает: «... для повышения эффективности системы стратегического управления РХК целесообразно: - стратегию развития РХК строить на основе принципов устойчивого развития; - использовать в управлении предприятий РХК ESG принципы ...» [3, с. 271].

Объектом нашего исследования выступает РХК Калининградской области. Являясь отделенным от основной территории России территориями иностранных государств, регион столкнулся с проблемами, имеющими наибольшую актуальность в современных условиях и не характерными для многих других регионов страны. Специфичность геополитического положения сказалась на различных сферах жизни, затронув и обеспечение продовольствием населения. Транспортная доступность и вопросы перемещения, сырья, материалов, готовой продукции и т. д. в другие регионы страны, высокий индекс потребительских цен, в том числе на продовольственные товары (108,3% в 2023 г.), невысокий уровень среднедушевых доходов населения (в 2023 г. 43 287 руб. в месяц, для сравнения: по РФ – 53 139 руб., по СЗФО – 57 890 руб. [4]) и другие аспекты – вот только некоторые факторы, сдерживающие уровень экономической доступности рыбной продукции для населения региона в аспекте обеспечения его продовольственной безопасности.

В рамках данной статьи приведем фрагмент анализа, выбрав лишь некоторые из обобщенной группы показателей – «Показатели, характеризующие производство продукции». Ранее авторами по данной группе показателей был проведен анализ РХК. «При этом акцент был сделан на следующих направлениях развития рыбохозяйственного комплекса региона: – производство рыбы и рыбной продукции; – ввоз и вывоз рыбы и рыбной продукции в другие регионы страны; – экспорт и импорт рыбы и рыбной продукции; – потребление рыбы и рыбной продукции населением региона; – цены и покупательная способность населения» [5, с. 3]. Охарактеризуем далее отдельные показатели по региональному РХК. Ниже на рис. 2 представлена пятилетняя динамика производства рыбной продукции в Калининградской области.

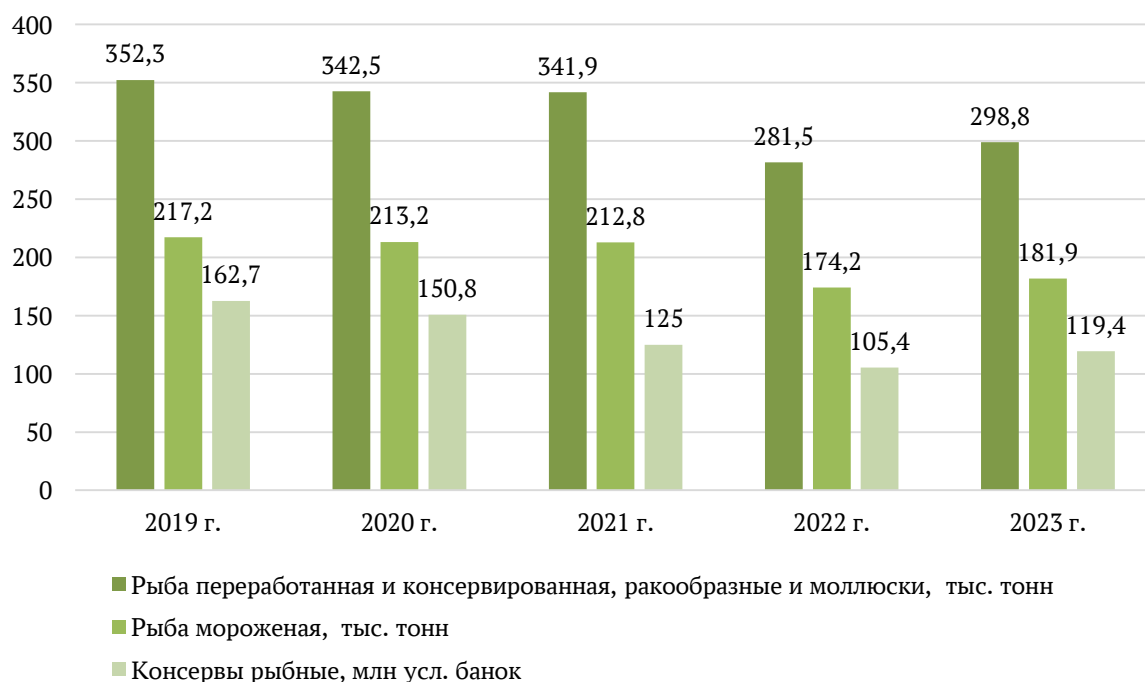


Рис. 2. Производство рыбной продукции, рыбных консервов

Наибольшее увеличение объема производства отмечено по позиции «рыба мороженая» – рост на 6,9% в 2023 г. по сравнению с предыдущим. По позиции «консервы рыбные» на фоне ежегодного падения с 2019 по 2022 гг., в 2023 г. наблюдается рост на 13% (по сравнению с предыдущим годом). Калининградские предприятия при производстве рыбных консервов столкнулись с увеличением экспортных пошлин и удорожанием комплектующих материалов, участвующих в производственном процессе, чем и обусловлено снижение объема производства, но уже в 2023 г. отмечена положительная динамика. В целом регион в достаточной степени

оснащен данным видом продовольствия, имеет возможность экспортировать данную продукцию без ущерба для обеспечения населения региона. Сопоставление объемов производства и потребления рыбы и рыбной продукции позволяет говорить о высокой степени самообеспеченности населения региона данным видом продукции.

Подтверждает достаточно стабильную ситуацию в отрасли анализ динамики уровня валового регионального продукта по виду деятельности «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» (рис. 3).

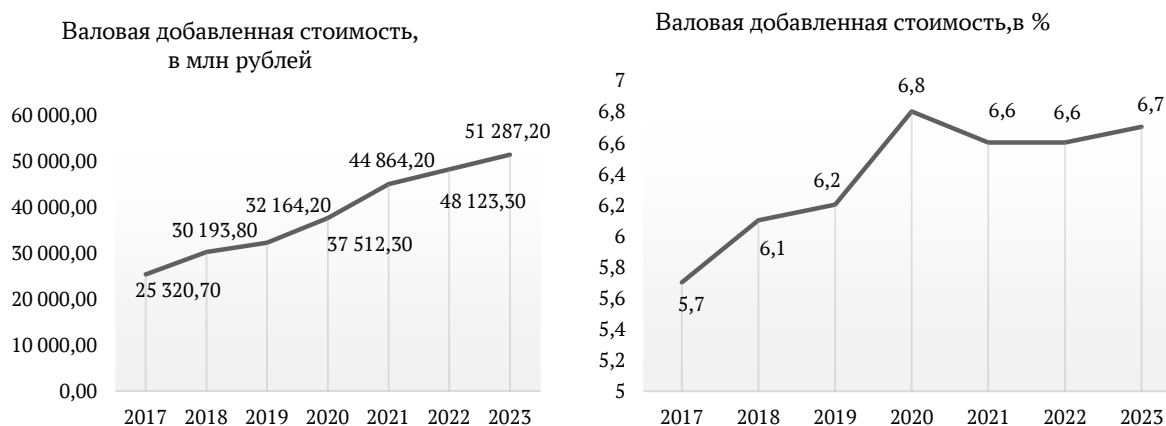


Рис. 3. Динамика валового регионального продукта по виду деятельности «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство», в млн руб. и в % (составлено по материалам [6])

Отметим, что отрасль по-прежнему вносит чуть менее 7% в формирование валового регионального продукта, но отмеченная тенденция является стабильной. Приведенные на рис. 3 данные позволяют сделать вывод о том, что выявленная динамика изменения показателей характеризует развитие отрасли, составляющей основу продовольственного сектора региона, повышая уровень его независимости и экономической безопасности.

Фрагмент анализа РХК региона отражает отдельные результаты диагностики, полученные в ходе реализации общего подхода, изображенного на рис. 1, а именно, затрагивает уровень II (мезоуровень). Для полноты и большей детализации формируемой информационной базы, позволяющей принимать конкретные решения, нужно провести анализ и по остальным уровням (макро-, микро-), проводя комплексную диагностику с использованием в качестве инструментов как показателей устойчивого развития, так и индикаторов экономической безопасности, что является целью нашего дальнейшего исследования.

Литературы

1. Побегайло М.Г. Региональный и отраслевой аспекты анализа экономической безопасности // Балтийский экономический журнал. – 2024. – № 1 (45). – С. 27–38. – DOI 10.46845/2073-3364-2024-0-1-27-38. – EDN AMOOYS.
2. Мнацаканян А.Г., Побегайло М.Г. Развитие подходов к оценке регионального рыбохозяйственного комплекса в аспекте обеспечения продовольственной безопасности // Рыбохозяйственный комплекс России: 300 лет российской академической науке: II Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 27–28 марта 2024 г.). – М.: ФГБНУ «ВНИРО», 2024. – С. 667–676. – EDN WLUZGN.
3. Кузин В.И. Проблемы стратегического управления рыбохозяйственным комплексом России, обусловленные новыми вызовами и угрозами // Морские технологии: проблемы и решения – 2024: Сборник статей по материалам науч.-практ. конф. преподавателей, аспирантов и сотрудников ФГБОУ ВО «КГМУ» (Керчь, 22–26 апреля 2024 г.). – Керчь: Керченский государственный морской технологический университет, 2024. – С. 269–272. – EDN GAUNSS.

4. <https://rosstat.gov.ru/folder/13397>
5. Мнацаканян А.Г., Побегайло М.Г. Оценка уровня обеспеченности и доступности рыбной продукции для населения Калининградского региона // Теория и практика мировой науки. – 2023. – № 5. – С. 2–6. – EDN FGRQNA.
6. Калининградская область в цифрах. 2024: Краткий статистический сборник / Калининградстат. – Калининград, 2024. – 136 с.

УДК: 629.12

С.Н. Царенко, В.В. Кибиткин

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: Yaga100valera@gmail.com*

УПРОЩЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА НА КОЛЕНЧАТОМ ВАЛУ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

В статье рассматривается метод моделирования крутящего момента на основе упрощенного представления индикаторной диаграммы. Кривые политроп сжатия и расширения заменяются постоянным давлением. Развернутая индикаторная диаграмма имеет ступенчатую форму. Выполнено сравнение параметров крутящих моментов, построенных по упрощенной методике и на основании модели теоретического цикла.

Ключевые слова: дизельный двигатель, индикаторная диаграмма, крутящий момент, упрощенный метод, моделирование, ряд Фурье.

S.N. Tsarenko, V.V. Kibitkin

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: Yaga100valera@gmail.com*

SIMPLIFIED METHOD FOR DETERMINING THE TORQUE ON THE CRANKSHAFT OF A DIESEL ENGINE

The article discusses a method for modeling torque based on a simplified representation of the indicator diagram. The polytropic compression and expansion curves are replaced by constant pressure. The expanded indicator chart has a stepwise form. A comparison of the torque parameters constructed using a simplified methodology and based on a theoretical cycle model is performed.

Key words: diesel engine, indicator diagram, torque, simplified method, modeling, Fourier series.

Основная доля аварий на судах морского и речного флота связана с нарушениями правил судовождения и неполадками в работе машинно-двигательных комплексов (МДК). Известными примерами аварий вследствие технических поломок МДК являются:

- затопление машинного отделения судна Emma Maersk во время прохождения Суэцкого канала по причине отказа лопастей гребного винта [1];
- затопление рыболовецких судов «Lady Gertrude» и «Ben & Casey» вследствие разрушения гребного вала и выхода сломанной части с винтом [2, 3];
- множество аварий, связанных с усталостными разрушениями гребных валов на судах: «Эланд» [4], «Волгонефть» [5], буксир ОТА-974 [6] и т. д.

Во многих случаях причиной аварии являются разрушения, связанные с превышением допустимого уровня крутильных колебаний. Поэтому требования к методикам проведения расчетов и контроля уровня крутильных колебаний регламентируются правилами ведущих мировых классификационных обществ: «Российского морского регистра судоходства» (РМРС), «Российского классификационного общества» (РКО), «Lloyd's Register» («LR»), «Det Norske Veritas & Germanischer Lloyd» («DNV GL»), «Bureau Veritas» («BV»), «Registro Italiano Navale» («RINA») и др. Вопросы теории расчета, измерения и контроля крутильных колебаний периодически рассматриваются на всемирном симпозиуме по крутильным колебаниям [7].

В качестве одного из технических решений проблемы ряд отечественных и зарубежных специалистов рассматривает создание системы поточного мониторинга состояния элементов судо-

вой энергетической установки. Примерами технической реализации таких систем являются: система «Torsional Vibration System» серии «MARK» производства компании «Geislinger» [8, 9], которая выпускается в серийном производстве, прототипы системы отечественной разработки рассмотрены в работах [10, 11].

Основное внимание разработчики систем мониторинга уделяют аппаратной части сбора и обработки информации, а данные в основном трактуются лишь в контексте изменений контролируемых величин в негативную сторону. Это связано с недостаточной изученностью динамических процессов в валовой линии. Существующая методика расчета на крутильные колебания на основе дискретных масс позволяет достаточно точно провести модальный анализ и оценить напряженно-деформированное состояние элементов валопровода в резонансном режиме работы с применением приближенных методов расчета [12–15].

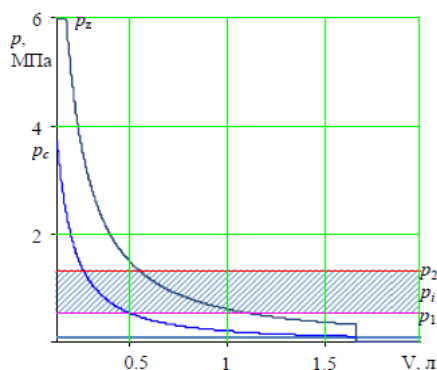


Рис. 1. Индикаторная диаграмма цикла работы двигателя

Современная теория расчета крутильных колебаний валопроводов основана на аппроксимации диаграммы крутящих моментов частичной суммой ряда Фурье [13, 16]. Определение зависимости момента от угла поворота кривошипа осуществляется на основе параметров цикла работы двигателя (рис. 1). Однако для построения индикаторной диаграммы (рис. 1) требуется ряд параметров, которые не содержатся непосредственно в технических характеристиках двигателя, таких как степень повышения давления – λ , степень предварительного расширения – ρ , средние значения показателей политроп сжатия и расширения – n_1, n_2 . Изменение данных параметров может давать широкую вариацию форм импульсов нагрузки.

Целью данной работы является рассмотрение возможности моделирования крутящего момента на основе упрощенного представления индикаторной диаграммы.

Для упрощенного описания цикла работы двигателя принимаем давление в камере сгорания на стадии впуска и выпуска газа, равное атмосферному – p_a . Давление на стадии сжатия принимаем постоянным – p_1 , величину которого можно найти через работу сил сжатия [17]:

$$p_1 = p_a \frac{\varepsilon(1 - \varepsilon^{n_1-1})}{(\varepsilon - 1)(1 - n_1)}, \quad (1)$$

здесь ε – степень сжатия, средний показатель политропы сжатия можно принять в пределах [17]: $n_1 = 1,34 \div 1,42$, если известно максимальное давление сжатия p_c , то можно воспользоваться зависимостью [17]:

$$n_1 = \frac{\lg(p_c / p_a)}{\lg \varepsilon}. \quad (2)$$

Аналогично для этапа расширения давление принимается постоянным:

$$p_2 = p_1 + p_i, \quad (3)$$

где p_i – среднее индикаторное давление, значение которого можно получить через эффективную мощность:

$$p_i = \frac{120 N_e}{V_h n_{вр} z \eta_m}, \quad (4)$$

где N_e – средняя эффективная мощность,
 V_h – рабочий объем цилиндра;
 $n_{вр}$ – частота вращения двигателя;

z – число цилиндров;

η_m – механические потери ($\eta_m = 0,88 \div 0,91$) [17].

На рис. 1 заштрихованная область соответствует упрощенному представлению цикла. В соответствии с принятым упрощением, функцию давления в зависимости от угла поворота кривошипа j можно представить выражением:

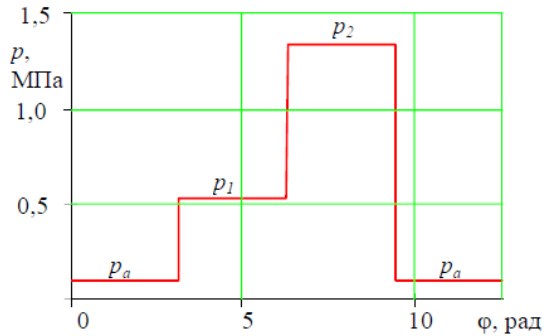


Рис. 2. Развернутая индикаторная диаграмма по упрощенной модели

$$p(\varphi) = \begin{cases} p_a, 0 \leq \varphi \leq \varphi_a; \\ p_1, \varphi_a \leq \varphi \leq \varphi_c; \\ p_2, \varphi_c \leq \varphi \leq \varphi_b; \\ p_a, \varphi_b \leq \varphi \leq 4\pi, \end{cases} \quad (5)$$

здесь φ_a – угол закрытия впускного клапана; φ_b – угол открытия выпускного клапана; φ_c – угол окончания фазы сжатия, углы для фаз газораспределения также примем по упрощенной схеме: $\varphi_a = \pi$; $\varphi_c = 2\pi$; $\varphi_b = 3\pi$. Таким образом, развернутая индикаторная диаграмма примет ступенчатый вид (рис. 2).

Момент на валу кривошипа с учетом зависимости (5) можно представить выражением [16]:

$$T(\varphi) = R((p(\varphi) - p_a)F_n - m_{\text{пд}} R \theta^2 (\cos \varphi + \lambda_{\text{ш}} \cos 2\varphi)) \cdot \left(\sin \varphi + \frac{\lambda_{\text{ш}}}{2} \sin 2\varphi \right), \quad (6)$$

где R – радиус кривошипа;

$\lambda_{\text{ш}} = l_{\text{ш}} / R$, $l_{\text{ш}}$ – длина шатуна, $m_{\text{пд}}$ – массы поступательно движущихся тел, $m_{\text{пд}} = m_{\text{п}} + 0,275m_{\text{ш}}$, $m_{\text{п}}$ – масса поршня, $m_{\text{ш}}$ – масса шатуна.

В качестве примера построим диаграмму крутящего момента на коленчатом валу дизельного двигателя (ЯМЗ-238М2), основные технические параметры которого представлены в статье [16]:

- мощность – $N_{\text{ном}} = 177$ кВт (240 л. с.);
- частота вращения коленчатого вала – $n_{\text{ном}} = 2100$ мин⁻¹;
- частота вращения холостого хода – $n_{\text{мин}} = 600$ мин⁻¹;
- число цилиндров – $z = 8$;
- тип двигателя – четырехтактный с воспламенением от сжатия;
- расположение цилиндров – V-образное;
- расположение кривошипов под углом 90°;
- диаметр цилиндра – 130 мм;
- ход поршня – 140 мм;
- степень сжатия – $\varepsilon = 16,5$;
- рабочий объем цилиндра – $V_h = 14,86$ л;
- масса поршня – $m_{\text{п}} = 2,85$ кг;
- масса шатуна – $m_{\text{ш}} = 4,2$ кг;
- длина шатуна – $l_{\text{ш}} = 280$ мм;
- порядок работы цилиндров – 1-5-4-2-6-3-7-8.

Для расчета среднее значение показателя политропы сжатия принято $n_1 = 1,38$.

На графиках рис. 3 представлена диаграмма крутящего момента для номинального режима работы двигателя, построенная по упрощенному описанию цикла (рис. 3, а) и с использованием теоретического цикла работы двигателя (рис. 3, б) [16]. В таблице представлены коэффициенты аппроксимации функции моментов (6) первыми двенадцатью членами ряда Фурье:

$$T(\varphi) = \frac{T_0}{2} + \sum_{j=1}^m T_j \cos \left(\frac{j\varphi}{2} - \mu_j \right). \quad (7)$$

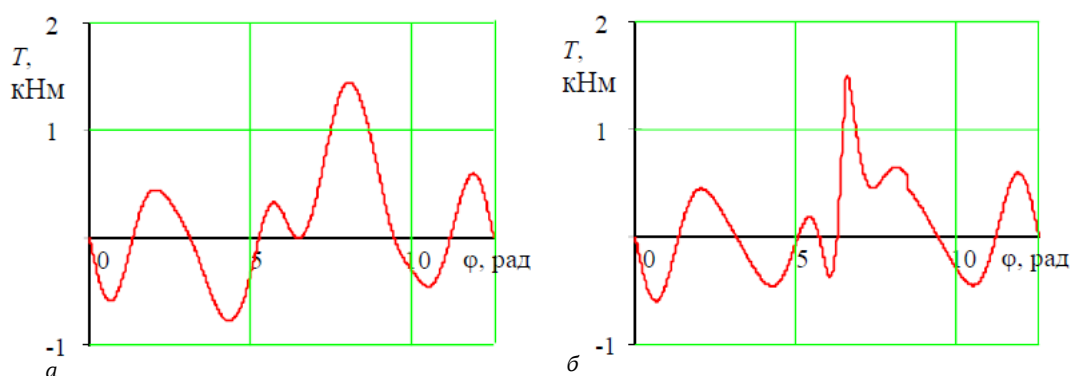


Рис. 3. Диаграммы крутящих моментов:
а – по упрощенной модели; б – по параметрам теоретического цикла

Коэффициенты разложения функции моментов в ряд Фурье

Схе- ма	Коэффициент и фаза для j-й гармоники T_j / μ_j (Нм/-)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
а)	<u>237</u> –	<u>353</u> 4,22	<u>447</u> 1,53	<u>245</u> –1,25	<u>433</u> 4,53	<u>40,9</u> 0,5	<u>178</u> 4,65	<u>20,3</u> –0,8	<u>21,8</u> 3,89	<u>12,2</u> 0,85	<u>2,86</u> 3,14	<u>8,13</u> –0,87	<u>6,92</u> 3,14
б)	<u>190</u> –	<u>212</u> 3,79	<u>300</u> 1,17	<u>260</u> 4,5	<u>232</u> –1,53	<u>208</u> –1,5	<u>21,2</u> 3,51	<u>145</u> –1,43	<u>112</u> 1,78	<u>110</u> –1,3	<u>92,3</u> 1,96	<u>73,2</u> –1,09	<u>57,3</u> 2,09

Сопоставляя обе диаграммы (рис. 3) видно, что формы импульсов для моментов в целом имеют незначительное отличие, кроме того для обоих случаев различие максимальных значений моментов не превышает 4%: $T_{\max} = 1\,447$ Нм, схема а); $T_{\max} = 1\,498$ Нм, схема б). Более существенно отличаются амплитудные значения порядковых гармоник, представленные в таблице. На данном этапе нельзя дать однозначный ответ о возможности применения упрощенного подхода к моделированию нагрузки, требуется дальнейшее продолжение исследования, в том числе экспериментальное.

Литература

1. Emma Maersk. Flooding of engine room on 1 February 2013. Marine Accident Report, The Danish Maritime Accident Investigation Board, 2013. – 58 p.
2. National Transportation Safety Board, Marine Accident Brief, Sinking of Fishing Vessel Lady Gertrude, № DCA16FM051, 2017. – 5 p.
3. National Transportation Safety Board, Marine Accident Brief, Flooding and Sinking of Fishing Vessel Ben & Casey, № DCA18FM004, 2018. – 7 p.
4. Гуринов С.Н., Матвеев Ю.И. Анализ поломки гребного вала теплохода «ЭЛАНД» // Научные проблемы водного транспорта. – 2022. – № 71 (2). – С. 15–27.
5. Чура М.Н. О методике прогнозирования начальной стадии усталостного разрушения гребного вала судна // Эксплуатация морского транспорта. – 2021. – № 1. – С. 73–78.
6. Одиннадцатый арбитражный апелляционный суд. Постановление от 12 августа 2010 года. Дело № А65-7528/2009 [Электронный ресурс]. – URL: <https://sudrf.cntd.ru/document/677247632?ysclid=lp4cz7vf1z369360736> (дата обращения: 18.10.2024).
7. Torsional Vibration Symposium [Электронный ресурс]. – URL: <https://torsional-vibration-symposium.com/>
8. Geislinger Monitoring System. Catalog. – Salzburg, 2018. – 34 p.
9. Geislinger Monitoring System MK6 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.geislinger.com/en/products/product/geislinger-monitoring-mk6> (дата обращения: 17.10.2024).
10. Горбачев М.М., Покусаев М.Н. Результаты испытаний прототипа системы мониторинга крутильных колебаний на судне «Иван Поддубный» // Наука и практика – 2022: Материалы Всерос. междисциплинарной науч. конф. – Астрахань, 2022. – С. 271–274.

11. Горбачев М.М., Сибряев К.О. Разработка прототипа системы мониторинга крутильных колебаний главных энергетических установок судов: Окончательный отчет о НИР. – Регистрационный номер № 121021500264-6. – Астрахань: ООО «МИТ», 2022. – 97 с.
12. Терских В.П. Расчеты крутильных колебаний силовых установок: в 2 т. – М.: Машгиз, 1953. – Т. 1. – 260 с.
13. Ефремов Л.В. Теория и практика исследований крутильных колебаний силовых установок с применением компьютерных технологий. – СПб.: Наука, 2007. – 276 с.
14. Study of the optimization of matching between torsional vibration damper and elastic coupling based on energy method / Xiaodong Tan, Lin Hua, Chihua Lu, Can Yang, Yongliang Wang // Journal Of Vibroengineering. – Mar 2017, – Vol. 19, Iss. 2. – URL: <https://doi.org/10.21595/jve.2016.17135>
15. Batrak Yu.A. Torsional vibration calculation issues with propulsion systems. Shaft Designer, 2011 [Электронный ресурс]. – URL: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:46726236> / (дата обращения: 20.09.2022).
16. Царенко С.Н., Роменский Д.И., Корж А.С. Исследование резонансных явлений крутильных колебаний валопроводов гребных винтов // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2024. – № 67. – С. 8-20. DOI: 10.17217/2079-0333-2024-67-8-20.
17. Ваншейдт В.А. Судовые двигатели внутреннего сгорания. – Л.: Судостроение, 1977. – 392 с.

Секция 3. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 630

Г.А. Лазарев, Л.М. Хорошман

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: gennl_16@mail.ru*

ОРГАНИЗАЦИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ПОРОД-ИНТРОДУЦЕНТОВ ОТ ПОВРЕЖДЕНИЯ МЫШЕВИДНЫМИ ГРЫЗУНАМИ В УСЛОВИЯХ КАМЧАТКИ

В статье обсуждается проблема повреждения грызунами хвойных пород-интродуцентов на Камчатке, а также лесоводственные подходы, ограничивающие вредоносную деятельность грызунов на лесных культурах. Лесной наукой предложены две большие группы мер борьбы с грызунами: истребительные и экологические. Однако в современных условиях эффективность разовых истребительных работ на лесных культурах не является действенной мерой. Наилучшие результаты, и в смысле охраны окружающей среды, и в смысле продолжительности действия проводимых мероприятий, дает не уничтожение, а создание на защищаемых участках пессимальных условий обитания для мелких млекопитающих – лишение укрытий, корма и т. д., привлечение на участки естественных врагов мышевидных – то есть экологические мероприятия.

Ключевые слова: лесные культуры, грызуны, динамика численности, защита от повреждений, истребительные мероприятия, экологические мероприятия.

G.A. Lazarev, L.M. Khoroshman

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: gennl_16@mail.ru*

ORGANIZATION OF MEASURES TO PROTECT FOREST CROPS OF INTRODUCED TREE SPECIES FROM DAMAGE BY RODENTS IN KAMCHATKA

The article discusses the problem of rodent damage to introduced coniferous species in Kamchatka, as well as forestry approaches that limit the harmful activity of rodents on forest crops. Forestry science has proposed two large groups of rodent control measures: extermination and environmental. However, in modern conditions, the effectiveness of one-time extermination work on forest crops is not an effective measure. The best results, both in terms of environmental protection and in terms of the duration of the measures taken, are not achieved by destroying, but by creating pessimal habitat conditions for small mammals in protected areas – depriving them of shelters, food, etc., and attracting natural enemies of rodents to the sites – that is, environmental measures.

Key words: forest crops, rodents, population dynamics, protection from damage, extermination measures, environmental measures.

Лесные культуры хвойных пород на Камчатке в массе подвергаются повреждению мышевидными грызунами. Ежегодно списываются сотни гектаров лесных посадок различных пород деревьев, уничтоженных грызунами [1–3].

Наибольший ущерб грызуны наносят посадкам сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) – породам, интродуцированным на полуостров [1, 4].

Достаточно сказать, что до 99% существующих на Камчатке площадей лесных посадок сосны повреждены грызунами [1, 5].

Основными вредителями лесных культур по всей лесопокрытой площади полуострова являются два вида лесных полевок: красная (*Clethrionomys rutilus* Pallas, 1779) и красно-серая (*Clethrionomys rufocanus* Sundevall, 1846), – являющиеся фоновыми в фауне мышевидных грызунов Камчатки [6]. Численность их колеблется с 3–4-летней цикличностью. Год пика численности сменяется годом глубокой депрессии популяции, с последующим нарастанием числа особей снова до максимальных величин [2, 7].

Интенсивность повреждения лесных культур резко возрастает в год, следующий за пиком численности – количество погибших и списанных культур в эти годы увеличивается в 2,5–5,5 раза [2, 3, 7]. Основной вид повреждений, вызывающий гибель культур, – погрызы коры в виде кольца корневой шейки саженцев, совершаемые в массе в зимне-весенний период. Таким образом, максимум повреждений приходится на зимы с максимальной численностью полевок.

Проблема повреждения грызунами лесных культур хвойных пород имеет также четко выраженную региональную специфику. Например, в Сибири сосновые леса названы как наиболее высокопродуктивные и перспективные в смысле лесоразведения [8]. Результат попытки интродукции сосны обыкновенной на Камчатку был проиллюстрирован автором выше. Впрочем, примерно такая же картина с сосной по всему Дальнему Востоку [9].

Таким образом, разработка мер, ограничивающих вредоносную деятельность грызунов на лесных культурах, актуальна как для Камчатки, так и для других регионов страны.

Организация мероприятий по защите культур должна начинаться с регулярных наблюдений за динамикой численности грызунов в районе произрастания лесных культур. Наиболее эффективными защитные мероприятия будут именно в годы пика численности популяции грызунов. Учет численности проводится весной и осенью по стандартной методике с помощью плашек Геро. У добытых полевок исследуется содержимое желудка и состояние генеративных органов. Одними из предвестников высокой численности является наличие пустых желудков у молодых зверьков, а также значительное увеличение числа сеголеток в отловах к осени [2].

Какие же в целом лесной наукой предложены возможные методы борьбы с грызунами? Ныне существующие методы делятся на две большие группы: истребительные и экологические.

К истребительным относятся механический, химический и бактериальный методы [2].

Механический метод является самым распространенным из применяемых истребительных мероприятий: на участке, требующем защиты, устанавливаются давилки (плашки Геро) или ловушки, при помощи которых истребляется большая часть популяции грызунов. Этот метод целесообразно использовать в питомниках в комплексе с применением средств, ограничивающих передвижение грызунов (ограды, канавы и др.).

К этой же группе методов относится применение привлекающих веществ (аттрактантов) для концентрации грызунов на определенной территории с последующим их уничтожением с помощью, например, бактериальных препаратов (в разреженных популяциях действие бактериальных препаратов не так эффективно), или каким-нибудь другим способом [2].

Однако в современных условиях эффективность разовых истребительных работ на лесных культурах достигла практически возможного предела – до 80%. В целом это не является действенной мерой защиты из-за включения после истребления части грызунов популяционных гоомеостатических механизмов, определяющих быстрое восстановление численности мышевидных, и усиленной миграции зверьков на освободившиеся пространства с соседних территорий: восстановление численности грызунов (иногда даже в больших размерах, чем до обработки) может произойти в течение одного-двух месяцев. Истребление грызунов химическими методами нерационально с точки зрения охраны окружающей среды – уничтожается полезная фауна, существует опасность попадания ядов в нерестовые реки.

Следует учитывать также важность мышевидных грызунов в наземных экосистемах. По всей лесопокрытой площади полевки являются основным кормом для таких ценных пушных зверей, как лисица, соболь, горностай. Благополучие целого ряда редких хищных птиц также зависит от численности мышевидных. Использование грызунами значительной части наземной фитомассы необходимо для увеличения продуктивности растений. Роющая деятельность грызунов увеличивает водопроницаемость почвы в 10–1 000 раз, обеспечивает перенос химических веществ из глубины в верхние горизонты. Важное значение имеет формирование грызунами

вторичной биологической продукции, используемой на других трофических уровнях. Учитывая все это, некоторые исследователи считают, что допустимое изъятие из популяции различных грызунов составляет 20–70% оптимальной численности популяции [10].

Поэтому все большее число специалистов приходят к выводу, что наилучшие результаты, и в смысле охраны окружающей среды, и в смысле продолжительности действия проводимых мероприятий, дает не уничтожение, а создание на защищаемых участках пессимальных условий обитания для мелких млекопитающих – лишение укрытий, корма и т. д. Такого рода мероприятия относятся ко второй большой группе методов борьбы с грызунами – экологической.

К экологической группе методов относятся организационно-хозяйственный и биологический методы защиты [2]. Данная группа методов не предотвращает, а лишь снижает уровень повреждения культур, но зато они являются экологически чистыми, что очень важно в условиях уникальной природы Камчатки.

Организационно-хозяйственные методы защиты очень разнообразны. Например, так как основную массу повреждений полевки наносят в зимний период в годы пика численности, то проведение перепашивания или утрамбовки снега с помощью трактора на участках лесных культур, изменит структуру снежного покрова и разрушит воздушные полости в приземных слоях снега у комля стволов саженцев, где зимуют полевки [11].

На уровень повреждаемости культур оказывают влияние способы подготовки почвы под создание культур. Применяющийся метод посадки в борозды создает оптимальные защитные условия для норения и размножения грызунов, способствует поддержанию численности полевых на высоком уровне. Для уменьшения бугристости микрорельефа почву под культуры следует подготавливать минерализованными полосами. Это ухудшает оптимальность местообитания грызунов, что в конечном итоге положительно скажется на общей картине повреждения культур [2].

Защитный эффект также имеет подбор породного состава культур. Следует отказаться от высаживания сосны в качестве лесобразующей породы на Камчатке как наиболее сильно подверженной повреждениям мышевидными грызунами. Лиственницу сибирскую, также предпочитаемую грызунами, можно высаживать в разном количественном соотношении с елью. На формирование хвойных насаждений положительное влияние может оказать примесь березы и других лиственных пород. Это способствует заселению биотопов мелкими насекомоядными хищниками – бурозубками, которые сдерживают нарастание численности лесных полевых [2].

При посеве или закладке культур можно проводить на участке параллельное высевание растений, обладающих отпугивающим действием на грызунов. Это могут быть чернокорень, черная и красная бузина, черная и белая горчица [2]. Произрастая вместе с хвойными, эти растения в период вегетации будут отпугивать полевых, не давая им селиться на закультивированных площадях, снижая плотность микромаммалий, что, соответственно, уменьшит повреждение саженцев в зимне-весеннее время.

Биологический метод ограничения численности грызунов заключается в привлечении на участки произрастания лесных культур естественных врагов мышевидных. Например, с помощью прикормки можно попытаться привлечь на посадки хвойных мелких хищников из семейства куньих, например горностая, который обычен в лесах полуострова [2].

Эффективным может оказаться привлечение на защищаемые территории хищных птиц, таких как сокол, чеглок, пустельга, различных видов сов. Для этого потребуются сооружать на участках лесных культур искусственные гнездовья – платформы из досок, имитирующие старое гнездо, которые укрепляются в верхней части кроны. Для мелких хищных птиц необходимо устанавливать присады – специальные шесты с перекладиной [2].

Перечисленные экологические мероприятия в комплексе должны снизить суммарный ущерб, наносимый грызунами лесным культурам.

Применение химических отравляющих веществ в качестве защиты лесных культур от грызунов-вредителей в условиях Камчатки рекомендовано быть не может.

Литература

1. Лазарев Г.А. О повреждениях мышевидными грызунами лесных культур на Камчатке // Динамика численности грызунов на Дальнем Востоке СССР и их роль в экосистемах: Тез. докл. III рег. науч. конф. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. – С. 39.

2. Лазарев Г.А. Мышевидные грызуны и их роль в лесообразовательном процессе на Камчатке: Автореф. дис. ... канд. сельскохозяйств. наук (06.03.03 – лесоведение и лесоводство, лесные пожары и борьба с ними) / Г.А. Лазарев; рук. работы Г.В. Гуков. – Уссурийск, 1996. – 23 с.
3. Лазарев Г.А. Обследование участков лесных культур сосны обыкновенной в Центральной Камчатке // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (22–24 марта 2016 г.). Ч. II. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – С. 112–117.
4. Коллегов Е.П. Лиственница сибирская в лесных культурах в зоне каменистых лесов Камчатки / Камчатский ЦНТИ. – Петропавловск-Камчатский, 1984. – 4 с.
5. Коллегов Е.П. Сосна обыкновенная на Камчатке // Вопросы географии Камчатки. – 1982. – Вып. 8. – С. 82–84.
6. Ермаков Л.Н. География Камчатской области. – Петропавловск-Камчатский: Дальневост. кн. изд-во, Камч. отд-ние, 1974. – 96 с.
7. Лазарев Г.А. Экспериментальное применение репеллента РХ-87 против грызунов на Камчатке // Научные основы лесохозяйственного производства на Дальнем Востоке. – Труды ДальНИИЛХ.– Хабаровск, 1991. – Вып. 33. – С. 136–141.
8. Атрохин В.Г. Формирование высокопродуктивных насаждений. – М.: Лесная промышленность, 1980. – 231 с.
9. Леса Дальнего Востока / Под ред. А.С. Агеевко. – М.: Лесная промышленность, 1969. – 388 с.
10. Воронов Н.П. Из наблюдений над роющей деятельностью грызунов в лесу // Почвоведение. – 1953. – № 10.
11. Лазарев Г.А. Использование грызунами воздушных полостей в снежном покрове на лесных культурах Камчатки // Экология и защита леса: Межвуз. сб. науч. трудов. – СПб.: ЛТА, 1992. – С. 55–62.

УДК 630

Г.А. Лазарев, Е.А. Ченцова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: gennl_16@mail.ru*

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИИ КЕДРА КОРЕЙСКОГО (*PINUS KORIENSIS*) НА КАМЧАТКУ

В статье обсуждаются результаты 30-летних наблюдений за состоянием лесных культур кедр корейского (*Pinus koriensis*) в условиях Центральной Камчатки. Осуществлялась лесоводственная оценка и определение лесохозяйственной перспективности закладки так называемых лесов будущего из кедровых сосен корейских на Камчатке. Был сделан вывод, что, несмотря на высокие темпы роста и благополучное санитарное состояние в первые годы развития, к 45–50 годам у указанного вида начинают накапливаться и развиваться различные отклонения. Поэтому на данном этапе кедр корейский не может быть обоснованно рекомендован для широкого внедрения в Камчатском крае.

Ключевые слова: интродукция, лесные культуры, кедр корейский, лесопатологическое обследование, лесоводственная оценка.

G.A. Lazarev, E.A. Chentsova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: gennl_16@mail.ru*

SOME RESULTS OF THE INTRODUCTION OF KOREAN CEDAR (*PINUS KORIENSIS*) TO KAMCHATKA

The article discusses the results of 30 years of observations of the state of forest crops of Korean cedar (*Pinus koriensis*) in the conditions of Central Kamchatka. A forestry assessment and determination of the forestry prospects of laying the so-called “forests of the future” from Korean cedar pines in Kamchatka were carried out. It was concluded that despite the high growth rates and good sanitary conditions in the early years of development, by the age of 45–50, various deviations begin to accumulate and develop in this species. Therefore, at this stage, Korean cedar cannot be reasonably recommended for widespread adoption in the Kamchatka Territory.

Key words: introduction, forest crops, Korean cedar, forest pathology examination, forestry assessment.

Интродукция (от лат. *introducio* – введение) – переселение отдельных видов и форм растений и животных в местности, где они ранее не жили. Интродукция направлена на обогащение культур фитоценозов новыми ценными растениями и сохранение генофонда растительного мира [1].

В течение около 30 лет – с начала 80-х годов XX в. и по 2009 гг. включительно (с перерывами) нами проводились наблюдения за процессом развития в составе лесных культур кедровой сосны корейской (*Pinus koriensis*) в центральной части полуострова Камчатка.

Следует отметить, что данный вид хвойных не совсем верно еще называют «кедр корейский». На самом деле представители рода Кедр (*Cedrus*) на территории нашей страны в естественном виде не произрастают. В мире всего четыре вида хвойных относятся к этому роду – Кедр атласский, Кедр ливанский, Кедр гималайский и Кедр кипрский. Семена настоящих кедров несъедобны, хвоя собрана в пучки по 30–40 хвоинок. А у кедровой сосны семена съедобны и хвоя собрана в пучки по пять хвоинок. Имеются также и другие морфологические отличия [1].

Естественный ареал произрастания кедровой сосны корейской на территории нашей страны – по Приморскому и югу Хабаровского краев. (Кроме этого, на Дальнем Востоке кедровая сосна корейская встречается в горах северо-восточного Китая, на севере Корейского полуостро-

ва и на о. Хонсю) [2]. На Камчатке к местной камчатской породе кедровых сосен относится лишь кедровый стланик (*Pinus pumila*) [3].

Таким образом, Камчатский край не является регионом естественного произрастания лесов из кедровых сосен, однако попытки выращивания данных видов хвойных предпринимались на Камчатке довольно давно. В производственных культурах кедровая сосна корейская выращивается с начала 60-х годов XX столетия [4, 5].

Основной целью проводимой работы являлось осуществление лесоводственной оценки и определение лесохозяйственной перспективности закладки так называемых лесов будущего из кедровых сосен корейских на Камчатке. Оценка проводится на основе сбора данных по биологии развития, строению корневой системы, физико-механическим свойствам древесины, темпов роста в сравнении с аналогичными данными для деревьев естественного ареала.

Программа исследований включала следующие задачи:

- лесопатологическое обследование посадок и анализ данных по состоянию культур;
- сбор морфометрических данных;
- изучение темпов роста культур за ряд лет и его влияние на формирование древесины;
- изучение влияния новых условий произрастания на формирование корневой системы.

Регион. Исследовательские работы проводились в центральной части п-ова Камчатка, Козыревский лесхоз, где в основном и сконцентрированы объекты искусственного культивирования изучаемых видов хвойных.

Объекты исследований. Объектами наших исследований явились разновозрастные посадки кедров корейских. Основные работы по кедру корейскому проводились на участке максимально имеющегося возраста – год закладки культур – весна 1962 г., двухлетними сеянцами; и таким образом, биологический возраст деревьев в 2009 г. составил 50 лет.

Материал. Почти непрерывный ряд наблюдений проведен нами с 1996 по 2009 гг., дополнительно привлекали данные за более ранние годы на этих участках – 1982, 1989–1995 гг., проведенные исследователями Д.Ф. Ефремовым, Е.П. Коллеговым [6].

Объемы. Длина ежегодного маршрутного обследования посадок составляла порядка 25 км.

Ревизионное обследование состояния и морфологические измерения (высота, диаметр) – порядка 300–350 деревьев ежегодно.

Измерение приростов текущего года – порядка 200 деревьев ежегодно.

Раскопано корней модельных деревьев – 6 экз.

Взято кернов и спилов – 20 шт.

Ежегодно анализировалось различных показателей – более 1 200.

Результаты НИР. Из многих интродуцированных на Камчатку древесных пород наиболее обнадеживающие результаты дали хвойные. Большинство хвойных-экзотов отличается высокими темпами роста, часто превышающими таковые у аналогичных видов в пределах их естественных ареалов [6].

При оценке перспективности вида в новых условиях важное значение имеет не только быстрый рост и высокая продуктивность, но и устойчивость, ценные технические качества древесины, способность к самовоспроизводству и др.

Несмотря на удовлетворительные показатели темпов роста кедров в районах внедрения на Камчатке и видимые положительные результаты интродукции, обоснованного производственного подтверждения перспективности кедровых лесов на Камчатке пока не получено. При этом появились некоторые негативные факты, касающиеся развития кедров, что требует разносторонней оценки и объективных прогнозов на перспективу.

Основные работы были сосредоточены на участке, где произрастали кедровые культуры максимального для района исследований возраста: биологический возраст деревьев – 50 лет, год производства культур – 1962. Первые переписи деревьев на данных культурах были осуществлены в 1982 г. Средняя высота культур тогда составляла 3,5 м, средний диаметр – 4 см. По данным измерений 2009 г., средняя высота культур достигла 12,9 м (высота самого высокого экземпляра – 17,1 м), средний диаметр 16,7 см (максимальный диаметр – 28,3 см), средняя протяженность кроны составила 62%.

Сравнивая данные средней высоты и среднего диаметра культур 1982 и 2009 гг., мы определили изменение запаса древесины за 28 лет на одно среднее дерево: в 1982 г. запас на обследуемом участке на одно среднее дерево составлял 0,00146 кубометра, в 2009 г. – 0,0941 кубометра. Таким образом, объем среднего дерева на участке вырос в 64 раза.

Фенология, особенности биологии развития

В условиях Камчатки начальный этап развития проходит в аналогичные естественные сроки, как и в ареале произрастания в Хабаровском крае, однако конец вегетационного периода наступает крайне резко: с начала пожелтения хвои до ее опадения проходит всего шесть дней – в ареале произрастания этот процесс протекает в течение 1,5–2 месяцев. Это объясняется ранним наступлением первых заморозков в Центральной Камчатке [6].

К особенностям развития фенофаз можно также отнести сроки освобождения хвои от покровных чешуй: в Хабаровском крае хвоя кедра освобождается от чешуй на 1/3 своей длины в середине июня, а на Камчатке – только в 20-х числах июля. Хвоя остается не освобожденной от чешуй полностью до конца вегетации и так уходит под зиму, пучки хвои не расходятся. Освобождение хвои от покровных чешуй и расхождение ее пучков происходит только в начале следующего вегетационного периода. Такая особенность характерна и для кедрового стланика [3].

Кроме этого, в условиях Камчатки у кедров формируется более крупная и долгоживущая хвоя, чем в естественных местообитаниях. (На Камчатке длина хвои достигает 8–9 см, Хабаровск и Приморье – 7–8 см). Продолжительность жизни хвои камчатских кедров достигает 4–6, иногда 7 лет, а в пределах ареала хвоя живет на побегах 2–3, реже 4 года [6].

Модельные показатели роста кедра корейского на Камчатке сравнимы с лучшими показателями для аборигенных условий, а во многих случаях и превосходят их. Обследование санитарного состояния деревьев показало, что примерно до возраста 35–40 лет более 70% экземпляров были абсолютно здоровы, отпад составлял менее 3%, в то время как в Сахалинской области, при близких к нашим биометрическим показателям и возрасте, здоровые деревья составляют лишь 55%, отпад 10% [7]. Повреждение части деревьев на Камчатке объяснялись единичными погрызами мышами, повреждением коры, обломом и наклоном верхушки, увлажнением ствола до высоты 0,5–1 м у многих деревьев по невыясненным причинам. Однако последние 5–10 лет наблюдений стало отмечаться ухудшение санитарного состояния культур. Учет санитарного состояния в 2006 г. показал, что здоровыми остались менее 30% обследованных экземпляров. Всего было обследовано санитарное состояние 109 деревьев. Из них – 30 экземпляров (27,5%) были признаны нами здоровыми; 15 экземпляров (14%) усыхающими (пожелтение хвои), большая часть из которых имеет повреждения грызунами; остальная часть деревьев – 64 экземпляра (58,5% обследованных) также в различной степени или повреждены грызунами, или имеют сильно засмоленный ствол (до высоты 1,5–2 м от поверхности земли) с обломанными и сухими верхушками и ветвями. Порядка 10% от общего количества учтенных кедров на данных культурах за период наблюдений полностью усохли. По визуальным наблюдениям за санитарным состоянием кедров в вегетационный период 2009 г., состояние культур продолжило ухудшаться.

Как показали раскопки корневых систем, у кедров в условиях Камчатки формируется маломощная, слаборазвитая, слабоуглубленная корневая система поверхностного типа, состоящая из длинных, тонких, неразветвленных корней-шнуров, со слаборазвитой системой всасывающих корешков. То есть камчатские почвы для кедров слишком холодные и мокрые. Несмотря на то, что кедр корейский в условиях Камчатки формирует более крупную, по сравнению с аборигенными условиями, надземную часть, корневая система имеет меньшую абсолютную массу и в два раза меньший процент ее от веса всего растения. Поэтому на фоне легких, маломощных почв и характерных для региона сильных ветров, при дальнейшем росте и увеличении объема и парусности кроны, вызывает сомнения устойчивость будущих древостоев [6].

Далее высокие темпы ростовых процессов обусловили формирование у кедр на Камчатке рыхлой, преимущественно ранней древесины. Это в значительной степени является причиной надлома стволов, выворачивания ветвей, отмечаемых у интродуцентов на Камчатке. Удельная плотность древесины кедр корейского на Камчатке составляет 0,38–0,46 г/см куб., что соответствует нижнему пределу известных по справочным материалам данных (0,37–0,60 г/см куб.). С учетом низкой удельной плотности и абсолютного преобладания ранней фракции (95–97%), древесина кедр корейского на Камчатке не может оцениваться как качественная [6].

Несмотря на высокие темпы роста и благополучное санитарное состояние в первые годы развития, к 45–50 годам у указанного вида начинают накапливаться и развиваться различные отклонения, поэтому на данном этапе кедр корейский не может быть обоснованно рекомендован для широкого внедрения в Камчатском крае.

Литература

1. Лесная энциклопедия: В 2-х т. – М.: Сов. энциклопедия, 1985. – 563 с.
2. Соловьев К.П. Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока и хозяйство в них. – Хабаровск, 1958. – 376 с.
3. Ефремов Д.Ф. Леса Камчатки // Леса Дальнего Востока – М.: Лесная промышленность, 1969. – С. 212–227.
4. Еришов Л.А., Калужин Н.П. Создание лесных культур в зоне лиственничников Камчатки // Сборник статей по итогам договорных научно-исследовательских работ за 1969–1970 гг. – М., 1973. – С. 30–36.
5. Грибков И.Г., Шамшин В.А. Состав площадей лесокультурного фонда в зоне лиственничных лесов Камчатки и основные направления их хозяйственного использования // Биологические ресурсы суши Севера Дальнего Востока – Владивосток, 1971. – Т. 2 – С. 71–75.
6. Ефремов Д.Ф., Коллегов Е.П. Рост и состояние кедра корейского в культурах на Камчатке: Информ. листок / Камчатский ЦНТИ. – Петропавловск-Камчатский, 1982. – 5 с.
7. Бромлей Г.Ф., Костенко В.А. Влияние позвоночных животных на возобновление кедра корейского // Итоги изучения лесов Дальнего Востока. – Владивосток, 1967. – С. 195–197.

УДК [582.272.46:581.6]+[664.861:631.812](571.66)

В.Р. Мунгалова, А.В. Климова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: val1003mun@gmail.com*

ОПЫТ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА К ПЕРЕРАБОТКЕ И РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЛАМИНАРИЕВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В КАМЧАТСКОМ КРАЕ

В работе представлены результаты комплексного использования ламинариевых водорослей Авачинского залива (Юго-Восточная Камчатка) в качестве сырья для производства пищевой продукции и стимуляторов роста сельскохозяйственных растений. Полученная снековая продукция из водорослей *Alaria esculenta* и *Hedophyllum bongardianum* соответствовала санитарно-гигиеническим требованиям безопасности и по пищевой ценности имела на 19-20% выше содержание белка и на 20-70% выше содержание жиров, чем аналогичная продукция из ламинариевых водорослей Белого моря. Применение водных экстрактов водорослей, полученных из частей слоевищ, непригодных для производства чипсов, выявило положительный эффект воздействия на модельные растения кресс-салата. После обработки экстрактами водорослей у проростков активно развивалась корневая система и увеличивалась общая длина ростков. Экспертная оценка запасов доминирующих в Авачинском заливе видов ламинариевых водорослей выявила достаточный уровень их ресурсов для организации малотоннажного производства снековой продукции и биостимуляторов.

Ключевые слова: ламинариевые водоросли, промысловые запасы, чипсы из водорослей, продовольственная безопасность, экстракты водорослей, биостимуляторы, фитотестирование, Юго-Восточная Камчатка.

V.R. Mungalova, A.V. Klimova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: val1003mun@gmail.com*

EXPERIENCE OF AN INTEGRATED APPROACH TO PROCESSING AND RATIONAL USE OF LAMINARIACEAN ALGAE IN THE KAMCHATKA REGION

The paper presents the results of the integrated use of Avacha Bay laminariacean algae (Southeastern Kamchatka) as raw materials for the joint production of food products and growth stimulants for agricultural plants. The resulting snack products from *Alaria esculenta* and *Hedophyllum bongardianum* algae met sanitary and hygienic safety requirements and had a 19-20% higher protein content and a 20-70% higher fat content in terms of nutritional value than similar products from the White Sea laminaria algae. The use of aqueous extracts of algae obtained from parts of thalli unsuitable for the production of chips revealed a positive effect on model cress plants. After treatment with algae extracts, the root system of the sprouts actively developed and the linear dimensions of the sprouts increased. An expert assessment of the reserves of the dominant species of laminaria algae in Avacha Bay revealed a sufficient level of their resources for organizing small-scale production of snack products and biostimulants.

Key words: kelp, commercial stocks, seaweed snacks, food safety, seaweed extracts, biostimulants, phytotesting, South-East Kamchatka.

Одним из больших вызовов научно-технологического развития РФ до 2030 г. является продовольственная безопасность, в рамках которой приоритетным направлением определено «Высокопродуктивное и устойчивое к изменениям природной среды сельское хозяйство». Камчатский край богат водными биологическими ресурсами. Среди нерыбных объектов промысла, встречающихся в массовом количестве, особый интерес представляют ламинариевые водоросли. По экспертным оценкам, по всей прибрежной зоне Камчатского края их промысловый запас

превышает 205 тыс. т [1]. Общий рекомендованный объем добычи ламинарии для региона в 2025 г. определен в 2 195,7 т, из которых для Петропавловско-Командорской промысловой подзоны установлено 999 т [2]. Однако, несмотря на значительные ресурсы промысловых и потенциально промысловых видов водорослей, в Камчатском крае их промысел не ведется и не развивается [1]. Так, по статистическим сводкам Северо-Восточного территориального управления Федерального агентства по рыболовству освоение этого ресурса в крае в 2024 г. составило 0% [2]. Однако незначительный местный промысел ламинариевых водорослей ведется только на Командорских островах, за последние годы максимальный вылов здесь составил 4 т [1].

Привлечение интереса рыбопромышленников к добыче и переработке ламинариевых водорослей Камчатского края неотъемлемо связано с наличием широкого ассортимента технологических решений производства готовой продукции и их усовершенствованием. В настоящее время разработаны технологии получения пищевой продукции из ламинариевых водорослей Камчатки или с их добавлением – альгинатный гель [3], винные напитки [4] и хлебобулочные изделия [5]. Имеется также положительный опыт применения водорослей в региональном сельском хозяйстве. Так, ранее была отмечена значительная эффективность экстрактов водорослей для повышения показателей всхожести кормовых трав, вегетативной и репродуктивной продуктивности земляники садовой [6–8]. Кроме того, доказана перспективность применения водных экстрактов ламинариевых в качестве фитоадаптогенов [9, 10]. Однако реализованных комплексных решений переработки и использования водорослевого сырья Камчатки для совместного получения разных типов продукции в открытых источниках представлено еще не было. Целью настоящей работы являлось апробирование малоотходной технологии переработки ламинариевых водорослей Камчатки для последующего производства пищевой и сельскохозяйственной продукции.

Ресурсные исследования запасов ламинариевых водорослей в Авачинском заливе от мыса Опасного до мыса Отвесного, включая бухты Опасную и Саботажную (рис. 1), проводили с помощью методов дистанционного зондирования Земли. Для оценки распределения водорослей исследуемого участка побережья использовали архивные спутниковые снимки, выгруженные с портала SoarEarth (<https://soar.earth/>, спутник Sentinel-2, разрешение 10 м на 1 пиксель). Всего было проанализировано 79 спутниковых снимков, пригодных для визуализации водорослевых полей. Создание карт распределения и расчет площадей зарослей водорослей за период с июня по август 2016–2024 гг. выполняли в программном обеспечении QGIS 3.42.0-Münster. Базовый слой карты района исследований скачивали с портала OpenStreetMap (<https://www.openstreetmap.org>) в системе координат WGS 1984.



Рис. 1. Потенциальный район добычи ламинариевых водорослей в Авачинском заливе:
А – спутниковый снимок бухт Опасной и Саботажной (Авачинский залив), 19.07.2019 г.,
Б – ламинариевые заросли у северного входного мыса бух. Опасной,
В – ламинариевые заросли у южного входного мыса бух. Опасной.
Масштаб: А – 1 км, Б, В – 300 м.

Сбор ламинариевых водорослей, *Alaria esculenta* и *Hedophyllum bongardianum*, для производства пищевой продукции и стимуляторов роста растений осуществляли в Авачинской губе (бух. Большая Лагерная, Авачинский залив) в июле 2024 г. Собранный материал разбирали по видам, тщательно промывали пресной водой, обрастателей удаляли вручную. Слоевища водорослей разделяли на части: пластины использовали для производства пищевых продуктов; жилки, стволы и ризоиды для подготовки стимуляторов роста. Затем пластины нарезали на фрагменты не более 5 × 5 см и высушивали до воздушно-сухого состояния.

Определение микроэлементов в водорослевом сырье проводили в секторе коллективного использования научного оборудования «КамчатГТУ». Подготовку проб к анализу выполняли с помощью системы кислотного разложения Milestone Ethos UP согласно методике [11]. Количественное определение Zn, Mn, Cu, Ni, Ba, Cr, Pb и Cd проводили на атомно-эмиссионном спектрометре с микроволновой плазмой Agilent MP-AES 4200 согласно рекомендации фирмы-производителя [12]. Содержание химических элементов в образцах приведено в мг/кг сухой массы. Определение массовой доли белка (метод Кьельдаля), жира (экстракция по Сокслету), углеводов и пищевой ценности (расчетный метод) водорослевого сырья проводили в испытательной лаборатории ООО «Центр сертификации и экологического мониторинга агрохимической службы «Московский» (МУ 4287-86 от 29.12.1986 г, дата актуализации 01.01.2021 г.).

Для получения экстрактов жилки, стволы и ризоиды водорослей высушивали до воздушно-сухого состояния, затем водоросли измельчали до крупки или порошка размером менее 2 мм. Водную экстракцию выполняли в течение 4 часов при 40°C, соотношение сырья и дистиллированной воды составляло 1 : 10 w/v. При этом были подготовлены разные варианты стимуляторов, в которых 1 часть сырья в этом соотношении соответствовала: I – *A. esculenta*, II – *H. bongardianum*, III – смесь из равных долей обоих видов водорослей. После экстрагирования растворы центрифугировали, отобранный супернатант принимали за 100%-ную начальную концентрацию экстрактов, затем путем разбавления дистиллированной водой получали 1%- и 10%-ный рабочие растворы, контрольную группу растений обрабатывали водой. В лабораторных условиях растения кресс-салата (*Lepidium sativum*) выращивали при температуре 25°C в течение четырех суток, по окончании инкубирования проводили определение всхожести и измерение длины проростков. Каждая тестируемая группа включала по 30 семян, все испытания выполнены в трех повторностях. Все семена предварительно оценивали на пригодность к использованию по всхожести.

Результаты. Авачинский залив один из крупных заливов Восточной Камчатки, ограниченный мысами Шипунским на северо-востоке и Поворотным на юго-западе. Внешняя часть залива на севере изрезана слабо, южная часть включает крупные бухты фиордового типа – Вилучинскую, Жировую, Русскую, Лиственничную. Внутренняя часть залива, Авачинская губа, является самой эксплуатируемой акваторией Камчатского края и подвержена длительному антропогенному воздействию Авачинской агломерации. Поэтому для оценки запасов водорослей в качестве модельного района использовали участок побережья от мыса Опасного до мыса Отвесного (рис. 1, А), удаленный от негативного влияния источников загрязнения, но расположенный логистически ближе, чем бух. Вилучинская. Протяженность береговой линии исследуемого участка бухт Опасной и Саботажной составляет около 13,5 км (рис. 1, А). При этом только в кутовых частях бухт пояс водорослей прерывается, в остальных участках пояс тянется сплошной полосой с шириной от 40 до 140 м (рис. 1, Б, В). Глубоководные заросли в северной части района формируют подводные леса с шириной зарослей до 220 м. Основу подводной растительности, как и в сопредельной бухте Вилучинской, здесь составляют ламинариевые водоросли *A. esculenta* и *H. bongardianum* [13, 14].

Исходя из проанализированных спутниковых снимков, установлено, что площадь зарослей в районе исследования за период 2016–2024 гг. варьировала от 0,73 до 1,33 км² и в настоящее время достигает 1,09 км² (рис. 2, А). Следует отметить, что 2016 г. и 2017 г. характеризовались минимальным количеством информативных снимков – 3 и 4 соответственно, вероятно, для этих годов промысловые показатели занижены именно по этой причине. С 2018 г. динамика площади зарослей выражена слабо, среднее значение за этот период соответствовало показателю 2024 г. Экстраполируя усредненную биомассу ламинариевых водорослей для близлежащей акватории – бух. Вилучинской, провели экспертную оценку запаса для района от мыса Опасного до мыса Отвесного (рис. 2, Б). В настоящее время общая биомасса ламинариевых водорослей здесь ориентировочно достигает 8,7 тыс. т. Следует отметить, что при меньшей протяженности береговой

линии этот район отличается более высокими показателями промысловых характеристик водорослей, чем бух. Вилучинская [13]. В настоящее время ресурсный потенциал ламинариевых водорослей Авачинского залива достаточен для организации их стабильного промысла, в том числе сбора свежих штормовых выбросов.

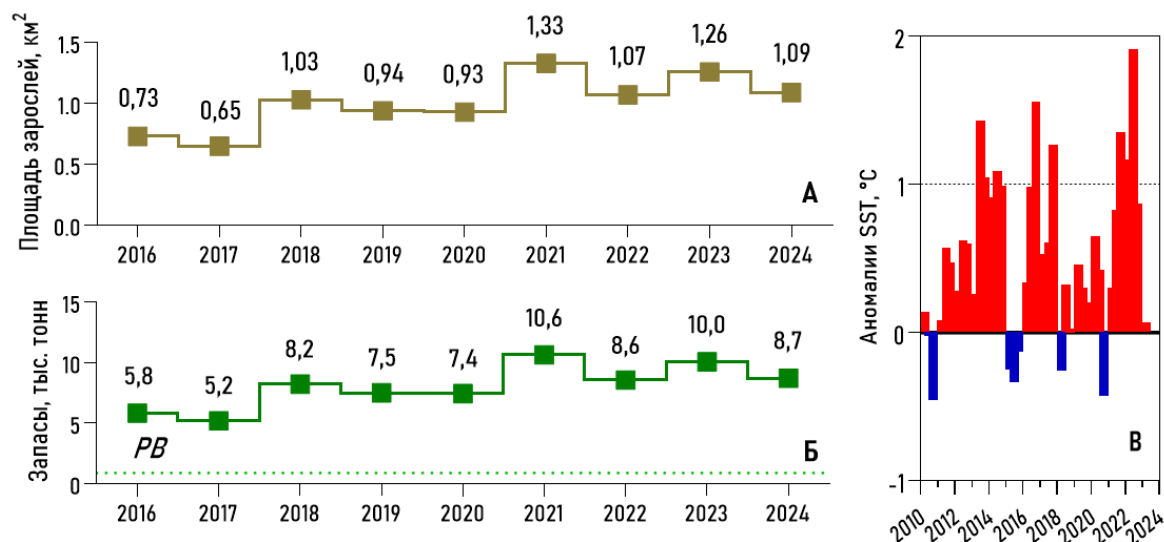


Рис. 2. Динамика промысловых характеристик ламинариевых зарослей бухт Опасной и Саботажной (Авачинский залив) за период 2016–2024 гг.

А – изменения площадей зарослей (км²); Б – изменение биомассы водорослей (тыс. тонн);

PB – рекомендованный вылов для Петропавловско-Командорской подзоны;

В – изменение показателей аномалий температуры поверхностного слоя воды (SST, °C) в районе исследования за июнь – август 2010–2024 гг.

Известно, что одним из важных природных факторов среды, влияющих на развитие ламинариевых водорослей в умеренных широтах, является температура воды. Судя по имеющимся данным портала National Centers for Environmental Information (<https://www.ncdc.noaa.gov/cag/>), в бух. Вилучинской и бух. Саботажной за последние два десятилетия отмечается устойчивый рост температуры поверхностного слоя воды (SST) (рис. 2, В). При этом в 2021 г. и 2022 г. среднемесячные аномалии SST превысили 1°C, дальнейшее повышение этого параметра может негативно отразиться на распространении ламинариевых сообществ. Подобный тренд повышения температуры за последнее десятилетие прослеживается и в других районах Авачинского залива, например, для воздушных масс над Авачинской губой [15]. Поэтому мониторинг состояния запасов ламинариевых водорослей является актуальной задачей для организации стабильного промысла и регулирования величины изъятия в конкретном районе залива.

Опробованный нами вариант переработки и использования водорослей с получением пищевых продуктов (снеки) и стимулятора роста растений представлен в виде общей технологической блок-схемы на рис. 3. При этом получаемые чипсы могут быть разных вкусов в зависимости от выбранных вкусоароматических добавок: без обработки – традиционные со вкусом морской соли, сладкие – обработанные сиропами из камчатских дикоросов и острые с добавлением васаби. Биостимуляторы роста растений были приготовлены из порошка и крупки, исходным сырьем для которой послужили стволики, ризоиды и жилки, а также части пластин, оставшиеся после нарезки фрагментов для чипсов. Таким образом, технология направлена на минимизацию получения отходов при переработке водорослей и использование ценных свойств сырья, не вовлеченного в производство чипсов (рис. 3).

Микроэлементный состав используемых ламинариевых водорослей Авачинского залива представлен в табл. 1. Уровни содержания Zn, Mn, Ba, Cr и Cd в исследованных нами ламинариевых водорослях сопоставимы с ламинариевыми водорослями из других прибрежных регионов, используемых для производства пищевых продуктов. Следует отметить, что в коммерческой продукции максимальное содержание Zn, Ba, Cd было обнаружено в алариевой водоросли

Undaria pinnatifida, Mn и Mo в азиатских видах *Saccharina* [16]. В водорослях Камчатки было определено повышенное содержание Cu, Ni и Pb, по сравнению с продукцией из ламинариевых других регионов (табл. 2). Это может быть связано с воздействием на акваторию сбора водорослей хозяйственно-бытовых стоков Авачинской агломерации и рекреационного пресса, а также наличием импактной геохимической зоны в северо-западной части Тихого океана [17]. Однако близкие значения содержания Cu, Ni и Pb выявлены в пищевых продуктах из красных, зеленых и бурых водорослей – *Chondrus crispus*, *Porphyra umbilicalis*, *Pyropia haitanensis*, *Ulva* sp. и *Acophyllum nodosum* [16]. Учитывая санитарно-гигиенические нормы, предъявляемые к водорослям и продуктам их переработки [18], в исследованном сырье содержание Pb и Cd не превышало установленных предельно допустимых уровней в РФ – 0,5 мг/кг и 1 мг/кг сырой массы соответственно.

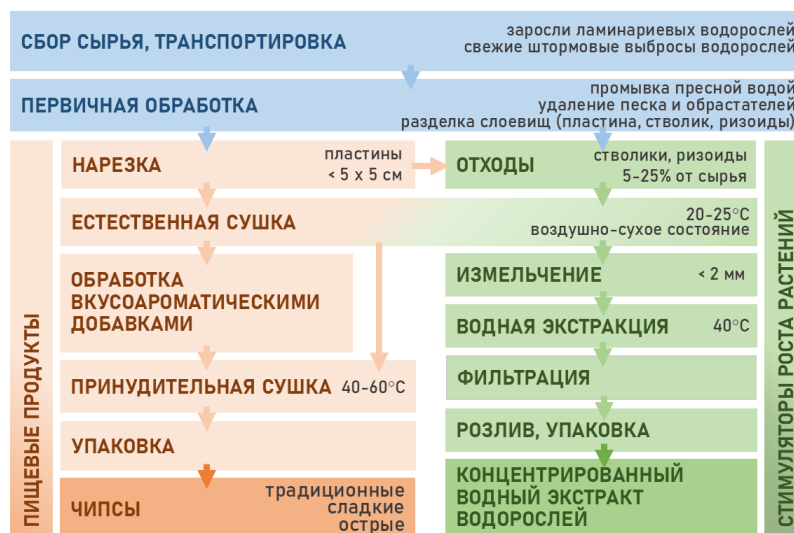


Рис. 3. Технологическая блок-схема комплексной переработки ламинариевых водорослей Авачинского залива для получения пищевых продуктов (чипсов) и стимуляторов роста сельскохозяйственных растений (водные экстракты водорослей)

Таблица 1

Содержание микроэлементов в водорослевом сырье Камчатки (мг/кг сухой массы)

Вид сырья	Элемент, мг/кг								
	Zn	Mn	Ni	Ba	Cu	Cr	Pb	Cd	Mo
Камчатский край, Авачинский залив									
<i>Alaria esculenta</i>	24,7	15,7	11,9	8,82	7,04	3,78	3,87	0,79	<0,01
<i>Hedophyllum bongardianum</i>	27,1	11,1	3,32	5,62	5,26	3,91	3,17	1,2	<0,01
Реализуемая продукция из ламинариевых водорослей ¹									
<i>Kombu</i> ²	11,5 ± 7	23,1 ± 40	<1	8,42 ± 8	1,06 ± 0,7	2,42 ± 3	0,57 ± 1	0,77 ± 0,7	0,20
<i>Oarweed</i> ³	29,6–31,1	2,45–6,27	<1	10,8–11,2	1,77–2,37	0,661	0,01–0,05	0,08–0,16	0,1
<i>Wakame</i> ⁴ (пластины)	30,8 ± 6	5,66 ± 0,9	1,03 ± 0,2	19,4 ± 5	1,74 ± 0,6	1,88	0,32 ± 0,06	1,85 ± 0,4	0,16
<i>Wakame</i> (стволики)	20,9 ± 10	5,13 ± 5	2,26 ± 2	8,17 ± 5	0,98 ± 0,6	1,31	0,14 ± 0,09	0,27 ± 0,2	0,11

Примечание. 1 – Снеки из ламинариевых водорослей, реализуемые в розничной торговле [16]; 2 – комплекс видов рода *Saccharina*, преимущественно *S. japonica* и *S. gyrate*; 3 – *Laminaria digitata*; 4 – *Undaria pinnatifida*

Полученные чипсы из ламинариевых водорослей Камчатки без обработки вкусоароматическими добавками имели на 19–20% выше содержание белка и на 20–70% выше содержание жиров, чем аналогичная продукция из беломорских водорослей *L. digitata* (табл. 2). Общая энергетическая ценность продукции из ламинарии сопоставима с чипсами из аларии Авачинского залива и несколько ниже у чипсов из *H. bongardianum*.

Таблица 2

Пищевая и энергетическая ценность 100 г чипсов из ламинариевых водорослей

Наименование продукта	Smart kelp	АльгаХруст	
Вид	<i>Laminaria digitata</i>	<i>Hedophyllum bongardianum</i>	<i>Alaria esculenta</i>
Район сбора	Белое море, Северный Ледовитый океан	Авачинский залив, Тихий океан	
Белки, г	12	14,3	14,4
Жиры, г	1	1,2	1,7
Углеводы, г	62	45,8	59,5
Энергетическая ценность, ккал	310	252	311

Была проведена дегустация снеков из камчатских водорослей *H. bongardianum*: традиционные чипсы и чипсы с добавлением васаби получили положительные оценки у молодежи (возрастная категория 18–23 лет, 26 дегустаторов). Более 60% дегустаторов отметили продукцию по показателям внешнего вида, вкуса и запаха наивысшими баллами. Среди тестируемых снеков большее предпочтение было отдано чипсам с острым вкусом, 92% дегустаторов оценили вкусовые качества максимальными баллами.

Испытания водных экстрактов ламинариевых водорослей Камчатки в качестве стимуляторов роста кресс-салата выявили в целом выраженный положительный эффект на растения. Однако повышение всхожести семян было отмечено только после их предварительной обработки 1%- и 10%-ными экстрактами (рис. 4). Также применение экстрактов приводило к увеличению размеров проростков растений от 22 до 51%, при этом наибольший фитозффект был выявлен для 10%-ных экстрактов *A. esculenta*. Более концентрированные экстракты стимулировали, главным образом, развитие корневой системы проростков. Наиболее эффективным вариантом стимуляторов оказался III, приготовленный из смеси ламинариевых водорослей (рис. 4, Б).

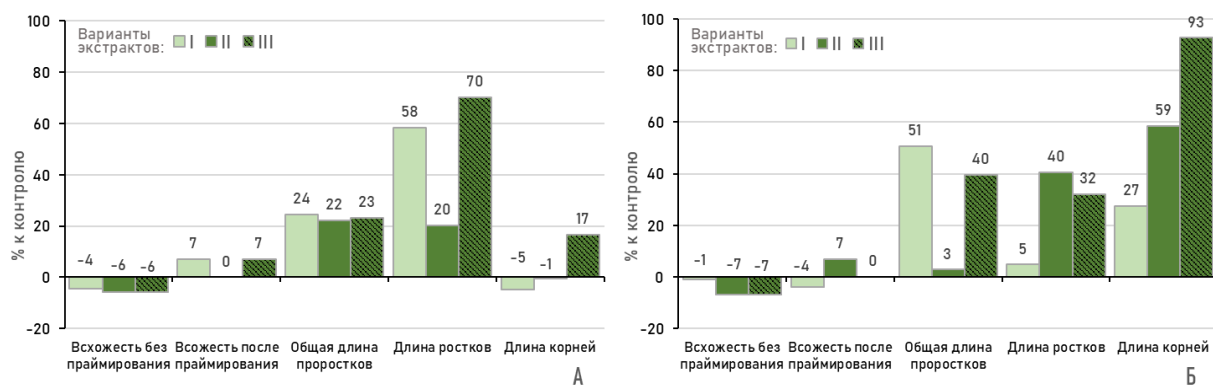


Рис. 4. Влияние 1%-ных (А) и 10%-ных (Б) водных экстрактов ламинариевых водорослей Камчатки на развитие растений кресс-салата 1% (А) и 10% (Б). Варианты экстрактов: I – *A. esculenta*, II – *H. bongardianum*, III – смесь из равных долей обоих видов водорослей

Проведенные исследования демонстрируют положительный опыт использования водных биологических ресурсов Камчатки при комплексной переработке для совместного производства продукции для пищевой индустрии и сельского хозяйства. Из ламинариевых водорослей Авачинского залива могут быть получены чипсы с разными вкусами, пользующиеся популярностью у молодежи. При этом части слоевищ водорослей, оставшиеся после производства снеков, являются перспективным сырьем для получения стимуляторов роста растений. Кроме того, наши исследования позволяют утверждать о стабильном запасе ламинариевых водорослей *A. esculenta* и *H. bongardianum* в Авачинском заливе и, соответственно, о ресурсной обеспеченности водорослевым сырьем для организации производства в Камчатском крае.

Исследование выполнено при финансовой поддержке по программе «УМНИК» Фонда содействия инновациям (договор № 19136ГУ/2023 от 28.02.2024 г.) и в рамках инициативной НИР.

Литература

1. Состояние ресурсов и промысел водорослей и морских трав в морях России в 2000–2020 гг. / Н.В. Евсеева, В.Б. Матюшкин, М.О. Березина и др. // Труды ВНИРО. – 2024. – Т. 195. – С. 232–248. – DOI 10.36038/2307-3497-2024-195-232-248.
2. Северо-Восточное Территориальное управление Федерального агентства по рыболовству <https://kamchatka.fish.gov.ru/activities/organizatsiya-rybolovstva/commercial-fishing/osvoenie-rekomendovannykh-obemov/> (дата обращения: 04.03.2025 г.)
3. Обоснование технологии получения альгинатсодержащего продукта из камчатской бурой водоросли *Saccharina bongardiana* / Н.С. Салтанова, Н.Г. Клочкова, Т.А. Клочкова, А.А. Седельникова // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое: Материалы X Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский государственный технический университет, 2019. – С. 228–232.
4. Благонравова М.В. Разработка технологии вина из ягод рябины бузинолистной с добавлением ламинариевых водорослей // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2018. – № 46. – С. 23–28. – DOI 10.17217/2079-0333-2018-46-23-28.
5. Благонравова М.В., Мищенко О.В. Исследование физико-химических показателей и пищевой ценности хлебобулочных изделий с начинками (пирожков печеных) с добавлением бурых водорослей // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2015. – № 33. – С. 18–21. – DOI 10.17217/2079-0333-2015-33-18-21.
6. Дахно Т.Г., Дахно О.А. Генеративная и вегетативная продуктивность земляники крупноплодной *Fragaria ananassa* при применении биостимуляторов из морских гидробионтов камчатского шельфа // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2020. – № 53. – С. 81–92. – DOI 10.17217/2079-0333-2020-53-81-92.
7. Влияние экстрактов бурых водорослей Камчатки на вегетативную продуктивность земляники садовой / О.А. Дахно, Т.Г. Дахно, А.В. Климова, Т.А. Клочкова // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: Сборник научных трудов XXIV Междунар. науч.-практ. конф. – Ростов-на-Дону: ООО «ДГТУ-ПРИНТ», 2021. – С. 532–535. – DOI: 10.23947/interagro.2021.532-535.
8. Влияние экстрактов бурых водорослей Камчатки на генеративную продуктивность земляники садовой / О.А. Дахно, Т.Г. Дахно, А.В. Климова, Т.А. Клочкова // Развитие теории и практики управления социальными и экономическими системами: Материалы Десятой международ. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский государственный технический университет, 2021. – С. 128–132. – EDN FJMSZA.
9. Перервенко О.В., Клочкова Н.Г. Модуляция фагоцитарной активности нейтрофилов водными экстрактами *Arthrothamnus bifidus* и *Laminaria repens* (Laminariales, Ochrophyta) // Известия КГТУ. – 2023. – № 71. – С. 38–55. – DOI 10.46845/1997-3071-2023-71-38-55.
10. Клочкова Н.Г., Перервенко О.В. Водные экстракты камчатских бурых водорослей как стимуляторы фагоцитарной функции нейтрофилов in vitro // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2024. – № 70. – С. 38–53. – DOI 10.17217/2079-0333-2024-70-38-53.
11. Martin T.D., Creed J.T., Brockhoff C.A. Method 200.2. Revision 2.8: Sample Preparation Procedure for Spectrochemical Determination of Total Recoverable Elements. https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-08/documents/method_200-2_rev_2-_1994.pdf
12. Хетминатирана Т., Мельник М.И. Определение содержания тяжелых и токсичных металлов в почвах с использованием атомно-эмиссионного спектрометра с микроволновой плазмой // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. – 2014. – № 6. – С. 728–733.
13. Оценка запасов ламинариевых водорослей Вилючинской бухты (Юго-Восточная Камчатка) методом дистанционного зондирования / А.В. Климова, М.А. Соколов, Т.А. Клочкова, Н.Г. Клочкова // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы XXIV междунар. науч. конф., посвященной 300-летию Российской академии наук. – Петропавловск-Камчатский: ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2023. – С. 95–100. – DOI: 10.53657/KBPGI041.2023.76.13.020.

14. Запасы ламинариевых водорослей бухт Восточной Камчатки / О.Ю. Вилкова, В.В. Бадунин, В.Б. Муравьев, С.Е. Аксимов // Состояние и динамика запасов водных биологических ресурсов: Материалы конф., посвящ. 70-летию юбилею КамчатНИРО. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2012. – С. 122–128.
15. Тепнин О.Б. Гидрометеорологические условия Авачинской губы в период выполнения мониторинговых исследований 2013–2022 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2024. – Вып. 75. – С. 5–21. – DOI: 10.15853/2072-8212.2024.75.5-21.
16. Todorov T.I., Wolle M.M., Conklin S.D. Distribution of 26 major and trace elements in edible seaweeds from the US market // Chemosphere. – 2022. – Vol. 294. – Art. № 133651. – DOI: 10.1016/j.chemosphere.2022.133651
17. Литвиненко А.В., Христофорова Н.К., Цыганков В.Ю. Влияние мест нагула на содержание тяжелых металлов в горбуше (*Oncorhynchus gorbuscha*, Salmonidae) // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2022. – № 62. – С. 98–116. – DOI: 10.17217/2079-0333-2022-62-98-116.
18. СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» (с изменениями на 6 июля 2011 года). – М.: Минздрав России, 2002. – 36 с.

УДК 556.332.52

Б.А. Опрышко¹, В.А. Швецов², О.А. Белавина², Д.П. Ястребов²

¹ Камчатский водоканал,
Петропавловск-Камчатский, 683009;

² Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: BAOptryshko@pkvoda.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ВЕДЕНИИ МОНИТОРИНГА ПИТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Методические рекомендации устанавливают требования к регистрации уровней подземных вод с необходимой точностью. В локальных автоматизированных системах мониторинга месторождений подземных вод Камчатского края используют автономные устройства для измерения уровня и температуры воды Levelogger Edge. Для корректирования результатов измерений уровня используют автономный прибор для измерения атмосферного давления Barologger Edge. Производитель измерительных устройств утверждает, что один Barologger может быть использован для компенсации данных всех регистраторов Levelogger в радиусе 30 км и (или) при перепаде высоты до 300 м. Авторы на основе экспериментальных исследований установили, что методические рекомендации по использованию Barologger Edge в процессе мониторинга уровня подземных вод требуют уточнения.

Ключевые слова: мониторинг, наблюдательная скважина, специализированный оголовок, погрешность измерений, уровень подземных вод, Levelogger Edge, Barologger Edge, атмосферное давление.

B.A. Opryshko¹, V.A. Shvetsov², O.A. Belavina², D.P. Yastrebov²

¹ Kamchatsky vodokanal,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683009;

² Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: BAOptryshko@pkvoda.ru

IMPROVING THE METHODOLOGY OF ATMOSPHERIC PRESSURE CONTROL DURING MONITORING OF DRINKING GROUNDWATER

The guidelines establish requirements for recording groundwater levels with the required accuracy. Local automated monitoring systems for groundwater deposits in the Kamchatka Territory use autonomous devices to measure the level and temperature of Levelogger Edge water. To correct the level measurement results, an autonomous atmospheric pressure measuring device, the Barologger Edge, is used. The manufacturer of the measuring devices claims that one Barologger can be used to compensate for the data of all Levelogger recorders within a radius of 30 km and/or with an altitude difference of up to 300 m. Based on experimental studies, the authors have established that the methodological recommendations for using Barologger Edge in the process of monitoring groundwater levels require clarification.

Key words: monitoring, observation well, specialized head, measurement error, groundwater level, Levelogger Edge, Barologger Edge, atmospheric pressure.

Закон Российской Федерации «О недрах» [1] обязывает осуществлять добычу подземных вод на основании лицензии на право пользования недрами. В лицензиях устанавливаются требования к мониторингу подземных вод.

Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения [2] обязывают: а) вести систематические наблюдения за уровнем воды по наблюдательным скважинам режимной сети; б) осуществлять постоянный контроль динамического уровня при работе водоподъемного оборудования и условно-статического уровня при остановке скважины.

Методические рекомендации [3–5] устанавливают требования к регистрации уровней подземных вод с необходимой точностью. При этом авторы [3–5] предлагают использовать измерительные приборы, имеющие погрешность измерений от 1 до 3 см.

В локальных автоматизированных системах мониторинга питьевых подземных вод для измерения уровней воды в скважинах КГУП «Камчатский водоканал» использует автономные устройства для измерения уровня и температуры воды Levelogger Edge [6, 8]. Для корректирования результатов измерений уровня, полученных с помощью Levelogger Edge, используют автономный прибор для измерения атмосферного давления Barologger Edge [7, 8]. Автономные устройства Levelogger Edge [6] в зависимости от высоты измеряемого водяного столба имеют погрешность от 0,5 до 2 см. Эта точность измерений соответствует требованиям [3–5], предъявляемым к проведению мониторинга подземных вод. Такая точность результатов измерений обеспечивается за счет использования прибора для измерения атмосферного давления Barologger Edge.

Производитель измерительных устройств (канадская компания Solinst) утверждает, что один Barologger может быть использован для компенсации данных всех регистраторов Levelogger в радиусе 30 км и (или) при перепаде высоты до 300 м [7, 8].

Это утверждение вызывает сомнение. Поэтому авторы выполнили следующие эксперименты.

Приборы и методы. Уровень подземных вод в скважинах измерялся с помощью автономного автоматизированного устройства Levelogger Edge [6]. Корректирование результатов измерений уровня воды производилось с помощью автономного устройства для измерения атмосферного давления Barologger Edge [7]. Результаты измерения уровня воды, полученные с помощью приборов Levelogger и Barologger, обрабатывались на персональном компьютере с помощью программы «Levelogger russian – 4.4.0» [6, 7].

Экспериментальная часть.

Эксперимент 1. Снимали показания с измерительных приборов Levelogger Edge, установленных в скважинах Быстринского месторождения питьевых подземных вод (БМППВ). Месторождение расположено в 12 км от г. Петропавловска-Камчатского на границе постройки вулкана Авачинского на абсолютных отметках 190–250 м. При этом прибор Barologger Edge перемещался из города (абс. отм. 50 м) и обратно. При проведении барометрической компенсации были отмечены значительные расхождения в показаниях уровней подземных вод, при этом показания абсолютного давления (без компенсации) были более стабильные. Для выяснения причин расхождения результатов измерений был проведен 2-й эксперимент.

Эксперимент 2. Результаты измерений уровня воды в самоизливающейся скважине № 45 БМППВ компенсировались с результатами измерений атмосферного давления трех измерительных приборов, удаленных друг от друга на расстояние в пределах 30 км и с разницей высот в пределах 230 м. Схема размещения 3 автономных приборов для измерения атмосферного давления Barologger Edge представлена на рис. 1.

Результаты измерений уровня воды в наблюдательной скважине № 45 с компенсацией тремя приборами Barologger Edge приведены на рис. 2.

Результаты измерений статического уровня воды (ниже поверхности земли) в наблюдательной скважине № 103 БМППВ также компенсировались с результатами измерений атмосферного давления 3 измерительных приборов, при этом один из приборов Barologger был размещен в скважине № 103. Результаты измерений уровня воды в наблюдательной скважине № 103 с компенсацией тремя приборами Barologger Edge приведены на рис. 3.

Результаты измерений атмосферного давления тремя приборами Barologger Edge в различных точках (рис. 1) приведены на рис. 4.

Из результатов измерений следует, что наибольшее влияние на результаты измерений оказывает разность абсолютных отметок.

Эксперимент 3. Для подтверждения точности регистрации атмосферного давления, три барометрических прибора Barologger Edge установлены в наблюдательную скважину № 103 (отметка 250 м) БМППВ, оснащенную специализированным оголовком [9–11]. Измерительные приборы были запрограммированы на одну неделю работы с интервалом регистрации атмосферного давления каждые 10 мин. Результаты измерений приведены на рис. 5 и 6.

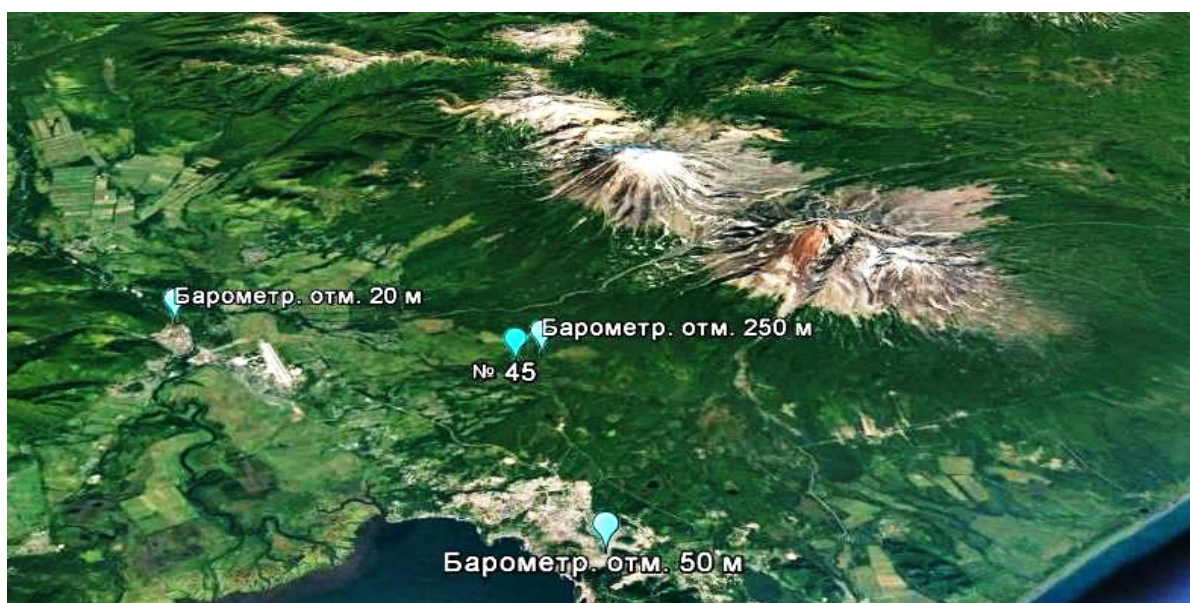


Рис. 1. Схема размещения автономных приборов Barologger Edge для измерения атмосферного давления

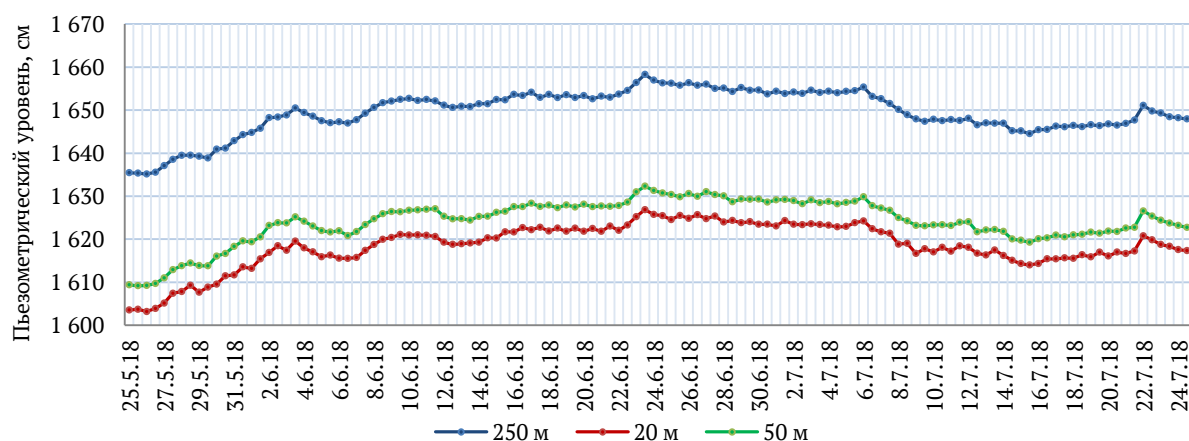


Рис. 2. Результаты измерений уровня воды в наблюдательной скважине № 45 (БМППВ) в период с 25.05.2018 по 25.07.2018. Интервал 12 ч (6:00 и 18:00)

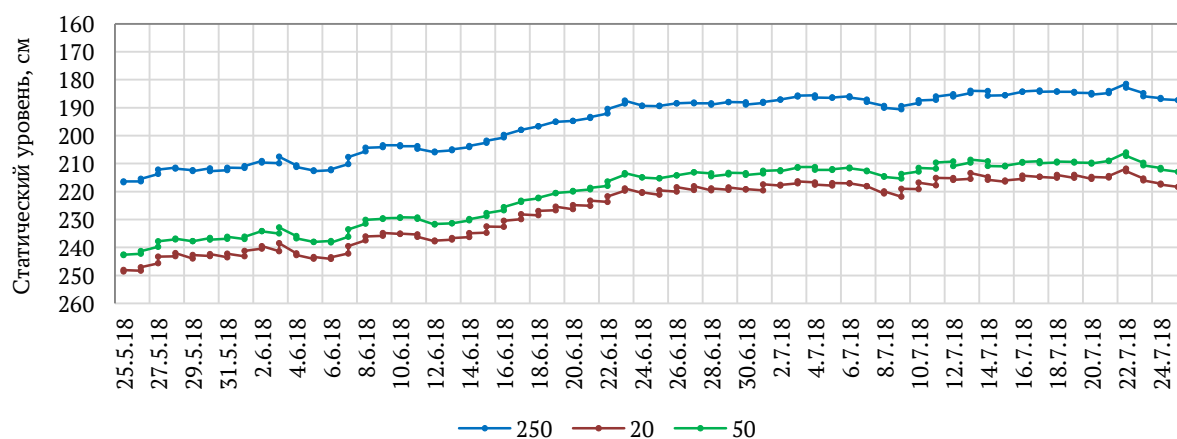


Рис. 3. Результаты измерений уровня воды в наблюдательной скважине № 103 (БМППВ) в период с 25.05.2018 по 25.07.2018. Интервал 12 ч (6:00 и 18:00)

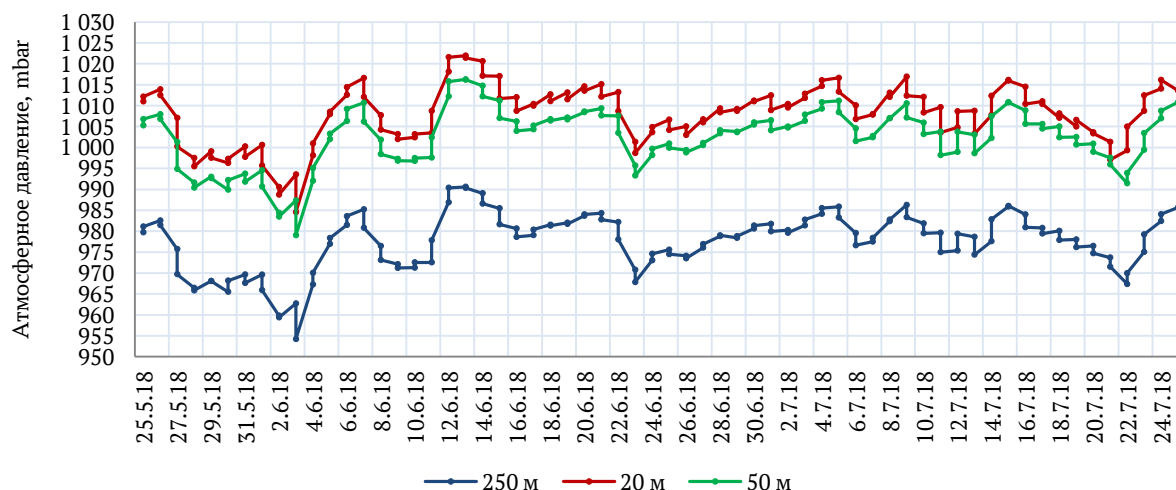


Рис. 4. Результаты измерений атмосферного давления тремя приборами Barologger Edge в различных точках (в период с 25.05.2018 по 25.07.2018). Интервал 12 ч (6:00 и 18:00)

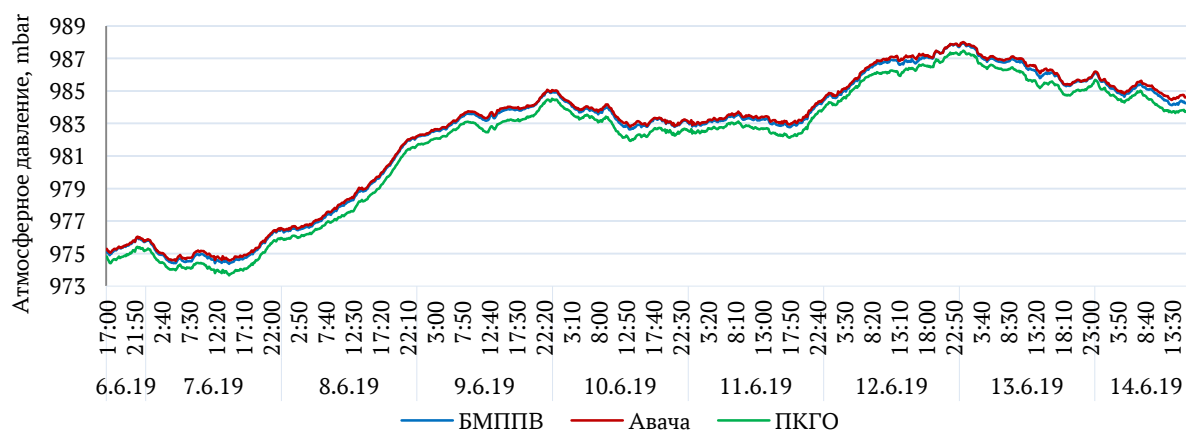


Рис. 5. Работа трех Barologger на БМППВ (абс. отм. 250 м). Период с 06.06. по 14.06.2019. Интервал 10 мин

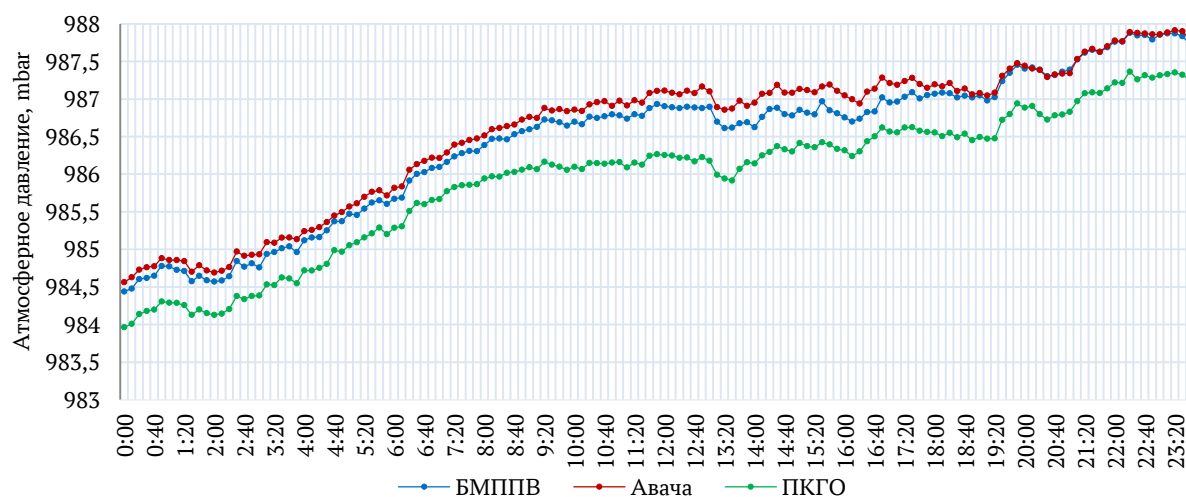


Рис. 6. Работа трех Barologger на БМППВ (абс. отм. 250 м). 12.06.2019. Интервал 10 мин

Выводы:

1. Автономный прибор для измерения атмосферного давления Barologger Edge подтверждает заявленную производителем точность измерений в пределах 0,05 кПа (0,5 mbar).
2. При организации наблюдательной сети с использованием приборов, измеряющих абсолютное давление водяного столба с последующей барометрической компенсацией, необходимо учитывать климатические особенности региона и рельеф.
3. При проведении подсчета и переоценки запасов подземных вод с использованием измерительных приборов Levellogger Edge прибор Barologger Edge необходимо размещать в пределах наблюдательной сети исследуемого месторождения.
4. При контроле работы водозаборных сооружений возможно использование результатов измерений прибором Barologger Edge, размещенным на удалении до 30 км от водозабора, разность отметок при этом не должна превышать 50 м.

Литература

1. О недрах [Электронный ресурс]: Закон Рос. Федерации от 21.02.1992. № 2395-1 (ред. от 28.12.2013). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_149898/.
2. Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации [Электронный ресурс]: МДК 3-02.2001: Утв. приказом Госстроя РФ от 30.12.1999 № 168. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=117791>.
3. Организация и производство наблюдений за режимом уровня, напора и дебита подземных вод: Метод. рекомендации / Сост. А.Б. Лебедев, С.М. Семенов, Ю.Б. Чалидзе. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1983. – 60 с.
4. Методические рекомендации по организации и ведению мониторинга подземных вод на мелких групповых водозаборах и одиночных эксплуатационных скважинах. – М.: МПР РФ, 2000. – 27 с.
5. Мониторинг месторождений и участков водозаборов питьевых подземных вод: Метод. рекомендации / Сост. Б.В. Боровский, Л.С. Язвин, В.П. Закутин; АОЗТ «ГИДЭК». – М.: МПР РФ, 1998. – 80 с.
6. LTC Levellogger Edge. – URL: <https://www.solinst.com/products/dataloggers-and-telemetry/3001-levellogger-series/levellogger-edge/>
7. Barologger Edge. – URL: <https://www.solinst.com/products/dataloggers-and-telemetry/3001-levellogger-series/levellogger-edge/datasheet/barometric-compensation.php>
8. Шаранов Р.В. Оборудование для автономного наблюдения за состоянием подземных вод // Фундаментальные исследования. – М., 2014. – № 9 (часть 1) – С. 55–58.
9. Оголовок наблюдательной скважины со статическим уровнем ниже поверхности земли: пат. 154509 РФ, U1 МПК E21B 33/068 (2006.01) / Б.А. Опрышко, В.А. Швецов, О.Е. Петренко, О.А. Белавина, А.Ю. Бессонов; патентообладатель ФГБОУ ВПО «Камчат. гос. техн. ун-т». – Заявка № 20141150807; заявл. 15.12.2014. – Оpubл. 27.08.2015, Бюл. № 26.
10. Опрышко Б.А., Швецов В.А., Белавина О.А. Новая конструкция оголовка наблюдательной скважины // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2019. – Вып. № 3. – 79 с.
11. Оголовок наблюдательной скважины со статическим уровнем ниже поверхности земли: пат. 223484 РФ, МПК E21B 33/068 / (2006.01) / Б.А. Опрышко, О.А. Белов, В.А. Швецов, О.А. Белавина; патентообладатель ФГБОУ ВО «Камчат. гос. техн. ун-т». – Заявка № 2023123342; заявл. 07.09.2023. – Оpubл. 19.02.2024, Бюл. № 5.

УДК 633.853.494 (470.26)

Т.Н. Троян

*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: tatyana.troyan@klgtu.ru*

ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ ОЗИМОГО РАПСА В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД В УСЛОВИЯХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье рассмотрен вопрос перезимовки озимого рапса в условиях Калининградской области. Развитие культуры в предзимний период определено как оптимальное. В зависимости от увлажнения почвы при формировании розетки листьев может изменяться площадь листовой пластины и количество листьев на одно растение, а геотропизм корня сменяется горизонтальной ориентацией корней второго порядка, чего не отмечается на участках с достаточной влагообеспеченностью почв.

Ключевые слова: озимый рапс, перезимовка, корневая система, переувлажнение почв.

T.N. Troyan

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: tatyana.troyan@klgtu.ru*

ASSESSMENT OF THE DEVELOPMENT OF WINTER RAPESEED PLANTS IN THE AUTUMN-WINTER PERIOD IN THE CONDITIONS OF THE KALININGRAD REGION

The article considers the issue of overwintering winter rapeseed in the Kaliningrad region. The development of culture in the pre-winter period is defined as optimal. Depending on the moisture content of the soil during the formation of a leaf rosette, the area of the leaf plate and the number of leaves per plant may change, and the geotropism of the root is replaced by a horizontal orientation of the roots of the second order, which is not observed in plants with sufficient soil moisture supply.

Key words: winter rape, overwintering, root system, waterlogging of soils.

В каждом регионе страны в виду природно-климатических, экономических, политических и иных факторов формируется список сельскохозяйственных культур, традиционно занимающих долю в структуре посевных площадей области, региона, республики, среди которых присутствует два-три вида устойчиво лидирующих по площади возделывания на протяжении нескольких лет. Территориально ограниченное пространство Калининградской области, по линии земли, граничащей с Польшей и Литвой, по линии воды с Балтийским морем, не является исключением.

Переходный климат от морского к умеренно-континентальному и типы почв – главные экологические факторы среды по отношению к продуктивности сельскохозяйственных растений в области. На площади пахотных земель в хозяйствах различных форм собственности с позиции оценки высокой урожайности озимые культуры пшеница и рапс, несомненно, стали наиболее предпочтительны для возделывания и последующей реализацией продукции через налаженно работающий логистический и перерабатывающий центр – завод «Содружество СОЯ». Это в полной мере объясняет площади озимого сева 2024 г.: озимый рапс – 52 604 га; озимая пшеница – 75 064 га [1].

Вопросы по изучению условий перезимовки озимых культур являются актуальными и рассматривались учеными в различных природно-климатических условиях [2–10].

Целью исследования послужила оценка растений в агрофитоценозе озимого рапса на предмет развития, перезимовки на торфяно-низинных осушаемых почвах в зимний период.

Объект и методика исследований. Озимый рапс (*Brassica napus oleifera* Metrg) – растение с противоположной характеристикой: с одной стороны является холодостойким, с другой стороны, отличается слабой зимостойкостью, например, если растения в фазу развитой розетки листьев не прошли закалку до 10 дней при температуре 5°C и в течение последующих пяти дней при минус 3°C; влаголюбивое, но в то же время требовательное к влаге в критические периоды вегетации [11, 12]. Рост, развитие, фенология объекта исследования проводились по «Методике агротехнических исследований в опытах с полевыми культурами» (2002) [12]; для листовой диагностики минерального питания применяли методику по В.В. Церлинг [13].

Результаты и обсуждение. В условиях Калининградской области причиной гибели и повреждения растений озимого сева в неблагоприятные годы являются длительное отсутствие снежного покрова, кратковременные периодические отрицательные температуры в условиях сильного переувлажнения и высокой влажности, обусловленной близостью Балтийского моря, а также значительные колебания температуры с частыми оттепелями как результат интенсивного действия северо-атлантического колебания.

Изменения динамического состояния среднесезонных показателей климата [14] Калининградской области в последние несколько десятков лет свидетельствуют о том, что сроки наступления и окончания зимнего периода несколько сдвинулись в сторону сокращения продолжительности [15, 16]. Окончание зимнего сезона смещается в сторону холодного полугодия на 7 дней; наблюдается тенденция к более раннему окончанию зимы. Сокращение вызвано смещением начала зимнего сезона на поздние сроки, в то время как его окончание смещается на более ранние.

Температура климатической зимы в последние годы переходит через нулевой предел, а средние температуры повышаются и составляют 0,4°C вместо минус 0,8°C. Температура воздуха зимнего сезона повысилась на 1,4°C, что является значимым изменением.

У растений рапса озимого сева 2024 г. по состоянию на вторую декаду ноября отмечалась хорошо развитая розетка диаметром 1,8–2,0 см. В начале фазы листообразования (наиболее длительной фазы роста – до 170 дней) сформировано от 6 до 8 развитых листьев на одно растение. Толщина корневой шейки несколько ниже – 1,1–1,4 см с приземистостью до 2 см. Повреждения отсутствуют. Растения перед началом зимнего периода находились в фазе формирования розетки; такое развитие соответствует для данной культуры.

Микрорельеф поля представлен наличием возвышенности и двух незамкнутых понижений в сторону южной и северной сторон, при этом у последней перепад по высотам в одном месте достигает 1 м. В северном направлении на слабом покате к окраине поля имеется замкнутое понижение диаметром до 8–11 м с не ровным краем. В период фенологических наблюдений в предзимний и зимний периоды в этом месте отмечались признаки переувлажнения почв, что отразилось, соответственно, на изменении роста растений. В результате этого высота габитуса растений в условиях переувлажнения была на 8–9 см ниже, а площадь листовой пластинки снижалась почти вдвое. При этом стержневая корневая система в более благоприятных условиях увлажнения почвы сохранила прямое геотропное развитие корневой системы. В условиях понижения рельефа и переувлажнения почв отмечалось уменьшение длины главного корня, а боковые корни первого и второго порядка превышали длину главного. Это признак адаптации растительного организма к лимитирующим условиям среды произрастания – влажности почв (рис. 1).

В период ноября и декабря фиксировалось воздействие длительных близких к 0°C температур без снежного покрова. Исключением является третья декада ноября, с резким понижением температуры до минус 2–4°C и выпадением снега 8–12 см. Быстрое таяние которого установилось в первой декаде декабря.

Повторное выпадение снега отмечалось через месяц – в первой декаде января с удержанием температуры воздуха 0–2°C. Со второй декады января установился бесснежный период с температурным режимом 1...–3°C, который продлился четыре декады. В конце второй декады февраля установился температурный режим с минус 4–6°C с единичным снижением ночных температур до минус 15°C, а высота снежного покрова в этот период на опытном поле составила 12 см (рис. 1); запас воды в снежном покрове составил 96 тыс. л/га.

При учете снежного покрова установлено, что растения рапса под слоем снега находились в оптимальных условиях перезимовки; повреждений растений при резком похолодании и последующем медленном таянии не отмечено.



А

Б

Рис. 1. Состояние растений рапса (по состоянию на 13.09.2024 г.):
А – при переувлажнении почвы; Б – в оптимальных условиях влагообеспеченности



Рис. 2. Высота снежного покрова (по состоянию на 20.02.2025 г.)

Мониторинг по оценке растений в агрофитоценозе озимого рапса в осенне-зимний период в условиях Калининградской области продолжается. Основные выводы будут сделаны при наступлении весенней границы холодного периода.

По состоянию на третью декаду февраля текущего года состояние посевов удовлетворительное с благоприятным прогнозом ожидаемой урожайности в случае отсутствия весенних заморозков и переувлажнений почвы. Риски повреждения надземной фитомассы рапса не сводятся к минимуму и зависят от погодных условий, которые будут вкладываться в весенний период.

Литература

1. Полевая сводка: Оперативная информация. – URL: <https://mcx.gov39.ru/rastenievodstvo/o-xode-polevux-rabot-i-vvode-zemel-v-oborot/> (дата обращения: 25.02.2025)
2. Состояние озимых после перезимовки. Вердикт ученых // Наше сельское хозяйство. – 2021. – № 9 (257). – С. 4–15. – EDN XIEOCE.
3. Озимый рапс осенью: регулируем с умом // Наше сельское хозяйство. – 2020. – № 13 (237). – С. 44–51. – EDN XJEYUE.
4. Пилук Я.Э. Перезимовка и продуктивность озимого рапса в Беларуси и пути их повышения // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2020. – № 56. – С. 224–235.
5. Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 3. Исследования в опытах с рапсом) / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, М.В. Трунова, С.А. Семеренко // Масличные культуры. – 2023. – Вып. 3 (195). – С. 48–57.
6. Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 1. Исследования в опытах с соей) / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, М.В. Трунова, С.А. Семеренко, В.Л. Махонин // Масличные культуры. – 2023. – Вып. 1 (193). – С. 33–50.
7. Дорохов Б.А. Изменение климата и условия перезимовки озимой пшеницы на Юго-востоке ЦЧЗ // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы: Материалы междунар. науч.-практ. конф. (Воронеж, 03–05 октября 2019 г.). / Под общ. ред. С.А. Куролапа, Л.М. Акимова, В.А. Дмитриевой. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2019. – Том 2. – С. 56–58.
8. Анализ погодных условий в связи с возделыванием озимой пшеницы в лесостепной зоне Зауралья / Е.А. Филиппова, Н.Ю. Банникова, Л.Т. Мальцева, И.А. Дробот, Н.В. Катаева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1. – С. 32–37. DOI: <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-32-37> (дата обращения: 25.02.2025).
9. Малкандуева А.Х., Шамурзаев Р.И., Малкандуев Х.А. Перезимовка озимой пшеницы в зависимости от приемов возделывания в условиях вертикальной зональности КБР // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2020. – № 6 (98). – С. 173–180. – DOI: 10.35330/1991-6639-2020-6-98-173-180.
10. Сапунков В.Л. Перезимовка Изучение новых сортов озимой пшеницы в разных почвенно-климатических зонах Волгоградской области. Часть 4 // Фермер. Поволжье. – 2017. – № 3 (56). – С. 36–39.
11. Шпаар Д. Рапс и сурепица (выращивание, уборка, использование). – М., 2007. – 320 с.
12. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Семеренко С.А. Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2022. – 538 с.
13. Диагностика питания сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.
14. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: оценка рисков и эколого-экономических последствий деградации земель. Адаптивные системы и технологии рационального природопользования (сельское и лесное хозяйство)» / Под ред. А. И. Бедрицкого. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, ГЕОС, 2018. – 286 с.
15. Двоеглазова Н.В. Современное состояние климатической системы Калининградской области на фоне глобального потепления // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. – 2019. – № 1. – С. 35–45.
16. Загидуллина Д.Д., Балугев И.С. Анализ изменения климатических характеристик г. Калининград в зимний сезон // Международный студенческий научный вестник. – 2023. – № 4. – С. 2. – DOI: 10.17513/msnv.21328.
17. Погода в Калининграде // World weather [Электронный ресурс]. – URL: <https://world-weather.ru/pogoda/russia/kaliningrad/> (дата обращения: 21.02.2025).

УДК [556.53:579.63](470.26)

Н.Н. Цветкова, О.В. Казимирченко

*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: nagornova@klgtu.ru; oksana.kazimirchenko@klgtu.ru*

**ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И МИКРОБНЫЙ ФОН ВОДЫ
ПРУДОВ УЧЕБНО-ОПЫТНОГО КАРПОВОГО ХОЗЯЙСТВА КГТУ
В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД**

В статье представлены результаты исследования изменения качества воды по гидрохимическим и микробиологическим показателям в карповом прудовом хозяйстве КГТУ в период с мая по октябрь. Исследованные параметры воды зависят от погодных условий и сезона года. В условиях прудовых хозяйств отмечается значительная короткопериодная изменчивость биотических и абиотических компонентов водных экосистем. Это необходимо учитывать при создании оптимальных условий выращивания карповых видов рыб.

Ключевые слова: карповые пруды, гидрохимический состав вод, микробный фон.

N.N. Tsvetkova, O.V. Kazimirchenko

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236002
e-mail: nagornova@klgtu.ru; oksana.kazimirchenko@klgtu.ru*

**HYDROCHEMICAL CONDITIONS AND MICROFLORA OF POND WATER
IN CARP FISH FARM OF KALININGRAD STATE TECHNICAL UNIVERSITY
DURING THE VEGETATIVE PERIOD**

The results of seasonal water quality changes by hydrochemical and microbiological parameters in carp pond farming are presented. The studied water parameters depended on weather conditions and the season of the year. Significant short-period variability of biotic and abiotic components of aquatic ecosystems is observed. This must be taken into account when creating optimal conditions for growing carp fish species.

Key words: carp ponds, hydrochemical composition of waters, microflora.

Контроль гидрохимических параметров воды, изменений микробного фона – важная составляющая успешного функционирования прудового хозяйства. Известно, что интенсификация рыбоводства (увеличение плотности посадки рыб, вносимых кормов и удобрений) приводит к ухудшению условий выращивания рыбы, стрессовым ситуациям, снижающим сопротивляемость рыбы к патогенным агентам. Резкие изменения параметров температуры, кислорода, повышенное содержание аммиака, накопление азотных продуктов обмена, высокая бактериальная обсемененность воды по сапрофитным и условно-патогенным бактериям могут привести к возникновению у прудовой рыбы ряда заболеваний различной этиологии.

С целью исследования динамики качества воды по гидрохимическим и микробиологическим показателям были проведены сезонные исследования проб воды учебно-опытного карпового хозяйства Калининградского государственного технического университета.

Для отбора проб воды на гидрохимический и микробиологический анализы были выбраны выростные пруды. Пробы воды также отбирались из водоподающего канала с целью оценки пригодности воды для рыбоводственных целей. Периодичность отбора проб – ежемесячно с мая по октябрь (рисунок).



Схема расположения станций отбора проб воды на учебно-опытном карповом хозяйстве КГТУ

При исследованиях осуществляли стандартный комплекс гидрологических работ, согласно рекомендациям [1]. Пробы воды на гидрохимический анализ отбирали в пластиковые емкости из поверхностного горизонта (0,1-0,2 м). Химический анализ проб проводили по общепринятым методикам [1] в течение суток после отбора.

Для микробиологического анализа воду отбирали с глубины 0,1-0,15 м от поверхности. Пробы воды из прудов отбирали на расстоянии 2 м от берега, из канала – в центре водотока. Воду помещали в стерильные стеклянные бутылки с плотно закрывающимися пробками. Использовали метод десятикратных серийных разведений с последующим пересевом на питательные среды общего и специального назначения. Бактериальные культуры изучали по культуральным, тинкториальным, морфологическим и физиолого-биохимическим признакам, идентификацию бактерий вели по определителям [2-6].

Вода, подаваемая из головного пруда, средней минерализации гидрокарбонатно-кальциевая первого типа, умеренно жесткая (общая жесткость 3–3,5 мг экв/дм³). Щелочность – 4,6–4,7 мг экв/дм³. Минеральный состав характеризовался незначительной сезонной изменчивостью и мало изменялся по исследованным станциям.

Температурные условия в прудах достаточно благоприятные для выращивания теплолюбивых пород рыб. Устойчивый рост температуры воды отмечался до конца июля, когда температура воды в выростных прудах достигала 20–25°C. С сентября начиналось охлаждение воды.

Водородный показатель изменялся от 7,9 до 8,7, достигая максимальных значений в период интенсивного фотосинтеза. В этот же период в воде накапливались карбонаты (июнь – июль). В водоподающем канале величина pH была несколько ниже – 7,0–8,5.

Кислородные условия были всегда благоприятные и соответствовали требованиям [7], предъявляемым к выращиванию карповых пород рыб. Однако важно отметить широкую амплитуду колебания насыщенности воды кислородом. Так, в июне на пике фотосинтеза насыщенность воды O₂ приближалась к 150%, несколько снижаясь во второй половине лета в период максимальной температуры воды до 90–110%. В мае и сентябре – октябре насыщенность воды O₂ составляла 50–54% (5–6 мг/дм³). Такая широкая амплитуда колебания содержания кислорода в воде свидетельствует о высоком трофическом статусе водоемов и, безусловно, должна учитываться при дозировании кормов, особенно в условиях низкой прозрачности (не более 0,25 м в октябре). Кислородный ход в водоподающем канале более сглажен, содержание O₂ находилось в пределах 70–90% насыщения.

Установлено активное накопление органического вещества в прудах, основным источником которого являются корма для рыб. Величина перманганатной окисляемости изменялась от 5 до 15 мгО₂/дм³, достигая максимальных значений в конце вегетационного периода. В начале мая содержание органических веществ минимальное, что согласуется с естественным сезонным ходом. В водоподводящем канале органических веществ растворено меньше – 4–13 мгО₂/дм³.

Величина БПК₅ изменялась от 4 до 7 мгО₂/дм³, достигая максимальных значений в мае и октябре. С мая по сентябрь величина БПК₅ несколько снижалась (до 5–6 мгО₂/дм³), что связано с активным продуцированием кислорода фитопланктоном. В общем, сезонный ход БПК₅ прослеживается, но величина БПК₅ во все месяцы значительно превышала допустимые значения для карповых прудов [7]. При этом в водоподводящем канале величина БПК₅ всегда была несколько ниже и изменялась от 4 до 5 мгО₂/дм³.

Сезонный ход аммонийного азота не нарушен. Так, максимальные концентрации иона аммония (до 6,0 мгN/дм³) отмечены в осенний период – когда начинаются процессы разложения накопившегося органического вещества. В этот же период отмечаются максимальные концентрации аммиака (0,1–0,2 мг/дм³), связанные с общими процессами разложения растительных и животных остатков. Накопление NH₃ в воде в условиях пониженного содержания кислорода на фоне накопления CO₂ естественно и требует обязательных мер по его уменьшению. В целом концентрация суммы ионов аммония и аммиака в воде свидетельствует о загрязнении, особенно учитывая тот факт, что больше всего NH₄⁺ и NH₃ растворено в водоподводящем канале.

Концентрация нитритов превышала требования [7] и изменялась в водоподводящем канале от 0,04 (в мае) до 0,6 мгN/дм³ (в июне) и выростных прудах – от 0,01 (в мае) до 0,2 мгN/дм³ (в октябре). Такие концентрации недопустимы в летних карповых прудах и могут способствовать гибели молоди карпа.

Максимальное количество фосфатов отмечено в весенне-летний период (0,4–0,6 мгP/дм³), осенью концентрация фосфат-иона понижалась до 0,1–0,2 мгP/дм³. В водоподводящем канале и выростных прудах концентрация фосфатов различалась мало.

Концентрация всех форм железа определяется природными геолого-геоморфологическими особенностями территории и мало отличалось между водоподводящим каналом и выростными прудами. Железа растворено до 1,0 мг/дм³, с максимальными концентрациями в мае – июне. Такое содержание железа недопустимо и требует специальных мер по его сокращению в воде.

Весной показатели общего микробного числа воды выростных прудов были в пределах 10³–10⁵ КОЕ/мл. Фекальные бактерии кишечной группы, условно-патогенные для рыб аэромонады в микрофлоре прудовой воды отсутствовали. Количество условно-патогенных псевдомонад в микрофлоре прудовой воды не превышало 10 КОЕ/мл. Согласно классификации [8] в весенний сезон выростные пруды хозяйства по показателям бактериальной обсемененности и присутствию условно-патогенных бактерий были отнесены ко II категории («загрязненные»).

Весной основной микробный фон прудовой воды формировали грамположительные сапрофитные споровые бактерии рода *Bacillus*, в видовом составе были обнаружены *B. coagulans* и *B. cereus*. Бациллы были ферментативно активными в отношении углеводов, обладали денитрифицирующей и протеолитической способностями. В составе сапрофитной водной микрофлоры присутствовали также кокковые бактерии *M. luteus*, которые часто встречаются в пресной воде, и бактерии *E. faecalis*, имеющие санитарное значение и относящиеся к привнесенной (аллохтонной) микрофлоре. Данные виды кокковых бактерий росли при температуре 45°C и в солевых питательных бульонах с 7,5%-ной концентрацией хлорида натрия, что указывает на способность бактерий к длительному существованию во внешней среде. Из условно-патогенных псевдомонад выделяли только неферментирующих бактерий *P. pseudoalcaligenes*, как правило, не играющих роли в возникновении бактериальных заболеваний прудовых рыб.

Летом показатели общего микробного числа воды выростных прудов в среднем составляли 10⁵ КОЕ/мл. В пробах воды были обнаружены бактерии группы кишечных палочек и условно-патогенные для рыб аэромонады. Согласно классификации [8] в летний сезон выростные пруды были также отнесены ко II категории («загрязненные»). Микробиоценоз прудовой воды летом формировали условно-патогенные для рыб бактерии *Aeromonas schubertii* – потенциально опасные при возникновении аэромоноза карповых видов рыб, санитарно-значимые бактерии, кишечные бактерии *Citrobacter farmeri*. Сапрофитная бактериофлора воды включала только споровых бацилл *Bacillus circulans*, *B. pentotheuticus*.

В осенний сезон показатель общей бактериальной обсемененности воды выростных прудов в среднем составлял 10^4 КОЕ/мл, присутствовали бактерии группы кишечных палочек, что позволило отнести пруды к категории «загрязненные». Преобладающими в микрофлоре воды были сапрофитные бактерии рода *Bacillus*, видовой состав был идентичным видовому составу проб воды, отобранных в весенний сезон. В составе сапрофитной микрофлоры также присутствовали *Staphylococcus saprophyticus*. Из условно-патогенных аэромонад в микрофлоре прудовой воды вновь регистрировали потенциально опасных бактерий *A. schubertii*. Из бактерий рода *Pseudomonas* идентифицировали *P. putrefaciens*, не обнаруживаемых нами в весенних и летних пробах воды. Санитарно-значимую микрофлору воды выростных прудов осенью формировали цитробактеры *C. farmeri*.

Микробиологические исследования воды из водоподающего канала были проведены только в летние сезоны. Показатель общей бактериальной обсемененности воды составлял в среднем 10^4 КОЕ/мл, присутствовали бактерии кишечной фекальной группы, условно-патогенные виды аэромонад и псевдомонад. Споровые бактерии *Bacillus coagulans*, *B. circulans*, *B. pentothenicus* составляли сапрофитную группу микробиоценоза. Условно-патогенные для карповых видов рыб бактерии *Aeromonas caviae*, *A. hydrophila* высевались из проб воды водоподающего канала наиболее часто, эти виды аэромонад не были встречены в составе микрофлоры воды выростных прудов. В составе микрофлоры воды также не отмечали бактерий рода *Pseudomonas*. Санитарно-значимые бактерии были представлены *Escherichia coli*, *C. farmeri*.

На основании полученных результатов гидрохимических и микробиологических анализов проб воды установлено, что летний сезон и начало осени – наиболее неблагоприятный («стрессовый») период для выращиваемых на хозяйстве карповых видов рыб. В этот период уменьшалась прозрачность воды, увеличивалось количество органических и биогенных веществ, концентрация CO_2 . По показателям общей бактериальной обсемененности, контаминации бактериями кишечной фекальной группы выростные пруды хозяйства были отнесены к категории «загрязненные».

Качество воды в выростных прудах определялось гидрохимическими условиями и микробным фоном воды в водоподающем канале. Нами было определено загрязнение воды соединениями азота, железа, фосфора, выявлен достаточно высокий уровень общей бактериальной обсемененности, присутствие в воде бактерий группы кишечных палочек.

Таким образом, оптимизация гидрохимических условий в прудах (усиление аэрации воды, расчистка водоемов от донных отложений, дозирование кормов), систематическое проведение санитарно-профилактических мероприятий на водоподающем канале будут способствовать улучшению условий выращивания рыбы, увеличению рыбопродуктивности.

Литература

1. Гидрология: Лабораторный практикум и учебная практика / Т.А. Берникова и др. – М.: Колос, 2008. – 303 с.
2. Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований / Под ред. А.С. Лабинской, Л.П. Блинковой, А.С. Ещиной. – М.: Медицина, 2004. – 576 с.
3. Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. – М.: Наука, 1989. – 288 с.
4. Определитель бактерий Берджи / Под ред. Дж. Хоулта. – М.: Мир, 1997. – Т. I. – 432 с.
5. Пивоваров Ю.П., Королик В.В. Санитарно-значимые микроорганизмы (таксономическая характеристика и дифференциация). – М.: ИКАР, 2000. – 268 с.
6. Вейант Р. и др. Определитель нетривиальных патогенных грамотрицательных бактерий. – М.: Мир, 1999. – С. 506-553.
7. Отраслевой стандарт ОСТ 155 372-87 Охрана природы, гидросфера, вода для рыбоводных хозяйств, общие требования и нормы (утв. приказом Минрыбхоза СССР от 10 декабря 1987 г. № 655).
8. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. В 2-х ч. – М.: Отдел маркетинга АМБ-агро, 1998.

УДК 504(470.26)

Н.А. Цупикова, Э.К. Верникович

*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: tsoupikova@klgtu.ru; verni.evelyn@gmail.com*

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА РУЧЬЯ ПАРКОВОГО (Г. КАЛИНИНГРАД) В 2024 Г.

В представленной работе описываются предварительные результаты гидрохимического мониторинга, проводимого в настоящее время авторами на одном из ключевых водотоков г. Калининграда – ручье Парковом. Основной целью исследования является изучение текущего экологического состояния ручья в связи с планируемыми работами по его благоустройству. Качество вод оценивалось на основании следующих показателей: растворенный кислород, перманганатная окисляемость, биогенные вещества. По результатам мониторинга, проводимого авторами, было выявлено, что качество вод ухудшается вниз по течению. По большинству исследованных показателей воды ручья у истока относятся к бетамезосапробному классу и оцениваются как загрязненные, несколько ниже по течению – альфамезополисапробные, грязные.

Ключевые слова: ручей Парковый, гидрохимический мониторинг, оценка качества воды.

N.A. Tsupikova, E.K. Vernikovich

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: tsoupikova@klgtu.ru; verni.evelyn@gmail.com*

RESULTS OF HYDROCHEMICAL MONITORING OF THE PARKOVY STREAM (KALININGRAD) IN 2024

This paper describes the preliminary results of hydrochemical monitoring which the authors conduct currently on the Parkovy stream, one of the key watercourses of Kaliningrad. The main objective of the study is to evaluate the present ecological state of the stream in connection with the planned work on its improvement. The water quality was assessed based on the following indicators: dissolved oxygen, permanganate value, nutrients. Based on the results of monitoring carried out by the authors, it was revealed that water quality deteriorates downstream. According to most of the studied indicators, the waters of the stream near its source belong to the betamesosaprobic class and are assessed as polluted, while slightly further downstream they are alphamesopolysaprobic, dirty.

Key words: Parkovy stream, hydrochemical monitoring, water quality assessment.

Экологическое состояние крупных рек, протекающих в городах, обычно привлекает внимание как муниципальных органов власти, так и общественности. При этом значение малых городских водотоков и ручьев часто недооценивается, их состояние в значительной степени зависит от степени и видов антропогенных воздействий, которые в свою очередь определяются особенностями каждого конкретного города. Зачастую небольшие показатели водоносности таких рек в сочетании с высоким или очень высоким уровнем антропогенной нагрузки приводят к снижению способности к самоочищению водотоков и их деградации. Работы по благоустройству побережий малых городских водотоков целесообразно сочетать с мероприятиями по экологической реабилитации, что позволит как улучшить качество вод, так и повысить природный потенциал города, сформировав привлекательный урболандшафт.

Ручей Парковый берет начало из пруда Верхнего, со стороны юго-западного берега, выполненного в виде отвесной бетонной набережной, стоком через водосливную плотину, дренирует центральную часть города Калининграда, пересекая его с северо-востока на юго-запад, и впадает

в реку Преголю; на отдельных участках русло ручья убрано в закрытые водоводы (рис. 1). Пруд Верхний, река Преголя и верховья ручья Паркового имеют рыбохозяйственное значение, их ихтиофауна представлена видами, отнесенными к объектам рыболовства в соответствии с Приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 06.10.2017 № 501 «Об утверждении перечня видов водных биологических ресурсов, в отношении которых осуществляется промышленное рыболовство во внутренних водах Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации, и о признании утратившими силу приказов Минсельхоза России» [1].

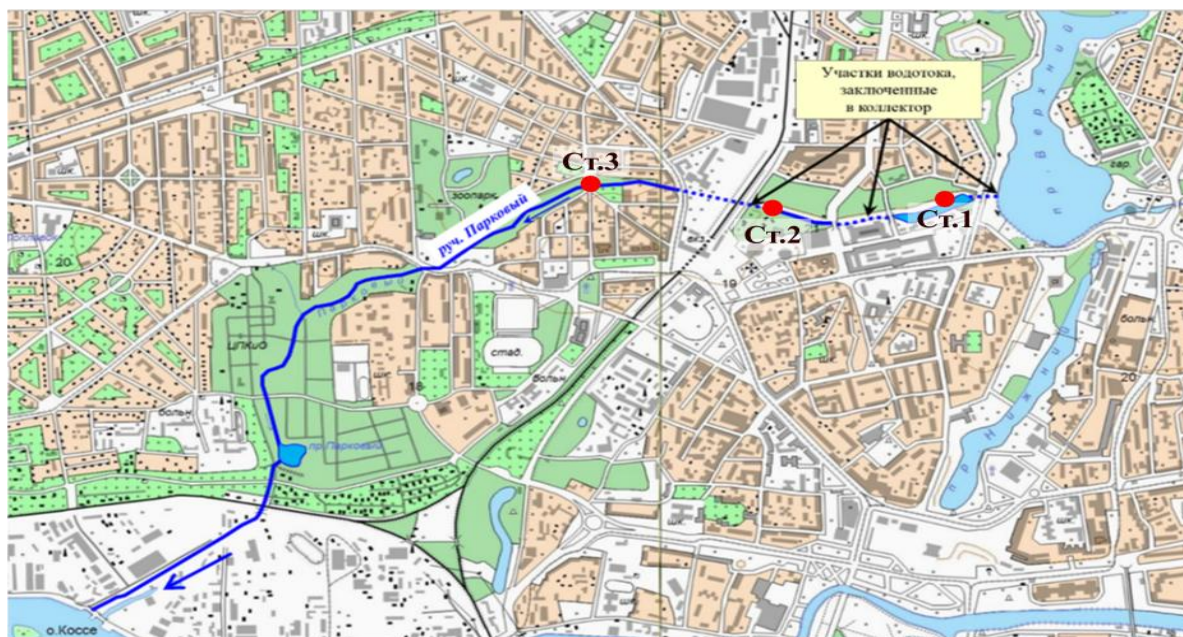


Рис. 1. Расположение станций мониторинга на ручье Парковом

В 2006-2007 году в рамках проекта благоустройства пруда Верхнего и реконструкции гидротехнических сооружений была выполнена очистка верхнего течения ручья, которое заполняет рукотворный крепостной ров около сооружения «Башня «Врангель», от иловых отложений [2]. Однако с тех пор экологическое состояние водотока заметно ухудшилось, и в настоящее время ручей вызывает недовольство местных жителей своей неухоженностью и исходящим от воды неприятным запахом. Дно и берега руч. Паркового также загрязнены почти на всем его протяжении.

Руч. Парковый протяженностью 4,4 км относится к категории мельчайших водотоков, как и более 96% всех рек Калининградской области [3]. Русло ручья в верхнем и нижнем течении сильно спрямлено. Часть руч. Паркового, заполняющая ров вокруг башни «Врангель» (станция 1), имеет неравномерную ширину, изменяющуюся от 18 до 55 м, глубину – около 2,0 м. Ширина основной части открытого русла ручья (станции 2 и 3) составляет 5–7 м, глубина – 0,5–1,0 м. Течение в водотоке преимущественно слабое, около 0,1–0,2 м/с. Дно на многих участках покрыто черным илом с растительными остатками, от которой временами ощущается запах сероводорода (рис. 2). Целью исследования является изучение экологического состояния ручья перед планируемыми работами по очистке и благоустройству водотока. Основные задачи: проанализировать содержание биогенных элементов, растворенного в воде кислорода и величину перманганатной окисляемости, которые были выбраны в качестве комплексных гидрохимических индикаторов экологического состояния; оценить сапробность вод.



Рис. 2. Ручей Парковый, станция мониторинга № 3 (фото Э.К. Верникович)

В основе работы данные, полученные в ходе проведения ежемесячного гидрохимического мониторинга верхнего течения руч. Паркового (имеющего рыбохозяйственное значение) в июле – декабре 2024 г. Наблюдениями были охвачены разные фазы водного режима: летне-осеннюю межень (июль – сентябрь), осенний паводок (октябрь – ноябрь), плавно переходящий в зимнюю межень (декабрь). Отбор проб осуществлялся с поверхности, согласно рекомендациям Росгидромета Р 52.24.353-2012 [4]; температуру воды, водородный показатель и электропроводность измеряли мультифункциональным тестером качества воды (номер модели EZ-9908). Лабораторные гидрохимические определения выполнялись в соответствии со стандартными методиками: растворенный в воде кислород определялся объемным йодометрическим методом; биогенные вещества – колориметрическим методом [5]; оценка качества вод проводилась согласно ГОСТ 17.1.04.-77 [6].

Воды ручья в 2024 г. характеризовались средней минерализацией (200–500 мг/л согласно классификации О.А. Алекина), которая, как и удельная электропроводность воды, значительно, практически вдвое увеличилась к декабрю (до значений более 1000 мкСм/см).

Водородный показатель в более теплые месяцы выходил за пределы допустимых значений, достигая величины 9,1–9,9. С понижением температуры воды реакция среды смещается от слабощелочной к нейтральной. Это косвенно указывает на увеличение содержания углекислого газа в воде по окончании вегетационного периода.

Содержание растворенного в воде кислорода в августе – октябре на всех исследованных станциях не удовлетворяло требованиям рыбохозяйственных нормативов, опускаясь в августе до концентрации 1,7–2,7 мг/л на фоне сильного дефицита кислорода (насыщение не более 20–30%). В конце года растворенного кислорода всюду в ручье стало больше, концентрации составили более 8–9 мг/л со степенью насыщения 94–111% (рис. 3).

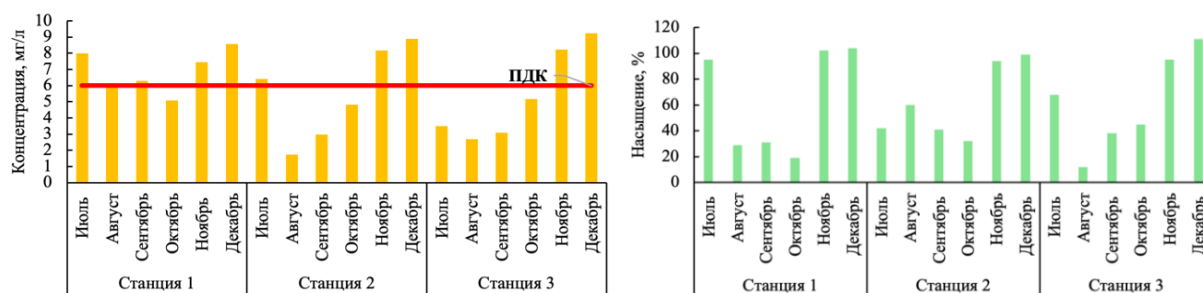


Рис. 3. Растворенный кислород

По содержанию растворенного в воде кислорода экологическое состояние руч. Паркового можно оценить летом как загрязненные или грязные (вниз по течению качество вод снижается), а в осенне-зимний период – как чистые и очень чистые (согласно [7]). Такие существенные колебания в содержании кислорода характерны для сильно эвтрофированных водных объектов, часто испытывающих высокую антропогенную нагрузку. Увеличение концентрации кислорода в холодный сезон обусловлено лучшей растворимостью газа при сравнительно низких температурах и снижением содержания органического вещества в воде. Это косвенно подтверждается уменьшением величины перманганатной окисляемости в ноябре – декабре в основной части русла водотока. Перманганатная окисляемость воды в ручье в основном средняя (5–10 мгО/л), осенью на станциях 2, 3 – повышенная, характерная для загрязненных бетамезосапробных вод (рис. 4).

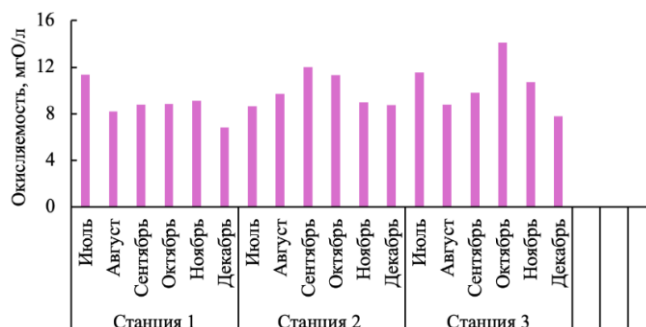


Рис. 4. Перманганатная окисляемость

Большинство исследованных биогенных веществ в водах ручья содержится в больших количествах, и их концентрации возрастают вниз по течению ручья. Только содержание нитритов практически постоянно сохранялось в пределах установленных нормативов и составило в среднем за период исследования 0,04 мг/л. В конце года наблюдалось повышение содержания азота аммонийного до значений свыше 8 ПДК (рис. 5).

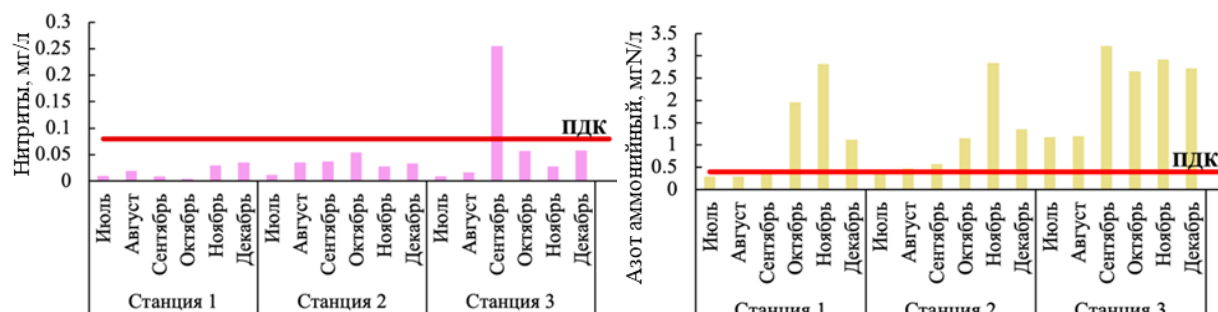


Рис. 5. Соединения азота

Обнаружено постоянно повышенное содержание фосфора фосфатов и общего железа в воде ручья на всех станциях (рис. 6). Наибольшие превышения ПДК по всем биогенным веществам регулярно отмечались на станции 3, на расстоянии 0,3 км выше по течению от которой расположен выход канализационного коллектора. Причем рост концентраций общего железа на станциях 1 и 2 к концу года согласуется с ходом водородного показателя, подвижность и вовлечение железа в водную миграцию увеличиваются при нейтральной реакции среды по сравнению со слабощелочной [8].

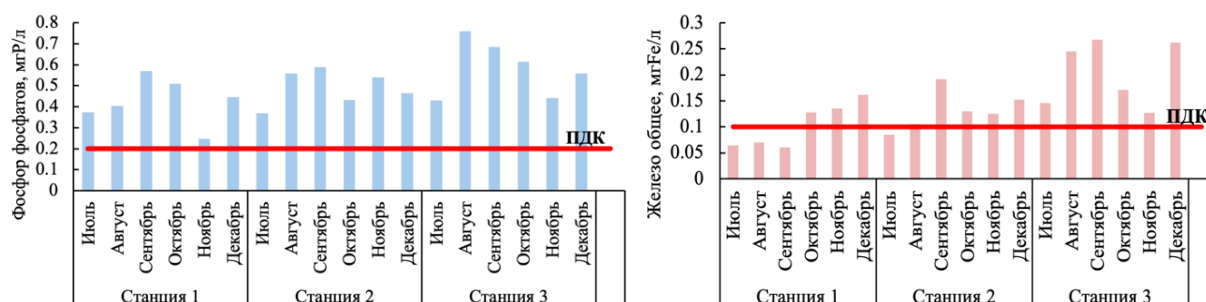


Рис. 6. Фосфор фосфатов, общее железо

Экологическое состояние ручья Паркового в верхнем течении неудовлетворительное. Качество вод ухудшается вниз по течению. Вблизи истока (в месте выхода из пруда Верхнего) воды ручья согласно ГОСТ 17.1.04-77 по гидрохимическим показателям можно оценить как «загрязненные» по большинству исследованных показателей, что соответствует бетамезосапробному классу. Но уже на расстоянии менее 1 км ниже по течению качество вод снижается до альфамезосапробного класса, по концентрациям некоторых биогенных веществ (фосфор фосфатов, азот аммонийный) – до полисапробного («грязные» воды). Содержание всех биогенных веществ в ручье превышает ПДК: в 3 раза – по нитритам и общему железу; в 4 раза – по фосфору фосфатов; в 8 раз – по азоту аммонийному. В теплый период наблюдается дефицит кислорода, иногда очень сильный (до 12%). Русло водотока засорено древесно-кустарниковыми остатками, поваленными деревьями, в приустьевой зоне заросло водной растительностью; в него осуществляется сброс ливневых вод.

Литература

1. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 06.10.2017 № 501 «Об утверждении перечня видов водных биологических ресурсов, в отношении которых осуще-

ствляется промышленное рыболовство во внутренних водах Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации, и о признании утратившими силу приказов Минсельхоза России» [Электронный ресурс]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001201710310062> (дата обращения: 22.02.2025).

2. Реставрируются старинные мосты [Электронный ресурс] // Новостная лента Пресс-центра города Калининграда. – 2006. – URL: https://www.klgd.ru/press/news/detail.php?ID=14427&sphrase_id= (дата обращения: 22.02.2025).

3. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Неман и рек бассейна Балтийского моря (русская часть в Калининградской области). Книга 1. Общая характеристика речного бассейна [Электронный ресурс]: Утверждена Приказом Невско-Ладужского бассейнового водного управления Федерального агентства водных ресурсов от 09 декабря 2014 г. № 171. – URL: http://www.nord-west-water.ru/upload/information_system_18/1/2/4/item_12405/property_value_5074.pdf (дата обращения: 22.02.2025).

4. Р 52.24.353-2012 Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод // СПС КонсультантПлюс.

5. Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана / Под ред. В.В. Сапожникова. – М.: ВНИРО, 2003. – 202 с.

6. ГОСТ 17.1.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов // Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000. – С. 51–62.

7. Эколого-аналитические методы исследования окружающей среды: Учеб. пособие / Т.И. Прохорова, Н.В. Каверина, А.Н. Никольская и др. – Воронеж: Истоки, 2010. – 304 с.

8. Исследование содержания железа в водах малых рек Северо-Восточного Алтая фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой / С.В. Бабошкина, Т.А. Рождественская, А.В. Пузанов, М.П. Пеленева, И.А. Трошкова, С.Н. Балыкин, Д.Н. Балыкин, А.В. Салтыков // Известия АО РГО. – 2022. – №3 (66). – С. 19–32.

УДК 504:553.06

А.А. Чермошенцева

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: allachermoshentseva@mail.ru*

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Геотермальная энергетика является одним из перспективных направлений использования альтернативных экологически безопасных источников энергии. В работе рассмотрены основные факторы, влияющие на окружающую среду при разработке и эксплуатации геотермальных месторождений. Отмечены возможные негативные влияния и пути их устранения.

Ключевые слова: геотермальные станции, влияние на окружающую среду, экологическая безопасность.

A.A. Chermoshentseva

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: allachermoshentseva@mail.ru*

ENVIRONMENTAL SAFETY DURING THE DEVELOPMENT OF GEOTHERMAL FIELDS

Geothermal energy is one of the promising areas of using alternative environmentally friendly energy sources. The paper considers the main factors affecting the environment during the development and operation of geothermal fields. Possible negative influences and ways to eliminate them were noted.

Key words: geothermal plants, environmental impact, environmental safety.

Глобальное развитие экономики, направленное на улучшение благосостояния населения, привело к увеличению масштабов потребления природных ресурсов. Основой для нормального функционирования всех отраслей промышленности является энергетика. Потребление для этих целей углеводородного сырья приводит к истощению запасов, усугубляются проблемы взаимодействия природы и человеческого общества. Большие опасения вызывают экологические последствия добычи и использования традиционных видов топлива. Возникает необходимость привлечения альтернативных экологически безопасных источников энергии. Одним из наиболее перспективных направлений является геотермальная энергетика. В последние годы неуклонно растут масштабы освоения высокотемпературных геотермальных месторождений для нужд электроэнергетики. Геотермальные электростанции (ГеоЭС) функционируют уже более чем в двух десятках стран [1–4]. Геотермальная энергетика считается экологически безопасной по сравнению с традиционными способами производства электроэнергии. Однако следует отметить, что строительство и последующая эксплуатация ГеоЭС имеют специфические экологические аспекты, нехарактерные для других видов производственной деятельности, и их работа также может оказывать негативное воздействие на окружающую среду. Виды и степень нежелательных проявлений определяются условиями реализации проекта и зависят от применяемых технологий.

Для обеспечения экологической безопасности объектов геотермальной энергетики требуется реализации комплекса природоохранных мероприятий, направленных на предотвращение и снижение нежелательных экологических последствий планируемой деятельности. Учет этих

особенностей является важным при выборе места для строительства ГеоЭС и выработки экологически оптимальных проектно-конструкторских решений.

Проблемы, связанные с охраной окружающей среды, могут возникнуть уже на этапе строительства. Часто территории перспективного строительства ГеоЭС представляют собой уникальные природные объекты, пользующиеся популярностью у туристов. Промышленное использование геотермальных вод может вызвать исчезновение горячих источников, гейзеров, ухудшая привлекательность или даже делая опасным посещение этой территории. Однако компетентный подход при проектировании, строительстве и эксплуатации ГеоЭС может способствовать сохранению привлекательных для туризма объектов, а при необходимости и защите от негативных природных и антропогенных воздействий. К позитивным факторам следует отнести и возникающую при строительстве инфраструктуру. Так, в работе [5] отмечаются перспективы создания при разработке геотермальных месторождений специальных искусственных объектов, например, имитирующих пароводяные струи определенной высоты и формы с регулируемым режимом активности, а также грязевых котлов и пр. Подобные объекты представляют собой наиболее привлекательные для туристов геотермальные проявления, к тому же при таком подходе их посещение будет более безопасным.

При строительстве ГеоЭС, впрочем, как и любых других объектов, неизбежно происходит повреждение ландшафта. Следует в обязательном порядке учитывать требования земельного, водного и лесного кодексов, законодательства о недрах, охране окружающей среды, защиты населения и территорий от опасностей природного и техногенного характера. Отдельные сооружения, узлы и системы, входящие в состав геотермальных станций, разрабатываются и возводятся с учетом обязательных требований законодательных и нормативных актов на основании утвержденного проекта разработки месторождения теплоэнергетических вод, который должен быть включен в схему территориального планирования субъекта Российской Федерации [6]. Помимо собственно строительной площадки и извлечения грунтов при проведении буровых работ это касается и размещения других объектов ГеоЭС: гидротехнических сооружений, инженерных сетей, подъездных дорог, линий электропередач и пр.

При размещении геотермальных станций в районах проявления опасных геологических процессов, таких как оползни, обвалы, селевые потоки, сход снежных лавин предусматривают специальную защиту объектов станции и территорий [7]. В составе проектной документации должны быть разработаны меры по предупреждению таких ситуаций, снижению ущерба в случае возникновения, ликвидации последствий. Для снижения негативного влияния планируемой деятельности в проекте строительства должны быть предусмотрены мероприятия по предотвращению природных и техногенных аварий, работы по рекультивации и эколого-мелиоративные мероприятия, позволяющие уменьшить нежелательные экологические последствия отмеченной деятельности [8]. Проекты по рекультивации должны выполняться с привлечением специализированных организаций.

Извлечение геотермального флюида приводит со временем к значительному проседанию земной поверхности и образованию депрессионной воронки. Изменение рельефа территории обуславливает риск техногенных аварий. Например, могут возникнуть обвалы и оползни. Кроме того, это может провоцировать сейсмическую активность. Снижение уровня подземных вод может привести к формированию в термоводоносном комплексе «паровых шапок», что в свою очередь может привести к «геотермальным взрывам» (выброс пара под действием горного давления при недостаточных прочностных характеристиках и мощностей перекрывающих горизонтов) [9]. При этом возрастает опасность изменения и загрязнения окружающей среды. Так, в августе 2003 г. произошел «геотермальный взрыв» в районе Южного полигона реинжекции, расположенного на соответствующей периферийной площади разрабатываемого Дачного участка Мутновского месторождения около ликвидированной несколько лет назад скважины [10]. В работе [11] описываются повреждения трубопроводов, скважин, дорог, линий электропередач и зданий, а также образование нового озера на территории геотермальной системы Wairakei в Новой Зеландии.

В проектах геотермальных станций должно быть предусмотрено соблюдение норм предельно допустимых концентраций вредных веществ, попадающих в окружающую среду в результате выброса в атмосферу пара и слива отработанной воды на рельеф или в водоемы. Геотермальные воды содержат углекислый газ, сероводород, метан, аммиак, радон, мышьяк, бор, литий, ртуть, свинец, железо, цинк, кадмий, алюминий, марганец и др. [12–15]. Одним из основных природо-

охранных мероприятий по предотвращению попадания вредных веществ на поверхность является уже отмеченная реинжекция (закачка отработанных геотермальных вод в резервуар). Проводиться данное мероприятие должно с особой внимательностью, чтобы не стать причиной новых нежелательных последствий [10]. Отметим также предложенное в работе [5] создание энерго-биологических объектов по разведению рыб, тепличных хозяйств и пр., с использованием отработанной воды.

Рассматривая проблему химического загрязнения окружающей среды, следует обратить внимание на то, что выброс парниковых газов в атмосферу и водные объекты происходит на геотермальных полях и в естественных условиях. Далеко не всегда работа ГеоЭС сопровождается значительным повышением их уровня. Результаты специальных исследований позволяют считать, что эксплуатация ГеоЭС не создает дополнительного притока парниковых газов [8]. А значит, эксплуатация геотермальной станции значительно снижает выбросы парниковых газов в атмосферу по сравнению с традиционными способами получения электроэнергии на основе сжигания органического топлива. Дополнительно снизить уровень загрязнения позволяет внедрение экологически чистых технологий: бинарные энергоблоки, воздушные фильтры и пр.

На участках геотермальных полей формируются особые климатические условия, обуславливающие во многом уникальность растительного и животного мира. Повышенная температура и влажность, содержание специфических химических компонентов в воздухе, воде и почве позволяют развиваться особым видам представителей флоры и фауны, не встречающимся в других местах. Строительство любого производственного объекта, в том числе и возведение ГеоЭС, может оказать негативное воздействие на почвенный и растительный покров, привести к утрате мест обитаний, гнездовий и нерестилищ представителей животного мира. Наличие широкой палитры опасных химических компонентов и соединений может привести к отравлению и гибели живых организмов. Возможно постепенное накопление этих веществ в организмах животных и растений, приводящее к отложенным негативным проявлениям. Например, при проведении опытно-эксплуатационных выпусков пароводяной смеси из скважин на отечественных месторождениях были отмечены случаи отложения диоксида кремния на рядом находящейся растительности, что в конечном итоге приводило к их гибели. В проектах ГеоЭС должны быть предусмотрены технические решения рациональных схем водопользования и обезвреживания отходов производства.

Отметим также, что при проектировании геотермальных электрических станций должны быть предусмотрены меры против шумового загрязнения. Все оборудование должно быть снабжено надежными шумоглушителями.

При проектировании конкретного объекта необходимо проводить анализ для выявления дополнительных источников, которые могут создать чрезвычайную ситуацию с негативным воздействием на окружающую среду. На этапе строительства геотермального комплекса воздействие на окружающую среду определяется местом расположения объекта, объемами добычи и тем, насколько хорошо были учтены экологические аспекты проекта и разработан комплекс природоохранных мероприятий.

Литература

1. Бульба Е.Е., Кузнецов Г.В., Швайбович М.И. Оценка перспектив использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии в ближайшие двадцать лет // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333, № 2. – С. 164–172.
2. Максимов А.Г. ВИЭ 2.0: Новая программа развития «зеленой» энергетики в России // Энергетическая политика. – 2020. – №11 (153). – С. 22–27.
3. Шулюпин А.Н., Чермошенцева А.А. Современные тенденции в освоении геотермальных ресурсов // Известия Тульского государственного университета // Науки о Земле. – 2022. – № 1. – С. 165–176.
4. Statistical Review of World Energy // Energy Institute Statistical Review of World Energy 2023. – № 72.
5. Геотермальные ресурсы / В.И. Белоусов, А.И. Постников, Д.В. Мельников [и др.]. – Петропавловск-Камчатский: КГПИ, 2005 – 105 с.

6. Геотермальные электростанции. Условия создания, нормы и требования. СТО 70238424.27.100.060-2009. Дата введения 29.01.2010. Некоммерческое партнерство «Инновации в электроэнергетике».

7. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Утверждены постановлением Госстроя России от 30.06.2003 г. № 125.

8. Оценка экологической безопасности геотермальной электростанции на основе идентификации ее экологических аспектов / А.Л. Суздалева, В.Н. Безносков, М.А. Кучкина, А.А. Суздалева // Малая энергетика. – 2010. – № 1-2. – С. 59–65.

9. Шулюпин А.Н., Чермошеницева А.А. Оценка изменения условий в термоводоносном комплексе Паужетского месторождения парогидротерм // Известия вузов. Горный журнал. – 2014. – № 4 – С. 82–88.

10. Кузнецов Е.А., Мельников Д.В. О некоторых аспектах техногенного воздействия Мутновского геотермального комплекса (Южная Камчатка, Россия) на окружающую среду // Альтернативная энергетика и экология. – 2005. – № 5 (25). – С. 56–63.

11. Allis R.G. Review of subsidence at Wairakei field, New Zealand // Geothermics. – 2000. – № 29 (4). – Р. 455–478.

12. Горбач В.А. Анализ мирового опыта и научно-технических разработок в области извлечения химических соединений из геотермальных растворов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – № 9. – С. 270–275.

13. Карпов Г.А. Экспериментальные исследования минералообразования в геотермальных скважинах. – М.: Наука, 1976. – 172 с.

14. Потапов В.В., Кашипура В.Н., Алексеев В.И. Исследование роста отложений в геотермальных теплоэнергетических системах // Теплоэнергетика. – 2001. – № 5. – С. 49–54.

15. Уайт Д. Термальные воды вулканического происхождения // Геохимия поствулканических процессов. – М: Мир, 1965. – С. 78–100.

Секция 4. НОВЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 664.959.5(571.66)

М.В. Благоднравова, С.М. Чугункова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: mblagonravova@mail.ru*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАМЧАТСКИХ ДИКОРЫСОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПРЕСЕРВОВ ИЗ ЛОСОСЕВЫХ

В статье представлены результаты изучения целесообразности использования камчатских дикоросов – черемши и ягод брусники – в технологии пресервов-паст из горбуши. Установлено наличие потребительского спроса, показаны высокие органолептические свойства пресервов-паст из горбуши с добавлением измельченной черемши и ягод брусники. Сделан вывод о целесообразности использования камчатских черемши и брусники в технологии пресервов-паст из горбуши.

Ключевые слова: лососевые рыбы, горбуша, черемша, брусника, потребительский спрос, органолептические показатели.

M.V. Blagonravova, S.M. Chugunkova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: mblagonravova@mail.ru*

PROSPECTS FOR USING KAMCHATKA WILD PLANTS IN THE TECHNOLOGY OF SALMON PRESERVES

The article presents the results of studying the feasibility of using Kamchatka wild plants – wild garlic and lingonberries – in the technology of pink salmon preserves. The presence of consumer demand has been established, and the high organoleptic properties of pink salmon preserves with the addition of crushed wild garlic and lingonberries have been shown. The conclusion is made about the expediency of using Kamchatka wild garlic and lingonberries in the technology of pink salmon preserves.

Key words: salmonids, pink salmon, wild garlic, lingonberries, consumer demand, organoleptic indicators.

Лососевые рыбы – основа экономики Камчатки. Камчатский полуостров – последний крупный регион мира, в котором сохранилось естественное воспроизводство лососевых, достигающее пятой части мировых запасов. Лосось – вкусная и полезная рыба, мясо которой имеет богатый и сбалансированный химический состав, в нем много полноценного белка, ненасыщенных жирных кислот Омега-3 и Омега-6, витаминов и минеральных элементов, таких как цинк, селен, магний, фосфор. Основной вылов лососевых на Камчатке обеспечивает горбуша. По итогам лососевой путины 2024 г., объем добычи горбуши на Камчатке достиг 75 тыс. тонн [1]. По пищевой ценности горбуша не уступает другим лососевым рыбам, при этом является наиболее доступной по цене. Имея достаточно скромные органолептические свойства, горбуша оптимальна в производстве пресервов-паст, технология которых позволяет корректировать вкусовые свойства введением различных ингредиентов в рецептуру.

Перспективными ингредиентами для применения в технологии пресервов-паст из лососевых представляются камчатские дикоросы, в частности брусника и черемша, в изобилии произрастающие на территории Камчатского края. Ягоды брусники обыкновенной (*Vaccinium vitisidaea*)

отличаются приятным кисловатым вкусом [2] и являются ценным источником биологически активных веществ, в частности пектинов, полифенольных соединений, минеральных веществ, органических кислот – лимонной, яблочной, винной, а также витаминов – аскорбиновой кислоты, витаминов группы В, витамина К₁, витамина Е, ниацина, токоферола, каротиноидов. Черемша (*Allium ursinum*) отличается характерными чесночными вкусом и запахом, а также отличается уникальной пищевой ценностью. Растение богато клетчаткой, витаминами В₁, В₂, В₆, В₉, С, РР, минеральными веществами, а также фитонцидами, обладающими бактерицидным и антибиотическим действием [3].

Использование дикоросов в технологии пресервов-паст из лососевых позволит придать солевой продукции из горбуши новые оригинальные органолептические характеристики, скорректировав запах и вкус рыбы, повысить пищевую ценность продукции за счет добавления экологически чистых растительных компонентов, содержащих ценные биологически активные вещества.

Цель исследования – обосновать целесообразность использования камчатских дикоросов (черемши и ягод брусники) в технологии пресервов-паст из лососевых.

Задачи исследования: установить наличие потребительского спроса на пресервы-пасты из лососевых с добавлением дикоросов Камчатки – черемши и ягод брусники, оценить органолептические показатели модельных образцов пресервов-паст из горбуши с использованием измельченных ягод брусники, а также измельченной черемши.

Объектом исследования в работе являлась технология пресервов-паст из горбуши с добавлением черемши и ягод брусники.

Предметами исследования являлись малосоленая горбуша пряного и специального посола, мороженые ягоды брусники и мороженная черемша.

Для определения органолептических показателей применяли как стандартные методы в соответствии с ГОСТ 7631–2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей», так и нестандартный органолептический метод, основанный на применении балльных шкал.

Для обработки полученных данных использовали методы статистической обработки. Цифровые величины, указанные в таблице, представляют собой арифметическое среднее с доверительным интервалом $\Delta \pm 10\%$ и надежностью Р 0,95.

Исследование потребительского спроса является важным фактором при установлении целесообразности разработки технологии и налаживания производства. Нами был проведен опрос потребителей г. Петропавловска-Камчатского с целью выявления целевой аудитории нового продукта, а также наличия потребительского спроса. Установлено, что к целевой аудитории пресервов-паст с добавлением камчатских дикоросов относятся следующие группы потребителей:

- потребители, которым затруднительно пережевывать твердые рыбные продукты, и решением в данном случае выступит введение в рацион измельченной продукции, в том числе пресервов-паст;
- потребители, которые не хотят тратить много времени на готовку, и данную проблему решает включение в рацион пастообразных пресервов, не требующих дополнительной разделки и обработки;
- потребители, которым не нравится запах и вкус рыбы, и они рассчитывают, что в продукте с добавлением ягод брусники и черемши органолептические показатели пресервов будут скорректированы.

Таким образом, проведенный опрос позволил установить, что разработка технологии пресервов-паст актуальна, так как направлена на удовлетворение потребностей в высококачественных продуктах высокой биологической ценности, удобных в употреблении. Особый интерес к разработке проявили представители старших возрастных групп, которые отметили важность легкой пережевываемости продукта, что является неотъемлемым фактором питания пожилых людей. Известно, что стремительный рост числа пожилых людей является одним из важнейших вопросов демографической политики, и соблюдение сбалансированного питания способствует поддержанию здоровья [4]. Разработка нового вида пресервов-паст, очевидно, будет способствовать расширению ассортимента высокобелковой легкопережевываемой и легкоусвояемой продукции.

Для изготовления экспериментальных образцов пресервов горбушу разделяли на филе с кожей, солили пряным и специальным посолом, также готовили образцы подкопченной малосоленой продукции пряного и специального посола. Малосоленую и малосоленую подкопченную

горбушу обесшкуривали, измельчали до пастообразного состояния, добавляли масло сливочное и растительное сырье – черемшу и ягоды брусники (рис. 1). Замороженное растительное сырье предварительно размораживали и измельчали.



Рис. 1. Подготовка экспериментальных образцов пресервов-паст

Пресервы готовили по рецептурам, разработанным на предыдущем этапе исследований, приведенным в табл. 1.

Таблица 1

Рецептуры пресервов-паст из малосоленой горбуши с добавлением измельченных черемши или ягод брусники

Рецептура	Количество сырья, %			
	Измельченная масса малосоленого филе горбуши	Измельченная масса черемши	Измельченная масса ягод брусники	Сливочное масло жирностью 82,5%
№ 1	87,4	7,4	–	5,2
№ 2	87,4	–	7,4	5,2

На основе проведенных дегустационных совещаний (рис. 2) были определены образцы, органолептические показатели которых получили наилучшие отзывы (табл. 2). В качестве дегустаторов выступали сотрудники и студенты департамента «Пищевые биотехнологии» Камчатского государственного технического университета. Оценку проводили по следующим критериям: внешний вид, запах, консистенция, вкус, общее впечатление, степень проявления вкуса и запаха добавок.



Рис. 2. Проведение дегустационной оценки экспериментальных образцов пресервов-паст

Таблица 2

Результаты органолептической оценки пресервов-паст из малосоленой горбуши с добавлением измельченной черемши или ягод брусники

Показатель	Образцы с добавлением ягод брусники (рецептура № 2)				Образцы с добавлением черемши (рецептура № 1)			
	СП*	СПП**	ПП***	ППП****	СП*	СПП**	ПП***	ППП****
Внешний вид	5	5	5	5	5	5	5	5
Запах	4	5	4	5	5	5	5	5
Консистенция	5	5	5	5	5	5	5	5
Вкус	4	4	4	4	5	5	5	5
Общее впечатление	5	5	4	5	5	5	5	5
Степень проявления вкуса и запаха добавок	4	4	4	5	5	5	5	5
Средний балл	4,5	4,7	4,3	4,8	5	5	5	5

* СП – образцы пресервов, приготовленные из горбуши специального посола;

** СПП – образцы пресервов, приготовленные из подкопченной горбуши специального посола;

*** ПП – образцы пресервов, приготовленные из горбушипряного посола;

**** ППП – образцы пресервов, приготовленные из подкопченной горбушипряного посола.

Как показали результаты исследования, стабильно высокую оценку получили все образцы пресервов, приготовленных с черемшой, средний балл оценки дегустаторов по всем показателям – 5. Среди образцов с добавлением ягод брусники наиболее высоко оценили пресервы-пасты, приготовленные из подкопченной горбушипряного посола. Надо отметить, что все остальные образцы пресервов-паст с добавлением ягод брусники также получили положительную оценку – средний балл колеблется от 4,3 до 4,7.

Проведенные исследования позволили установить наличие потребительского спроса на пастообразную продукцию из лососевых рыб с добавлением камчатского растительного сырья – черемши и ягод брусники. Результаты дегустационных совещаний отразили высокие органолептические показатели образцов пресервов-паст из малосоленой горбуши как специального, так и пряного посола. Положительные отзывы дегустаторов также получили пресервы, приготовленные из подкопченной рыбы. Установлено, что наиболее высокой оценки удостоились образцы с добавлением черемши. Среди пресервов с ягодами брусники максимальный балл получил образец, приготовленный из подкопченной горбуши специального посола. Полученные данные говорят о целесообразности использования камчатских дикоросов – черемши и брусники – в технологии пресервов-паст из горбуши.

Литература

1. Итоги лососевой путины на Камчатке 2024 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://fish-info.ru/news/itogi-lososevoy-putiny-na-kamchatke-2024-goda/> (дата обращения: 27.02.2025).
2. Плоды брусники – перспективный источник биологически активных веществ [Электронный ресурс] / Е.М. Серб, Г.С. Волкова, Е.Н. Соколова и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2018. – № 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/plody-brusniki-perspektivnyy-istochnik-biologicheskii-aktivnyh-veschestv> (дата обращения: 25.02.2025).
3. Использование черемши в технологии производства ржано-пшеничного хлеба [Электронный ресурс] / Е.Г. Семенова, М.Р. Баикуева, Т.Ц. Дагбаева и др. // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 8 (185). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-cheremshi-v-tehnologii-proizvodstva-rzhano-pshenichnogo-hleba> (дата обращения: 27.02.2025).
4. Барабашина С.И., Глухарев А.Ю., Дубровин С.Ю. Разработка рецептуры паштета на основе мяса северной креветки для питания пожилых людей // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2024. – № 68. – С. 22–43.

УДК 664.683:634.7

М.В. Ефимова, А.К. Иващенко

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: efimova-ff@mail.ru*

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛОДОВ ШИПОВНИКА КАК РЕЦЕПТУРНОГО КОМПОНЕНТА ЗАВАРНОГО ПИРОЖНОГО

В статье приведены результаты исследования возможности внесения плодов шиповника в рецептурный состав заварного пирожного. Показано, что внесение в состав заварного теста порошка из плодов шиповника способствовало повышению намокаемости заварного полуфабриката, что является потенциальным фактором повышения усвояемости изделия. Добавка шиповника придавала образцам заварного пирожного светло-оранжевый цвет, приятный кисло-сладкий вкус, повышая тем самым привлекательность продукта для потребителей. Особенности химического состава плодов шиповника обуславливают прогнозируемое повышение пищевой ценности и возможность увеличения срока годности заварного пирожного.

Ключевые слова: заварное пирожное, заварной полуфабрикат, шиповник, намокаемость, органолептическая оценка качества.

M.V. Efimova, A.K. Ivaschenko

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: efimova-ff@mail.ru*

JUSTIFICATION OF THE USE OF ROSEHIP FRUITS AS A RECIPE COMPONENT OF A CUSTARD CAKE

The article presents the study results of the possibility of adding rosehip fruits to the recipe composition of a custard cake. It is shown that the addition of rosehip fruit powder to the custard dough increased the wetness of the semi-finished custard, which is a potential factor in increasing the digestibility of the product. The addition of rosehip gave the custard cake samples light orange color and pleasant sweet and sour taste, thereby increasing the attractiveness of the product to consumers. The chemical composition of rosehip fruits determines the predicted increase in nutritional value and the possibility of increasing the shelf life of the custard cake.

Key words: custard cake, semi-finished custard, rosehip, wetness, organoleptic quality assessment.

Мучные кондитерские изделия вносят существенный вклад в рацион населения. Для этой группы пищевой продукции характерно высокое содержание углеводов и жиров, что определяет ее повышенную энергетическую ценность. Потребление кондитерских изделий как высококалорийных продуктов зачастую нарушает энергетический баланс рациона, поэтому как в мировой, так и в отечественной практике производства мучных кондитерских изделий преобладают тенденции, направленные на получение продукта с заданными диетическими свойствами, то есть при разработке новой продукции следует учитывать такие рекомендации диетологов и гигиенистов, как снижение калорийности, обогащение биологическими добавками, включение пищевых компонентов, способствующих нормализации работы желудочно-кишечного тракта, а также выведению различных нежелательных продуктов обмена [1].

Совершенствование структуры ассортимента мучных кондитерских изделий проводится по пути обогащения продукции добавками, в качестве которых применяют самые разные вещества и продукты для придания оригинальных вкусо-ароматических характеристик или обогащения продукта минеральными веществами, витаминами, балластными веществами [2–8]. Популярными

добавками являются изюм, цукаты, джемы и повидла в виде начинок, мак, различные семена и орехи, и многие другие [4, 5]. Нерастворимые пищевые волокна применяют для снижения калорийности, гликемического индекса, для биологического обогащения [9]. Рациональным является внесение в рецептуру мучного кондитерского изделия порошков из плодовоовощных выжимок, получаемых из побочных продуктов производства натуральных соков. В их составе содержатся как пищевые волокна, так и достаточное количество макро- и микроэлементов, а также витаминов [9, 10]. Параллельно трендом является снижение содержания сахара в изделиях, что создает дополнительную ценность для потребителя.

Анализ литературных данных показал, что выпуск мучных кондитерских изделий с улучшенными потребительскими характеристиками, обеспечение конкурентоспособности за счет создания рациональной технологии продукции – задача первостепенной важности, весьма своевременная и актуальная.

Целью проводимого исследования является обоснование возможности применения плодов шиповника в качестве рецептурного компонента заварного пирожного.

Объектом исследования в работе являлась технология заварного пирожного с кремовой начинкой, приготовленного с добавлением в тесто плодов шиповника морщинистого (*Rosa rugosa*).

Предметами исследования являлись высушенные плоды шиповника морщинистого, соответствующие по качеству требованиям ГОСТ 1994–93 «Плоды шиповника. Технические условия» [11], и заварное пирожное, приготовленное с добавлением в тесто плодов шиповника.

Плоды шиповника обладают высокой биологической ценностью и целебными свойствами, являются источниками пищевых волокон, каротиноидов, витаминов В₁, В₂, С, групп А, Е, минеральных веществ – калия, кальция, магния, железа и др. Шиповник оказывает противовоспалительное действие, способствует повышению сопротивляемости организма инфекциям, выведению токсинов, активации пищеварения, регулированию артериального давления, нормализации уровня сахара и холестерина в крови, повышению усвояемости поступившего с пищей железа, обладает диуретическим действием, оказывает благоприятное влияние на работу сердечно-сосудистой системы [12]. Шиповник имеет низкий гликемический индекс, то есть сахара постепенно высвобождаются в кровь, не вызывая резких перепадов уровня глюкозы. Обычно в свежих плодах шиповника содержится около 4–6% сахара, что делает их сладкими и приятными на вкус. В процессе сушки содержание сахара в плодах может увеличиваться до 10–12%, что делает их еще более сладкими. Способ обработки шиповника может оказывать влияние на содержание сахара в нем, например, при длительном хранении в прохладном месте содержание сахара может увеличиться, так как происходит накопление сахаров внутри плода.

Органолептические и физико-химические показатели тонкодисперсного порошка из плодов шиповника, а также показатели готовых образцов заварного пирожного определяли стандартными методами.

Массовую долю воды в порошке из плодов шиповника находили высушиванием навески образца и оценкой разности массы образца до и после высушивания. Намокаемость определяли по ГОСТ 10114–80 «Изделия кондитерские мучные. Метод определения намокаемости» [13].

Для получения достоверных значений экспериментальных данных анализы проводили не менее чем в 3–5-кратной повторности с выполнением двух параллельных определений при каждом опыте.

Оценку результатов экспериментальных исследований проводили с использованием современных методов расчета статистической достоверности результатов измерений. Обработку данных проводили с применением компьютерных программ Microsoft OfficeWord, Excel.

Совокупность результатов характеризовали среднеарифметическим значением, которое находили по данным 3–5 опытов и рассчитывали по формуле

$$M = \frac{\sum X}{n},$$

где M – среднеарифметическое значение;

$\sum X$ – сумма показателей единичных значений;

n – число параллельных определений.

Тесто приготавливали по утвержденной технологической инструкции. Для изготовления контрольного образца заварного теста использовали рецептуру эклеров с заварным кремом [14]. Для приготовления экспериментальных образцов эклеров вместо муки вносили смесь муки и порошка из плодов шиповника (шиповник). Порошок (рис. 1) получали измельчением высушенных до влажности не выше 6% плодов шиповника в кофемолке MERCURY HAUS. Порошок просеивали непосредственно в муку через сито с размером ячеей 0,5×0,5 мм (рис. 2), добавляя его в количестве от 4,0 до 24,0 г. В зависимости от количества вносимого шиповника снижали количество вносимого сливочного масла, возмещая его влажность соответствующим количеством воды. По мере увеличения дозы вносимой добавки шиповника тесто приобретало более темную окраску.



Рис. 1. Внешний вид порошка из плодов шиповника



Рис. 2. Внесение порошка из плодов шиповника в муку при просеивании

Рецептуры контрольного и экспериментальных образцов заварного полуфабриката с добавлением порошка из плодов шиповника и рецептура заварного крема представлены в табл. 1 [16].

Таблица 1

Рецептуры заварных пирожных с добавлением порошка из плодов шиповника

Наименование ингредиента	Обозначение рецептуры заварного полуфабриката (на 25 порций)						
	КТ (контрольный)	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Молоко, г	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0
Вода питьевая, г	250,0	253,3	256,7	260,0	263,4	266,8	270,1
Масло сливочное 82,5%, г	225,0	221,0	217,0	213,0	209,0	205,0	201,0
Мука сильная (11–12 г белка), г	275,0	272,0	272,0	272,0	272,0	272,0	272,0
Яйцо куриное, г	370,0	370,0	370,0	370,0	370,0	370,0	370,0
Соль, ч. л.	¼	¼	¼	¼	¼	¼	¼
Сахар, г	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Порошок из плодов шиповника, г	0,0	4,0	8,0	12,0	16,0	20,0	24,0
Заварной крем (на 25 порций)							
Желток, шт.	5						
Сахар, г	250,0						
Молоко, г	750,0						
Масло сливочное 82,5%, г	75,0						
Сахар ванильный, г	37,5						
Крахмал кукурузный, г	75,0						

Для образцов заварного полуфабриката определяли намокаемость как важный показатель, влияющий на сенсорное восприятие мучного кондитерского изделия и на его усвояемость организмом человека (табл. 2).

Таблица 2

Намокаемость образцов заварного полуфабриката

Наименование показателя	Обозначение рецептуры теста						
	КТ (контрольный)	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Намокаемость, %	210	212	216	218	221	227	234

Намокаемость косвенно характеризует пористость изделия: чем лучше пористость, тем выше степень намокаемости. Пористость, в свою очередь, напрямую связана с удельным объемом изделий. Чем выше значение удельного объема, тем выше пористость. Кроме того, повышение намокаемости (табл. 2) можно связать с присутствием в составе шиповника пектиновых веществ, проявляющих свойства гидроколлоидов, что обеспечивает связывание дополнительного количества воды. Таким образом, увеличение намокаемости характеризовало повышение качества заварного полуфабриката. Как видно из табл. 2, намокаемость образцов заварного полуфабриката при внесении шиповника возрастала по сравнению с контрольным образцом (210%) от 212% для образца Т1 до 234% для образца Т6. При этом среднее значение намокаемости для образцов заварного полуфабриката с шиповником составило 221%.

Результаты органолептической оценки образцов заварного пирожного с шиповником представлены на рис. 3.

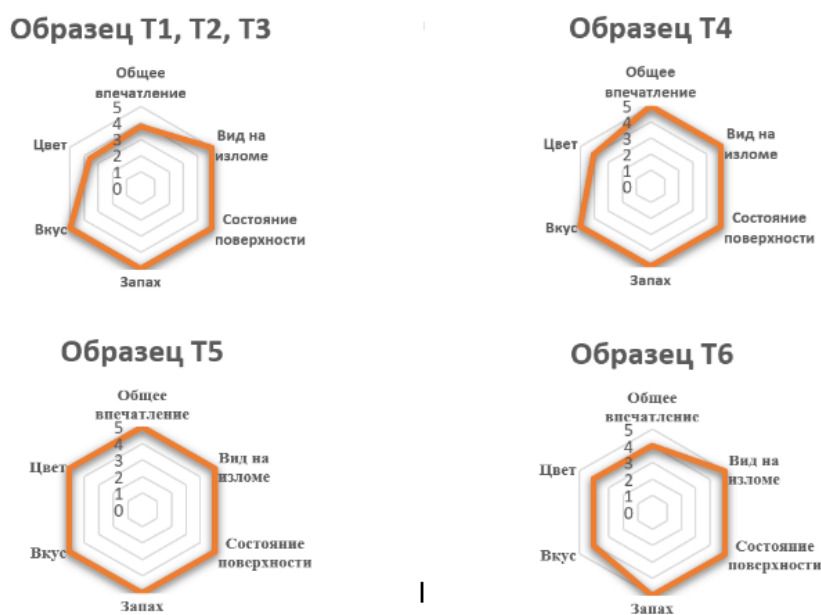


Рис. 3. Профилограммы качества образцов заварного полуфабриката с шиповником

Из рис. 3 видно, что самой высокой оценкой по всем органолептическим показателям был отмечен образец заварного пирожного Т5 с добавлением шиповника в количестве 20 г, приятный кисловатый вкусовой оттенок гармонично сочетался со вкусом заварного крема. Для образцов Т1, Т2 и Т3 с добавлением шиповника в количестве соответственно 4, 8 и 12 г на 25 порций продукта, была отмечена слабая выраженность цвета шиповника в тесте, что негативно влияло на общее впечатление от изделия, не согласующееся с ожиданиями «солнечности» окраски. Образец Т4 с добавлением шиповника 16 г при несколько более выраженном цвете произвел на дегустаторов благоприятное общее впечатление. Образец Т6 с добавлением шиповника в количестве 24 г характеризовался кислым вкусом, перебивающим вкус кремовой начинки, темноватым оттенком эклера, что повлекло понижение балла общего впечатления.

Таким образом, как видно из данных проведенных исследований, добавление плодов шиповника в рецептурный состав теста для заварного пирожного позволило получить мучное кондитерское изделие с приятным светло-оранжевым цветом, необычным для подобного вида пирожного кисло-сладким вкусом, с высокой намокаемостью как потенциальным критерием высокой усвояемости продукта. По результатам органолептической оценки, рациональное количество вносимой добавки тонкодисперсного порошка из плодов шиповника составило 20 г из расчета на 25 порций заварных пирожных.

Дальнейшие исследования будут направлены на оценку влияния добавки шиповника на пищевую и энергетическую ценность, а также на срок годности продукта. Кроме того, ведется разработка рецептур заварного крема с добавлением шиповника.

Литература

1. *Леонов Д.В., Муратова Е.И., Дворецкий С.И.* Системный подход к разработке кондитерских изделий функционального назначения // Вестник ТГТУ. – 2011. – № 4. – С. 979–990.
2. *Бутейкис Н.Г., Жукова А.А.* Приготовление мучных кондитерских изделий. – М.: Академия, 2001. – 302 с.
3. *Герасимова И.В.* Сырье и материалы кондитерского производства. – М.: Пищевая промышленность, 1997. – 207 с.
4. *Григоренко Е.И.* Улучшение качества мучных кондитерских изделий за счет использования нетрадиционного растительного сырья // Научные труды Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета. – 2011. – № 23. – С. 152–155.
5. *Перфилова О.В., Митрохин М.А.* Использование порошков из плодовоовощных выжимок с целью расширения ассортимента мучных кондитерских изделий // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 8. – С. 48–50.
6. *Резниченко И.Ю., Гурьянов Ю.Г., Лобач Е.Ю.* Разработка рецептур, технологии производства, оценка качества функциональных кондитерских изделий // Новые технологии. – 2011. – № 1. – С. 25–29.
7. *Сарафанова Л.А.* Применение пищевых добавок в кондитерской промышленности. – СПб.: Профессия, 2005. – 304 с.
8. Хитозансодержащие биологически активные добавки к пище в рационализации питания населения / *А.И. Албулов, М.А. Фролова, О.В. Буханцев, В.М. Быкова, С.В. Немцев, Б.А. Комаров* // Рыбная промышленность. – 2010. – № 2. – С. 25–28.
9. *Типсина Н.Н., Присухина Н.В.* Пищевые волокна в кондитерском производстве // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 9. – С. 166–171.
10. *Струпан Е.А., Типсина Н.Н.* Основные направления повышения пищевой ценности кондитерских изделий // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 6. – С. 271–275.
11. ГОСТ 1994–93. Плоды шиповника. Технические условия. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 6 с.
12. *Рязанова О.А.* Использование местного растительного сырья в производстве обогащенных продуктов // Пищевая промышленность. – 2005. – № 6. – С. 72–73.
13. ГОСТ 10114–80. Изделия кондитерские мучные. Метод определения намокаемости. – М.: Стандартиформ, 2012. – 2 с.
14. Сборник технических нормативов. Сборник рецептур на продукцию кондитерского производства / Составитель М.П. Могильный. – М.: ДеЛи плюс, 2011. – 560 с.

УДК 664.955.2

М.В. Ефимова, А.Е. Румянцев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: efimova-ff@mail.ru*

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ИКРЫ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

В настоящее время остро обозначена проблема сохраняемости качества зернистой лососевой икры, что связано не только с констатацией снижения потребительских свойств продукции, но и с ростом уровня потребительского ожидания параллельно с ростом рыночной стоимости икры. Применяемые в технологии икры консерванты не обеспечивают решения этой проблемы. В статье приведены результаты исследования влияния обработки зернистой лососевой икры газообразным диоксидом углерода как экологически безопасным агентом с выраженными антисептическими свойствами на микробиологические показатели готовой продукции. Показано, что в образцах икры, обработанной диоксидом углерода, в отличие от образцов, приготовленных по традиционной технологии, развитие микробиологических процессов было блокировано до начала хранения продукта в замороженном состоянии. Это позволяет рассматривать диоксид углерода как перспективный в технологии лососевой икры агент.

Ключевые слова: икра лососевая зернистая, диоксид углерода, антисептик, микробиологические показатели, качество.

M.V. Efimova, A.E. Rumyantsev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: efimova-ff@mail.ru*

EFFECT OF TREATMENT OF SALMON ROE WITH CARBON DIOXIDE ON MICROBIOLOGICAL PARAMETERS OF FINISHED PRODUCTS

Currently, the problem of maintaining the quality of granular salmon caviar is acutely identified, which is associated not only with a decrease in consumer properties of products, but also with an increase in consumer expectations along with an increase in the market value of caviar. The preservatives used in caviar technology do not provide a solution to this problem. The article presents the study results of the treatment effect of granular salmon roe with carbon dioxide gas as an environmentally friendly agent with pronounced antiseptic properties on the microbiological parameters of finished products. It was shown that in caviar samples treated with carbon dioxide, unlike samples prepared using traditional technology, the development of microbiological processes was blocked before the product was stored in the frozen state. It allows us to consider carbon dioxide as a promising agent in salmon roe technology.

Key words: granular salmon roe, carbon dioxide, antiseptic, microbiological parameters, quality.

Для оценки порчи пищевых продуктов применяются разные методы, при этом основным является микробиологический [1, 2]. Потенциальным индикатором степени свежести и безопасности пищевых продуктов служит зависимость между развитием микроорганизмов и протекающими в продукте при его хранении биохимическими процессами.

Наиболее распространенными бактериями, вызывающими порчу рыбной продукции, являются представители родов *Pseudomonas* (*P. fluorescens*, *P. putida*, *P. fragi*, *P. perolens*), *Brochothrix* (*B. thermosphacta*, *B. campestris*), *Aeromonas* (*A. hydrophila*, *A. salmonicida*), *Alteromonas nigrifaciens*, *Shewanella putrefaciens*, *Photobacterium phosphorous*, а также некоторые молочнокислые бактерии, способные вызывать порчу продуктов при хранении, особенно продуктов в вакуумной упаковке [1, 3].

Так, из икры выделено более 80 видов микроорганизмов, многие из которых способны активно разлагать белки и липиды и вызывать глубокое изменение и порчу продукции при хранении. Для предотвращения микробиальной порчи традиционная технология предусматривает внесение в икру антисептиков.

Обсеменение икры микроорганизмами происходит по мере протекания всех стадий технологического процесса – икра в ястыках, находящихся в теле рыбы, практически стерильна. Однако после гибели рыбы микроорганизмы достаточно быстро проникают в ястыки, где присутствуют благоприятные условия для их развития.

Микрофлора свежепосоленной икры представлена мезофильными палочковидными неспорообразующими бактериями и кокками. Наиболее распространены *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus mycoides*, *Bac. circulaus*, *Bac. mesentericus*, *Micrococcus candicans*, *Sarcina lutea* и др. [4].

При соблюдении всех правил технологического процесса в готовой икре не должны быть обнаружены бактерии группы кишечных палочек, стафилококки, сальмонеллы, протей, анаэробные микроорганизмы. Кроме бактерий в икре могут присутствовать актиномицеты, дрожжи и плесени. При хранении икры при температуре минус 4 – минус 6°C, как правило, наблюдается снижение числа микроорганизмов. Под влиянием низкой температуры и кислой среды, создаваемой антисептиками, происходит отмирание многих чувствительных, в том числе гнилостных микроорганизмов, видовой состав микрофлоры становится более однообразным. Повышение температуры хранения икры до 5°C, напротив, способствует ускорению развития микробиологических процессов [4–8]. Однако применяемые в технологии икры антисептики являются ксенобиотиками, чужеродными для организма человека соединениями.

Диоксид углерода представляет собой экологически чистый консервант, так как служит одной из основных составляющих процесса фотосинтеза в зеленых растениях, превращаясь под воздействием солнечной энергии в сложные органические соединения, и в то же время является конечным продуктом распада в процессе жизнедеятельности организмов [9].

Диоксид углерода широко известен как дезинфектант [2]. Обладая антисептическими свойствами, он инактивирует развитие посторонней микрофлоры и до определенных концентраций улучшает сохраняемость продуктов. Действие диоксида углерода направлено главным образом против плесневых грибов и психротрофных бактерий родов *Pseudomonas* и *Achromobacter*; менее чувствительны к CO₂ дрожжи, *Lactobacillus* и *Microbacterium thermosphactum* [10, 11]. Соответственно, обработка икры диоксидом углерода обуславливает создание кислой среды, что должно способствовать отмиранию гнилостной микрофлоры.

На основании изложенного выше цель проводимых исследований заключалась в оценке влияния обработки зернистой икры тихоокеанских лососевых рыб диоксидом углерода на микробиологические показатели продукции.

Объектом исследования являлись образцы зернистой икры нерки, соответствующей требованиям ГОСТ 18173–2004 «Икра лососевая зернистая баночная. Технические условия» [12], – контрольный образец К, и зернистой икры нерки, обработанной газообразным диоксидом углерода, – экспериментальный образец Г.

Сырьем для приготовления контрольного и экспериментального образцов зернистой икры являлась икра нерки ястычная мороженая. Приготовление образцов зернистой икры осуществляли в соответствии с утвержденной технологической инструкцией ТИ № 80 [13]. В икру экспериментального образца Г антисептики (сорбиновую кислоту и натрий бензойнокислый) не вносили. Икру контрольного образца К сразу после изготовления фасовали в полимерные банки емкостью 30 см³, после чего замораживали при температуре минус 40°C до достижения температуры в толще продукта минус 18°C. Для приготовления экспериментального образца Г икру перед фасованием в течение 5 минут обрабатывали газообразным диоксидом углерода в специально сконструированной лабораторной установке [14], затем фасовали в предварительно обработанные углекислым газом полимерные банки емкостью 30 см³ и замораживали при температуре минус 40°C до достижения температуры в толще продукта не выше минус 18°C. Все образцы икры хранили при достигнутой температуре минус 18°C.

При определении микробиологических показателей образцов икры руководствовались требованиями ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» [15] и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [16], регламентирующих допустимые уровни санитарно-

гигиенических показателей безопасности продукции. Наличие бактерий группы кишечных палочек (БГКП) определяли при помощи микробиологического индикаторного экспресс-теста «Петритест» на основе визуального обнаружения бактерий, выросших на питательной среде при посеве исследуемых образцов: при наличии в образце бактерий группы кишечной палочки они начинают активно размножаться, в результате чего индикатор, содержащийся в питательной среде, окисляется, изменяя цвет среды; при отсутствии в образце бактерий группы кишечных палочек цвет питательной среды не изменяется. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определяли методом поверхностного посева на плотной среде с помощью экспресс-теста «Петритест». Тестирование проводили согласно прилагаемым к препаратам инструкциям.

Для оценки влияния обработки зернистой икры нерки диоксидом углерода на ее микробиологические показатели определяли фоновое КМАФАнМ и наличие БГКП и через 4 месяца хранения в замороженном состоянии при температуре минус 18°C. Так как при таком режиме хранения развития микрофлоры в продукте не наблюдается, то микробная контаминация, рост и размножение бактерий в икре происходило только на стадии создания продукции до операции обработки диоксидом углерода и замораживания.

Все манипуляции при микробиологическом тестировании производили, стерилизуя инструмент в пламени спиртовой горелки. В качестве мерных пипеток применяли одноразовые шприцы объемом 1 и 5 см³. Дополнительную асептическую обработку осуществляли 95%-ным раствором этилового спирта.

Основные этапы процесса выявления наличия бактерий группы кишечных палочек в образцах зернистой икры нерки после ее размораживания при температуре 3°C представлены на рис. 1.

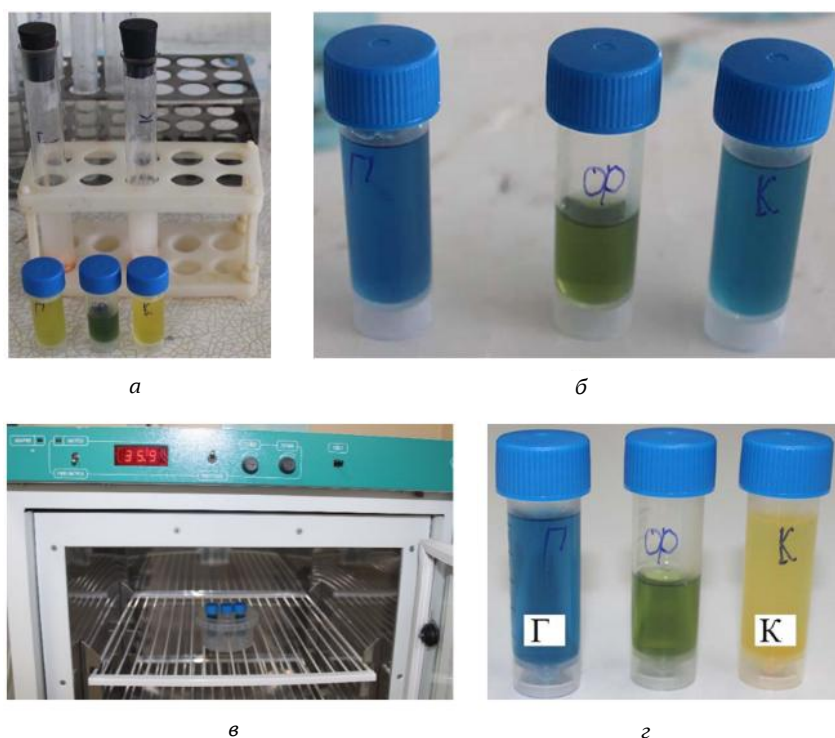


Рис. 1. Определение наличия бактерий группы кишечных палочек в образцах икры К и Г:
а – экспресс-тест на определение БГКП с ложноположительным результатом;
б – экспресс-тест на определение БГКП с нормализованной окраской;
в – термостатирование проб; з – пробы после термостатирования

При определении наличия в образцах икры БГКП изменение цвета питательной среды, содержащей контрольный образец К, с синего на желтый (рис. 1, з) интерпретируется как положительный результат, то есть в данном образце икры присутствовали БГКП, что не допускается ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» [15] и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [16]. Окраска питательной среды, содержащей эксперименталь-

ный образец Г, за 24 часа термостатирования при 36°C не изменилась (рис. 1, з), что интерпретируется как отрицательный результат, то есть в экспериментальном образце икры, обработанной газообразным диоксидом углерода после посола, расфасованной в среде CO₂ в обработанную углекислым газом тару, бактерии группы кишечных палочек отсутствовали.

Основные этапы процесса определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в образцах зернистой икры нерки после ее размораживания при температуре 3°C представлены на рис. 2.

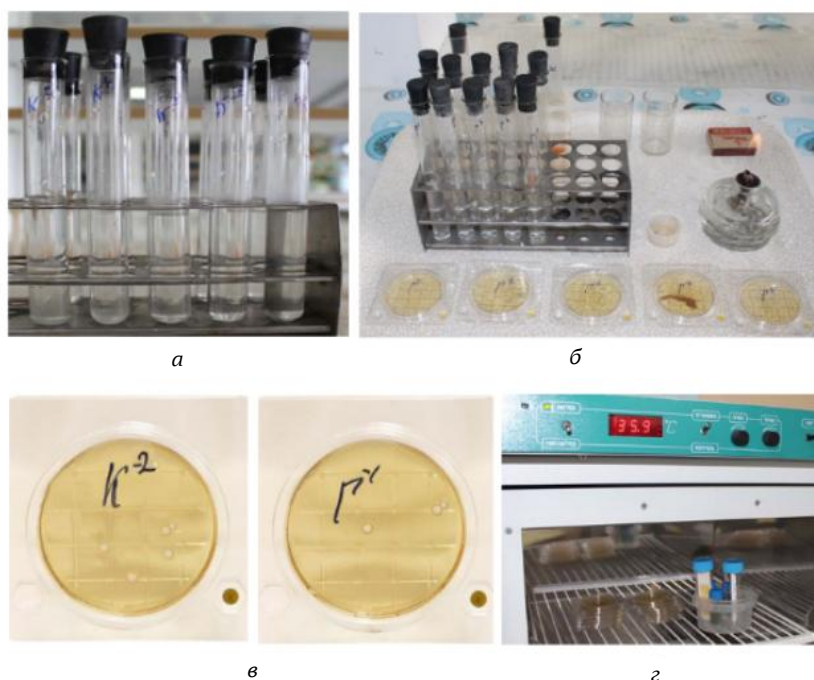


Рис. 2. Определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в образцах икры К и Г: а – пятикратное разведение проб; б – добавление пробы в чашку экспресс-теста на твердую питательную среду; в – пробы с разведением 10^{-1} и 10^{-2} ; г – термостатирование проб

Результаты определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в образцах зернистой икры нерки представлены в таблице.

Результаты определения КМАФАнМ в образцах зернистой икры нерки

Наименование образца	Количество КОЕ/г		Норматив по ТР ЕАЭС 040/2016, КОЕ/г
	Фон	Через 4 месяца хранения при минус 18°C	
Контрольный образец К	$9,5 \times 10^3$	$3,5 \times 10^3$	1×10^4
Экспериментальный образец Г	$1,7 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	

Как видно из таблицы, фоновое КМАФАнМ в экспериментальном образце икры Г оказалось в ~56 раз ниже, чем в контрольном образце К. Такой результат можно рассматривать как положительное влияние обработки газообразным диоксидом углерода на микробиологическую безопасность икры, что обосновывает применение углекислоты для обеспечения сохраняемости продукции без применения традиционных антисептиков. Как для контрольного, так и для экспериментального образцов икры КМАФАнМ на протяжении всего срока контроля – 4 месяцев – оставалось в рамках допустимого значения с большим запасом. Важно отметить, что через 4 месяца хранения КМАФАнМ в экспериментальном образце, обработанном углекислым газом, оказалось ниже, чем в контрольном образце, в ~23 раза, что объясняется отмиранием части микробных клеток при замораживании. В экспериментальном образце икры число живых микробных клеток было резко снижено уже до замораживания воздействием диоксида углерода, что обусловило сокращение разницы в КМАФАнМ в образцах зернистой икры с 56 до 23 раз.

Исследования влияния обработки зернистой лососевой икры газообразным диоксидом углерода как экологически безопасным агентом с выраженными антисептическими свойствами на микробиологические показатели готовой продукции позволили заключить следующее: в образцах икры, обработанной диоксидом углерода после посола, расфасованной в среде CO₂ в тару, обработанную углекислым газом, в отличие от образцов, приготовленных по традиционной технологии, предусмотренной ТИ № 80, развитие микробиологических процессов было блокировано до начала хранения продукта в замороженном состоянии при температуре минус 18°C.

Сравнительная характеристика контрольного и экспериментального образцов зернистой икры нерки показала, что при наличии в контрольном образце традиционно применяемых антисептиков – сорбиновой кислоты и бензоата натрия – уже до замораживания была отмечена значительная разница в величине общей бактериальной обсемененности (КМАФАнМ) образцов икры – в 56 раз с преимуществом для экспериментального образца. Это позволяет рассматривать диоксид углерода как перспективный агент в технологии лососевой зернистой икры.

Литература

1. Килкаст Д., Субраманиами П. Стабильность и срок годности. Мясо и рыбопродукты. – СПб.: Профессия, 2012. – 420 с.
2. Микробиология / О.Д. Сидоренко, Е.Г. Борисенко, А.А. Ванькова, Л.И. Войно. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 287 с.
3. Микробиологическая порча пищевых продуктов / Под ред. Клив де В. Блекберна. – СПб.: Профессия, 2011. – 784 с.
4. Перетрухина А.Т., Перетрухина И.В. Микробиология сырья и продуктов водного происхождения. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 320 с.
5. Долганова Н.В., Першина Е.В., Хасанова З.К. Микробиология рыбы и рыбных продуктов. – М.: Мир, 2005. – 224 с.
6. Долганова Н.В., Першина Е.В., Хасанова З.К. Микробиология рыбы и рыбных продуктов. – СПб.: Лань, 2012. – 288 с.
7. Техническая микробиология рыбных продуктов / Е.Н. Дутова, М.М. Гофтарш, И.И. Призренова, А.С. Сазонова; под ред. Е.Н. Дутовой. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 271 с.
8. Углистый Г.М., Мартеньянова Н.П. Микробиология рыбы и рыбных продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 143 с.
9. Касьянов Г.И., Боковинова Т.Н., Тарасов В.Е. Диоксид углерода: производство и применение. – Краснодар: Экоинвест, 2010. – 171 с.
10. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы. – СПб.: Профессия, 2007. – 256 с.
11. King A.D., Nagel C.W. Influence of carbon dioxide up on the metabolism of *Pseudomonas aeruginosa* // *Jornal of Food Science*. – 1975. – Vol. 40. – P. 362.
12. ГОСТ 18173–2004. Икра лососевая зернистая баночная. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2012. – 10 с.
13. Инструкция по изготовлению лососевой зернистой икры // Сборник технологических инструкций по обработке рыбы / Под ред. А.Н. Белогурова и М.С. Васильевой. – Т. 2. – М.: КолосС, 2003. – С. 379–391.
14. Влияние применения диоксида углерода на качество икры лососевой зернистой / А.Е. Румянцев, М.В. Ефимова, А.А. Ефимов, С.Ю. Чугунков, Д.В. Колесников // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Вып. 68. – 2024. – С. 8–21.
15. ТР ЕАЭС 040/2016. О безопасности рыбы и рыбной продукции. Технический регламент Евразийского экономического союза. – 77 с.
16. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции: Технический регламент Таможенного союза. – 242 с.

УДК 664.955.2

М.В. Ефимова, А.Е. Румянцев, И.И. Сергеев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: efimova-ff@mail.ru*

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ЗЕРНИСТОЙ ИКРЫ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

В статье приведены результаты исследования зависимости показателей качества зернистой лососевой икры от особенностей технологии производства продукции. Показано, что при стабильности микробиологических показателей икры в течение 4 месяцев хранения при надлежащих условиях были отмечены изменения органолептических показателей качества – цвета, вкуса и запаха, количества лопанца, отстоя. Констатируется более высокое качество образцов икры, изготовленной по «традиционной» технологии, определяемой ТИ № 80, – и для икры в транспортной таре, и для икры в потребительской таре. По совокупности анализируемых свойств отмечено, что при соответствии показателей безопасности икры регламентируемым требованиям определяющими для оценки качества продукции являются органолептические показатели.

Ключевые слова: икра лососевая зернистая, технология, качество, органолептические показатели, микробиологические показатели.

M.V. Efimova, A.E. Rummyantsev, I.I. Sergeev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: efimova-ff@mail.ru*

ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE TECHNOLOGY OF GRANULAR CAVIAR OF PACIFIC SALMON FISH ON THE QUALITY OF FINISHED PRODUCTS

The article presents the study results of the dependence of the quality indicators of granular salmon caviar on the features of the production technology. It was shown that with the stability of microbiological parameters of caviar during 4 months of storage under proper conditions, changes in organoleptic quality indicators were noted – color, taste and odor, amount of manganese, sediment. A higher quality of caviar samples produced using the “traditional” technology, determined by TI № 80, was established – both for caviar in transport containers and for caviar in consumer containers. According to the totality of the analyzed properties, it is noted that when the safety indicators of caviar meet the regulated requirements, organoleptic indicators are crucial for assessing product quality.

Key words: granular salmon caviar, technology, quality, organoleptic characteristics, microbiological indicators.

Производство лососевой зернистой икры связано с множеством факторов, обуславливающих ее качество, включая вид рыбы, стадию зрелости ястыков, режим хранения сырца до обработки, способ закрепления и пробивки ястыков, режим посола икры и хранения готовой продукции. Поддержание высокой конкурентоспособности продукции требует от производителей постоянного совершенствования технологии. Рост потребительских ожиданий создает необходимость в разработке методов, способствующих увеличению продолжительности хранения икры без ущерба для ее свойств. Это требует не только внедрения инновационных методов, но и тщательного контроля на всех этапах производства зернистой икры как деликатесной пищевой продукции.

Многие авторы ведут поиск новых решений, направленных на совершенствование технологии икры. Предлагаемые разработки предусматривают, например, применение молочной сыворотки на стадии закрепления ястыков, обработку ястыков ферментативными препаратами для

удаления пленки вместо традиционной пробивки, использование электрохимически активированного солевого раствора, добавление фосфатов либо хитозана как влагоудерживающих агентов, применение ступенчатого замораживания, обработку икры озоном либо диоксидом углерода на разных стадиях технологического процесса и др. [1–4]

Производство лососевой икры регулируется в настоящее время рядом нормативно-правовых и нормативно-технических документов – национальных стандартов, технических условий, – определяющих особенности технологических процессов и консервирующих факторов (массовую долю соли, вид антисептика, применение замораживания) для обеспечения сохраняемости готовой продукции в течение срока годности.

На основании изложенного выше цель проводимых исследований заключалась в анализе зависимости показателей качества зернистой икры тихоокеанских лососевых рыб от особенностей применяемой для ее приготовления технологии.

Объектом исследования являлись образцы зернистой икры нерки, изготовленные в соответствии с требованиями следующих нормативно-правовых и нормативно-технических документов:

- ГОСТ 1629–2015 «Икра лососевая зернистая в транспортной упаковке. Технические условия» [5];
- ГОСТ 18173–2004 «Икра лососевая зернистая баночная. Технические условия» [6];
- ГОСТ 31794–2012 «Икра зернистая лососевых рыб. Технические условия» [7];
- ГОСТ 31793–2012 «Икра лососевая зернистая замороженная. Технические условия» [8];
- ТУ 9264-012-26191641-02 «Икра зернистая дальневосточных рыб соленая. Технические условия» [9];
- ТУ 10.20.26-012-19659109–2020 «Икра лососевая зернистая соленая. Технические условия» [10].

Традиционная технология лососевой зернистой икры, в соответствии с ТИ № 80 [11], включает следующие технологические операции: прием рыбы-сырца, хранение рыбы-сырца до дальнейшей переработки, разделку рыбы и извлечение ястыков, сортирование и ополаскивание ястыков, закрепление ястыков, стекание влаги, пробивку и посол икры, центрифугирование, инспектирование, внесение пищевых добавок и перемешивание, фасование, контроль массы нетто, укупоривание тары, ликвидное оформление, хранение до отгрузки. Различия применяемых на рыбоперерабатывающих предприятиях технологий заключаются, как правило, в особенностях сырья (свежие либо мороженые ястыки), массовой доле соли в готовой икре, добавляемых антисептиках либо их отсутствии, виде тары (транспортная, потребительская полимерная, металлическая либо стеклянная), режимах хранения (в охлажденном либо замороженном состоянии).

Массовая доля хлорида натрия в лососевой зернистой икре, вырабатываемой в транспортной таре по ГОСТ 1629, для продукции I сорта должна составлять 3,0–6,0%, для икры II сорта – 3,0–7,0% [5], для баночной икры I сорта по ГОСТ 18173 – 4,0–6,0%, II сорта – 4,0–7,0% [6], для продукции, изготовленной по ГОСТ 31794, – 3,0–5,0% для I и II сортов [7], для икры зернистой замороженной ГОСТ 31793 – 2,5–5,0% [8], для икры, изготовленной по ТУ 9264-012-26191641 [9], от 3,5 до 6,0% включительно, для икры, изготовленной по ТУ 10.20.26-012-19659109 [10], – 3,0–6,0%.

В соответствии с требованиями ГОСТ 1629 и ГОСТ 18173, в икру добавляют такие консерванты, как сорбиновая кислота в количестве не более 0,1% и натрия бензоат (БН) в количестве не более 0,1% в пересчете на бензойную кислоту. Также для икры в транспортной упаковке ГОСТ 1629 предусматривает возможность внесения только сорбиновой кислоты в количестве не более 0,2% [5]. Для икры, изготовленной в соответствии с ГОСТ 31794, в качестве антисептика применяют пищевую добавку «Варэкс-2» в количестве не более 0,2%. Икру лососевую зернистую замороженную по ГОСТ 31793 производят без добавления антисептиков [8], так как консервирующим фактором для такой продукции служит температура намного ниже криоскопической – минус 18°C, что обеспечивает реализацию биологического принципа консервирования – криоанабиоза. Икра, изготовленная по техническим условиям ТУ 9264-012-26191641 и ТУ 10.20.26-012-19659109, должна содержать сорбиновую кислоту в количестве не более 0,1% и бензоат натрия не более 0,1% в пересчете на бензойную кислоту. Икра зернистая замороженная и икра, изготовленная по ТУ, по сортам не подразделяется.

Органолептические показатели качества образцов продукции оценивали по ГОСТ 7631–2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей» [12].

Микробиологические показатели продукции определяли, руководствуясь требованиями действующих стандартов на методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes*, бактерий рода *Salmonella*, коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*, дрожжей и плесневых грибов, бактерий группы кишечных палочек, мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, сульфитредуцирующих бактерий.

Содержание антисептиков определяли по МВИ.МН. 806–98 «Методика определения концентраций сорбиновой и бензойной кислот в пищевых продуктах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» [13].

Исследования осуществляли на базе испытательной лаборатории Камчатского филиала ФГБУ «Национальный центр безопасности продукции водного промысла и аквакультуры».

Статистическую обработку результатов измерений производили в соответствии с ВИ 04–07 «Расчет неопределенности измерений» [14].

Образцы зернистой икры нерки исследовали на соответствие органолептических показателей качества требованиям соответствующих нормативно-правовых и нормативно-технических документов. Для внешнего вида всех образцов продукции предусмотрено наличие в таре икры одного вида рыбы, чистых, целых икринок, однородных по цвету, без пленок и сгустков крови. Вкус и запах продукции должны быть характерны для икры конкретного вида рыбы, не должны иметь посторонних привкусов и запахов. Икринки продукции надлежащего качества должны быть упругими, со слегка влажной или сухой поверхностью, разбористыми.

Качество готовой икры оценивали на 3–5-е сутки после изготовления, затем через месяц и через 4 месяца хранения в условиях, предусмотренных требованиями документации.

Для всех образцов икры продолжительностью хранения 3–5 суток было установлено соответствие органолептических показателей качества необходимым характеристикам. У образцов икры, исследованных через месяц и через 4 месяца хранения, были отмечены изменения качества, что отражено в табл. 1.

Таблица 1

Изменения органолептических показателей качества образцов зернистой икры нерки при хранении

Наименование показателя	Характеристика показателя для образца, изготовленного в соответствии с требованиями документа					
	ГОСТ 1629	ГОСТ 18173	ГОСТ 31794	ГОСТ 31793	ТУ 9264-012-26191641	ТУ 10.20.26-012-19659109
Внешний вид и цвет (1 месяц)	Наличие лопанца. Незначительный отстой	Незначительное количество лопанца	Незначительное количество лопанца. Незначительный отстой			
Внешний вид и цвет (4 месяца)	Выраженное наличие лопанца. Отстой	Незначительное количество лопанца и отстоя	Заметное количество лопанца. Отстой	После размораживания значительное количество лопанца и отстоя	Заметное количество лопанца. Отстой	Легкое пожелтение. Заметное количество лопанца. Отстой
Вкус (1 месяц)	Свойственный икре данного вида рыбы – с привкусом горечи, без постороннего привкуса					
Вкус (4 месяца)	Свойственный икре данного вида рыбы, без постороннего привкуса				Свойственный икре данного вида рыбы, легкий привкус окислившегося жира	
Запах (1 месяц)	Свойственный данному продукту, без постороннего запаха					
Запах (4 месяца)	Свойственный данному виду продукции, без постороннего запаха				Свойственный икре данного вида рыбы, легкий запах окислившегося жира	
Консистенция (1 месяц)	Икринки упругие, со слегка влажной или сухой поверхностью, отделяющиеся одна от другой (разбористые), незначительная вязкость					
Консистенция (4 месяца)	Икринки упругие, слегка влажная поверхность, разбористые, незначительная вязкость	Икринки упругие, слегка влажная поверхность, разбористые, незначительная вязкость	Икринки слегка ослабевшие, поверхность влажная, разбористые, незначительная вязкость	После размораживания икринки ослабевшие, выражена вязкость	Икринки ослабевшие, выражена вязкость	

Как видно из табл. 1, наиболее высокими органолептическими показателями качества на протяжении периода проведения исследования характеризовались образцы зернистой икры нерки в транспортной таре (ГОСТ 1629) и баночной икры (ГОСТ 18173).

Массовую долю антисептиков в образцах икры определяли на 3–5-е сутки после изготовления. Результаты определения содержания сорбиновой и бензойной кислот на соответствие нормам, установленным ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» [15] приведены в табл. 2, из которой видно, что все образцы продукции содержали допустимое количество консервантов.

Таблица 2

Содержание антисептиков в образцах зернистой икры нерки

Наименование показателя	Содержание в образце, изготовленном в соответствии с требованиями документа						Норматив по ТР ТС 029/2012 (ГОСТ, ТУ)
	ГОСТ 1629	ГОСТ 18173	ГОСТ 31794	ГОСТ 31793	ТУ 9264-012-26191641	ТУ 10.20.26-012-19659109	
Бензойная кислота, мг/кг	491,3	568,1	488,7	609,3	534,7	661,2	максимальный уровень в продукции 2 г/кг (0,1% каждой кислоты)
Сорбиновая кислота, мг/кг	607,8	640,7	617,3	738,7	608,4	719,5	

Микробиологические показатели образцов икры оценивали на соответствие нормам, установленным ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» [16] через 3–5 суток после изготовления, через месяц и через 4 месяца хранения в условиях, предусмотренных требованиями нормативно-правовой и нормативно-технической документации. На протяжении четырех месяцев исследования значения микробиологических показателей не превышали допустимые значения (табл. 3).

Таблица 3

Микробиологические показатели образцов зернистой икры нерки

Наименование показателя	Значение показателя для образца, изготовленного в соответствии с требованиями документа						Норматив по ТР ЕАЭС 040/2016
	ГОСТ 1629	ГОСТ 18173	ГОСТ 31794	ГОСТ 31793	ТУ 9264-012-26191641	ТУ 10.20.26-012-19659109	
<i>Listeria monocytogenes</i> , г	В 25,0 не обнаружено						В 25,0 не допуск.
<i>Staphylococcus aureus</i> , г	В 1,0 не обнаружено						В 1,0 не допуск.
Бактерии рода <i>Salmonella</i> , г	В 25,0 не обнаружено						В 25,0 не допуск.
Дрожжи, КОЕ/г	Менее 1×10^1						Не более 300
Колиформные бактерии, г	В 1,0 не обнаружено						В 1,0 не допуск.
КМАФАнМ, КОЕ/г	Менее 1×10^1						Не более 1×10^5
Плесневые грибы, КОЕ/г	Менее 1×10^1						Не более 50
Бактерии рода <i>Clostridium</i>	В 1,0 не обнаружено						В 1,0 не допуск.

Таким образом, как видно из данных проведенных исследований, применяемые в настоящее время на рыбоперерабатывающих предприятиях технологии зернистой икры при соблюдении необходимых технологических и санитарно-гигиенических требований обуславливают стабильность микробиологических показателей продукции на протяжении периода наблюдения 4 месяца, но не предотвращают ухудшение органолептических характеристик, связанных с изменением цвета, вкуса и запаха, увеличением количества лопанца и, соответственно, отстоя.

Сравнительная характеристика свойств зернистой икры нерки показала, что более высокими качественными показателями отличались образцы икры, изготовленной по ГОСТ 1629–2015 [5] и по ГОСТ 18173–2004 [6]. По совокупности анализируемых свойств отмечено, что при соответствии микробиологических показателей безопасности икры регламентированным требованиям определяющими для оценки качества продукции являются органолептические показатели, изменение которых ограничивает срок годности пищевых продуктов и является результатом сложных и физико-химических процессов [17].

Литература

1. Характеристика существующих технологий производства икры лососевой зернистой / М.В. Ефимова, А.А. Ефимов, Ю.В. Кузьмичев, А.Е. Смирнова, В.Ю. Сафин // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. (25–27 марта 2014 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2014. – С. 66–73.
2. Кузьмичев Ю.В., Чмыхалов Б.А., Ефимова М.В. Применение ступенчатого понижения температуры при производстве икры лососевой зернистой замороженной // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы X Нац. (Всерос.) науч.-практ. конф. (19–21 марта 2019 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2019. – С. 204–208.
3. Влияние обработки озоном на микробиологические показатели икры лососевой зернистой / А.А. Ефимов, М.В. Ефимова, Ю.В. Кузьмичев, Д.С. Урушадзе // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке (12–14 апреля 2017 г.). Ч. II. – Петропавловск-Камчатский, 2017. – С. 57–61.
4. Влияние применения диоксида углерода на качество икры лососевой зернистой / А.Е. Румянцев, М.В. Ефимова, А.А. Ефимов, С.Ю. Чугунков, Д.В. Колесников // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Вып. 68. – 2024. – С. 8–21.
5. ГОСТ 1629–2015. Икра лососевая зернистая в транспортной упаковке. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016. – 10 с.
6. ГОСТ 18173–2004. Икра лососевая зернистая баночная. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2012. – 10 с.
7. ГОСТ 31794–2012. Икра зернистая лососевых рыб. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 8 с.
8. ГОСТ 31793–2012. Икра лососевая зернистая замороженная. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013. – 8 с.
9. ТУ 9264-012-26191641-02. Икра зернистая дальневосточных рыб соленая. Технические условия. – Петропавловск-Камчатский: ООО ТЦ «Интехкам», 2014. – 24 с.
10. ТУ 10.20.26-012-19659109-2020. Икра лососевая зернистая соленая. Технические условия. – Петропавловск-Камчатский: ООО «Интехкам сервис», 2020. – 57 с.
11. Инструкция по изготовлению лососевой зернистой икры // Сборник технологических инструкций по обработке рыбы / Под ред. А.Н. Белогурова и М.С. Васильевой. – Т. 2. – М.: КолосС, 2003. – С. 379–391.
12. ГОСТ 7631–2008. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей. – М.: Стандартинформ, 2011. – 16 с.
13. МВИ.МН. 806–98. Методика определения концентраций сорбиновой и бензойной кислот в пищевых продуктах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. – Минск, 2006. – 11 с.
14. ВИ 04–07. Внутренняя инструкция. Расчет неопределенности измерений. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский филиал ФГБУ «НЦБРП», 2007. – 24 с.
15. ТР ТС 029/2012. Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств. Технический регламент Таможенного союза. – 817 с.
16. ТР ЕАЭС 040/2016. О безопасности рыбы и рыбной продукции. Технический регламент Евразийского экономического союза. – 77 с.
17. Килкаст Д., Субраманиам П. Стабильность и срок годности. Мясо и рыбопродукты. – СПб.: Профессия, 2012. – 420 с.

УДК 664.66

А.А. Ефимов, А.А. Завалишин

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: efimoff-a@mail.ru*

ОСОБЕННОСТИ ПЛЕСНЕВОЙ ПОРЧИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

В статье отражены результаты исследования возможных путей контаминации хлебобулочных изделий, плодов и овощей плесневыми грибами, а также оценки времени появления признаков плесневой порчи при условиях хранения, рекомендованных производителем для конкретного продукта – хлеба ржанопшеничного в полимерной упаковке, мандаринов и моркови, хранившихся без упаковки. Констатируется контаминация образцов хлеба микроорганизмами до упаковывания продукции в процессе охлаждения, а также при взятии проб на анализ из открытых пакетов. Отсутствие упаковки у мандаринов и моркови обуславливало выраженный рост количества спор плесневых грибов на их поверхности. Пониженная до 2°C температура хранения моркови обеспечивала более длительную пригодность корнеплода к употреблению в пищу. Полученные данные позволяют направить дальнейшие исследования на комбинирование существующих барьерных технологий, связанных с применением инновационных способов упаковки и обеспечивающих оптимальные условия хранения продуктов.

Ключевые слова: плесневые грибы, микотоксины, колонии, хлебобулочные изделия, плоды, овощи, хранение.

A.A. Efimov, A.A. Zavalishin

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: efimoff-a@mail.ru*

FEATURES OF MOLD SPOILAGE OF FOOD PRODUCTS FROM VEGETABLE RAW MATERIALS

The article presents the study results of the possible ways of contamination of bakery products, fruits and vegetables with mold fungi, as well as estimates of the time of appearance of signs of mold spoilage under storage conditions recommended by the manufacturer for a specific product – rye-wheat bread in polymer packaging, tangerines and carrots stored without packaging. Contamination of bread samples by microorganisms was detected before packaging products during the cooling process, as well as when taking samples for analysis from open bags. The lack of packaging in tangerines and carrots led to a marked increase in the number of mold spores on their surface. The storage temperature of carrots lowered to 2°C ensured a longer shelf life of the root crop. The data obtained make it possible to direct further research towards combining existing barrier technologies related to the use of innovative packaging methods and ensuring optimal storage conditions for products.

Key words: molds, mycotoxins, colonies, bakery products, fruits, vegetables, storage.

Известно, что плесени – гифовые грибы – участвуют в процессах порчи пищевых продуктов и их ферментации. Многие виды плесеней способны продуцировать токсичные для человека и животных соединения – микотоксины. Соответственно, продукты, пораженные плесневыми грибами, к употреблению в пищу не пригодны [1].

Основными факторами, оказывающими влияние на развитие плесневых грибов, являются доступность питательных веществ, температура среды, значение pH среды и активность воды a_w . Контролировать рост плесеней в пищевых продуктах можно, предотвращая попадание в продукты их спор, регулируя режимы хранения – температуру, влажность, содержание кислорода,

добавляя консерванты. Однако даже сочетание всех этих мер не обеспечивает полного исключения возможности воздействия плесеней на качество и безопасность пищевых продуктов.

Плесневение является наиболее распространенным видом порчи хлеба и хлебобулочных изделий, а также плодов и овощей. Развитие плесеней, как правило и чаще всего, происходит при несоблюдении режима хранения продукции.

Наиболее благоприятными условиями для развития плесневых грибов являются присутствие кислорода и кислая реакция среды [2]. Оптимальная температура роста плесеней 20–25°C. Большинство плесневых грибов способны расти при низких положительных, а некоторые роды – при отрицательных температурах – до минус 11°C. Плесневые грибы могут развиваться при относительной влажности окружающей среды 10–15% и активности воды $a_w = 0,69–0,94$. Так, для размножения плесеней рода *Aspergillus* требуется значение активности воды не менее 0,78–0,84 и 0,84 для продуцирования токсина при оптимальной температуре 30°C. Для *Penicillium* соответственно 0,80–0,85 и 0,87–0,90 при температуре 20°C. Большинство плесеней может расти при pH 3–8, то есть в достаточно широком диапазоне, поэтому в качестве определяющего фактора можно рассматривать активность воды [3].

Таким образом, влажность и кислотность, характерные для хлеба (активность воды $a_w = 0,94–0,97$, pH 5,5–6,0), – весьма благоприятные условия для развития плесеней.

В большинстве случаев контаминация плесневыми грибами происходит во время охлаждения и упаковывания хлеба. Чаще других в хлебе встречаются плесени родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Eurotium*, *Mucor*, *Rhizopus*. В дрожжевом пшеничном хлебе могут также встречаться *Cladosporium*, *Mucorales* и *Neurospora*. При более низких температурах доминантой являются плесени рода *Penicillium*, а при комнатных температурах – *Aspergillus* и *Eurotium*.

В соответствии с ГОСТ 31807–2018 «Изделия хлебобулочные из ржаной хлебопекарной и смеси ржаной и пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия» [4], влажность мякиша хлеба варьирует от 19 до 53%, кислотность – от 9 до 14 град. Для пшеничного хлеба, в соответствии с ГОСТ Р 58233–2018 «Хлеб из пшеничной муки. Технические условия» [5], характерна влажность мякиша от 40 до 49%, кислотность – от 2,5 до 7 град. Значение pH ржаного хлеба ~4,5, пшеничного ~5,1, что провоцирует развитие плесневых грибов рода *Penicillium* [3]. Требованиями нормативно-правовых документов наличие признаков плесени в хлебе не допускается.

Прорастание мицелия гриба внутрь и формирование плесени на поверхности хлеба происходит одновременно, но заметить ее в начале процесса развития очень сложно, поэтому легкий прогорклый или плесневый запах свидетельствует о начале процесса порчи. Пораженный плесенью хлеб покрывается пушистым налетом белого, серого, зеленого, желтого, голубоватого, черного цветов.

Для предотвращения развития плесеней на хлебе применяют ограничение доступа к продукту вызывающих порчу организмов, в том числе обработку поверхности хлеба или упаковочных материалов этиловым спиртом, пропионовой, уксусной и сорбиновой кислотами и их солями, инактивацию роста спор и мицелия плесеней – стерилизацию упакованного хлеба токами высокой частоты, ультрафиолетовым либо инфракрасным излучением, замораживание [1, 3].

Свежие плоды и овощи при высоком значении активности воды (~0,95) достаточно стойки к плесневой порче благодаря природной защите живой растительной тканью [3]. В то же время на поверхности плодов и овощей встречаются плесневые грибы родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhizopus*, *Cladosporium*. Многие из этих грибов способны вызывать порчу плодов и овощей. Именно плесневые грибы чаще вызывают болезни плодов и овощей – гнили. Преобладание плесеней в процессах порчи связано, в первую очередь, с высоким содержанием в плодах и овощах углеводов [1]. Заболевание начинается с прорастания спор плесневого гриба на поверхности кожицы, затем гифы гриба внедряются в ткани плодов и овощей, преимущественно через естественные отверстия кожицы или через ее повреждения. Благодаря активным ферментам плесени способны вызывать глубокие изменения входящих в состав плодов и овощей соединений, в том числе сопровождающиеся накоплением токсичных метаболитов грибов.

Цель проводимого исследования заключалась в определении возможных путей контаминации продуктов из растительного сырья плесенью, а также времени появления признаков плесневой порчи при условиях хранения, рекомендованных для конкретного продукта.

Объектом исследования служили образцы хлеба, плодов и овощей, характеристика которых приведена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика образцов продукции из растительного сырья

Наименование образца	Вид упаковки	Рецептурный состав продукта	Пищевая ценность, г/100 г	Условия хранения	Срок годности
Хлеб ржано-пшеничный «Камчатский» бездрожжевой	Пакет полиэтиленовый	Мука ржаная обдирная (85%), мука пшеничная 1 сорт (15%), вода питьевая, солод ржаной, сахар, соль, экстракт хмеля, морская капуста, лук репчатый, морковь	Белки 5,6 Жиры 1,4 Углеводы 40,8	Температура не ниже 6°C	5 сут
Хлеб ржано-пшеничный на закваске	Пакет полиэтиленовый	Мука пшеничная хлебопекарная 1 сорт, мука хлебопекарная ржаная обойная, вода питьевая, соль пищевая, дрожжи	Белки 6,8 Жиры 1,2 Углеводы 46,4	Температура 20–25°C, относительная влажность воздуха 75%	14 сут
Мандарин свежий	Без упаковки	–	Белки 0,8 Жиры 0,2 Углеводы 7,5	Температура 0–6°C, относительная влажность воздуха 85–95% или температура не выше 25°C до потери органолептических свойств	3 мес
Морковь свежая	Без упаковки	–	Белки 1,2 Жиры 0,0 Углеводы 7,8	Температура 0–2°C, относительная влажность воздуха не выше 95%	8 мес

Подготовку проб продуктов проводили в соответствии с указаниями ГОСТ 26669–85 «Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов» [6]. Выявление присутствия плесеней и подсчет их количества осуществляли, руководствуясь ГОСТ 10444.12–2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов» [7], сразу после приобретения продуктов, затем через пять суток хранения при рекомендованных условиях.

Для проведения испытаний исходную суспензию высевали поверхностным методом на плотную питательную среду параллельно в две чашки Петри. Чашки с посевами инкубировали в аэробных условиях при температуре 24°C в течение пяти суток. Предварительный учет количества выросших колоний производили через трое суток инкубирования и окончательный – через пять суток. Развитие плесневых грибов на питательных средах определяли визуально по появлению мицелия разной окраски при хранении образцов продукции в рекомендованных производителем условиях.

Результаты микробиологических испытаний, направленных на выявление и подсчет количества плесневых грибов в образцах хлеба, фруктов и корнеплодов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты выявления и подсчета количества плесневых грибов в образцах продукции

Наименование образца	Время взятия проб для анализа		Условия хранения
	Сразу после приобретения	Через 5 суток	
Хлеб ржано-пшеничный «Камчатский» бездрожжевой	11 КОЕ/г	27 КОЕ/г	Затененное место. Температура 22°C. Относительная влажность среды 55%
Хлеб ржано-пшеничный на закваске	6 КОЕ/г	19 КОЕ/г	
Мандарин свежий	76 КОЕ/г	269 КОЕ/г	Затененное место. Температура 22°C. Относительная влажность среды 55%
Морковь свежая	416 КОЕ/г	498 КОЕ/г	Камера бытового холодильника. Температура 2±1°C. Относительная влажность среды 95%

Как видно из таблицы, уже сразу после приобретения продукции в торговой сети и на поверхности хлеба, и на поверхности мандаринов и моркови присутствовали плесени. Для хлеба наличие плесеней объясняется тем, что на технологической линии до упаковки хлеб необходимо выдержать для охлаждения до температуры мякиша не выше 35°C во избежание увлажнения внутренней поверхности пакета, что способствует развитию плесеней. За время охлаждения поверхность продукции неизбежно обсеменяется микроорганизмами, в том числе спорами плесневых грибов, присутствующими в окружающей среде, переносимыми с потоками движущегося в помещении воздуха. Через пять суток было отмечено увеличение количества колониеобразующих единиц плесневых грибов в образцах – увеличение количества плесени в хлебе неизбежно происходило при вскрытии полимерной упаковки для наблюдения за появлением колоний на поверхности продукта и для взятия образцов на анализ. Мандарины и морковь хранились без упаковки и, соответственно, отсутствовали барьеры против обсеменения продуктов спорами плесневых грибов.

Результаты визуальных наблюдений, направленных на установление срока появления внешних признаков и развития плесневой порчи образцов хлеба, мандаринов и моркови представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты наблюдения появления и развития внешних признаков плесневой порчи в образцах продукции

Наименование образца	Время появления и развития внешних признаков плесневой порчи					Условия хранения
	0–5-е сутки	6-е сутки	7-е сутки	8-е сутки	20-е сутки	
Хлеб ржано-пшеничный «Камчатский» бездрожжевой	Признаки отсутствуют		Белое «бархатистое» пятно 1,5–2 мм в диаметре	Несколько пятнышек белого цвета диаметром от 1,5 до 5 мм	Выраженное наличие колоний от беловато-серого до серо-зеленого цвета диаметром от 1,5 до 60 мм	Затененное место. Температура 22°C. Относительная влажность среды 55%
Хлеб ржано-пшеничный на закваске	Признаки отсутствуют			Серовато-белое «пушистое» пятно 1,5–2 мм в диаметре	Выраженное наличие колоний от беловато-серого до серо-зеленого цвета диаметром от 1,5 до 55 мм	
Мандарин свежий	Признаки отсутствуют	Белое «бархатистое» пятно 5–6 мм в диаметре	Пятно увеличилось до 5–6 мм в диаметре	Пятно в центральной части приобрело зеленоватый цвет, диаметр 38 мм	Кожица плода утратила влажный блеск, потемнела, плод уменьшился в размере, большая площадь поверхности покрыта сухой плесенью	Затененное место. Температура 22°C. Относительная влажность среды 55%
Морковь свежая	Признаки отсутствуют				Несколько белых «пушистых» пятен 5–6 мм в диаметре	Камера бытового холодильника. Температура 2±1°C. Относительная влажность среды 95%

Из табл. 3 видно, что на поверхности образцов хлеба появление признаков плесневой порчи было отмечено на 7–8-е сутки наличием маленьких колоний белого цвета с ворсистой поверхностью, что обусловлено ростом гиф. На 20-е сутки наблюдения было отмечено обильное развитие колоний плесневых грибов от беловато-серого до серо-зеленого цвета диаметром до 60 мм по всей поверхности хлеба. На разрезе таких образцов хлеба четко были видны признаки прорастания плесени в мякиш.

На поверхности кожицы мандаринов признаки плесневой порчи появились на 6-е сутки хранения, и затем с течением времени цвет колоний изменялся от белого до зеленоватого, мохового.

Наличие сахаров и значение $pH \sim 4,0$ для сока мандаринов обеспечивают благоприятные условия для развития плесневых грибов. Одной из причин развития плесени на поверхности мандаринов может быть наличие повреждений кожуры, даже незначительных, что, в свою очередь способствует выделению сока на поверхность и размножению в этой среде микрофлоры.

Образцы свежей моркови в процессе хранения в камере бытового холодильника при рекомендуемой температуре около $2^{\circ}C$ проявили наибольшую по сравнению с другими продуктами устойчивость к плесневой порче. Появление колоний плесневых грибов было отмечено на 20-е сутки наблюдений. Было зафиксировано наличие белых пятен в виде рыхлого налета, что характерно для проявления такой болезни корнеплода, как белая гниль.

Таким образом, в результате проведенных исследований было констатировано присутствие спор плесневых грибов в образцах продукции – в хлебе в полимерной упаковке, в мандаринах и моркови, хранившихся без упаковки. Наличие упаковки исключало для хлеба возможность микробного обсеменения в процессе хранения, из чего можно заключить, что контаминация образцов хлеба микроорганизмами происходила до упаковывания продукции при ее охлаждении, а также при взятии из упаковки проб на анализ. Мандарины и морковь хранили без упаковки, что обуславливало рост количества колониеобразующих единиц плесени на поверхности фруктов и овощей на протяжении периода исследования. Пониженная до $2^{\circ}C$ температура хранения моркови несколько сдерживала развитие плесеней, поэтому морковь сохраняла пригодность к употреблению в пищу намного дольше других образцов продукции.

Полученные данные направлены на разработку способов защиты продуктов из растительного сырья, в частности хлебобулочных изделий, плодов и овощей от плесневой порчи и увеличение сроков годности продукции.

Литература

1. Мудрецова-Висс К.А., Кудряшова А.А., Дедюхина В.П. Микробиология, санитария и гигиена: Учеб. для вузов. – М.: Издат. дом «Деловая литература», 2001. – 388 с.
2. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: Учебник. – М.: Издат. центр «Академия», 2006. – 352 с.
3. Микробиологическая порча пищевых продуктов / Под ред. Клив де В. Блекберна. – СПб.: Профессия, 2011. – 784 с.
4. ГОСТ 31807–2018. Изделия хлебобулочные из ржаной хлебопекарной и смеси ржаной и пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2019. – 16 с.
5. ГОСТ Р 58233–2018. Хлеб из пшеничной муки. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2019. – 15 с.
6. ГОСТ 26669–85. Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов. – М.: Стандартинформ, 2010. – 10 с.
7. ГОСТ 10444.12–2013. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов. – М.: Стандартинформ, 2014. – 10 с.

УДК 664.955

А.А. Ефимов, Д.В. Колесников, А.Е. Румянцев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: danilkolesnikov14032004@gmail.com*

**ЗАВИСИМОСТЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ИКОРНОГО ЗЕРНА
ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ
ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ИКРЫ**

Потеря качества зернистой лососевой икры часто выражается в образовании дефектов лопанца и отстоя в виде вытекшей из лопнувших икринок желточной массы. Эти дефекты связаны с недостаточной прочностью оболочки икринок, причиной чего может быть направление в обработку незрелой икры, чрезмерное механическое воздействие на технологических операциях, автолитические и микробиологические изменения при хранении. Важное значение в технологическом процессе имеет операция закрепления икры, осуществляемая с целью снижения потерь при пробивке. В статье рассмотрена возможность применения кальцийсодержащих растворов при закреплении для повышения прочности икорной оболочки. Показана зависимость прочности оболочки от pH растворов, применяемых для обработки икры, при постоянном содержании кальций-ионов – наибольшее значение прочности было достигнуто при pH 6,0, соответствующем изоэлектрической точке белков, преобладающих в составе оболочки икринок.

Ключевые слова: икра лососевая, белок, механическая прочность, лопанец, ионы кальция.

A.A. Efimov, D.V. Kolesnikov, A.E. Rumyantsev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: danilkolesnikov14032004@gmail.com*

**DEPENDENCE OF THE MECHANICAL STRENGTH OF CAVIAR GRAINS
OF PACIFIC SALMON FISH ON THE CONCENTRATION
OF CALCIUM-CONTAINING SOLUTIONS USED TO FIX CAVIAR**

Loss of the quality of granular salmon roe is often expressed in the formation of defects of the lobule and sediment in the form of yolk mass leaking from the burst eggs. These defects are associated with insufficient strength of the shell of the eggs, which may be caused by the transfer of unripe caviar to processing, excessive mechanical stress during technological operations, autolytic and microbiological changes during storage. The operation of fixing eggs is important in the technological process, which is carried out in order to reduce punching losses. The article considers the possibility of using calcium-containing solutions for fixing to increase the strength of the caviar shell. The dependence of shell strength on the pH of solutions used for caviar treatment is shown at a constant content of calcium ions - the highest strength value was achieved at pH 6.0, corresponding to the isoelectric point of proteins predominant in the shell of eggs.

Key words: salmon caviar, protein, mechanical strength, manganese, calcium ions.

В состав оболочки икринки рыб входят белки, придающие оболочке прочностные и защитные свойства [1], представленные в основном коллагеном. Коллаген относится к фибриллярным белкам, образует прочные структуры, плохо растворим в воде и в разбавленных растворах солей [2]. Также в составе оболочки икринки выявлено присутствие ионов кальция [3]. При этом почти все кальций-ионы находятся в связанной с органическими веществами форме, и лишь незначительная их часть растворена в водной фазе икры. Количественное содержание ионов кальция напрямую влияет на прочность оболочек икринок, а также оказывает обратное влияние

на проницаемость клеточных мембран для других электролитов. В мембране оболочки икринки лососевых рыб доля кальция составляет около 3,6% [1].

А.В. Строшковой с соавторами на основе проведенного анализа данных о структуре и составе оболочки икры рыб была предложена ее биохимическая модель: внешний слой состоит из связанных ионами кальция двухкомпонентных белков гликопротеинов, внутренний слой состоит из фибриллярных белков, также связанных кальций-ионами. Упрочнение оболочки икринки обусловлено связыванием фибриллярных белков внутреннего слоя и гликопротеинов наружного слоя ионами кальция [1].

Основное значение в стабилизации пространственной структуры белков принадлежит гидрофобным силам, электростатическим взаимодействиям и водородным связям. При этом важнейшую роль в организации третичной структуры белковой молекулы играют гидрофобные взаимодействия боковых групп полипептидной цепи. Стабильность структуры белка обеспечивается балансом разных типов нековалентных взаимодействий между боковыми группами, отдельными участками и группами полипептидной цепи и водой. В свою очередь в нековалентных взаимодействиях важное значение имеют полярные и ионные боковые группы [2, 4], расположенные преимущественно на поверхности нативной молекулы белка и взаимодействующие с водой. Это остатки аспарагиновой, глутаминовой кислот, лизина, аргинина, гистидина, тирозина, аспарагина, глутамина, серина, треонина.

Для фибриллярных белков характерна низкая гидрофобность [2, 4, 5]. Многие физико-химические свойства белка обусловлены относительной гидрофобностью его молекул. На поверхности нативной белковой молекулы имеются ионные боковые группы кислотной и основной природы. Ионизация этих обычно слабых ионных групп приводит к тому, что в растворе белковые молекулы ведут себя, как макроионы, заряд которых изменяется в зависимости от pH раствора и состава растворителя. Значение pH белкового раствора, соответствующее изоэлектрической точке (ИЭТ), означает прекращение переноса макроионов белка в электрическом поле. Если величина pH раствора будет отклоняться от ИЭТ белка, то его эффективный заряд увеличивается. В области pH выше ИЭТ он будет отрицательным, а при pH ниже ИЭТ белок будет иметь положительный заряд.

Растворимость белка в зависимости от изменения pH при постоянной ионной силе обычно проходит через минимум при ИЭТ. Растворимость белка в зависимости от концентрации соли в растворе при постоянном значении pH проходит через максимум, то есть снижение активности воды a_w в растворе при введении большого количества сильных солей отвечает повышению активности белка в растворе и, соответственно, снижению его растворимости. Повышение концентрации солей в растворе отвечает также росту гидрофильности растворителя и усилению гидрофобного белок-белкового взаимодействия, что можно сравнить с уплотнением «упаковки» пространственной структуры молекулы [4].

Белки оболочки икринки по растворимости относятся к глютелинам – они обычно растворимы при значениях pH выше и ниже ИЭТ [2].

Описанные выше свойства белков влияют на прочность оболочки икринки – свойство, обуславливающее потребительскую привлекательность лососевой зернистой икры. Снижение прочности икорной оболочки ведет к образованию дефекта лопанца, отделению желточной массы и, соответственно, образованию отстоя. Особенности технологической обработки икры, связанные с высоким механическим воздействием на нее, применение замораживания при заготовке ястычной икры и последующего размораживания при изготовлении из нее икры зернистой способствуют снижению механической прочности икорной оболочки [6].

Исходя из вышеизложенного, целью проводимой работы являлось исследование возможности применения обработки лососевой икры кальцийсодержащими растворами как фактора повышения прочности оболочки икринки, обеспечивающего снижение проявления дефектов лопанца и отстоя.

Проводимые на данном этапе исследования были направлены на обоснование возможности и целесообразности применения кальцийсодержащих растворов для закрепления икорного зерна [1, 7].

Исследования проводили на базе научной лаборатории кафедры «Технологии пищевых производств» ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

Сырьем для приготовления контрольного и экспериментальных образцов являлась икра кижуча 4-й стадии зрелости ястычная замороженная, заготовленная в сентябре 2024 г. Испытания проводили после размораживания ястыков при температуре $(0 \pm 1)^\circ\text{C}$. Икринки аккуратно шпателем отделяли от пленки ястыка и обрабатывали растворами, содержащими ионы кальция. Внешний вид икры кижуча после отделения от ястыка представлен на рис. 1.

Измерение величины прочности икринок осуществляли на структурометре СТ-1М (рис. 2) с пересчетом нагрузки, необходимой для разрушения икорной оболочки, в граммы. Определение прочности икринок основано на измерении усилия нагружения полусферического индентора, обуславливающего прорыв оболочки икринки. Объем пробы для каждого замера составлял 20 икринок.

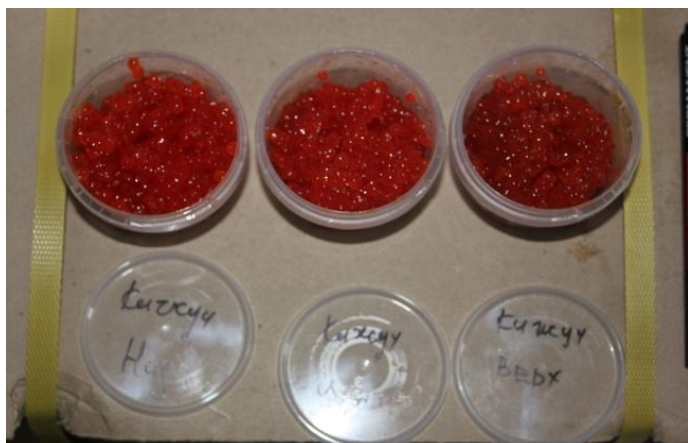


Рис. 1. Внешний вид икры кижуча после отделения от пленки ястыка



Рис. 2. Измерение усилия, необходимого для разрушения икринки, на структурометре СТ-1М

Полученные экспериментальные данные обрабатывали статистически подсчетом средних значений величин и стандартной средней ошибки.

В процессе проводимого исследования изучали влияние ионов кальция в разных рН-средах на величину прочности оболочки икры кижуча.

Контрольный образец не подвергали воздействию кальций-ионов, экспериментальные образцы икры обрабатывали кальцийсодержащими растворами с разными значениями рН.

Растворы гидроксида кальция с разными значениями рН приготавливали из базового раствора с рН 13,0 [6]. На основе этого раствора готовили производные среды с рН 12,0...1,0 с шагом рН 1,0. Для повышения кислотности применяли лимонную кислоту, результатом реакции нейтрализации гидроксида кальция с которой являлись лимоннокислый кальций и вода.

Икру кижуча выдерживали в приготовленных растворах в течение 10 минут.

Результаты определения изменения прочности икринок в зависимости от рН кальцийсодержащих растворов, используемых для обработки зерна, представлены в таблице и на рис. 3.

Зависимость прочности икринки образцов икры кижуча от рН кальцийсодержащих растворов, используемых для обработки зерна

Единица измерения	Наименование образца икры													
	Контрольный образец	Экспериментальный образец												
		рН 13	рН 12	рН 11	рН 10	рН 9	рН 8	рН 7	рН 6	рН 5	рН 4	рН 3	рН 2	рН 1
Н	0,52	0,69	0,70	0,72	0,76	0,78	0,81	0,86	1,11	0,96	0,59	0,47	0,39	0,23
г	53,0	70,1	71,4	73,4	78,0	79,9	82,6	87,7	113,0	98,1	60,2	48,4	39,7	23,6

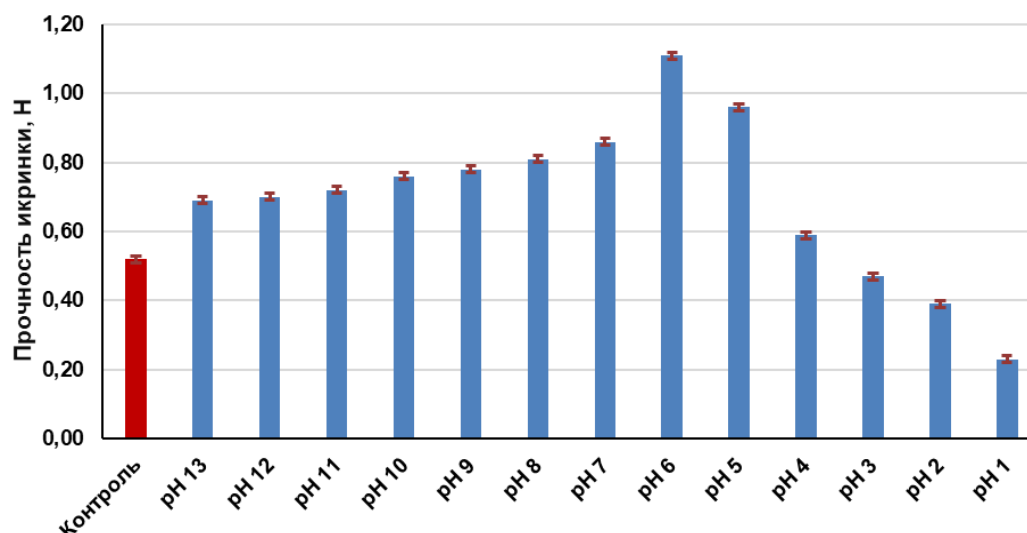


Рис. 3. Зависимость прочности икринок образцов икры кижуча от pH кальцийсодержащих растворов, используемых для обработки зерна

Как видно из данных таблицы и рисунка 3, прочность икринок образцов икры кижуча, выдержанной в кальцийсодержащих растворах с pH 3,0...1,0, оказалась значительно ниже прочности икринок контрольного образца, не подвергавшегося воздействию кальций-ионов. Ярко прослеживается зависимость прочности икринок экспериментальных образцов продукта от кислотности кальцийсодержащего раствора в диапазоне pH 5,0...1,0 – с повышением кислотности снижалась прочность оболочки икринок.

Так как в белках оболочки икринки преобладают формирующие их заряд кислые аминокислоты – аспарагиновая и глутаминовая, – то в нейтральной среде при pH 7,0 белок имеет отрицательный заряд. При смещении pH в кислую сторону, белки заряжаются положительно, что приводит к отталкиванию катионов кальция. При увеличении pH белки заряжаются отрицательно, и это, напротив притягивает кальций-ионы. В то же время известно, что соли кальция, как и соли щелочных металлов, вызывают денатурацию белков, то есть разрушение четвертичной, третичной и вторичной структур белковой молекулы. Это вызывает сближение цепей белковых молекул.

Данные проведенного исследования показали наиболее высокую прочность оболочки икринки при pH 6,0 [8], то есть в области изоэлектрической точки коллагена, – на 0,59 Н выше прочности икринок контрольного образца. В изоэлектрической точке растворимость белков минимальна. В этом состоянии белок может «слипаться» за счет водородных и ионных связей, гидрофобных взаимодействий, вандерваальсовых сил [9].

При значениях pH, отличающихся от изоэлектрической точки, молекулы белка будут нести одинаковый заряд – либо положительный, либо отрицательный. В результате этого между молекулами будут существовать силы электростатического отталкивания, препятствующие их «слипанию», растворимость будет выше, а прочность оболочки икринки, соответственно, ниже.

Исходя из вышесказанного, в щелочной среде наблюдается растворение глютелинов (в том числе коллагена) – щелочерастворимых белков, преобладающих в составе оболочки икринки, то есть молекулы белка отталкиваются друг от друга, и прочность оболочки снижается.

Результаты исследований, направленных на поиск факторов повышения механической прочности лососевой икры и заключающихся на данном этапе в обосновании возможности применения кальцийсодержащих растворов для повышения прочностных характеристик икорной оболочки, показали следующее. Прочность оболочки икринок при постоянной концентрации кальций-ионов оказалась максимальной при pH 6,0 – в изоэлектрической точке коллагена, преобладающего в составе белков икорной оболочки. Было отмечено превышение прочности икринки экспериментального образца в 2,1 раза по сравнению с прочностью икринки контрольного образца, не подвергавшегося обработке кальцийсодержащими растворами. Полученные данные позволяют судить о возможности применения растворов, содержащих кальций-ионы, для закрепления икры.

При значениях pH 1,0–5,0 и pH 7,0–13,0, отличающихся от изоэлектрической точки коллагена, прочность оболочки икринки, понижалась, причем снижение прочности оказалось более выражено в кислой среде. Эту зависимость, вероятно, можно объяснить отталкиванием катионов Ca^{2+} положительно заряженными в кислой среде белковыми молекулами. Напротив, более высокие значения прочности икорной оболочки в щелочной среде могут быть обусловлены притягиванием катионов отрицательно заряженными молекулами белка.

Проведенные исследования показали возможность применения обработки лососевой икры растворами, содержащими ионы кальция, для повышения прочности икры как фактора потребительского качества готовой продукции.

Литература

1. Биохимические основания создания защитных мембран на примере икры рыб [Электронный ресурс] / А.В. Строикова, Н.А. Рачкова, Е.С. Вайнерман и др. // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2018. – Т. 4, № 2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biohimicheskie-osnovaniya-sozdaniya-zaschitnyh> (дата обращения: 16.02.2025).
2. Байдалинова Л.С., Яржомбек А.А. Биохимия сырья водного происхождения. – М.: Моркнига, 2011. – 506 с.
3. Мартемьянов В.И. Динамика содержания воды, ионов натрия, калия, кальция, магния в гонадах производителей плотвы *Rutilus rutilus* (Cyprinidae) в ходе полового цикла // Вопросы ихтиологии. – 2014. – Т. 54, № 6. – С. 726–733.
4. Толстогузов В.Б. Новые формы белковой пищи. – М.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.
5. Финкельштейн А.В., Птицын О.Б. Физика белка: Курс лекций с цветными и стереоскопическими иллюстрациями и задачами. – М.: КДУ, 2005. – 456 с.
6. Колесников Д.В., Румянцев А.Е., Чугунков С.Ю. Влияние обработки икры лососевой зернистой кальцийсодержащими растворами и этанолом на прочность икринки // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы XV Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (19–20 марта 2024 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2024. – С. 147–151.
7. Купина Н.М., Стародубцева Н.Б., Долматов И.Ю. Микроструктура и физико-химические свойства икры лососевой при ферментации, посоле и хранении // Известия вузов. Пищевая технология. – 2005. – № 2–3. – С. 58–60.
8. Сергеева И.А. Особенности межмолекулярного взаимодействия молекул коллагена в водных растворах: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – М., 2009. – 25 с.
9. Кольман Я., Рём К.-Г. Наглядная биохимия. – М.: Мир, 2004. – 469 с.

УДК 664.952

А.А. Ефимов, Л.А. Рультилькут

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: efimoff-a@mail.ru*

РАЗРАБОТКА ПОЛИКОМПОНЕНТНОГО КУЛИНАРНОГО ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ РЕЦЕПТУРЫ НАЦИОНАЛЬНОГО БЛЮДА КОРЕННЫХ НАРОДОВ КАМЧАТКИ

Разработан поликомпонентный кулинарный продукт на основе рецептуры национального блюда коренных народов Камчатки – кылык – из вторичного сырья – обрезей мышечной ткани горбуши и нерки с добавлением ягод шикши. Использование вторичного сырья позволяет реализовать в технологии принцип рационального использования ресурсов. Сочетание мышечной ткани горбуши и нерки обуславливает возможность регулирования внешнего вида продукта без внесения пищевых красителей. Шикша придает продукту новую физиологическую и органолептическую ценность. Приведены данные оценки пищевой и энергетической ценности кулинарного продукта, установлен срок годности – не более 90 суток при температуре хранения не выше минус 18°C.

Ключевые слова: поликомпонентный кулинарный продукт, национальное блюдо, горбуша, нерка, шикша, пищевая ценность.

A.A. Efimov, L.A. Rultilkut

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: efimoff-a@mail.ru*

DEVELOPMENT OF A MULTICOMPONENT CULINARY PRODUCT BASED ON THE RECIPE OF THE NATIONAL DISH OF THE INDIGENOUS PEOPLES OF KAMCHATKA

A multicomponent culinary product has been developed based on the recipe of the national dish of the indigenous peoples of Kamchatka – kilyk – from recycled raw materials – pink salmon and sockeye salmon muscle tissue with the addition of shiksha berries. The use of secondary raw materials makes it possible to implement the principle of rational use of resources in technology. The combination of pink salmon and sockeye salmon muscle tissue makes it possible to regulate the appearance of the product without adding food coloring. Shiksha gives the product a new physiological and organoleptic value. The data on the assessment of the nutritional and energy value of the culinary product are given, and the shelf life is set at no more than 90 days at a storage temperature of no more than minus 18°C.

Key words: multicomponent culinary product, national dish, pink salmon, sockeye salmon, shiksha, nutritional value.

Одним из примеров поликомпонентных пищевых продуктов являются формованные и структурированные изделия на основе многокомпонентной фаршевой композиции. Поликомпонентные продукты на основе рыбных фаршей или с рыбной составляющей содержат важнейшие соединения, присущие гидробионтам, – незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды, витамины, макро- и микроэлементы.

Производство поликомпонентных продуктов на основе рыбного фарша было и остается перспективным направлением. Это обусловлено возможностью обеспечения рационального использования различных, в том числе малоценных, с нерестовыми изменениями либо механическими повреждениями гидробионтов, возможностью сочетать разные сырьевые объекты в одной рецептурной композиции, а также возможностью введения в фарш добавок растительного происхождения, что позволяет улучшить реологические характеристики фаршевой смеси, структуру, внешний вид и вкусо-ароматические свойства готового продукта.

Фаршевые поликомпонентные кулинарные продукты на основе гидробионтов были достаточно широко представлены на камчатском рынке в 70–80-е годы прошлого века. В годы перестройки производство рыбной кулинарии, как, впрочем, и другой продукции, претерпело упадок. В настоящее время резко увеличился спрос на кулинарные продукты, в том числе рыбные, что объясняется эволюцией потребительского рынка. Соответственно, в торговой сети значительное место в последние годы стала занимать именно кулинарная продукция.

Широкое распространение получило использование в технологии поликомпонентных кулинарных изделий на основе гидробионтов растительного сырья. Природа Камчатки богата ценными дикоросами, широко используемыми в пищу местным населением, в том числе коренным. В то же время стоит отметить весьма ограниченный перечень дикоросов, которые используются в пищевых промышленных технологиях – папоротник, черемша, брусника, жимолость, голубика, иван-чай [1].

Целью проводимого исследования являлась разработка поликомпонентного кулинарного продукта на основе фарша тихоокеанских лососевых рыб с добавлением плодов дикорастущего растения – шикши.

Основным объектом исследования являлась технология кулинарного продукта на основе вторичного пищевого сырья – обрезей мышечной ткани горбуши и нерки с добавлением плодов камчатского дикороса – шикши черной.

В качестве поликомпонентного продукта было выбрано кулинарное изделие коренных народов Камчатки – кылык. Кылык традиционно готовят по следующей рецептуре: кижуч – 1000 г, кедровые орешки – 30 г, брусника – 40 г, нерпичий жир или сливочное масло – 50 г, соль – 12,5 г. Рыбу варят в подсоленной воде, затем ее извлекают, дают ей немного остыть и освобождают филе от костей и кожи. При помощи вилки разбирают филе на волокна, добавляют кедровые орешки, прогретые на сухой сковороде, бруснику, растопленное сливочное масло или нерпичий жир. Массу тщательно перемешивают.

Фарш из горбуши как самого массового представителя тихоокеанских лососевых рыб [2] использовали в качестве основного сырья. В качестве дополнительной рецептурной составляющей применяли фарш, приготовленный из отходов производства филе нерки – прирезей мышечной ткани на хребтовых костях. Каротиноид астаксантин, содержащийся в мышечной ткани нерки, придает ей ярко-красный цвет, что способствует улучшению внешнего вида кулинарного изделия. Кроме того, астаксантин обладает мощным антиокислительным действием [3], что обуславливает проявление его консервирующих и противовоспалительных свойств [4].

В качестве растительной добавки применяли плоды шикши черной, произрастающей в изобилии по всей Камчатке. Шикша обладает лечебными свойствами – ее применяют в качестве успокаивающего средства, при гипертонии, головной боли, нарушении обмена веществ. Плоды шикши содержат около 0,1% белков, 6,1–7,3% углеводов, 0,1–0,3% пектиновых веществ, 1,2% клетчатки, 1,6–2,3% органических кислот, витамин С – 90 мг/100 г, витамин В₂ – 0,02 мг/100 г, антоцианы – 1 100–1 400 мг/100 г, катехины – 121–316 мг/100 г, минеральные элементы [5].

Оливковое масло – еще один рецептурный ингредиент, жирнокислотный состав которого обуславливает его достаточно высокую пищевую ценность. Проявляет выраженное физиологическое действие – улучшает физико-химические характеристики липопротеидов плазмы крови, предотвращает развитие остеопороза и ожирения, способствует нормализации уровня глюкозы в крови. Нерафинированное оливковое масло содержит фосфолипиды, стерины, жирорастворимые витамины [6, 7].

При отборе образцов для оценки качества сырья и готовой продукции руководствовались указаниями ГОСТ 31339–2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» и ГОСТ 7631–2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей» [8, 9]. Физико-химические показатели – массовые доли воды, липидов, белка, золы, содержание азота летучих оснований (АЛО), перекисное число жира – определяли по ГОСТ 7636–85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [10].

Определение срока годности готовой продукции производили по содержанию азота летучих оснований, значению перекисного числа жира, количеству мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) [11].

Численные значения, приведенные в таблицах и на диаграммах, представляют собой арифметическое среднее с доверительным интервалом $\Delta \pm 10\%$ и надежностью $P 0,95$.

Для приготовления образцов поликомпонентного кулинарного продукта мороженую горбушу и нерку размораживали на воздухе до температуры минус 4 – минус 2°С. После разделки на филе на хребтовой кости оставалось достаточное количество прирезей мышечной ткани, которые отделяли от кости вручную.

Обрези мяса горбуши и нерки (рыбу) направляли в отдельные емкости, заливали питьевой водой и варили. Вареную рыбу оставляли на стекание в течение 10 минут. Затем в полимерные контейнеры отбирали необходимое количество рыбы в соответствии с рецептурой, приведенной в табл. 1.

Таблица 1

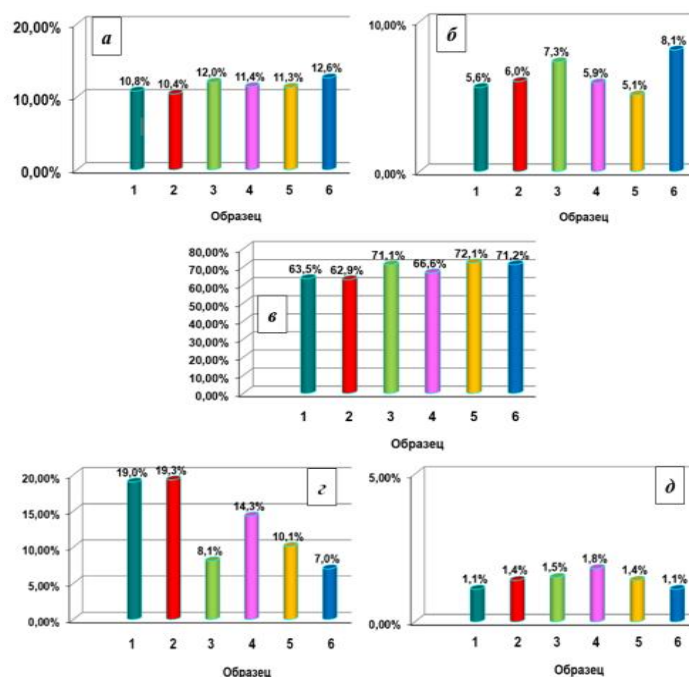
Рецептуры кулинарного продукта кылыкыл, г на 1000 г

Наименование компонента	Номер рецептуры / образца					
	1	2	3	4	5	6
Фарш из горбуши	467	467	533	533	500	600
Фарш из нерки	133	100	200	133	150	133
Плоды шикши	300	300	167	234	300	167
Масло оливковое	83	116	83	83	33	83
Соль пищевая	17	17	17	17	17	17

Для приготовления образцов продукции шикшу мороженую размораживали при комнатной температуре, вносили в фарш из вареной рыбы согласно рецептурам и перемешивали, добавляя оливковое масло и соль.

По результатам органолептической оценки образцов продукции, наиболее высокие показатели качества были определены у образца № 5. Образцы № 1, 2, 4, 6 характеризовались бледно-розовым или бледно-оранжевым цветом, что связано со значительным преобладанием в их рецептурном составе фарша из горбуши, – в 3,5; 4,7; 4 и 4,5 раза соответственно, по сравнению с долей фарша из нерки. В рецептурном составе образцов № 3 и № 5 преобладание фарша из мышечной ткани горбуши, по сравнению с фаршем из нерки, составило соответственно 2,7 и 3,3 раза, что обусловило более яркий цвет продукта. Степень проявления ощущения добавки шикши коррелировала с количеством вносимых по рецептуре ягод. Порочащих признаков вкуса и запаха отмечено не было.

Результаты определения основного химического состава образцов кулинарного продукта кылыкыл, приготовленного по всем предлагаемым рецептурам, представлены на рисунке.



Массовая доля основных веществ в образцах продукта кылыкыл:
а – белков; б – жиров; в – воды; г – углеводов; д – зола

Энергетическая ценность продукции составила для образцов № 1, 2, 3, 4, 5, 6 соответственно 170, 173, 146, 156, 132 и 139 ккал.

Степень удовлетворения в основных веществах и энергии при употреблении продукта кылыкыл, приготовленного по разработанным рецептурам, представлена в табл. 2.

Таблица 2

Степень удовлетворения в основных веществах и энергии при употреблении продукта кылыкыл

Номер образца	Степень удовлетворения, %							
	в белке		в жирах		в углеводах		в энергии	
	100 г	300 г (порция)	100 г	300 г (порция)	100 г	300 г (порция)	100 г	300 г (порция)
1	12,0	36,0	6,2	18,6	4,5	13,5	3,8	11,4
2	11,5	34,5	6,7	20,1	4,5	13,5	6,1	18,3
3	13,3	39,9	8,1	24,3	1,9	5,7	5,1	15,3
4	12,7	38,1	6,5	19,5	3,4	10,2	5,5	16,5
5	12,5	37,5	5,7	17,1	2,4	7,2	4,6	13,8
6	14,0	42,0	9,0	27,0	1,6	4,8	4,9	14,7

Как видно из табл. 2, наибольшей степенью удовлетворения суточной потребности в белке обладали образцы продукта № 3, 4, 6. Наибольшей степенью удовлетворения суточной потребности в жирах характеризовался образец № 6, несколько меньшей – образец № 3. Таким образом, поликомпонентный кулинарный продукт кылыкыл содержит все основные нутриенты. В его состав входит мышечная ткань рыбы, легкоусвояемые белки которой обеспечивают ~27% энергетической ценности продукта, что позволяет отнести его к высокобелковым, в небольшом количестве жиры, растительные углеводы, а также минеральные вещества. Энергетическая ценность позволяет рассматривать кылыкыл как низкокалорийный продукт.

Для определения срока годности продукта подготовленные образцы фасовали в полимерные емкости массой одной порции 300 г, упаковывали под вакуумом, замораживали до достижения в продукте температуры не выше минус 18°C и хранили при достигнутой температуре в течение контрольного срока, продолжительность которого рассчитывали на основе прогнозируемого срока годности 3 месяца с учетом коэффициента резерва 1,2 [12]. Испытания производили в течение 108 суток.

Изменение показателей качества образцов продукта кылыкыл, исследованных в процессе хранения после размораживания при комнатной температуре, представлено в табл. 3.

Таблица 3

Изменение физико-химических и органолептических показателей образцов продукта кылыкыл при хранении

Номер образца	Продолжительность хранения, сут	АЛО, %	Перекисное число, % J ₂ на 1 кг жира	Консистенция	Внешний вид	Цвет	Запах	Вкус
1–6	0	0,019	0,02	Сочная, нежная, рассыпчатая	Приятный, равномерно-го цвета с включением равномерно распределенных ягод шикши	Розово-оранжевый, свойственный данным видам рыбы, без пожелтения, с черными включениями шикши	Свойственный рыбе данного вида с тонким ароматом растительных добавок, без признаков порчи	Свойственный рыбе данного вида с тонким ароматом растительных добавок, без признаков порчи
	18	0,020	0,02					
	36	0,020	0,02					
	54	0,021	0,04					
	72	0,021	0,05					
	90	0,023	0,08					
	108	0,025	0,12					

Из данных табл. 3 видно, что при хранении экспериментальных образцов кулинарного продукта кылыкыл в течение всего контрольного периода 108 суток изменение физико-химических показателей, характеризующих гидролитический распад белков и окислительную порчу липидов, происходило незначительно и не повлекло изменения органолептических свойств продукта.

В соответствии с требованиями технических регламентов, КМАФАНМ не должно превышать 1×10^4 КОЕ/г, БГКП не должны быть выявлены в 0,1 г продукта. По результатам микробиологических исследований, бактерии группы кишечных палочек выявлены не были, КМАФАНМ на 108 суток хранения составило $4,5 \times 10^2$ КОЕ/г.

Исходя из данных органолептических, физико-химических и микробиологических исследований в течение 108 суток, установили рекомендуемый срок годности кулинарного поликомпонентного продукта кылыкил не более 90 суток при температуре хранения не выше минус 18°C.

Таким образом, в результате проведенных исследований разработан поликомпонентный кулинарный продукт на основе рецептуры национального блюда коренных народов Камчатки – кылыкил – из вторичного сырья – обрезей мышечной ткани горбуши и нерки с добавлением дикороса – плодов шикши. Образцы продукции, приготовленные в соответствии с предложенными рецептурами, предусматривающими разное соотношение компонентов, получили высокую органолептическую оценку, что позволяет варьировать рецептуры в процессе производства на предприятиях. Разработанные рецептуры не предусматривают внесение искусственных добавок для стабилизации консистенции, вкуса и цвета, что отвечает современным приоритетам потребителей. Консервирующий эффект, обеспечивающий хранение продукта, достигается замораживанием.

Производство разработанной продукции и предложение ее массовому потребителю позволит расширить ассортимент рыбной кулинарии, а также познакомить потребителей с кулинарными традициями, кулинарной культурой коренных народов Камчатки.

Литература

1. Современные тенденции в технологии комбинированных пищевых продуктов на примере рыбных колбасных изделий / А.А. Шаропова, А.И. Курпьянов, М.В. Сулягина, А.С. Ивандюкова // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. (18–22 марта 2013 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2013. – С. 65–70.
2. Карпенко В.И., Рассадников О.А. Состояние запасов дальневосточных лососей в современный период // Исследование водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Труды КамчатНИРО. – Петропавловск-Камчатский. – 2004. – № 7. – С. 14–21.
3. Miki M. Biological functions and activities of animal carotenoids // Pure and Applied Chemistry. – 1991. – Vol. 63, № 1. – P. 141–146.
4. Shiratori K., Ogami K., Nitta T. The effects of Astaxanthin accommodation and asthenopia efficacy identification study in healthy volunteers // Clinical Medicine. – 2005. – 21 (6). – P. 637–650.
5. Ваша домашняя аптека / Сост. С.П. Кожан. – Петропавловск-Камчатский: Дальневосточное книжное изд-во, 1990. – 128 с.
6. Лукин А.А., Пирожинский С.Г. Характеристика и показатели качества некоторых видов растительных масел // Молодой ученый. – 2013. – № 7. – С. 58–60.
7. Мухутдинова С.М., Резго Г.Я., Криштафович Д.В. Товароведение и экспертиза сырья, материалов и товаров в таможенном деле (продовольственные товары): Практикум. – М.: Рос-сийская таможенная академия, 2016. – 112 с.
8. ГОСТ 31339–2006. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб. – М.: Изд-во стандартов, 2006 – 11 с.
9. ГОСТ 7631–2008. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей. – М.: Изд-во стандартов, 2006. – 10 с.
10. ГОСТ 7636–85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы испытаний. – М.: Госстандарт, 1988. – 115 с.
11. ГОСТ 10444.15–94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. – Минск: Изд-во стандартов, 1995. – 8 с.
12. МУК 4.2.1847–04. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 31 с.

УДК 664.8.037:597.552.51

В.А. Иодис, Д.А. Шмелев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: iodisva@mail.ru*

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ОБРАБОТКА СТЕЙКА ИЗ КЕТЫ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СКОРОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЕ ВОЗДУХА

Проведены аналитические исследования процесса низкотемпературной обработки стейков из кеты. В расчетах использована формула Планка. Результаты исследований показали, что для обеспечения высокого качества стейков из кеты после холодильной обработки необходимо использование сверхбыстрого замораживания при скорости процесса 0,1 м/ч и более. При температуре минус 60°C и выше, при скорости воздуха 25 м/с невозможно обеспечить сверхбыстрое замораживание. Чтобы достичь скорости понижения фронта кристаллизации 0,1 м/ч, необходимо стейк толщиной слоя 2–3 см охлаждать воздухом при температуре не выше минус 80°C и скорости его движения не ниже 21–23 м/с. При дальнейшем снижении температуры воздуха до минус 100°C сверхбыстрое замораживание рыбного стейка толщиной от 2 до 6 см достигается при скорости воздуха от 14,7 до 20 м/с.

Ключевые слова: низкотемпературная обработка, скорость замораживания, аналитические исследования, стейк из кеты, скорость и температура воздуха.

V.A. Iodis, D.A. Shmelev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: iodisva@mail.ru*

LOW TEMPERATURE PROCESSING OF CHUM SALMON STEAK AT DIFFERENT AIR SPEED AND AIR TEMPERATURE

Analytical studies of low-temperature processing of chum salmon steaks were carried out. Planck's formula was used in the calculations. Research results have shown that to ensure high quality of chum salmon steaks after refrigeration, it is necessary to use ultra-fast freezing at a process speed of 0.1 m/h or more. At temperatures of minus 60°C and above, with an air speed of 25 m/s, it is impossible to ensure ultra-fast freezing. To achieve a rate of decrease in the crystallization front of 0.1 m/h, it is necessary to cool a steak with a layer thickness of 2–3 cm with air at a temperature no higher than minus 80°C and a speed of its movement no lower than 21–23 m/s. With a further decrease in air temperature to minus 100°C, ultra-fast freezing of a fish steak with a thickness of 2 to 6 cm is achieved at an air speed of 14.7 to 20 m/s.

Key words: low-temperature processing, freezing speed, analytical studies, chum salmon steak, speed and air temperature.

Одной из основных задач низкотемпературной обработки является определение ее продолжительности посредством критериальных зависимостей. Решением данной задачи, на основании работ Стефана и Планка, в свое время занимались такие ученые, как К.П. Венгер, Н.А. Головкин, Г.Б. Чижов и др. [1–5].

При построении математической модели низкотемпературной обработки вводились следующие допущения, граничные условия:

- объект обработки рассматривался как сплошная однородная среда;
- фронт кристаллизации располагался между областями, где произошло и еще не произошло снижение температуры до ее криоскопического значения $t_{кр}$ [1, 5–7].

Решение задачи теплопроводности с фазовым переходом предложил еще Клайперон, а затем Стефан использовал его для многочисленных вариантов задачи с различными граничными условиями, теплофизическими характеристиками замораживаемого объекта и т. д.

Наиболее простым и фундаментальным решением задачи определения продолжительности низкотемпературной обработки является формула Планка [5, 7, 8].

Решение задачи построено на допущениях:

- температура сплошного однородного объекта (тела) перед низкотемпературной обработкой снижена до $t_{кр}$;
- кристаллизация влаги объекта происходит при $t_{кр} = \text{const}$;
- низкотемпературная обработка происходит при постоянном значении коэффициента теплоотдачи.

Целью работы является аналитическое определение значений скорости и температуры охлаждающего воздуха для достижения оптимальных показателей процесса низкотемпературной обработки стейка из кеты.

Как было сказано выше, простое решение задачи определения продолжительности низкотемпературной обработки дает формула Планка [7–9]:

$$\tau = \frac{Q \cdot \rho \cdot 2 \cdot \delta}{t_{кр} - t_c} \cdot \left[\frac{p}{\alpha} + \frac{2 \cdot \delta \cdot r}{\lambda_k} \right], \quad (1)$$

где Q – удельное количество теплоты, выделяемой при низкотемпературной обработке, 249 кДж/кг [10];

t_c – температура охлаждающей среды, $t_{кр} = -1^\circ\text{C}$;

ρ – плотность кристаллизованного объекта (продукта), $\rho = 1\,080\text{ кг/м}^3$ [10];

δ – половина толщины продукта, м;

α – коэффициент теплоотдачи между охлаждаемой поверхностью и средой, 52–118 Вт/м² · К;

λ_k – теплопроводность кристаллизованного объекта, 1,6 Вт/м · К [10, 11];

p, r – постоянные коэффициенты [4, 5, 7].

Одним из факторов, влияющих на характер кристаллообразования, является форма связи воды в объекте низкотемпературной обработки. В первую очередь кристаллообразованию подвержена свободная вода, в дальнейшем связанная. Кристаллы льда наносят механические повреждения внутренней структуре объекта. Данное негативное воздействие можно снизить образованием мелкокристаллической структуры льда, определяемой скоростью процесса. Чем выше скорость процесса, тем больше очагов возникновения кристаллов и тем меньше их размеры. Основные формы кристаллов льда в зависимости от вида низкотемпературной обработки представлены на рис. 1. По существующей классификации в зависимости от скорости низкотемпературной обработки различают медленное замораживание (до 0,01 м/ч), замораживание со средней скоростью (от 0,01 до 0,05 м/ч), быстрое (от 0,05 до 0,1 м/ч), сверхбыстрое (более 0,1 м/ч) [12–15].

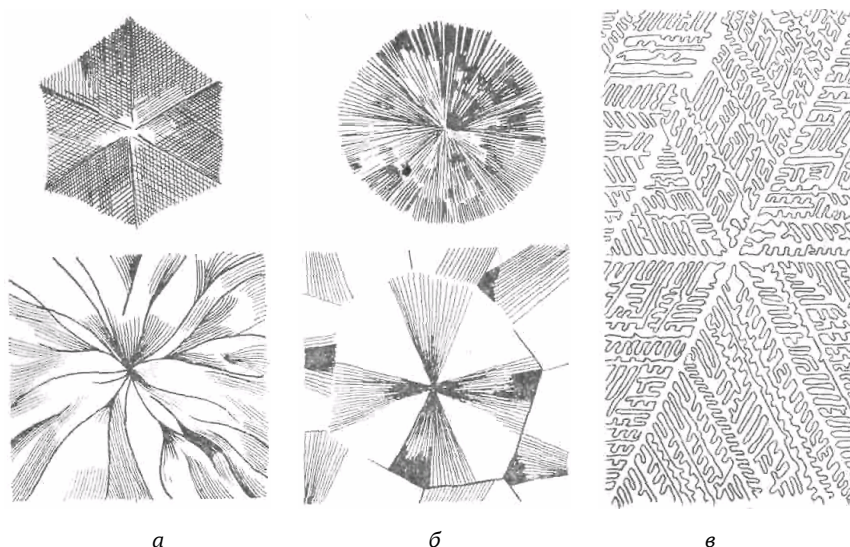


Рис. 1. Зависимость основных форм кристаллов льда от вида низкотемпературной обработки:

а – кристаллы льда, образующиеся при медленном замораживании;

б – кристаллы льда, образующиеся при среднем и быстром замораживании;

в – кристаллы льда, образующиеся при сверхбыстром замораживании

Около 70–80% влаги в объекте при низкотемпературной обработке кристаллизуется в интервале от минус 1 до минус 5°C, в связи с чем добиться высокого качества объекта обработки можно при прохождении данного интервала с максимальной скоростью.

Для определения скорости низкотемпературной обработки используется формула

$$v_z = \frac{\delta}{\tau_{-1}^{-5}}, \quad (2)$$

где τ_{-1}^{-5} – продолжительность замораживания в термическом центре объекта, ч.

Коэффициент теплоотдачи потока воздуха от слоя объекта определяется по формуле

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda_b}{d_{\text{экв}}}, \quad (3)$$

где $d_{\text{экв}}$ – эквивалентный диаметр, м;

Nu – критерий Нуссельта, 410–1011;

λ_b – теплопроводность воздуха, 0,0165–0,0195 Вт/м·К [16, 17].

Если на поверхности объекта кристаллизации режим течения ламинарный, то критерий Нуссельта определяется по формуле [18]

$$Nu = 0,66 \cdot Re^{0,5} Pr_b^{0,33} \left(\frac{Pr_b}{Pr_{\text{пов}}} \right)^{0,25}, \quad (4)$$

где Pr_b , $Pr_{\text{пов}}$ – критерии Прандтля воздуха, поверхности объекта, 0,714 [19];

Re – критерий Рейнольдса, 164634–556522 [19].

Если на поверхности объекта кристаллизации режим течения турбулентный, то критерий Нуссельта определяется по формуле [18]

$$Nu = 0,0296 \cdot Re^{0,8} Pr_b^{0,43} \left(\frac{Pr_b}{Pr_{\text{пов}}} \right)^{0,25}. \quad (5)$$

Преобразуя уравнение (1) с учетом уравнения (2), получим зависимость для определения скорости низкотемпературной обработки:

$$v_z = \frac{t_{\text{кр}} - t_c}{Qp \left(\frac{2 \cdot \delta \cdot r}{\lambda_k} + \frac{p}{\alpha} \right)}. \quad (6)$$

Решения уравнения (6) для случаев: 1) температура охлаждающей среды от минус 60 до минус 100°C; 2) скорость воздуха $v = 10, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 25$ м/с; 3) толщина стейка из кеты, δ_1 – от 2 до 6 см представлены в виде графических зависимостей на рис. 2–4.

Как показали аналитические исследования, достичь быстрого замораживания, т. е. низкотемпературной обработки со скоростью процесса от 0,05 м/ч, можно при понижении температуры воздуха до минус 60°C при скорости его движения от 12,5 до 18 м/с, толщине замораживаемого продукта от 2 см до 6 см (см. рис. 2).

При снижении температуры воздуха до минус 80°C процесс замораживания можно также характеризовать как «быстрый» при толщине стейка из кеты не более 6 см, но скорость воздуха должна быть не менее 10 м/с (см. рис. 3).

Достичь сверхбыстрого замораживания, т. е. замораживания со скоростью процесса от 0,1 м/ч можно при понижении температуры воздуха до минус 80°C при скорости его движения 23 м/с и толщине замораживаемого продукта 3 см (см. рис. 3). При той же толщине стейка сверхбыстрое замораживание достигается снижением температуры воздуха до минус 100°C и скорости

его движения 19 м/с (рис. 4). Можно сделать вывод о том, что для процесса сверхбыстрого замораживания стейка из кеты оптимальной является температура воздуха минус 80°C (минимальная) при скорости его движения 23 м/с, толщине слоя рыбы 3 см. Такой низкой температуры воздуха можно достичь использованием трехступенчатых и каскадных холодильных машин.

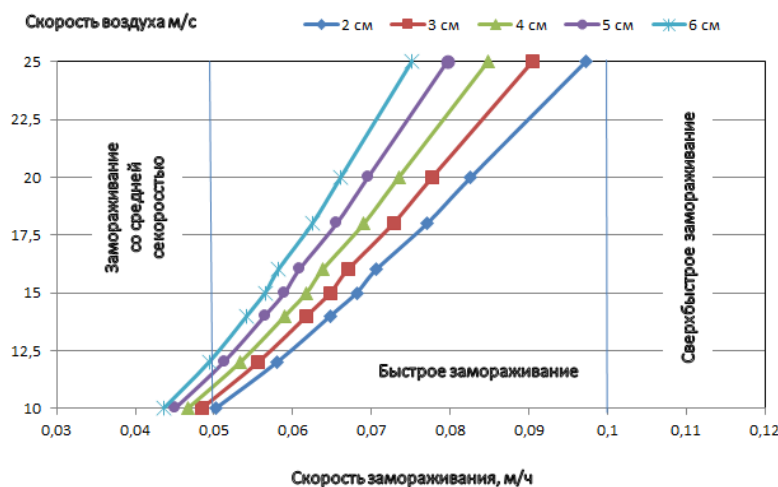


Рис. 2. Скорость низкотемпературной обработки стейка из кеты при $t_c = -60^\circ\text{C}$, $v = 10\text{--}25$ м/с и $\delta_1 = 2\text{--}6$ см

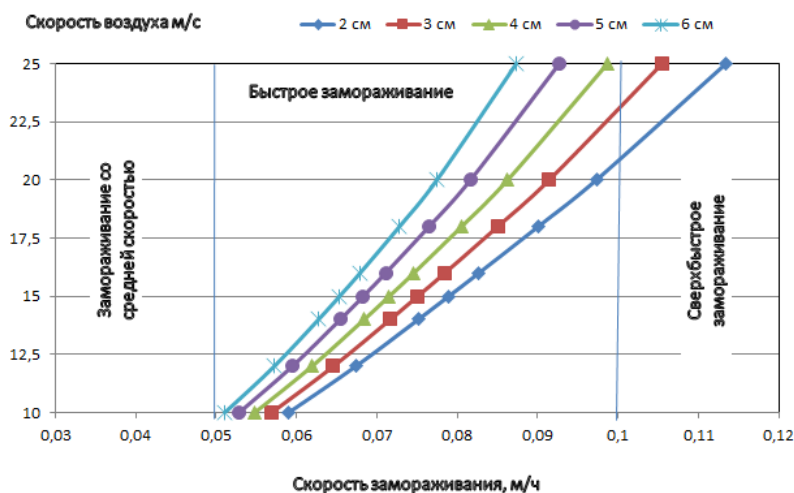


Рис. 3. Скорость низкотемпературной обработки стейка из кеты при $t_c = -80^\circ\text{C}$, $v = 10\text{--}25$ м/с и $\delta_1 = 2\text{--}6$ см

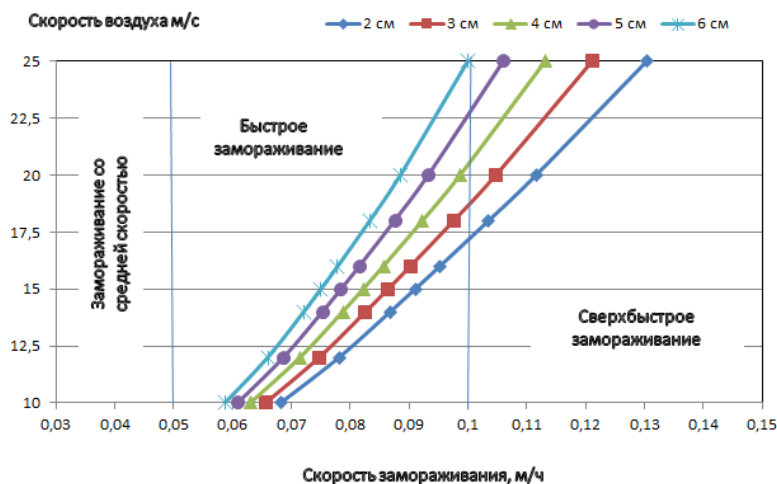


Рис. 4. Скорость низкотемпературной обработки стейка из кеты при $t_c = -100^\circ\text{C}$, $v = 10\text{--}25$ м/с и $\delta_1 = 2\text{--}6$ см

Результаты исследования показали, что для обеспечения высокого качества продукта – стейков из кеты после холодильной обработки – необходимо использование сверхбыстрого замораживания при скорости процесса 0,1 м/ч и более. При температурах минус 60°C и выше при скорости движения воздуха 25 м/с невозможно обеспечить сверхбыструю низкотемпературную обработку. Чтобы достичь скорости 0,1 м/ч, необходимо стейк из кеты толщиной 2–3 см обдувать воздухом со скоростью 21–23 м/с при температуре не выше минус 80°C. При дальнейшем снижении температуры воздуха до минус 100°C сверхбыстрое замораживание рыбного стейка толщиной от 2 до 6 см достигается при скорости воздуха 14,7 до 20 м/с.

Литература

1. Бражников А.М. Теория теплофизической обработки мясопродуктов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 270 с.
2. Венгер К.П. Оптимизация процесса и оборудования быстрого замораживания пищевых продуктов // Вестник МАХ. – 1998. – № 3, 4. – С. 9-19.
3. Воскресенский Н.А., Лагунов Л.Л. Технология рыбных продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1968. – 424 с.
4. Головкин Н.А. Холодильная технология пищевых продуктов. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1984. – 240 с.
5. Иодис В.А. Разработка технологии низкотемпературной обработки мидии тихоокеанской (*Mytilus trossulus*) жидким азотом: Дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / В.А. Иодис; Дальрыбвтуз. – Владивосток, 2009. – 171 с.
6. Колодяжная В.С., Диденко Р.А., Дивников С.В. Криогенное замораживание пищевых продуктов // Холодильная техника. – 1992. – № 9. – С. 23–25.
7. Куцакова В.Е., Кушке Г. О границах применимости формулы Планка // Холодильная техника. – 1989. – № 11. – С. 39–40.
8. Буянов О.Н., Буянова И.В. Моделирование замораживания продуктов в условиях многозонной комбинированной системы холодоснабжения // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 4. – С. 1–8.
9. Эглит А.Я., Крупененков Н.Ф. Методика определения динамики температурного поля двухслойного продукта сферической формы при замораживании // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2015. – № 2. – С. 187–192.
10. Гинзбург А.С., Громов М.А., Красовская Г.И. Теплофизические характеристики пищевых продуктов: справочник. – М.: Агропромиздат, 1990. – 287 с.
11. Филиппов В.И., Степанов А.В. Рациональная точность определения теплофизических характеристик пищевых продуктов в расчетах технологических параметров холодильной обработки // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2015. – № 2. – С. 125–132.
12. Иодис В.А., Балыкова Л.И. Мобильная холодильная цепь переработки двухстворчатых моллюсков // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2012. – № 21. – С. 10–14.
13. Иодис В.А. Передвижные азотные скороморозильные комплексы для переработки моллюсков // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы междунар. науч.-техн. конф.: в 2-х частях / Отв. за вып. О.А. Белов. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – С. 77–81.
14. Алмаши Э., Эрдели Л., Шарой Т. Быстрое замораживание пищевых продуктов. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1981. – 408 с.
15. Венгер К.П., Выгодин В.А. Машинная и безмашинная системы хладоснабжения для быстрого замораживания пищевых продуктов. – Рязань: Узоречье, 1999. – 143 с.
16. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М.: Наука, 1972. – 720 с.
17. Иодис В.А. Механика жидкости и газа: Учебное пособие для студентов направлений 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» вузов региона. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – 213 с.

18. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: Учебник для вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Энергия, 1975. – 488 с.
19. Иодис В.А. Гидравлика: Учебное пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – 125 с.

УДК 665.213

О.Я. Мезенова, С.В. Агафонова, Н.Ю. Романенко, Н.С. Калинина, В.В. Волков

*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: mezenova@klgtu.ru*

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ЖИРА ИЗ ЖИРОСОДЕРЖАЩИХ РЫБНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ

Рыбный жир является перспективным источником углерода для микробного синтеза продуктов биотехнологии. Проведены сравнительные исследования трех способов выделения жира из жиросодержащих рыбных отходов (голов копченой кильки, голов скумбрии, внутренностей судака). Используются термический, ферментативный и комбинированный (сочетание ультразвукового и термического воздействия) способы получения жира. Исследованы степень извлечения и показатели качества жира. Наиболее высокий выход жира получен при ферментативном воздействии алкалазой, наименьший выход - при комбинированной обработке всех видов рыбного сырья. Наилучшие показатели качества установлены у жира, извлеченного термическим способом из голов копченой кильки. Все жиры были положительно апробированы в биотехнологическом синтезе белков и биоразлагаемых пластиков.

Ключевые слова: жир рыбных отходов, способ выделения жира, качество жира, микробный синтез, продукты биотехнологии, биоразлагаемые пластики.

O.Ya. Mezenova, S.V. Agafonova, N.Yu. Romanenko, N.S. Kalinina, V.V. Volkov

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: mezenova@klgtu.ru*

COMPARATIVE STUDY OF METHODS OF SEPARATION OF FAT FROM FAT-CONTAINING FISH WASTE FOR BIOTECHNOLOGICAL PURPOSES

Fish oil is a promising carbon source for microbial synthesis of biotechnology products. A comparative study of methods for extracting fat from three types of fat-containing fish waste (smoked sprat heads, mackerel heads, pike-perch entrails) was conducted. Thermal, enzymatic and combined (a combination of ultrasonic and thermal effects) methods of extracting fat were used. The extraction and quality indicators of fat were studied. The highest yield of fat was obtained using the enzymatic effect of alcalase, the lowest yield was obtained with a combined processing of all types of fish raw materials. The best quality indicators were found in fat thermally extracted from smoked sprat heads. All fats showed the possibility of using for biotechnological synthesis of proteins and biodegradable plastics.

Key words: fish waste fat, fat extraction method, fat quality, microbial synthesis, biotechnology products, biodegradable plastics.

Рыбные отходы (головы, кости, кожа, внутренности) являются недоиспользованным сырьем с высоким биопотенциалом [1]. Они содержат в своем составе ценные липиды, включающие уникальные полиненасыщенные жирные кислоты, витамины. Особенностью жиров рыбных отходов является высокая нестойкость в хранении, активный гидролиз и быстрое окисление. Глубокая переработка рыбных отходов с выделением и использованием рыбного жира практически не проводится, жир в таком сырье быстро портится, что не позволяет его использовать даже на кормовые и технические цели [2]. С другой стороны, актуально с его применением получать биоразлагаемые материалы, обладающие высокими технологическими свойствами, взамен синтетических полимеров и пластиков, являющихся экологической проблемой. С учетом мирового опыта представляется целесообразным извлекать жир рыбных отходов для использования

в качестве источника углерода, востребованного в микробном синтезе биodeградируемых полимеров и других продуктов биотехнологии (в том числе белков одноклеточных) [3].

Целью исследования являлось обоснование наиболее рационального способа экстракции жира из рыбных отходов, обуславливающего его максимальное извлечение и приемлемое качество, позволяющее его использовать для синтеза продуктов биотехнологии – белков одноклеточных организмов и биоразлагаемых пластиков – полигидроксикарбоновых кислот (ПГА).

В работе исследовали наиболее массовые жиродержащие рыбные отходы, накапливающиеся на рыбоперерабатывающих предприятиях Калининградской области: головы копченой балтийской кильки (отходы шпротных производств), головы скумбрии и внутренности судака. Химический состав данного сырья в зависимости от его вида варьировался по содержанию воды, белка и жира соответственно 55,6; 18,3; 20,3% (головы кильки), 56,4; 14,6; 24,9% (головы скумбрии), 56,4; 14,6; 24,9% (внутренности судака). Для оценки качества жира анализировали содержание в нем продуктов гидролиза и окисления (кислотное, перекисное и тиобарбитуровое числа), оценивали степень ненасыщенности (йодное число), исследовали степень гидролизованности (число омыления). Для этого использовали стандартные методики, регламентированные ГОСТ 7636.

Для выделения жира из рыбного сырья использовали следующие три способа его обработки при варьировании основных факторов: 1 – термический (влажное прессование – wet pressing), основные факторы – температура, продолжительность, гидромодуль; 2 – ферментативный гидролиз, основные факторы – вид фермента, температура, продолжительность, дозировка ферментного препарата; 3 – комбинированный способ (предварительная ультразвуковая деструкция с последующим термическим воздействием), основные факторы – температура, продолжительность, частота ультразвука.

Термический способ получения жира включал предварительное измельчение рыбного сырья, добавление воды, нагревание и выдерживание при заданных параметрах, центрифугирование рыбной смеси и декантирование жира. Оптимальные значения термического способа выделения жира из рыбных отходов, установленные с применением математического моделирования: температура 88°C (головы копченой кильки), 100°C (головы скумбрии, внутренности судака); продолжительность обработки 32 мин (головы копченой кильки), 48 мин (головы скумбрии), 24 мин (внутренности судака); гидромодуль (соотношение рыбной массы и воды) 1 : 1; скорость перемешивания рыбной массы 12 об/мин. При данных параметрах степень извлечения жира из сырья была максимальной, а его качество благоприятным для синтеза ПГА [4].

Ферментативное извлечение жира из рыбного сырья включало его измельчение, добавление воды, внесение заданного количества фермента, гидролиз при заданных параметрах, инактивацию фермента, центрифугирование и декантирование жира. Для повышения качества и степени извлечения жира использовали ферментный препарат протеолитического действия Alcalase 2,5 L (Novozymes) [5–7]. Исследование проводили с применением математического метода планирования и оптимизации эксперимента с получением по каждому виду сырья математических моделей второго порядка, связывающих количество и качество жира с параметрами его выделения. Области рациональных значений ферментативного выделения жира с применением алкалазы были в зависимости от вида сырья следующими: температура ферментализации 51–69°C; продолжительность 45–75 мин; дозировка фермента 0,025–0,4% к массе сырья.

При проведении процессов экстракции в соответствии с полученными параметрами степень извлечения жира (выход жира в % от содержания жира в сырье) при ферментации рыбных отходов с применением алкалазы составил (среднее из трех параллельных определений):

- из голов копченой кильки ($82,9 \pm 1,2$)%;
- из голов скумбрии ($67,8 \pm 0,8$)%;
- из внутренностей судака ($88,4 \pm 0,7$)%.

Извлечение жира из рыбного сырья с использованием ультразвуковой (УЗ) обработки проводили при предварительном воздействии на измельченное сырье ультразвуком с частотой 40 кГц в течение 30 мин при последующем воздействии на рыбную массу температурой 50–90°C в течение 20–40 мин. В предварительных экспериментах комбинированного способа экстракции жира отмечалось нежелательное появление в системе белково-жировой эмульсии, уменьшающей выход жира. При математическом моделировании процесса в качестве частных параметров оптимизации использовали выход жира, выход эмульсии и тиобарбитуровое число

жира. В результате математической обработки полученной модели второго порядка были рассчитаны следующие оптимальные значения термообработки сырья, прошедшего ультразвуковую обработку: головы копченой кильки (температура 85°C, продолжительность 22 мин); внутренности судака (температура 83°C, продолжительность 30 мин); головы скумбрии (температура 90°C, продолжительность 28 мин).

Для оценки наиболее рационального способа выделения жира из жиросодержащих рыбных отходов сравнивали показатели степени извлечения и качества жиров, полученных по оптимизированным режимам термического, ферментативного (фермент алкалаза) и комбинированного (УЗ + термообработка) способов (таблица).

Показатели жиров, экстрагированных из рыбного вторичного сырья термическим (Т) / ферментативным (алкалаза) (Ф) / комбинированным (К) способами по обоснованным оптимальным режимам

Показатель	Вид сырья и способ экстрагирования жира		
	Головы копченой кильки Т / Ф / К	Внутренности судака Т / Ф / К	Головы скумбрии Т / Ф / К
Выход жира (ВЖ), г/100 г сырья	8,9 / 9,7 / 9,4	22,3 / 24,5 / 22,3	7,6 / 8,6 / 7,3
Кислотное число (КЧ), мг КОН/г жира	5,3 / 5,8 / 11,7	6,6 / 7,6 / 18,0	15,3 / 12,3 / 23,9
Перекисное число (ПЧ), ммоль активного О/кг	5,1 / 5,1 / 12,5	7,6 / 8,6 / 13,1	32,7 / 25,7 / 33,2
Тиобарбитуровое число (ТБЧ), ед. опт. плотности	0,23 / 0,26 / 0,29	0,46 / 0,48 / 0,29	1,61 / 1,61 / 1,89
Йодное число (ЙЧ), г/100 г жира	158,2 / 148,7 / 148,7	133,2 / 129,2 / 127,2	184,9 / 181,6 / 180,6
Число омыления (ЧО), мг КОН/г жира	183,1 / 185,1 / 194,1	202,1 / 203,3 / 213,5	196,8 / 197,1 / 201,3

Анализ данных таблицы показывает, что обоснованные режимы выделения жира из вторичного рыбного сырья позволяют получать достаточно высокое количество липидов (7,3–24,5% от массы сырья) с минимальным содержанием нежелательных веществ (свободных жирных кислот, перекисей, низкомолекулярных продуктов вторичного окисления). При этом в выделенных жирах мало изменяется степень неопределенности жирных кислот (йодное число), нет значительных деградаций жирных кислот (число омыления практически не растет), все показатели находятся в пределах, свойственных жирам данных видов рыб. Выделенные жиры можно считать концентратами ценных жирных кислот, в том числе длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот [8].

Из данных таблицы также следует, что жиры, ферментативно экстрагированные из отходов рыбопереработки, имеют показатели степени извлечения и качества несколько более высокие, чем полученные при термическом и комбинированном способах извлечения. По уровню накопления продуктов гидролиза жиры из голов копченой кильки и внутренностей судака, экстрагированные термическим способом и ферментативно, близки и могут считаться наиболее качественными (кислотное число КЧ 5,3–7,6 мг КОН/г жира), чем жиры скумбрии. Важно, что по значениям перекисного числа ПЧ (5,1–8,6 ммоль активного кислорода/кг) данные жиры удовлетворяют требованиям Технического регламента Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» ТР ЕАЭС 040/2016, предъявляемым к пищевому жиру рыб. По значениям тиобарбитурового числа, показывающего накопление альдегидов и кетонов в жирах, также наиболее качественными являются жиры из копченой кильки и судака, полученные термическим и ферментативным способами (0,43–0,48 ед. опт. плотности).

Из полученных данных следует, что в жире скумбрии всех способов извлечения уже образовались продукты гидролиза (кислотное число 12,3–23,9 мг КОН/г жира), а также продукты первичного окисления (перекисное число 25,7–32,7 ммоль активного О/кг) и вторичного окисления (тиобарбитуровое число ТБЧ 1,61–1,89 ед. опт. плотности). Однако все процессы не глубокие и не сильно влияют на изменения полиненасыщенных жирных кислот (йодное число как индикатор полиненасыщенности жирных кислот в жире скумбрии имеет наивысшее значение среди других жиров: ЙЧ 180,6–184,9 г/100 г жира). Следовательно, выделенные жиры скумбрии вполне могут быть использованы в биотехнологическом синтезе биопродуктов в качестве источника длинноцепочечных ПНЖК.

При сравнении значений всех показателей качества жиров можно заключить, что наибольший выход жира дает ферментативный способ извлечения для всех видов рыбного сырья (9,7% из голов кильки, 24,5% из внутренностей судака, 8,6% из голов скумбрии). Наименьшую степень извлечения обуславливает комбинированный способ экстракции, что, очевидно, связано с явлением кавитации, при котором интенсифицируются процессы окисления и эмульгирование жиров. При этом наилучшие значения показателей качества имеет жир, извлеченный из голов копченой кильки термическим способом. Значения основных характеристик этого жира являются наиболее благоприятными относительно показателей жира судака и скумбрии (КЧ 5,3 мг КОН/г жира; ПЧ 5,1 ммоль активного кислорода/кг; ТБЧ 0,23 ед. оптической плотности; ЙЧ158,2 г/100 г жира; ЧО183,1 мг КОН/г жира).

Наработанные экспериментальные партии жира, полученные термическим и ферментативным способами из отходов рыбопереработки по оптимизированным режимам, были переданы в Институт биофизики Сибирского отделения Российской академии наук (г. Красноярск) для исследования в качестве С-субстрата для биотехнологического синтеза целевых продуктов. Результаты исследования показали, что все жиры являются благоприятным углеродным субстратом для микробного синтеза продуктов, обладающих высокой добавленной стоимостью – белка одноклеточных организмов и разрушаемых биопластиков – полигидроксиалканоатов [9].

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-64-10007, <https://rscf.ru/project/23-64-10007/>

Литература

1. Отходы рыбопереработки – перспективный субстрат для синтеза целевых продуктов биотехнологии / Н.О. Жила, В.В. Волков, О.Я. Мезенова, Е.Г. Киселев, Т.Г. Волова // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. – 2023. – Т. 16, № 3. – С. 386–397.
2. Технология жиров из водных биологических ресурсов: Монография / Н.П. Боева, О.В. Бредихина, М.С. Петрова, Ю.А. Баскакова. – М.: Изд-во ВНИРО, 2016. – 107 с.
3. Volova T., Sapozhnikova K., Zhila N. Cupriavidus necator B-10646 growth and polyhydroxyalkanoates production on different plant oils // International Journal of Biological Macromolecules. – 2020. – № 164. – P. 121–130.
4. Исследование процесса выделения жира из отходов рыбопереработки в качестве сырья для биотехнологического синтеза полигидроксиалканоатов / О.Я. Мезенова, С.В. Агафонова, Н.Ю. Романенко, Н.С. Калинина, В.В. Волков // Вестник Международной академии холода. – 2024. – № 1. – С. 50–59. DOI: 10.17586/1606-4313-2024-23-1-50-59.
5. Дамбарович Л.В., Агафонова С.В. Ферментативная экстракция жира из вторичного сырья атлантической скумбрии и его использование в функциональном питании // Вестник Международной академии холода. – 2022. – № 2. – С. 48–55. DOI: 10.17586/1606-4313-2022-21-2-48-55.
6. Aitta E., Marsol-Vall A., Damerau A., Yang B. Enzyme-Assisted Extraction of Fish Oil from Whole Fish and by-Products of Baltic Herring (*Clupea harengus membras*) // Foods. – 2021. – Vol. 10, № 8. – Art. № 1811. DOI: 10.3390/foods10081811.
7. Enzyme-assisted aqueous extraction of fish oil from Baltic herring (*Clupea harengus membras*) with special reference to emulsion-formation, extraction efficiency, and composition of crude oil / E. Aitta, A. Damerau, A. Marsol-Vall, M. Fabritius, L. Pajunen, M. Kortensniemi, B. Yang // Food Chemistry. – 2023. – Vol. 424. Art. № 136381. DOI: 10.1016/j.foodchem.2023.136381.
8. Агафонова С.В., Мезенова О.Я., Дамбарович Л.В. Оценка безопасности и биологической ценности очищенного жира из вторичного шпротного сырья // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2023. – № 4 (393). – С. 123–128. DOI: 10.26297/0579-3009.2023.4.21.
9. Properties of degradable polyhydroxyalkanoates synthesized from newwaster fish oils (WFO) / N.O. Zhila, E.G. Kiselev, V.V. Volkov, O.Ya. Mezenova, K.Yu. Sapozhnikova, E.I. Shishatskaya, T.G. Volova // International Journal of Molecular Sciences. – 2023. – Vol. 24, № 16. – P. 1–18. DOI: 10.3390/ijms241914919.

УДК 664.952/.957

Е.В. Примаченко, О.Я. Мезенова

*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: andreeva.lizonka@gmail.com; mezenova@klgtu.ru*

СЕНСОРНЫЙ АНАЛИЗ БЕЛКОВОГО СОУСА ОСТЕОТРОПНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ, ОБОГАЩЕННОГО НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫМИ ПЕПТИДАМИ И ОБЛЕПИХОВЫМ МАСЛОМ

Проведен сенсорный анализ белкового соуса остеотропной направленности, обогащенного пептидной шпротной биодобавкой и облепиховым маслом, обладающими специфическими органолептическими и физико-химическими свойствами. Анализ проводился с использованием балльной шкалы, дескрипторов и профилей, позволяющих установить наличие гармонизации в индивидуальных вкусовых оттенках. Разработана унифицированная 5-балльная шкала с тремя комплексными показателями, характеризующими консистенцию, аромат, вкус и послевкусие полифункционального соуса остеотропной направленности. Предложены дескрипторы с индивидуальными коэффициентами весомости, обуславливающие объективность оценки отдельных оттенков аромата и вкуса, что позволило констатировать сочетаемость специфических свойств шпротной добавки и облепихового масла. Согласно итоговой органолептической оценке, белковый соус остеотропной направленности оценен в 35,18 балла, что соответствует первой категории качества по разработанной шкале.

Ключевые слова: низкомолекулярные пептиды, белковый соус, сенсорный анализ, органолептическая шкала, облепиховое масло, остеотропная направленность продукта.

E.V. Primachenko, O.Ya. Mezenova

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: andreeva.lizonka@gmail.com; mezenova@klgtu.ru*

SENSORY ANALYSIS OF OSTEOTROPIC PROTEIN SAUCE ENRICHED WITH LOW MOLECULAR WEIGHT PEPTIDES AND SEA BUCKTHORN OIL

A sensory analysis of an osteotropic protein sauce enriched with a peptide sprat supplement and sea buckthorn oil with specific properties was performed. The analysis was carried out using a score scale, descriptors, and profiles to establish the presence of harmonization in individual flavors. It was developed on a unified 5-point scale with three complex indicators characterizing the consistency, aroma, taste and aftertaste of a multifunctional osteotropic sauce. Descriptors with individual weighting coefficients are proposed, which determine the objectivity in assessing individual shades of flavor and taste, which made it possible to establish the compatibility of the specific properties of sprat additives and sea buckthorn oil. According to the final organoleptic assessment, osteotropic protein sauce was rated at 35.18 points, which corresponds to the first quality category according to the developed scale.

Key words: low molecular weight peptides, protein sauce, sensory analysis, organoleptic scale, sea buckthorn oil, osteotropic focus of the product.

Пищевые соусы являются ярким дополнением ко многим продуктам и блюдам. Они придают более сочную консистенцию любой продукции, улучшают ее вкус и аромат, повышают пищевую и биологическую ценность. Гастрономическая привлекательность соуса во многом обуславливает потребительские свойства готовой продукции. Основное количество соусов имеет углеводную и жировую природу (мучная, томатная, майонезная группы). С учетом дефицита белкового питания актуально расширение ассортимента соусной продукции с повышенным содержанием белка и ценных липидов. Белково-жировые соусы особенно востребованы в специализированном питании остеотропной направленности (спортивном), предназначенном для

людей, ведущих активный образ жизни или испытывающих проблемы с опорно-двигательным аппаратом. Синтез белков костей и связок нуждается в аминокислотах коллагеновой природы и полиненасыщенных жирных кислотах [1].

На кафедре пищевой биотехнологии в Калининградском государственном техническом университете была разработана рецептура и технология белкового соуса, получаемого на основе сливочного соуса введением биодобавки из голов копченой кильки (отходов шпротного производства) [2]. Добавку получают методом высокотемпературного гидролиза с последующим фракционированием суспензии и сублимационной сушкой водорастворимой части [3]. Добавка представляет собой концентрат низкомолекулярных пептидов массой от 10 кДа до 100 кДа, составляющих до 80% ее массы, обладающих повышенной усвояемостью, биологической активностью, антиоксидантными и другими функциональными свойствами. В составе коротких пептидов добавки преобладают такие аминокислоты, как таурин, глицин, пролин, оксипролин, аланин, которые являются эффективным «строительным материалом» для синтеза тканей опорно-двигательного аппарата человека [4].

По органолептическим характеристикам шпротная биодобавка является порошком от желтоватого до светло-коричневого цвета, обладает ярким шпротным ароматом и горьковатым привкусом. При использовании добавки в рецептуре соуса проявляется аромат копченой рыбы, а также горчинка во вкусе. Для компенсации данного признака и улучшения пищевой ценности соуса в состав рецептуры вводили облепиховое масло, получаемое жировой экстракцией из ягод облепихи крушиновидной, произрастающей в различных ареалах Калининградской области [5]. Одним из главных переработчиков облепихи в регионе является Агрофабрика «Натурово». Однако урожай ягод облепихи многократно превышает использование ее в производстве. Важно, что ягоды облепихи обладают высоким биопотенциалом, являясь источником бета-каротина, витамина С, флавоноидов и других биологически активных веществ, экстрагируемых растительным (подсолнечным) маслом [6, 7].

Другими пищевыми компонентами соуса, выполняющими роль основы, являлись ржаная мука, сливочное масло, сливки, специи [8].

Для выявления специфических свойств пищевой композиции с новым составом ингредиентов наиболее точным методом является сенсорный анализ, который широко используется для оценки вкусовых характеристик, запаха, текстуры, внешнего вида и других параметров, влияющих на восприятие потребителем. Выявление характерных оттенков помогает улучшить рецептуру и технологический процесс, а также учесть предпочтения целевой аудитории.

Целью исследования являлось проведение объективного сенсорного анализа белкового соуса остеотропной направленности, полученного на основе сливочного соуса, обогащенного низкомолекулярными пептидами шпротной биодобавки и облепиховым маслом, изготовленным на основе экстракта облепихового шрота подсолнечным маслом.

Конкретными задачами исследования являлись следующие:

- выделение конкретных профилей и дескрипторов для сенсорного анализа;
- разработка балльной шкалы и дифференцирование качества продукта по категориям;
- проведение сенсорного анализа в процессе экспертной дегустации.

Первоначально была разработана 5-балльная шкала, учитывающая коэффициенты значимости отдельных показателей белкового соуса. Далее необходимо было выявить основные дескрипторы многочисленных вкусо-ароматических компонентов соуса и отразить их в количественных профилограммах [9]. В дегустациях участвовала постоянная группа людей, состоящая из восьми экспертов, которым была предложена описательная характеристика каждого уровня балльной шкалы по каждому дескриптору.

Органолептическая шкала включала в себя три комплексных показателя (внешний вид, запах, вкус и послевкусие), каждый из которых содержал следующие единичные показатели: внешний вид (однородность, консистенция, цвет); запах (рыбный, сливочный, облепиховый, травянистый, копченый); вкус и послевкусие (рыбный, облепиховый, сливочный, копченый, соленый, сладкий, горький, терпкий, кислый).

Каждому дескриптору были присвоены индивидуальные коэффициенты весомости, значения которых устанавливали в предварительных испытаниях статистическим способом. В соответствии с градацией качественных уровней были определены граничные пределы значений комплексных и единичных показателей для каждой категории качества (табл. 1).

Таблица 1

Дифференцирование качества белкового соуса по количественным уровням

Категория качества	Средняя оценка по единичным показателям без учета коэффициентов весомости, не ниже	Комплексный показатель с учетом коэффициентов весомости, не ниже
Высшая	4,5	45
Первая	3,5	35
Вторая	2,5	25

Экспертами-дегустаторами была проведена оценка предложенных образцов продукции по 5-балльной шкале с использованием разработанной схемы-таблицы [9]. Индивидуальные оценки экспертов заносились в дегустационные листы, после чего была проведена их статистическая обработка и рассчитаны комплексные показатели качества (табл. 2).

Таблица 2

Органолептическая оценка показателей и общего качества белкового соуса

Комплексный показатель	Единичный показатель	Без учета коэффициентов весомости, баллы	С учетом коэффициентов весомости, баллы
Внешний вид	Однородность	4,88	4,88
	Консистенция	4,25	4,25
	Цвет	4,00	2,40
Запах	Рыбный	2,88	1,15
	Сливочный	2,25	1,80
	Облепиховый	1,75	1,05
	Травянистый	3,25	1,30
	Копчености	3,63	1,45
	Рыбный	2,75	1,10
Вкус и послевкусие	Облепиховый	1,50	1,20
	Сливочный	4,75	3,80
	Копчености	3,25	1,30
	Солёный	4,13	1,65
	Сладкий	3,25	2,60
	Горький	4,38	1,75
	Терпкий	4,38	1,75
	Кислый	4,38	1,75
Комплексный показатель		59,66	35,18

По совокупным данным экспертной комплексной оценки (табл. 2), разработанный белковый соус получил высокую органолептическую оценку (35,18 балла), соответствующую первой категории качества продукта.

Индивидуальные оценки экспертов заносились в дегустационные листы, после чего полученные значения статистически обрабатывались. Обобщенные значения показателей индивидуальных дескрипторов вкуса образца белкового соуса приведены на рисунке.



Профиль вкуса белкового соуса остеотропной направленности, обогащенного пептидной шпротной добавкой и облепиховым маслом

Из данных табл. 1 следует, что в итоговой вкусовой композиции соуса преобладает сливочный привкус (4,75 балла), что объясняется базовой рецептурой сливочного соуса и наличием в повышенном количестве сливочного масла и сливок, придающих продукту консистенцию соуса. При этом оттенок копчености и рыбный оттенок оказались приглушенными, им соответствуют 3,63 балла и 2,88 балла в аромате и 3,25 и 2,75 балла во вкусе (табл. 2, рис. 1). В суммарном восприятии соуса гармонично сочетаются кислый, горький, терпкий, соленый и сладкий вкусовые оттенки, что обуславливает богатство его сенсорного восприятия. Важно, что дегустаторы не выявили отрицательных признаков в общем впечатлении от качества соуса, при этом облепиховый вкусовой оттенок был приятным обогащением привкуса и компенсационным агентом оттенка копчености.

Белковый соус с установленными органолептическими характеристиками можно употреблять в качестве обогащающего дополнения к салатам, мясным и рыбным блюдам, макаронным и крупяным изделиям, хлебобулочным продуктам, в составе начинок кулинарных изделий, эмульсионных композиций, намазок. Учитывая его химический состав (содержание белка 26%) и его функциональность по массовой доле профильных аминокислот, обуславливающих направленность специализированного питания для спортсменов (таурина 28,17%) [8], а также наличие биологически активных веществ облепихового масла (каротиноидов 14,6 мг%), полиненасыщенных жирных кислот (60,7%), витамина Е (19,5 мг %), разработанный соус рекомендуется употреблять всем группам людей, ведущих активный образ жизни, в качестве профилактического продукта для укрепления опорно-двигательного аппарата [6, 8].

Таким образом, проведенный сенсорный анализ белкового соуса остеотропной направленности, обогащенного пептидной шпротной биодобавкой и облепиховым маслом, обладающими специфическими свойствами, показал высокий уровень органолептической привлекательности итоговой композиции. Сенсорный анализ с использованием балльной шкалы, дескрипторов и профилей позволил установить наличие гармонизации в индивидуальных вкусовых оттенках. Разработанная унифицированная 5-балльная шкала с тремя комплексными показателями позволила определить высокий уровень ключевых характеристик консистенции, аромата, вкуса и послевкусия. Предложенные дескрипторы с индивидуальными коэффициентами весомости обусловили объективность оценки отдельных оттенков аромата и вкуса, что позволило констатировать сочетаемость специфических свойств шпротной добавки и облепихового масла. Согласно итоговой органолептической оценке, установленной по разработанной методике, белковый соус остеотропной направленности оценен в 35,18 балла, что соответствует первой категории качества по разработанной шкале. Данная категория включает продукты, обладающие повышенной гастрономической привлекательностью.

Литература

1. Гальченко А.В. Влияние факторов образа жизни на метаболизм костной ткани и риск развития остеопороза // Профилактическая медицина. – 2022. – Т. 25, № 6. – С. 96–107. – DOI 10.17116/profmed20222506196. – EDN WENQNHJ.
2. Мезенова О.Я., Андреева Е.В., Morsel J.T. Обоснование рецептуры высокобелковых паст с использованием пептидной добавки из шпротного сырья // Рыбохозяйственный комплекс России: проблемы и перспективы развития: I Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 28–29 марта 2023 г.). – М.: Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 2023. – С. 330.
3. Пат. 2727904 РФ, МПК A23L 17/00 Способ получения пищевых добавок из вторичного копченого рыбного сырья с применением термического гидролиза / О.Я. Мезенова, В.В. Волков, Л.С. Байдалинова, С.В. Агафонова, Н.Ю. Мезенова, Л.В. Городниченко, Н.С. Калинина, Т. Гримм, А. Хелинг (Россия, Германия). – № 2727904.
4. Мезенова О.Я., Андреева Е.В., Mörsel J.T. Перспективы использования низкомолекулярных пептидов вторичного шпротного сырья в производстве соусной продукции // Балтийский морской форум: Материалы X Междунар. Балтийского морского форума: в 7 т. (Калининград, 26 сентября – 01.10.2022 г.). Том 4. – Калининград: Калининградский государственный технический университет, 2022. – С. 120–127. – EDN GTICKP.

5. Андреева Е.В., Мезенова О.Я. Сравнительный анализ технологий изготовления облепихового масла из Калининградской дикорастущей облепихи и его качества // Актуальные проблемы прикладной биотехнологии и инженерии: Сборник материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию образования факультета прикладной биотехнологии и инженерии, Оренбург, 21 июня 2024 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2024. – С. 9–15. – EDN UXNEBY.

6. Оценка биопотенциала дикорастущей облепихи и перспектив ее комплексного использования / О.Я. Мезенова, Й.Т. Мерзель, С.А. Воронцов, П.А. Воронцов // Вестник Международной академии холода. – 2020. – № 3. – С. 44–51. – DOI 10.17586/1606-4313-2020-19-3-44-51. – EDN LGSSZQ.

7. Дугарова И.К., Цыбикова Г.Ц., Александрова И.Т. Комплексное использование плодов облепихи в производстве пищевых продуктов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2016. – Т. 6, № 3 (18). – С. 128–134. – DOI 10.21285/2227-2925-2016-6-3-128-134. – EDN WZQKFB.

8. Андреева Е.В., Мезенова О.Я. Обоснование применения биопотенциала вторичного шпротного и облепихового сырья в технологии белковых соусов // ХимБиоSeasons 2024: Сборник тезисов докладов X юбилейного всероссийского форума молодых исследователей (Калининград, 15–20 апреля 2024 года). – Калининград: Балтийский федеральный университет им. И. Канта, 2024. – С. 77. – EDN YUGVDD.

9. Чугунова О.В. Научный обзор: сенсорный анализ и его значение в оценке качества и безопасности пищевых продуктов // Научное обозрение. Технические науки. – 2016. – № 3. – С. 118–129.

10. Заворохина Н.В., Чугунова О.В. Дегустационные методы анализа как инструмент маркетинга при разработке новых пищевых продуктов // Пищевая промышленность. – 2008. – № 7. – С. 14–21.

УДК 664.952/.957

В.А. Рыженко

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: viola4karu@yandex.ru*

ОБОСНОВАНИЕ СООТНОШЕНИЯ ЛОСОСЕВЫХ И ТРЕСКОВЫХ РЫБ В БАЗОВОЙ ФАРШЕВОЙ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ФОРМОВАННОГО КУЛИНАРНОГО ПРОДУКТА

Одним из направлений реализации принципа рационального использования водных биологических ресурсов является глубокая переработка гидробионтов и популяризация потребления рыбной продукции. Значительное внимание уделяется расширению ассортимента за счет создания новых продуктов с заданными свойствами на фаршевой основе. В статье представлены результаты исследований, направленных на разработку базовой рецептуры, сочетающей фарш из лососевых и тресковых рыб, для создания нового кулинарного формованного продукта. Показано, что из всех предложенных комбинаций фаршей из кеты, горбуши, минтая и трески лучшими органолептическими свойствами характеризовался продукт из кеты и минтая в соотношении 80 : 20. Это позволило заключить о целесообразности использования такой композиции в качестве основы для приготовления нового кулинарного продукта.

Ключевые слова: рыбный фарш, кулинарный формованный продукт, треска, минтай, горбуша, кета, органолептические показатели.

V.A. Ryzhenko

*Kamchatka State Technical University,
Petrpavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: viola4karu@yandex.ru*

SUBSTANTIATION OF THE RATIO OF SALMON AND COD FISH IN THE BASIC STUFFING COMPOSITION FOR THE PREPARATION OF A MOLDED CULINARY PRODUCT

One of the directions of implementing the principle of rational using aquatic biological resources is deep processing of aquatic organisms and popularization of consumption of fish products. Considerable attention is paid to expanding the range by creating new products with specified properties based on minced meat. The article presents the results of research aimed at developing a basic recipe combining minced salmon and cod fish to create a new culinary molded product. It is shown that of all the proposed combinations of minced chum, pink salmon, pollock and cod, the product of chum and pollock in a ratio of 80:20 was characterized by the best organoleptic properties. It allowed us to conclude that it is advisable to use such a composition as the basis for preparing a new culinary product.

Key words: minced fish, culinary molded product, cod, pollock, pink salmon, chum salmon, organoleptic characteristics.

В XVII в. османский путешественник Павел Алеппский (1627–1669 гг.), автор важных в историко-этнографическом отношении записок, отметил применение в русской кухне оригинального рецепта, где из рыбы «выбирают ... все кости и бьют в ступках, пока она не сделается как тесто, потом начинают луком и шафраном в изобилии» [1]. Можно судить о том, что с этих записок XVII в. началась история широкого использования рыбной фаршевой смеси в кулинарии.

Активное развитие технологии пищевых продуктов на основе фаршевой рыбной массы получили в 60-е годы XX в., в период продовольственного кризиса [2], и в СССР повсеместно отмечался дефицит зерна; в то же время рыбы в стране добывалось достаточно [3]. В 70–80 годы

особой популярностью пользовалась рыбная кулинария Петропавловск-Камчатского рыбоконсервного завода, ассортимент которой насчитывал до 59 наименований при объеме выпуска до 2,5 т в сутки. Состав ассортимента рыбной кулинарии включал и фаршевую продукцию: котлеты, фарш рыбный закусочный, рыбно-икорный пудинг, колбасу и сосиски рыбные, рулет рыбный, рыбу фаршированную, пирожки и пельмени и пр. [4]. В 80–90 годы – годы сложных преобразований отечественного рынка, выпуск продукции, в том числе рыбной, характеризовался серьезным спадом [5].

В настоящее время спрос на готовые к употреблению пищевые продукты, в том числе на рыбную кулинарию, не только «возродился», но и значительно вырос, что объясняется значительными переменами в структуре потребительского рынка, в социальной сфере – ростом уровня жизни и занятости населения. Эта ситуация повлекла рост активности проведения исследований в технологической науке, направленных на расширение ассортимента пищевой продукции при соблюдении принципа рационального и комплексного использования сырьевых ресурсов, и, безусловно, на повышение качества и уровня безопасности выпускаемой продукции, что нашло отражение и в новых технологиях изделий на основе рыбного фарша [6–10].

Целью проводимого на данном этапе исследования являлось обоснование рационального соотношения фаршей из горбуши, кеты, минтая и трески – самых массовых представителей добываемых в Камчатском крае видов водных биологических ресурсов – как составляющих базовой композиции для разработки на ее основе формованных фаршевых кулинарных изделий.

Объектом исследования являлись фаршевые композиции из мышечной ткани горбуши, кеты, трески и минтая. Проводимые исследования были направлены на обоснование рационального соотношения фаршей из горбуши, кеты, минтая и трески как составляющих базовой рыбной фаршевой композиции для разработки на ее основе формованных кулинарных изделий.

В качестве предмета исследования был выбран проектируемый кулинарный продукт «Басалет», представляющий собой варено-копченое изделие, сформованное в виде рулета на основе рыбного фарша, завернутого в тонкие пластины мышечной ткани лососевых рыб.

Органолептическую оценку образцов проводили с применением балльных шкал и профильного метода в ходе дегустационного совещания, в котором приняли участие 10 экспертов. Для установления уровня согласованности между экспертами, принимавшими участие в оценке органолептических показателей качества образцов продукции, определяли коэффициент корреляции Кендалла [11, 12].

Работу проводили на базе научной лаборатории кафедры «Технологии пищевых производств» ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

Графическую и статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием пакета офисных программ Р-7 Офис.

Для создания «эталонного» образца «Басалет» определяли рациональное соотношение фаршей из горбуши, кеты, трески и минтая в фаршевой композиции. Для этого изначально задали разные соотношения, что представлено в табл. 1.

Таблица 1

Соотношение составляющих из горбуши, кеты, трески и минтая в фаршевой композиции

Фаршевая композиция 1					Фаршевая композиция 2					Фаршевая композиция 3					Фаршевая композиция 4				
Вид сырья	Доля фарша в смеси, %				Вид сырья	Доля фарша в смеси, %				Вид сырья	Доля фарша в смеси, %				Вид сырья	Доля фарша в смеси, %			
Горбуша	20	40	60	80	Горбуша	20	40	60	80	Кета	20	40	60	80	Кета	20	40	60	80
Минтай	80	60	40	20	Треска	80	60	40	20	Минтай	80	60	40	20	Треска	80	60	40	20

На основе спроектированных фаршевых композиций были приготовлены экспериментальные образцы продукта в виде батончиков в соответствии с технологической схемой, представленной на рис. 1 [13].

Рыбу размораживали на воздухе при комнатной температуре до приобретения гибкости при достижении в толще мышечной ткани температуры не выше 2°C. Затем размороженную рыбу разделяли на филе без кожи и промывали проточной холодной питьевой водой. Филе измельчали в бытовой электрической мясорубке с диаметром отверстий решетки 5 мм до получения фарша.

Фарш помещали в отдельные емкости в зависимости от вида сырья – горбуша, кета, минтай, треска.

Из полученных фаршей составляли композиции на основе соотношений, приведенных в табл. 1, добавляли пищевую соль сорта «Экстра» в количестве 1% от массы фаршевой смеси, массу тщательно перемешивали.

Подготовленную фаршевую смесь формовали в виде батонов в пищевую пленку и подвергали осадке. Осадку осуществляли в камере бытового холодильника при температуре 4°C в течение четырех часов. Затем фаршевые батоны подвергали варке при температуре 90°C в течение 15–20 минут.

После термической обработки продукт охлаждали до температуры помещения 22°C и освобождали от пищевой пленки.

На рис. 2 приведен внешний вид экспериментальных образцов продукта, приготовленных в соответствии с разработанными пропорциями фаршей лососевых и тресковых рыб (табл. 1) по технологической схеме, приведенной на рис. 1.



Рис. 1. Технологическая схема приготовления экспериментальных образцов продукта на основе спроектированных фаршевых композиций

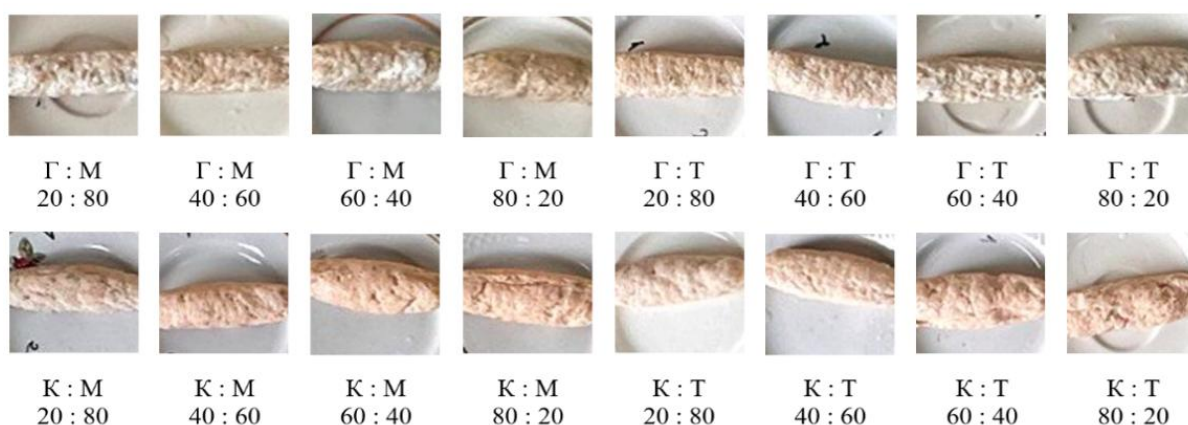


Рис. 2. Внешний вид экспериментальных образцов фаршевых батонов (К – кета, Г – горбуша, М – минтай, Т – треска)

По результатам органолептической оценки качества экспериментальных образцов фаршевых батонов были определены средние значения показателей качества по пятибалльной шкале, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Балльная оценка органолептических показателей образцов фаршевого рыбного продукта

Наименование показателя	Наименование экспериментального образца															
	Г:М 20:80	Г:М 40:60	Г:М 60:40	Г:М 80:20	Г:Т 20:80	Г:Т 40:60	Г:Т 60:40	Г:Т 80:20	К:М 20:80	К:М 40:60	К:М 60:40	К:М 80:20	К:Т 20:80	К:Т 40:60	К:Т 60:40	К:Т 80:20
Внешний вид	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	4	5	2	3	4	4,4
Цвет	2	3	2	3	2	2	3	3	2	3	4	5	3	4	4	4,4
Запах	3	3	3	4	3	3	3	4	2	3	4	4	3	4	4	4,1
Вкус	2	2	3	3	3	3	3	4	3	3	4	5	3	4	4	4,1
Консистенция	2	3	3	3	2	3	3	3	3	4	4	5	2	4	4	4
Сочность	2	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4
Общая сумма баллов	13	16	16	19	14	17	18	20	15	20	23	28	16	23	24	25
Среднее арифметическое значение	2,2	2,7	2,7	3,2	2,3	2,8	3,0	3,3	2,5	3,3	3,8	4,7	2,7	3,8	4,0	4,2

Из табл. 2 видно, что лучшие органолептические показатели были отмечены у образца К : М (80 : 20). Он превосходил остальные образцы по внешнему виду, цвету, вкусу, консистенции.

С целью установления уровня согласованности между экспертами, принимавшими участие в оценке органолептических показателей качества образцов продукции, определяли коэффициент конкордации Кендалла по формуле [11, 12]

$$W = \frac{12 \cdot S}{n^2 \cdot (m^3 - m)},$$

где S – сумма квадратов отклонений (расчетное 31 416);

n – количество экспертов;

m – число образцов.

$$W = \frac{12 \cdot 31\,416}{10^2 \cdot (16^3 - 16)} = 0,924.$$

Полученное значение коэффициента конкордации $W = 0,924$ с учетом граничных условий $0,75 \leq W \leq 1$ свидетельствует о согласованности между экспертами.

Наглядно результаты органолептической оценки качества образцов фаршевого рыбного продукта представлены профилограммами на рис. 3. Как видно из рисунка, среди образцов формованного продукта фаршевой композиции 1 (горбуша + минтай) наилучшими оценками по большинству органолептических показателей, в сравнении с другими, характеризовался образец Г : М (80 : 20). Среди образцов продукта фаршевой композиции 2 (горбуша + треска) наиболее высокие органолептические показатели были определены у образца Г : Т (80 : 20). В образцах фаршевой композиции 3 (кета + минтай) лучшим был признан образец К : М (80 : 20), и в группе образцов фаршевой композиции 4 (кета + треска) также самым высоким баллом, по сравнению с другими образцами группы, был оценен образец К:Т (80 : 20). Другими словами, с увеличением доли фарша из лососевых рыб в фаршевой композиции улучшались органолептические свойства продукта. Кроме того образец К : Т (80 : 20) имел более высокую органолептическую оценку по сравнению с лучшими образцами других фаршевых композиций – характеризовался более выраженным приятным вкусом, красивым ровным цветом, близкой к монолитной структурой.

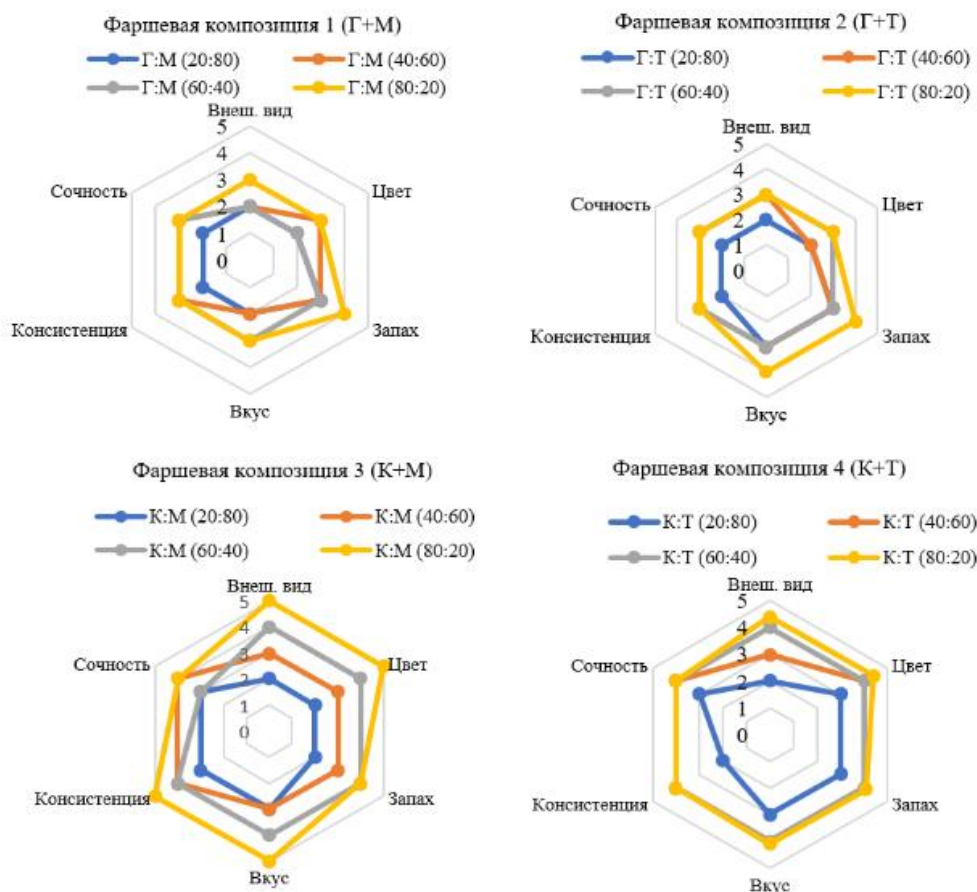


Рис. 3. Профилограммы качества экспериментальных образцов фаршевого продукта (более высокому качеству соответствует более высокий балл)

Таким образом, в результате проведенного исследования, направленного на обоснование рационального соотношения фаршей из лососевых и тресковых рыб в фаршковой композиции, предназначенной для применения в качестве основы кулинарного продукта «Басалет» – варено-копченого изделия, сформованного в виде рулета на основе рыбного фарша, завернутого в тонкие пластины мышечной ткани лососевых рыб, было установлено рациональное соотношение фаршей из горбуши, кеты, минтая и трески.

Органолептическая оценка показала, что фаршковая композиция из кеты и минтая в соотношении 80 : 20 может быть использована в качестве основы для приготовления продукта «Басалет» без дополнительных действий, направленных на улучшение органолептических характеристик готового продукта. Для композиций, сочетающих фарши из горбуши и минтая или трески, необходима корректировка органолептических свойств путем внесения дополнительных компонентов, способствующих улучшению вкуса, консистенции, повышению сочности продукта.

Литература

1. Интервью с историком русской кухни [Электронный ресурс]. – URL: <https://rusfishjournal.ru/news/вы-рыбов-продаете-нет-рассказываю-к/> (дата обращения: 19.02.2025).
2. Дефицит хлеба [Электронный ресурс]. – URL: <https://finance.rambler.ru/other/41012610-defitsit-hleba-pochemu-sssr-vynuzhden-byt-pokupat-zerno-v-ssha/> (дата обращения: 19.02.2025).
3. Дефицит или нет: Какие продукты всегда были в наличии в магазинах СССР? [Электронный ресурс]. – URL: https://dzen.ru/a/YrFz0Qq_nBGRjuju (дата обращения: 19.02.2025).
4. Петропавловск-Камчатский рыбоконсервный завод [Электронный ресурс]. – URL: http://www.fishmuseum.ru/?d=history&con=mtxt&id=71&t_name=museum_abc&title (дата обращения: 20.02.2025).

5. Римская Т.Г. Рыбная отрасль Дальнего Востока России в период рыночных преобразований второй половины 80-х – начала 90-х гг. XX в. // Ойкумена. Регионоведческие исследования. – 2007. – Вып. 2. – С. 46–64.
6. Формованное рыбное изделие (варианты): Пат. 2255611 РФ. № 2002123863/13 / Л.П. Ольховая, Л.Д. Петрова, В.Д. Богданов; заявл. 06.09.2002; опубл. 10.07.2005. – 13 с.
7. Колбаса деликатесная варено-копченая рыбная и способ производства деликатесной варено-копченой рыбной: Пат. 2446716 РФ. № 2010140329/13 / В.П. Ангелюк, Е.П. Мирзаянова, А.С. Лазарева; заявл. 01.10.2010; опубл. 10.04.2012. – 7 с.
8. Способ производства вареного рыбного изделия: Пат. 2646919 РФ. № 2017120946 / Е.Н. Харенко, А.В. Артемов; заявл. 15.06.2017; опубл. 12.03.2018. – 8 с.
9. Способ производства кулинарного рыбного изделия в виде рулета из минтая: Пат. 2646920 РФ. № 2017108175 / Р.В. Артемов, О.В. Бредихина, Н.Ю. Зарубин; заявл. 13.03.2017; опубл. 12.03.2017. – 12 с.
10. Способ производства рыбных вареных колбас с полифункциональной добавкой: Пат. 2813534 РФ. № 2023118554 / В.М. Мустафаева, А.А. Ефимов; заявл. 12.07.2023; опубл. 13.02.2024. – 11 с.
11. Лисин П.А. Практическое руководство по проектированию продуктов питания с применением Excel, MathCAD, Maple: Учеб. пособие для вузов. – СПб.: Лань, 2022. – 260 с.
12. Мезенова О.Я. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов: Учеб. пособие. – Калининград: КГТУ, 2015. – 216 с.
13. Абрамова Л.С. Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья. – М.: ВНИРО, 2005. – С. 93–99.

УДК 664.681.1:634.7

В.Б. Чмыхалова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: chmykhalovav@mail.ru*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСТРАКТА ШИПОВНИКА В ТЕХНОЛОГИИ СУШЕНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ КАЛЬМАРА

Отмечена значимость обработки высокобелкового продукта экстрактом дикороса. Рассмотрено обогащение кальмара перед дегидрированием экстрактом камчатского дикороса – шиповника. Определена дозировка шиповника в составе экстракта. В ходе исследования доказано, что для достижения наилучших органолептических показателей и с целью корректировки реологической характеристики – упругости тканей и, как следствие, легкости разжевывания – рациональным будет применение экстракта шиповника, приготовленного из 50 г порошка шиповника на 1 000 см³ воды, в который был добавлен усилитель вкуса – глутамат натрия в количестве 1 г.

Ключевые слова: кальмар, дикоросы, обогащение, экстракт, шиповник, разжевываемость, показатели качества.

V.B. Chmykhalova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: chmykhalovav@mail.ru*

THE USE OF ANTIOXIDANT PROPERTIES OF ROSEHIP IN THE TECHNOLOGY OF SNACK PRODUCTS FROM SQUID

The importance of processing a high-protein product with wild plant extract was noted. The enrichment of squid before dehydration with Kamchatka wild rose extract was considered. The dosage of wild plants in the extract was determined. The study proved that in order to achieve the best organoleptic performance and to adjust rheological characteristics (tissue elasticity and, as a result, ease of chewing), it is rational to use rosehip extract made from 50 g of rosehip powder per 1000 cm³ of water, to which was added flavor enhancer – monosodium glutamate in an amount of 1 g.

Key words: squid, wild plants, enrichment, extract, rosehip, chewability, quality indicators.

Традиционный интерес к головоногим моллюскам как перспективному объекту технологической переработки обусловлен многообразием видов, высокой пищевой ценностью, возможностью использования для получения высокобелковых и диетических продуктов, коротким жизненным периодом, и, следовательно, быстрой возобновляемостью сырьевого материала [1].

В последние годы интерес к сушеной продукции из кальмара постоянно растет. Это требует поиска новых современных технологий, позволяющих максимально сохранить высокую пищевую ценность исходного материала, предусмотреть новые, щадящие методы его обработки, разнообразить ассортимент выпускаемой продукции и сделать новую конкурентоспособную сушеную продукцию органолептически привлекательной для потребителя [2].

Дегидратация головоногих моллюсков традиционно осуществляется в режиме полугорячей сушки при температуре 60°C. При такой температуре происходит частичный гидролиз белка, его денатурация – белки претерпевают изменения и утрачивают свое нативное состояние. При этом упругопластичные свойства тканей кальмара заметно увеличиваются [3]. Все это приводит к повышению жесткости сушеных продуктов из кальмара и, соответственно, к повышению усилия, прилагаемого при разжевывании продукта, к ограничению возможности употребления такой продукции детьми, пожилыми людьми при нарушениях жевательного аппарата, его неполном развитии или частичной утрате.

В то же время полезные свойства исходного сырья позволяют рекомендовать его для употребления лицам всех возрастных групп ввиду присутствия полноценного белка в исходном сырье и готовом продукте. Следовательно, подбор таких способов обработки, которые привели бы к уменьшению упругоэластичных изменений тканей, сделали бы продукт более легко измельчаемым в процессе употребления, весьма актуален.

Другой проблемой при употреблении сушеного кальмара является наличие в нем практически одного белкового компонента. Традиционные способы переработки обеспечивают присутствие такой продукции на рынке продаж. Задачей создания новой конкурентоспособной продукции является внесение в ее состав других ценных компонентов, витаминно-минерального комплекса. Такой комплекс в составе продукции может быть дополнен за счет добавления в качестве рецептурного компонента дикоросов Камчатского края.

В составе дикорастущих плодов шиповника содержатся органические кислоты, витамины, фитонциды, макро- и микроэлементы, биофлавоноиды, эфирные масла. Применение экстракта шиповника для обработки кальмара позволит создать продукт, оказывающий на организм человека иммуномодулирующее, профилактическое, бактерицидное действие, обогатить продукт балластными веществами, способствовать выведению из организма нежелательных компонентов [4].

Объединив две обозначенные проблемы, мы предположили, что обработка экстрактом шиповника поверхности кальмара, подготовленного к дегидрированию, позволит улучшить реологические показатели готового продукта и обогатить состав ценными нутриентами. Кроме того, такая обработка позволит изменить органолептические показатели сушеного кальмара, придать ему новые вкусовые характеристики.

Для приготовления целевого продукта нами рассматривался в качестве основного объекта исследований сушеный кальмар, обработанный перед сушкой экстрактом шиповника. Предметами исследования являлись исходное сырье – филе кальмара мороженое, а также плоды шиповника, используемые для получения экстракта для обработки полуфабриката перед сушкой.

В проведении исследования было задействовано оборудование лабораторий кафедры «Технологии пищевых производств» ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

Пробы сырья и продукта отбирали согласно ГОСТ 31339–2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» [5]. Для выбора оптимальной технологии и обоснования сделанного выбора определяли физико-химические параметры и сенсорные характеристики готовой продукции по ГОСТ 7631–2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей» [6]. Базовыми считали значения показателей качества, приведенные в ГОСТ 32002–2012 «Кальмар сушеный. Технические условия» [7].

Для расчета калорийности и анализа данных о пищевой ценности разработанного продукта было установлено содержание липидов, влаги, белка, минеральных компонентов, витаминов. Перечисленные показатели определяли по ГОСТ 7636–85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [8]. Углеводы определяли косвенно расчетным методом.

Полученные данные обрабатывали статистически и графоаналитически.

Заготовку шиповника проводили в осенний период 2023 и 2024 годов, когда плоды достигали промышленной зрелости.

Предварительный посол кальмара проводили мокрым способом, для чего был подготовлен тузлук плотностью 1,17 г/см³. При изготовлении экспериментальных образцов продукции высушенный шиповник измельчали до порошкообразного состояния в кофемолке BOSH, заливали горячей водой температурой 90°C.

Для приготовления экспериментальных образцов нарезанный на полоски кальмар погружали на 3 минуты в солевой раствор, после чего выдерживали 10 минут на сетчатой поверхности для стекания влаги. Затем посоленный образец помещали в экстракт шиповника, выдерживали в нем 10 минут, оставляли на сетчатой поверхности до прекращения стекания капельной влаги, затем отправляли на сушку.

Выбор оптимальной рецептуры проводили по результатам дегустационной оценки экспериментальных образцов. Для этого были подготовлены контрольный образец, который представлял собой кальмар, сушеный по традиционной технологии, и ряд экспериментальных образцов, которые отличались концентрацией экстракта шиповника, используемого для обработки

поверхности кальмара, и наличием или отсутствием в рецептуре усилителя вкуса. Как известно, усилители вкуса в большей степени усиливают соленый и горький вкус. Поскольку одним из этапов приготовления разрабатываемой продукции является посол, мы сочли возможным усилить вкус некоторых экспериментальных образцов с помощью глутамата натрия, добавляя его в количестве 1 г в экстракт шиповника, используемого для обработки кальмара.

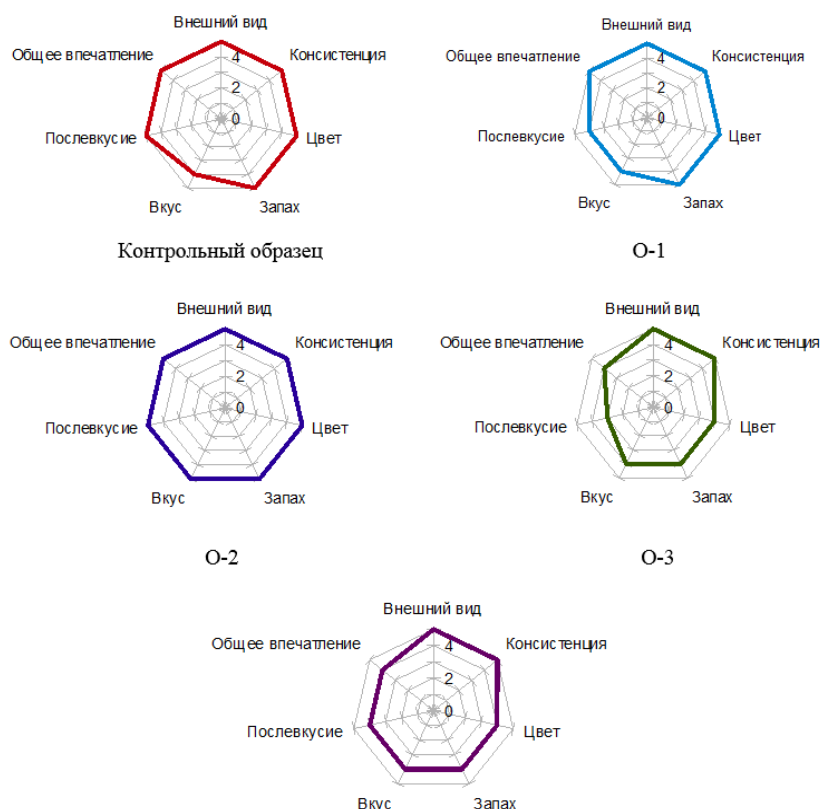
К исследованию были приготовлены следующие образцы:

- КО – контрольный образец – без добавок;
- О-1 – для обработки и создания пленки на поверхности был использован экстракт, содержащий 50 г порошка шиповника на 1 дм³ воды;
- О-2 – для обработки и создания пленки на поверхности был использован экстракт, содержащий 50 г порошка шиповника и 1 г усилителя вкуса на 1 дм³ воды;
- О-3 – для обработки и создания пленки на поверхности был использован экстракт, содержащий 100 г порошка шиповника на 1 дм³ воды;
- О-4 – для обработки и создания пленки на поверхности был использован экстракт, содержащий 100 г порошка шиповника и 1 г усилителя вкуса на 1 дм³ воды.

Массовая доля соли в полуфабрикате составляла 1–1,2%.

После посола и стекания полоски кальмара равномерно раскладывали на сетки электросушилки с инфракрасным обогревом ЭСБИК-1,25/220 «Икар» и сушили при температуре 60°C и скорости движения воздуха 3–5 м/с. Режим дегидрирования был следующим: через каждые 4 часа сушки делали 2 часа перерыва. В период перерыва сетки с кальмаром извлекали из сушилки, накрывали полимерной пленкой и оставляли для перераспределения влаги. Сушку проводили до достижения в продукте влажности 27–30%. Массовая доля соли в готовом продукте составила 3,5–4,2%.

При обосновании выбора оптимальной рецептуры кальмара сушеного, обработанного экстрактом шиповника, нами была осуществлена сенсорная оценка образцов. Выбор концентрации примененного экстракта шиповника проводили по комплексу органолептических показателей – внешнего вида, консистенции, цвета, вкуса, запаха. В итоге было оценено общее впечатление о новой продукции. Результаты определения органолептических показателей качества образцов показаны на рисунке.



Профилограммы качества сушеной продукции из кальмара с шиповником

Результаты, показанные на рисунке, подтверждают лучшие технологические характеристики у образца О-2, который был приготовлен путем обработки поверхности кальмара экстрактом шиповника, полученным из расчета 50 г порошка шиповника на 1 дм³ воды с добавлением усилителя вкуса – глутамата натрия в количестве 1 г. Эта рецептура по результатам дегустации была признана оптимальной.

Устанавливая качественные характеристики целевого продукта, аналитически определяли количество липидов, белка, влаги, минеральных и витаминных компонентов. Косвенно определяли содержание углеводов. Полученные в ходе исследований показатели приведены в таблице 1.

Таблица 1

Общий химический состав сушеного кальмара

Наименование образца	Массовая доля, %					Энергетическая ценность, ккал
	воды	белка	жира	зола	углеводов	
Кальмар сушеный (контрольный образец)	24,3	68,9	0,9	5,0	0,9	287,3
Кальмар сушеный, обработанный экстрактом шиповника с добавлением усилителя вкуса (экспериментальный образец О-2)	25,9	68,0	0,7	5,6	1,2	283,1

Степень удовлетворения суточной потребности в основных веществах и энергии при употреблении в пищу 100 г сушеной продукции из кальмара, обработанного экстрактом шиповника, обобщена в табл. 2.

Таблица 2

Степень удовлетворения суточной потребности в основных веществах и энергии при употреблении в пищу 100 г сушеной продукции из кальмара, обработанного экстрактом шиповника

Наименование образца	Степень удовлетворения, %			
	в белке	в липидах	в углеводах	в энергии
Суточная потребность [9]	80–100	80–100	400–450	2 850
Кальмар сушеный (контрольный образец)	86,1	1,1	0,2	10,1
Кальмар сушеный, обработанный экстрактом шиповника с добавлением глутамата натрия (экспериментальный образец О-2)	85,0	0,9	0,3	9,8

Данные табл. 2 показали высокую степень удовлетворения потребностей человека в белке. В то же время применение экстракта шиповника, понижающее количество белкового компонента, влияет на снижение этого показателя у экспериментального образца по сравнению с контрольным. Одновременно с этим степень удовлетворения потребности в углеводах несколько возросла за счет применения растительного компонента.

Другой задачей проводимой обработки поверхности кальмара экстрактом шиповника перед дегидрированием было улучшение разжевываемости готового продукта. Данные по разжевываемости, полученные в результате дегустации, показаны в табл. 3. Для оценки применяли 5-балльную шкалу – более высокой степени проявления показателя соответствовал более высокий балл.

Таблица 3

Влияние обработки поверхности кальмара экстрактом шиповника перед дегидрированием на разжевываемость сушеной продукции из кальмара

Наименование показателя	Кальмар сушеный (контрольный образец)	Кальмар сушеный, обработанный экстрактом шиповника с добавлением глутамата натрия (экспериментальный образец О-2)
Разжевываемость продукта, балл	2	3

Данные табл. 3 подтверждают наше предположение о снижении интенсивности гидролитических и денатурационных процессов белка кальмара после обработки его экстрактом шиповника.

ка и последующего дегидрирования и о некоторой мацерации поверхностных тканей кислотами, входящими в состав дикороса. Все перечисленное дало возможность получить продукт, который разжевывается без значительной нагрузки на жевательный аппарат и, соответственно, более удобен в употреблении.

В результате проведенных исследований разработана технология сушеной продукции из кальмара, обработанного экстрактом шиповника перед дегидрированием. Предварительная обработка поверхности продукта экстрактом популярного дикороса позволит обогатить продукцию ценными нутриентами, обеспечить определенные органолептические характеристики готового продукта, улучшить разжевываемость изделий, сделает употребление данной продукции проще, особенно для лиц, имеющих определенные проблемы с жевательным аппаратом организма.

Литература

1. Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинов Е.Г. Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2005. – 264 с.
2. Биотехнология рационального использования гидробионтов: Учебник / Под ред. О.Я. Мезеновой. – СПб.: Лань, 2013. – 416 с.
3. Барьерная технология гидробионтов: Учебное пособие / Г.Н. Ким, Т.М. Сафронова, О.Я. Мезенова, С.Н. Максимова, И.Н. Ким; под ред. Т.М. Сафроновой. – СПб.: Проспект Науки, 2011. – 336 с.
4. Сметанин А.С., Богоявленский В.Ф. Примечательные растения из природной флоры Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во ГУП ИПК Дальпресс, 2000. – 212 с.
5. ГОСТ 31339–2006. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб. – М.: Стандартинформ, 2010. – 11 с.
6. ГОСТ 7631–2008. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей. – М.: Стандартинформ, 2011. – 16 с.
7. ГОСТ 32002–2012. Кальмар сушеный. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 8 с.
8. ГОСТ 7636–85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Стандартинформ, 2010. – 125 с.
9. МР 2.3.1.1915–04/ Методические рекомендации. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ [Электронный ресурс] // Министерство здравоохранения Российской Федерации: Офиц. сайт. – URL: <http://www.minzdravsoc.ru/docs/mzsr/letters/204> (дата обращения: 08.09.2024).

УДК 664.694:597.5

В.Б. Чмыхалова, Ю.А. Агунович

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: chmykhalovav@mail.ru*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОБАВОК ИЗ МОРЕПРОДУКТОВ В ТЕХНОЛОГИИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ЦЕЛЬЮ КОРРЕКЦИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ

Отмечена возможность внесения в состав шоколада дегидрированных пищевых добавок на основе гидробионтов – порошка кукумарии и добавки из покровных тканей кальмара «КальмаКС». Приведен общий химический состав оболочки кукумарии и пищевой добавки из покровных тканей кальмара. Обосновано оптимальное количество вносимых добавок – 5%. Определена пищевая и энергетическая ценность образцов шоколада с добавкой кукумарии и добавкой из покровных тканей кальмара. Показано понижение калорийности новой продукции по сравнению с традиционной за счет снижения количества липидов и углеводов и увеличения количества белка и минеральных компонентов в продукте.

Ключевые слова: гидробионты, пищевые добавки, шоколад, кукумария, кальмар.

V.B. Chmykhalova, Yu.A. Agunovich

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: chmykhalovav@mail.ru*

THE USE OF SEAFOOD ADDITIVES IN CONFECTIONERY TECHNOLOGY TO CORRECT THE CHEMICAL COMPOSITION AND NUTRITIONAL VALUE

The possibility of introducing dehydrated food additives based on hydrobionts – cucumaria powder and additives from the integumentary tissues of the squid “Kalmaks” into chocolate is noted. The general chemical composition of the shell of cucumaria and a food additive from the integumentary tissues of squid is given. The optimal amount of additives is 5%. The nutritional and energy value of chocolate samples with the addition of cucumaria and the addition of squid integumentary tissues is determined. It shows a decrease in the caloric content of new products compared to traditional ones due to a decrease in the amount of lipids and carbohydrates and an increase in the amount of protein and mineral components in the product.

Key words: aquatic organisms, food additives, chocolate, cucumaria, squid.

Традиционно кондитерские изделия являются одной из самых популярных групп пищевой продукции. Шоколад и глазированные шоколадом кондитерские изделия занимают в этой группе доминирующие позиции. В составе таких продуктов преобладают сахар, масло какао и какао тертое.

Привлекательность шоколаду обеспечивает оригинальная вкусовая композиция, высокая пищевая и энергетическая ценность, содержание ценных нутриентов. Теобромин и кофеин, входящие в его состав, влияют на работоспособность, тонизируют, оказывают бодрящее действие, уменьшают утомляемость, компенсируют энергозатраты организма на совершение физической и умственной работы [1].

Достоинством, определяемым химическим составом продукта, является высокое содержание растительного жира, витаминов группы В, жирорастворимых витаминов. Недостатком является высокое содержание углеводов, определяющих его высокую калорийность при одновременно низком содержании белка, клетчатки, многих макро- и микроэлементов.

Вопросами изменения направленности энергетической ценности шоколада за счет внесения в его рецептуру различных добавок занимались многие исследователи. Ряд авторов интересовала

замена части ингредиентов в традиционном продукте на аналогичные, обеспечивающие шоколаду свойства диабетического продукта, диетического, создание функциональных продуктов на основе шоколадной массы. Такие работы были проведены П.С. Красиным, М.В. Осиповым, З.Р. Ханаху, Г.Н. Болдиной, А.В. Гордиян, В.В. Черниченко, В.Б. Шепеленко, О.В. Перфиловой, Н.Г. Семенкиной, Е.А. Хромовой, И.А. Никитиным и другими [2–4].

Большинство авторов рассматривало вопрос использования для обогащения шоколада ценных нутриентов, содержащихся в орехах, сухофруктах, злаковых хлопьях. Другими распространенными добавками в состав шоколада являются дикоросы, водоросли, фитонцидсодержащее сырье.

Сохраняется потребность коррекции химического состава шоколада путем его обогащения белком. Традиционно источником белка являются гидробионты. В настоящее время промышленность выпускает некоторые виды шоколада с такими добавками. Так, ООО «Приморский кондитер» производит шоколад с добавкой из морского ежа, из трепанга. Такие добавки позволяют снизить долю углеводного и липидного компонента и внести в продукт белок. В результате при сохранении общей калорийности продукта появляется возможность сделать его полезным, внести в рацион человека белковую составляющую, дефицит которой в настоящее время отмечается у представителей всех возрастных групп населения.

В своей работе мы предлагаем использовать пищевые добавки из кукумарии и покровных тканей кальмара в рецептурах шоколада. Замена части липидов и углеводов на применяемые нами добавки решит вопрос одновременного обогащения целевого продукта белком и повышения содержания в его составе витаминов и минеральных компонентов. В результате будет получен функциональный продукт, соответствующий представлениям концепции о здоровом питании и интересам потребителя. В связи с вышесказанным считаем выбранное нами направление исследований актуальным.

Целью исследования являлось изучение возможности использования высокобелковых пищевых добавок на основе гидробионтов («КальмаКС» и кукумарии) в рецептуре шоколада для повышения биологической ценности продукции.

Выбор в качестве добавки кукумарии был предопределен ее химическим составом, в частности высоким содержанием белка и доступностью кукумарии как ресурса. Кукумария относится к группе голотурий рода Кукумария (*Cucumaria*). Она имеет приятный вкус. Общий химический состав оболочки кукумарии представлен в табл. 1 [5].

Таблица 1

Общий химический состав оболочки кукумарии

Содержание, %				
Вода	Белок	Липиды	Углеводы	Минеральные вещества
84,5–86,2	8,2–11,6	0,6–0,7	0,4–0,9	2,1–3,7

В составе минеральных элементов кукумарии преобладают натрий, калий, магний, железо. В составе витаминов – витамины А, Е, В₁, В₂, РР [5]. Приведенные данные подтверждают целесообразность использования кукумарии для увеличения количества белка, макро- и микроэлементов, витаминов в целевом продукте.

Пищевая добавка из покровных тканей кальмара «КальмаКС» разработана аспирантом кафедры «Технологии пищевых производств» ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» А.В. Самохиным в соавторстве с научным руководителем к.т.н. М.В. Благодановой. Добавка представляет собой сухой мелкодисперсный, однородный, рассыпчатый порошок темно-розового цвета, без посторонних включений, с ярковыраженным, приятным запахом, присущим сушеному кальмару, выраженным вкусом кальмара, сладковатый, солоноватый [6]. Сырьем для производства пищевой добавки является кожа командорского кальмара *Berryteuthis magister* [7].

Химический состав добавки «КальмаКС» приведен в табл. 2.

Таблица 2

Химический состав добавки «КальмаКС»

Вода	Белок	Липиды	Минеральные вещества
6,0±0,025	80,6–81,0	6,93–7,07	6,0–6,1

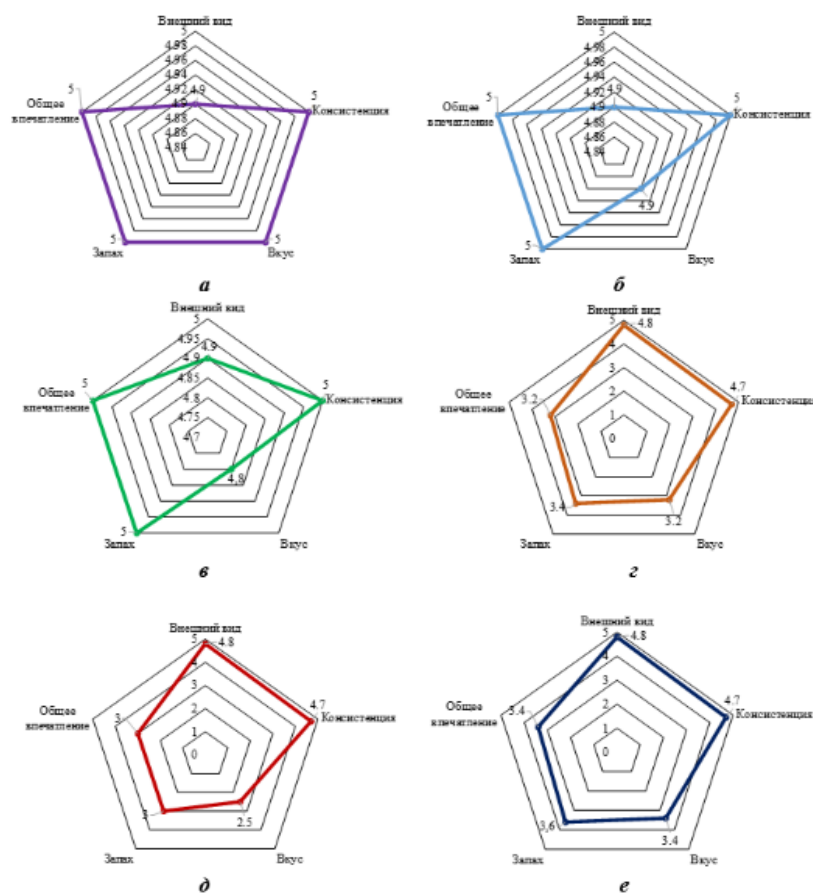
Разрабатывая рецептуры шоколада, в состав вносили кукумарию, высушенную и измельченную до состояния тонкодисперсного порошка, и тонкодисперсный порошок на основе покровных тканей кальмара – пищевую добавку «КальмаKS». Были применены следующие дозировки добавок: 3, 5, 7 и 10% от массы продукции. Параллельно был приготовлен контрольный образец по традиционной рецептуре без добавок. Варианты разработанных рецептур показаны в табл. 3.

Таблица 3

Рецептуры образцов шоколада

Наименование компонента	Расход, г на 1 000 г								
	Контрольный образец	О-1 (3% кукумари)	О-2 (5% кукумари)	О-3 (7% кукумари)	О-4 (10% кукумари)	О-5 (3% «КальмаKS»)	О-6 (5% «КальмаKS»)	О-7 (7% «КальмаKS»)	О-8 (10% «КальмаKS»)
Какао тертое	510,00	494,70	484,50	474,30	459,00	494,70	484,50	474,30	459,00
Масло какао	255,00	247,35	242,25	237,15	229,50	247,35	242,25	237,15	229,50
Сахар	255,00	247,35	242,25	237,15	229,50	247,35	242,25	237,15	229,50
Порошок из кукумари	–	30,60	51,00	71,40	102,00	–	–	–	–
Пищевая добавка «КальмаKS»	–	–	–	–	–	30,60	51,00	71,40	102,00
Итого	1 020,00	1 020,00	1 020,00	1 020,00	1 020,00	1 020,00	1 020,00	1 020,00	1 020,00
Выход	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00

Подготовленные образцы подвергали сенсорной оценке в лаборатории кафедры «Технологии пищевых производств». На дегустацию были приглашены студенты кафедры и преподаватели. Результаты оценки показаны на рисунке.



Сенсорные характеристики образцов шоколада: а – контрольный образец; б – О-1 (3% кукумари), О-5 (3% «КальмаKS»); в – О-2 (5% кукумари); г – О-3 (7% кукумари); д – О-4 (10% кукумари), О-8 (10% «КальмаKS»); е – О-7 (7% «КальмаKS»)

Обобщенные результаты сенсорной оценки, показанные на рисунке, позволяют определить оптимальное количество вносимых добавок. Из рисунка видно, что наилучшие оценочные показатели получили образцы с содержанием добавок гидробионтов в количестве 3% и 5%. Такое количество обеспечило готовому продукту гладкий, приятный сочетаемый вкус. Большие количества вносимых добавок усиливали резкость вкуса во вкусовой композиции, появилось навязчивое послевкусие, которое мешало оценить вкус целевого продукта. Производя выбор оптимальной дозировки, мы решили выбрать ее в размере 5%, поскольку, внося добавки на основе гидробионтов, мы преследовали цель – обогащение шоколада белковым компонентом, макро- и микроэлементами, витаминами. А именно такая дозировка даст больший процент желаемых компонентов в продукте, по сравнению с дозировкой 3%. Кроме того, сенсорные показатели такого продукта будут приятными, устраивающими массового потребителя.

Определяя пищевую ценность нового продукта, мы устанавливали величины массовых долей влаги, белка, липидов и минеральных компонентов. Перечисленные показатели были определены экспериментально в лаборатории кафедры «Технологии пищевых производств». Содержание влаги в шоколаде было установлено методом высушивания, содержание белка – методом Кьельдаля, массовую долю липидов определяли ускоренным экстракционно-весовым методом, количество минеральных компонентов установили методом минерализации в муфельной печи.

Массовую долю углеводов определяли косвенно по формуле

$$У = 100 - В - Ж - Б - М, \quad (1)$$

где $В$ – содержание влаги в шоколаде, %;

$Ж$ – содержание жира в шоколаде, %;

$Б$ – содержание белка в шоколаде, %;

$М$ – содержание минеральных веществ в шоколаде, %.

Энергетическая ценность образцов шоколада была определена по формуле

$$Э = В \times 4 + Ж \times 9 + У \times 4. \quad (2)$$

Итоговые данные определений показаны в табл. 4.

Таблица 4

Пищевая ценность образцов шоколада

Компонент химического состава	Ед. изм.	Обозначение образца		
		Контрольный образец	О-2 (5% кукумарии)	О-6 (5% «КальмаKS»)
Вода	%	8,1	8,5	8,4
Липиды	%	52,8	51,0*	51,4*
Белки	%	6,6	8,8	9,9
Углеводы	%	30,5	29,4	28,1
Минеральные компоненты	%	2,0	2,3	2,2
Энергетическая ценность	ккал	623,6	611,8	614,6

Примечание. Доля какао масла в составе липидной фракции 50,5%.

Данные табл. 4 показывают, что экспериментальные образцы шоколада имели меньшую калорийность за счет снижения содержания жира в продукте, но большее количество белка и минеральных компонентов. Таким образом, цели, поставленные нами в начале работы, достигнуты.

Результаты работы показали возможность внесения в состав шоколада дегидрированных пищевых добавок на основе гидробионтов – порошка кукумарии и добавки из покровных тканей кальмара «КальмаKS». Сенсорная оценка продукта по результатам проведенной дегустации показала, что оптимальное количество вносимых добавок – 5%. Отмечено понижение калорийности новой продукции по сравнению с традиционной за счет снижения количества липидов и увеличения количества белка и минеральных компонентов в продукте.

Таким образом, использование пищевых добавок из гидробионтов в рецептурах шоколада позволит получить новый продукт, отличающийся своеобразной привлекательной для потребителя вкусовой композицией, обогащенный белком и минеральными компонентами, имеющий меньшую калорийность по сравнению с шоколадом, изготовленным по традиционной рецептуре.

Литература

1. Эзау К.А., Ю Н.С. Шоколад: польза, состав и калорийность // Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. (16–17 декабря 2021 г.). – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 498–500.
2. Красин П.С. Формирование и оценка потребительских свойств шоколадных масс пониженной сахароемкости, обладающих пребиотическими свойствами: Дис. ... канд. техн. наук. – Краснодар, 2018. – 155 с.
3. Осипов М.В. Развитие технологии шоколада на основе совершенствования системы оценки его качества: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2011. – 27 с.
4. Ханаху З.Р. Формирование и оценка потребительских свойств шоколадных масс с применением фракционированных фосфолипидных продуктов: Дис. ... канд. техн. наук. – Краснодар, 2008. – 127 с.
5. Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинов Е.Г. Водные биологические ресурсы Камчатки. Биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский: Холдинг. компания «Новая книга», 2005. – 258 с.
6. Благоданова М.В., Самохин А.В. Исследование показателей качества, безопасности и пищевой ценности сушеной пищевой продукции из покровных тканей кальмара // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2022. – № 59. – С. 15–23.
7. Благоданова М.В., Волков В.С., Самохин А.В. Химический состав сушеной пищевой продукции из кожи кальмара «КальмаKS» // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2022. – № 3. – С. 123–128.

УДК 664.694:597.5

В.Б. Чмыхалова, С.М. Чугункова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: chmykhalovav@mail.ru*

ВЫБОР КОАГУЛЯНТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АНАЛОГОВОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ СОИ

В работе обсуждается выбор способа производства соевого продукта тофу, основанный на применении осадителя, обеспечивающего лучшие органолептические показатели продукта и высокую пищевую ценность. Рассматриваются перспективы использования в рецептуре продукта дикоросов Камчатки при дальнейших исследованиях.

Ключевые слова: соя, тофу, осадитель, коагулянт, лимонная кислота, сульфат магния, пищевая ценность, дикоросы.

V.B. Chmykhalova, S.M. Chugunkova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: chmykhalovav@mail.ru*

CHOOSING A COAGULANT IN THE TECHNOLOGY OF ANALOG SOY PRODUCTS

The paper discusses the choice of a method for producing tofu soy product based on using a precipitator that provides the best organoleptic characteristics and high nutritional value of the product. The prospects for using Kamchatka wild plants in the formulation of the product in further research are considered.

Key words: soy, tofu, precipitator, coagulant, citric acid, magnesium sulfate, nutritional value, wild plants.

Привлекательность сои как сырья для производства высокобелковых пищевых продуктов основывается на ее невысокой стоимости, быстрой возобновляемости, распространенности. В странах Юго-Восточной Азии соя – одна из самых популярных зернобобовых культур.

Белок сои отличается полноценностью, он содержится в исходном сырье в высоких концентрациях, производство продуктов на основе сои отличается высокой экономичностью и рентабельностью.

Многими исследователями отмечены хорошие органолептические показатели соевых продуктов, полноценность белка сои, высокая усвояемость (70%) [1], способность оказывать противораковое, противосклеротическое и антиопухолевое действие. Подчеркнута близость белков сои к белкам говядины по аминокислотному наполнению. Соевый белок способен регулировать работу органов пищеварения. Кроме белков в составе сои содержатся ценные нутриенты – калий, натрий, кальций, железо, цинк, витамины группы В и С, а также клетчатка, отсутствует холестерин.

В настоящее время в России объем выпуска тофу растет. Производители предлагают продукт с содержанием паприки, орехов, приправ, копильных компонентов [2–5].

Целью данной работы являлось изучение способов осаждения белка сои с помощью различных агентов и выбор оптимального способа. Объектом исследования являлись способы получения тофу, который в зависимости от консистенции бывает более плотный – западный, отличающийся низким содержанием воды, и мягкий – азиатский, напоминающий пудинг, с высокой влажностью.

Традиционная схема получения тофу предусматривает выполнение технологических операций в приведенной ниже последовательности: подготовка бобов сои (очистка, мойка), дисперги-

рование, получение соевого молока, его фильтрование, осаждение белка и обезвоживание полученного сгустка.

Обосновывая выбор оптимального осадителя белка сои, мы сохранили приведенную последовательность обработки, используя для осаждения коагулянты двух видов – 1%-ный раствор лимонной кислоты и 0,2%-ный раствор сульфата магния.

Особенностью производства при использовании в качестве коагулянта лимонной кислоты был предварительный нагрев соевого молока до температуры 75°C, при достижении которой был внесен коагулянт в количестве 0,5% от массы соевого молока. После осаждения сгустка его отделяли от сыворотки, охлаждали, подпрессовывали до прекращения стекания капельной жидкости.

Второй способ имел следующие особенности: внесение коагулянта в количестве 1% от массы соевого молока производили при температуре 95°C.

Для определения влияния коагулянта на состав тофу провели сравнительный анализ трех образцов по основным компонентам химического состава готового продукта (таблица). В качестве контрольного образца исследовали классический тофу, произведенный на базе эко-пекарни «Вегетория» ИП Кассап М.А. (г. Петропавловск-Камчатский), осадителем белка при получении которого служит хлорид магния (нигари).

Зависимость общего химического состава и влагоудерживающей способности тофу от применяемого осадителя

Наименование образца	Массовая доля, %					Влагоудерживающая способность (ВУС), %
	воды	белка	жира	зола	углеводов	
Контрольный образец («Вегетория»)	76,90	14,90	5,70	1,28	1,18	25,3
Тофу, полученный при использовании в качестве осадителя сульфата магния	80,40	11,40	5,60	1,35	1,22	18,9
Тофу, полученный при использовании в качестве осадителя лимонной кислоты	77,10	15,00	6,10	1,44	1,30	30,8

Исходя из данных таблицы, можно заключить, что использование в качестве осадителя сульфата магния приводит к снижению ВУС при увеличении влажности продукта и позволяет получить продукт более мягкий, пластичный. Лимонная кислота, наоборот, способствует увеличению ВУС при снижении влажности, благодаря чему возрастают массовые доли белка и жира по сравнению с контрольным образцом. При этом продукт имеет более плотную консистенцию.

После лабораторного исследования была проведена дегустация всех трех образцов тофу сотрудниками кафедры «Технологии пищевых производств» ФГБОУ ВО «КамчатГТУ». Результаты дегустации приведены на рисунке.



Профилограммы качества образцов тофу

Таким образом, наиболее высокую балльную оценку по показателям качества получил экспериментальный образец, в котором в качестве коагулянта использована лимонная кислота. Этот образец имеет большую схожесть с контрольным, промышленным образцом.

Тофу имеет нейтральный вкус, что делает его универсальным ингредиентом для различных блюд. Ему можно придавать желаемый вкус, маринуя или добавляя в состав приправы, семена, орехи или дикоросы. Дальнейшие наши исследования будут направлены на придание продукту определенного вкуса, обогащению его комплексом макро- и микроэлементов, витаминов за счет использования в рецептуре добавки камчатских дикоросов – папоротника, черемши, брусники, голубики, жимолости, клюквы, моршки, рябины, шикши, шиповника и др.

Черемша содержит вещества, придающие чесночный запах и вкус. В растении содержатся фруктоза, минеральные соли, фитонциды, лизоцим, каротин, аскорбиновая кислота. Черемша обладает бактерицидным и фунгицидным действием.

Побеги папоротника-орляка содержат белковые вещества, липиды, крахмал, хлорофилл, минеральные вещества, а также сахара (глюкозу, фруктозу, сахарозу, ксилозу, галактозу). Папоротник богат каротинами, токоферолом, рибофлавином, аскорбиновой кислотой. На ранних стадиях развития папоротник содержит до 28% клетчатки и значительное количество лигнина. Обладает антисептическими свойствами.

Ягоды брусники содержат сахара, витамины А, С, Е, В, минеральные вещества, дубильные вещества, органические кислоты – лимонную, яблочную, винную, салициловую, борную, а также бензойную кислоты, которые проявляют антисептические свойства.

Плоды рябины содержат яблочную, лимонную, винную и янтарную кислоты, дубильные и пектиновые вещества, глюкозу, фруктозу, сахарозу, сорбит, эфирные масла, минеральные вещества. Рябина богата витамином С и каротином. Также плоды рябины содержат сорбиновую кислоту, обладающую бактерицидными свойствами.

Плоды клюквы богаты витамином С, органическими кислотами – лимонной, бензойной, хинной, урсоловой, хлорогеновой, яблочной, олеаноловой, что положительно влияет на дальнейшее хранение продукта.

Ягоды голубики обладают антиоксидантным действием за счет содержания витамина С. Также содержат витамины А, В₁, В₂, К, РР, каротиноиды, минеральные вещества, дубильные вещества, органические кислоты, в том числе бензойную кислоту.

Шиповник является богатым источником биологически активных веществ. В его плодах обнаружено высокое содержание аскорбиновой кислоты. Ценным компонентом плодов шиповника являются полифенольные соединения – биофлавоноиды и фенолосоединения. Плоды шиповника богаты органическими кислотами – яблочной, лимонной и пектиновыми веществами. Мякоть плодов характеризуется высоким содержанием золы, богатой калием, кальцием, магнием, фосфором, железом и марганцем.

Использование дикоросов в производстве тофу позволит не только улучшить его органолептические характеристики, но и повысить пищевую ценность за счет обогащения продукта витаминами и минералами. Кроме того, дикоросы обладают бактерицидными и антиоксидантными свойствами, что будет способствовать сохранению качества тофу. На основе такого обогащенного тофу будут разработаны творожные пасты для детского, диетического и лечебно-профилактического питания.

Литература

1. Тюрина Л.Е., Табаков Н.А. Использование и переработка сои: Учеб. пособие. – Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2008. – 90 с.
2. Костенко А.А. Способы производства сыра тофу // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2015. – Т. 35. – С. 143–148.
3. Платова Л.П. Применение пищевых волокон в различных группах продуктов // Бизнес пищевых ингредиентов. – 2008. – № 6. – С. 18–20.
4. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Продукты питания в отечественной и зарубежной истории. – М.: Дели принт, 2006. – 296 с.
5. Лищенко В.Ф. Мировая продовольственная проблема: белковые ресурсы (1960–2005 гг.). – М.: ДеЛи принт, 2006. – 272 с.

СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ – УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ И ИХ АДРЕСА

Научно-исследовательские организации

Камчатский филиал ФГБУН «Тихоокеанский институт географии ДВО РАН»

683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Партизанская, д. 6

Тел.: +7 (415-2) 42-34-57; факс: (415-2) 41-24-64

E-mail: korostelevs@mail.ru

Полярный филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

183038, г. Мурманск, ул. Академика Книповича, д. 6

Тел.: +7 (8152) 47-31-81; факс: (8152) 47-33-31

E-mail: pinro@vniro.ru

Хабаровский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, дом 13а

Тел.: +7 (4212) 31-54-47

E-mail: khvniro@vniro.ru

Образовательные организации

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

236022, г. Калининград, Советский проспект, д. 1

Тел.: +7 (4012) 99-59-01; факс: +7 (4012) 99-53-46

E-mail: rector@klgtu.ru

ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

125167, г. Москва, пр-кт Ленинградский, д. 49/2

Тел.: +7(499)943-95-80

E-mail: rector@fa.ru

Другие организации

КГУП «Камчатский водоканал»

683009, г. Петропавловск-Камчатский, пр. Циолковского, д. 3/1

Тел.: +7 (4152) 21-86-10; факс: 4152)21-86-29

E-mail: Priemnaya@pkvoda.ru