

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

**ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ,
ОХРАНА, ПРОМЫСЛОВОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Материалы XII Национальной (всероссийской) научно-практической конференции
(28–29 апреля 2021 г.)*

Часть II

Издательство



КамчатГТУ

Петропавловск-Камчатский
2021

УДК 504
ББК 20.1
П77

Ответственный за выпуск

Т.А. Клочкова,
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

*Н.А. Седова, д.б.н.; А.А. Бонк, к.б.н.; М.В. Ефимова, к.б.н.; Н.А. Ступникова, к.б.н.;
А.В. Климова, к.б.н.; Л.В. Миловская, к.б.н.; С.Н. Царенко, к.т.н.;
О.В. Ольхина; А.А. Седельникова; Р.Г. Болотова*

П77 Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : материалы XII Национальной (всероссийской) научно-практической конференции (28–29 апреля 2021 г.) : в 2 ч. / отв. за вып. Т.А. Клочкова. – Ч. II. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2021. – 147 с.

ISBN 978-5-328-00414-5

ISBN 978-5-328-00416-9 (ч. II)

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.

УДК 504
ББК 20.1

ISBN 978-5-328-00416-9 (ч. II)
ISBN 978-5-328-00414-5

© КамчатГТУ, 2021
© Авторы, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 4. ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

Авдощенко В.Г., Климова А.В. Содержание меди в почве и растительном покрове территорий города Петропавловска-Камчатского в 2020 году	5
Копылова Е.В., Вербицкий С.Б., Козаченко О.Б., Пацера Н.Н. Применение биоупаковки как способ повышения экологичности пищевых производств.....	10
Новиков М.А., Жилин А.Ю. Хлорорганические пестициды в промысловых рыбах Баренцева моря в 2020 году	15
Мангазеев А.В., Клочкова Т.А. Влияние молочной творожной сыворотки на физиологическое состояние активного ила очистных сооружений.....	20
Михеев П.А., Эрслер А.Л., Самохина К.А., Павлов А.Д. Фильтрующие рыбозащитные устройства для водозаборов малой производительности	24
Позолотина Л.А., Климова А.В. Изменение содержания Zn, Pb и Cd у бурой водоросли <i>Fucus distichus</i> subsp. <i>Evanescens</i> в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка) в 2016–2020 годах.....	29
Примак Т.И. Экология Камчатки: вызовы современности в контексте устойчивого развития.....	33
Сергеева М.М. Влияние нефтяного загрязнения на ростовые процессы бурой водоросли-эндофита <i>Laminariocolax</i> sp.	38
Соколова С.А., Бакштанин А.М., Матвеева Т.И. Влияние работы Богучанской гидроэлектростанции на рыбохозяйственную обстановку	41
Ткаченко А.В., Зубченко А.В., Потуткин А.Г., Алексеев М.Ю. Альтернативные способы компенсации вреда водным биоресурсам	46

Секция 5. НОВЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Бадмаева Е.Б., Чмыхалова В.Б. Использование отходов переработки икры в технологии эмульсионных продуктов	50
Благодрава М.В., Головачева О.В. Обоснование рецептур сахаристых кондитерских изделий с лактулозой.....	55
Благодрава М.В., Иваненко И.Г. Разработка рецептур рыбныхпельменей с добавлением бурых водорослей.....	59
Благодрава М.В., Самохин А.В. Комплексное использование отходов переработки кальмара.....	63
Ефимов А.А., Мустафаева В.М., Ефимова М.В., Чмыхалов Б.А., Ващина Д.Д. Характеристика минтая как сырьевого объекта рыбной отрасли	67
Крехнова А.П., Филатова А.В., Шиковец А.А. Влияние бурой водоросли <i>Fucus distichus</i> на сохранение свежести хлебобулочных сдобных изделий.....	72
Кузнецова Е.М. Разработка технологии паштета на основе минтая с корнем одуванчика	77
Мустафаева В.М., Ефимов А.А., Ефимова М.В., Мангазеев А.В., Табакаева О.В. Обоснование рецептуры колбасных изделий на основе рыбного фарша с добавлением сухой творожной сыворотки как полифункциональной добавки.....	81
Селин Д.М. Обоснование применения озона в технологии лососевой зернистой икры.....	86

Ефимов А.А., Усова Е.А. Применение слабоминерализованных растворов углекислоты в технологии лососевой зернистой икры	91
Чмыхалов Б.А., Ефимова М.В., Чмыхалова В.Б. Обоснование использования условно пищевых высокоминерализованных отходов переработки рыбы в технологии снековой продукции	96

**Секция 6. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
РАЗВИТИЯ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

Бозинян О.В., Труднев С.Ю. Анализ и исследование устройств, снижающих пропускную способность света	101
Горюнова Л.А., Цветкова Л.А. Разработка финансовой модели инвестиционного проекта рыбоперерабатывающего предприятия в Project Expert 7	103
Каев Д.А. О проблемах заводского разведения кеты на Итурупе (Курильские острова)	108
Князян М.М., Логашова Е.В. Применение новых источников света на промысле тихоокеанской сайры	113
Кузнецов М.Ю., Поляничко В.И., Шевцов В.И., Убарчук И.А. Разработка способов интенсификации промысла рыб и кальмаров с использованием гидроакустических средств	116
Меньшенин И.С., Труднев С.Ю. Генератор ударной мощности	121
Недоступ А.А., Ражев А.О., Насенков П.В., Сысенко В.В., Аскарлов Д.В. Разработка методики проведения экспериментальных исследований по определению гидродинамических характеристик траловых конструкций в гидроканале ОАО «МаринПО» – ООО «Фишеринг Сервис»	124
Недоступ А.А., Ражев А.О. Мультифизическое подобие тралового комплекса	129
Недоступ А.А., Ражев А.О. Постановка задачи возможности использования технологий искусственного интеллекта для задач предсказательного моделирования тралового лова	134
Русяев С.М. Региональные предпосылки развития товарного рыбоводства индустриального типа на Северо-Востоке России	139
Список организаций – участников конференции и их адреса	145

Секция 4. ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

УДК 504.054:631.4(571.66-25)

В.Г. Авдощенко, А.В. Климова

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

СОДЕРЖАНИЕ МЕДИ В ПОЧВЕ И РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО В 2020 ГОДУ

В работе представлены результаты определения содержания меди в почвенно-растительном покрове территорий г. Петропавловка-Камчатского в летний период 2020 г. Концентрация этого металла в почвах исследованных территорий варьировалась от 12,6 до 88,5 мг/кг. Содержание меди во всех проанализированных почвенных образцах города превышало характерный для юго-восточной провинции Камчатки геохимический фон. Ряд уменьшения концентрации меди в почвах исследованных районов г. Петропавловска-Камчатского можно представить в следующей последовательности: «Краевая библиотека» > «Стадион “Спартак”» > «Госпиталь» > «Автостанция 10-й км» > «Ботанический переулок» > «Фоновый участок». Диапазон содержания меди в исследованных растениях: 3,1–27,8 мг/кг. Наиболее высокая степень аккумуляции меди была выявлена у полыни (*Artemisia vulgaris kamtschatica*). Максимальное содержание этого металла в растительных образцах *A. vulgaris* выявлено в районе «Краевая библиотека».

Ключевые слова: тяжелые металлы, медь, металлическое загрязнение, биоаккумуляция, фитоиндикация, урбанизированные территории, Петропавловск-Камчатский.

V.G. Avdoshchenko, A.V. Klimova

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

COPPER CONTENT IN SOIL AND VEGETATION COVER OF PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKY TERRITORIES IN 2020

The results of determining the copper content in the soil and vegetation cover of Petropavlovsk-Kamchatsky territories during summer period 2020 were presented in the article. The concentration of this metal in the soils of the studied areas varied from 12.6 to 88.5 mg / kg. The content in all studied soil samples exceeded the geochemical background of copper which is typical for the south-eastern province. A number of decreases in the copper concentration in the soils of the studied areas of Petropavlovsk-Kamchatsky can be presented in the following sequence: “Regional Library” > “Stadium “Spartak” > “Hospital” > “Bus station 10 km” > “Botanical Lane” > “Background section”. The range of copper content in the studied plants: 3.1 – 27.8 mg / kg. The highest degree of copper accumulation was found in wormwood (*Artemisia vulgaris*).

Key words: heavy metals, copper, metal pollution, bioaccumulation, phytointication, urbanized areas, Petropavlovsk-Kamchatsky.

Урбанизированные территории отличаются высоким уровнем загрязнения окружающей среды, которое является многоэлементным и часто токсичным. Почва как компонент городской экосистемы представляет собой среду, аккумулирующую поллютанты разного вида и степени опасности, часть из них сохраняется долгое время, а часть мигрирует в другие элементы урбосистем, включая биоту и водную среду [1]. Загрязнение тяжелыми металлами окружающей среды происходит только в случае их избыточного поступления, что постоянно наблюдается в город-

ской среде. Так, медь является постоянным компонентом живых систем, относится к важнейшим незаменимым биоэлементам, природный избыток которого в растениях практически невозможен. Однако в зонах антропогенного влияния может происходить накопление растениями меди в избыточных концентрациях [2].

Все почвенные провинции Камчатки, включая Юго-Восточный район, характеризуются устойчивой медной специализацией [3]. Поступление этого металла может быть обусловлено как антропогенными, так и природными факторами. Для г. Петропавловска-Камчатского этими факторами могут выступать вулканическая деятельность, выбросы автотранспорта и предприятий теплоэнергетики, а также несанкционированное размещение отходов различного состава на территории города.

Целью настоящей работы являлась оценка экологического состояния разных районов г. Петропавловска-Камчатского по содержанию меди в почвенном и растительном покрове.

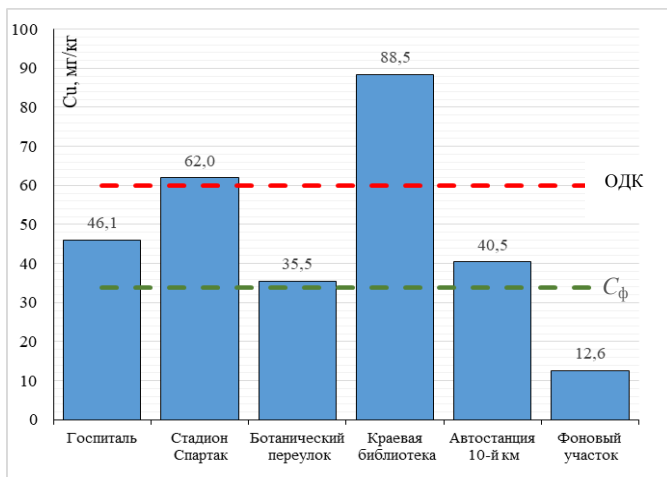


Рис. 1. Содержание меди в почве исследованных районов в летний период 2020 г. Красной пунктирной линией отмечена ОДК меди для почв (60 мг/кг).

Зеленой пунктирной линией отмечен геохимический фон (C_{ϕ}) меди в почвах Южной провинции Камчатки (33,83 мг/кг)

Листья растений и почвенные образцы для настоящего исследования были собраны в летний период 2020 г. в следующих районах г. Петропавловска-Камчатского: «Автостанция 10-й км», «Краевая библиотека», «Ботанический переулок», «Стадион «Спартак»», «Госпиталь» (рис. 1). Данные участки располагаются в зоне воздействия автотранспорта, котельных и других локальных источников загрязнения. Дополнительно пробы отбирали на участке, где исключено прямое техногенное воздействие – район озера Синичкино (фоновый участок). Схема расположения районов исследования и детальное описание используемых методов приведено в работе [4].

Почва и растительный материал отбирали согласно методическим указаниям по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства [5]. Для индикации содержания тяжелых металлов в растительном покрове использовали растения травянисто-кустарникового (вейник *Calamagrostis langsdorffii*, полынь *Artemisia vulgaris kamtschatica*) и древесного (ива *Salix* sp., береза *Betula ermanii*) ярусов. Сбор листьев проводили методом средней пробы. Все отобранные пробы приводили к воздушно-сухому состоянию и просеивали через сито с диаметром отверстий 2 мм. Кислотное озоление растительного и почвенного материала проводили в системе разложения проб Milestone Ethos UP. Содержание меди в растительных и почвенных пробах определяли с помощью атомно-эмиссионного спектрометра с микроволновой плазмой Agilent MP-AES 4200.

Для оценки уровня металлического загрязнения почв был рассчитан коэффициент концентрации (K_c), представляющий собой отношение концентрации металла в почве исследованного района к его фоновому значению [6]. Также оценка была проведена с учетом превышения его содержания относительно геохимического фона (C_{ϕ}) меди Юго-Восточного района Южной почвенной провинции Камчатки. Для определения степени интенсивности поглощения меди растительным покровом города был определен коэффициент биологического поглощения (КБП) путем вычисления отношения содержания элемента в золе их листьев к его валовому содержанию в почве. По интенсивности поглощения меди растениями были выделены группы биологического накопления (КБП > 1) и биологического захвата (КБП < 1) [7].

Почва. В 2020 г. диапазон содержания меди в исследованных районах варьировал от 12,6 мг/кг в почве фонового участка до 88,47 мг/кг в почве района «Краевая библиотека» (рис. 1). Согласно Гигиеническим нормативам относительно допустимая концентрация (ОДК) меди для почв равна 66,0 мг/кг [8]. Превышение было выявлено в районах «Краевая библиотека» и «Стадион «Спартак»». В почвах города наблюдалось превышение геохимического фона (33,83 мг/кг) [9] и показателей фонового участка (12,6 мг/кг). Так, в почве территории «Краевая библиотека» значение меди было в семь раз больше таковых фонового участка, а также в 2,6 раза выше геохимического

фона. Ряд уменьшения концентрации металла в почвах исследованных районов города можно представить в следующей последовательности: «Краевая библиотека» > «Стадион “Спартак”» > «Госпиталь» > «Автостанция 10-й км» > «Ботанический переулок» (рис. 1). В табл. 1 представлены значения превышения геохимического фона меди в почвах исследованных территорий, данный показатель может свидетельствовать о наличии антропогенных источников его поступления в окружающую среду территорий города. Это также подтверждают рассчитанные значения коэффициента концентрации (K_c). Исходя из полученных данных, и в соответствии с Методическими указаниями МУ 2.1.7.730-99 [7] в основном исследованные почвы можно отнести к категории со слабым загрязнением медью, исключением являются участки «Стадион “Спартак”» и «Краевая библиотека», характеризующиеся сильной степенью загрязнения (табл. 1). Убывающий ряд по степени аккумуляции меди в почве имеет следующий вид: «Краевая библиотека» ($K_c = 7,1$) > «Стадион “Спартак”» (4,9) > «Госпиталь» (3,7) > «Автостанция 10-й км» (3,2) > «Ботанический переулок» (2,8).

Таблица 1

Оценка степени загрязнения медью почв г. Петропавловска-Камчатского

Район	Превышение геохимического фона	Коэффициент концентрации (K_c) цинка	Категория загрязнения почв
Фоновый участок	0,4	–	–
Госпиталь	1,4	3,7	Слабая
Стадион «Спартак»	1,8	4,9	Сильная
Ботанический переулок	1,04	2,8	Слабая
Краевая библиотека	2,6	7	Сильная
Автостанция 10-й км	1,2	3,2	Слабая

Растительность. В районах исследования диапазон содержания меди в листьях растений в 2020 г. изменялся от 3,1 до 27,8 мг/кг (рис. 2). Наименьшая концентрация выявлена в *Calamagrostis langsdorffii* участка «Краевая библиотека» (3,1 мг/кг), также в других районах в вейнике было определено меньшее содержание меди в сравнении с другими растениями. Наибольшее содержание определено в *A. vulgaris kamtschatica* района «Краевая библиотека» (27,8 мг/кг). Следует отметить, что в образцах полыни городской среды выявлен наиболее высокий уровень биоаккумуляции меди. В сравнении с остальными исследованными образцами, диапазон ее содержания в листьях варьировал от 16,6 мг/кг в районе «Стадион “Спартак”» до 27,8 мг/кг в районе «Краевая библиотека». В почвах участка «Краевая библиотека» была выявлена также наиболее высокая концентрация проанализированного элемента. Ряд уменьшения содержания меди в листьях полыни исследованных районов можно представить следующим образом: «Краевая библиотека» > «Фоновый участок» > «Автостанция 10-й км» > «Госпиталь» > «Ботанический переулок» > «Стадион “Спартак”» (рис. 2, табл. 2).

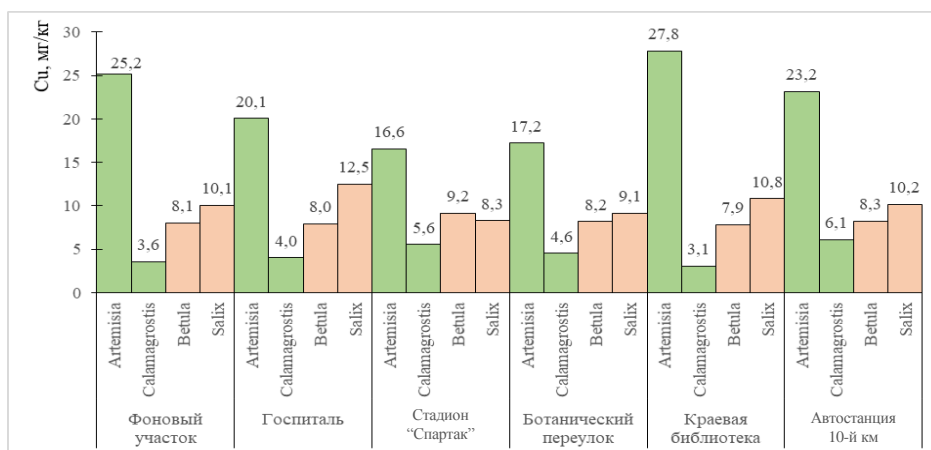


Рис. 2. Содержание меди в листьях растений исследованных районов г. Петропавловска-Камчатского в летний период 2020 г. Травянисто-кустарниковый ярус выделен зеленой заливкой ячейки, древесный – оранжевой заливкой

Необходимо отметить, что для Камчатского края характерна высокая концентрация меди в почве, это отмечалось в работах других авторов [9, 10], что, вероятно, влияет на концентрацию этого элемента в растениях фоновой зоны, в других же урбанизированных районах исследования возможна ситуация с созданием барьеров другими загрязнителями-антагонистами, что затрудняет его поступление в растительный покров. В целом медь в почве содержалась в больших концентрациях, чем в растениях тех же участков (табл. 2).

Таблица 2

Уровни содержания цинка в почвах и листьях растений исследованных районов г. Петропавловска-Камчатского

Компонент исследованного района	Уровни содержания цинка, мг/кг	Ряд уменьшения содержания цинка в исследуемых районах
Почва	35,5–85,5	Краевая библиотека > Стадион «Спартак» > Госпиталь > Автостанция 10-й км > > Ботанический переулок
<i>Artemisia vulgaris kamtschatica</i>	16,6–27,8	Краевая библиотека > Автостанция 10-й км > Госпиталь > Ботанический переулок > Стадион «Спартак»
<i>Salix</i> sp.	8,3–12,5	Госпиталь > Краевая библиотека > Автостанция 10-й км > Ботанический переулок > Стадион «Спартак»
<i>Betula ermanii</i>	7,9–9,2	Стадион «Спартак» > Автостанция 10-й км > Ботанический переулок > Госпиталь > Краевая библиотека
<i>Calamagrostis langsdorffii</i>	3,1–6,1	Автостанция 10-й км > Стадион «Спартак» > Ботанический переулок > Госпиталь > Краевая библиотека

Для оценки степени поглощения меди растениями, произраставшими на фоновом участке, был рассчитан коэффициент биологического поглощения (табл. 3). Полученные данные позволили разделить исследованные виды на две группы: с сильным и слабым накоплением. Так, к первой группе отнесена только полынь. Стоит отметить, что к аналогичной группе этот вид отнесен и в отношении цинка [11]. Остальные исследованные растения имеют слабую интенсивность поглощения меди, их КБП составил от 0,29 до 0,8 (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициент биологического поглощения меди растениями фонового участка

Растение	КБП	Интенсивность поглощения
<i>Salix</i> sp.	0,8	Слабое накопление
<i>Betula ermanii</i>	0,64	Слабое накопление
<i>Artemisia vulgaris</i>	2	Сильное накопление
<i>Calamagrostis langsdorffii</i>	0,29	Слабое накопление

Подводя итог проведенной работы, необходимо отметить, что почвенные образцы исследованных районов города г. Петропавловска-Камчатского в 2020 г. содержали медь в концентрациях, превышающих показатели геохимического фона для южной провинции Камчатского края. Однако превышение ПДК было выявлено только в почвах двух территорий – «Краевая библиотека» и «Стадион «Спартак»». Биоиндикатором медного загрязнения различных участков города является полынь (*A. vulgaris kamtschatica*), имеющая высокий коэффициент биологического поглощения. Наибольшее содержание меди было выявлено в образце полыни в районе «Краевая библиотека», что совпадает с аналогичным показателем для почвы. Данный район исследования находится в зоне влияния котельных, автотранспорта, а также строительных работ на улице Топоркова.

Литература

1. Попова Л.Ф. Экологическое нормирование содержания тяжелых металлов в почвах Архангельской промышленной агломерации // Arctic Environmental Research. – 2012. – № 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskoe-normirovanie-soderzhaniya-tyazhelyh-metallov-v-pochvah-arhangel'skoy-promyshlennoy-aglomeratsii> (дата обращения: 02.04.2020).

2. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжёлые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 229 с.
3. Захарихина Л.В., Литвиненко Ю.С. Вулканизм и геохимия экосистем Камчатки // Вулканизм и связанные с ним процессы: Материалы XXI регион. науч. конф., посвященной Дню вулканолога. – Петропавловск-Камчатский, 2018. – С. 52–55.
4. Авдощенко В.Г., Климова А.В. Содержание тяжелых металлов в почвах Петропавловска-Камчатского (Камчатский край) в 2017–2018 гг. // Вестник КамчатГТУ. – 2020. – № 52. – С. 50–63.
5. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1992. – 57 с.
6. МУ 2.1.7.730-99 Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: Методические указания. – М.: НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды, 1999. – 20 с.
7. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М.: Географгиз, 1961. – 392 с.
8. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: гигиенические нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 15 с.
9. Захарихина Л.В., Литвиненко Ю.С. Вулканизм и геохимия почвенно-растительного покрова Камчатки. Элементный состав растительности вулканических экосистем // Вулканология и сейсмология. – 2019. – № 4. – С. 40–51.
10. Захарихина Л.В., Литвиненко Ю.С. Вулканизм и геохимия почвенно-растительного покрова Камчатки. Специфика формирования элементного состава вулканических почв в холодных гумидных условиях // Вулканология и сейсмология. – 2019. – № 3. – С. 25–33.
11. Авдощенко В.Г., Климова А.В. Содержание цинка в почве и растительном покрове территорий г. Петропавловска-Камчатского // Развитие теории и практики управления социальными и экономическими системам: Материалы X Междунар. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский, 2020. – С. 91–95.

УДК 621.798:664

Е.В. Копылова, С.Б. Вербицкий, О.Б. Козаченко, Н.Н. Пацера

*Институт продовольственных ресурсов НААН,
Киев, Украина, 02002
e-mail: tk140@hotmail.com*

ПРИМЕНЕНИЕ БИОУПАКОВКИ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Описаны характер и формы влияния упаковок пищевых продуктов на окружающую среду. Раскрыто понятие биологической упаковки, охарактеризованы особенности разных ее видов, описана иерархия био-разлагаемых пластмасс и химико-технологические особенности их применения в пищевой промышленности. Дана характеристика производных крахмала, полилактидов и поликапролактона как наиболее часто используемых биоразлагаемых упаковочных материалов. Указаны проблемные моменты использования биоразлагаемых упаковок пищевой продукции, оценена целесообразность и возможность их практического применения.

Ключевые слова: пищевые продукты, экологическая упаковка, биологическая упаковка, биоразлагаемые пластмассы, крахмал, полилактиды, поликапролактон.

E.V. Kopylova, S.B. Verbytsky, O.B. Kozachenko, N.N. Patsera

*Institute of Food Resources of NAAS,
Kyiv, Ukraine, 02002
e-mail: tk140@hotmail.com*

BIOPACKAGING APPLICATION AS A WAY TO INCREASE ECOLOGICAL COMPATIBILITY OF FOOD PRODUCTION

The nature and forms of the food packaging impact on the environment are described. The concept of biological packaging is revealed, the features of its different types are characterized and the hierarchy of biodegradable plastics and the chemical and technological features of their use in the food industry are described. The characteristics of starch derivatives, polylactides and polycaprolactone as the most frequently used biodegradable packaging materials are given. The problematic aspects of biodegradable food packaging use are indicated, the feasibility and possibility of their practical application are assessed.

Key words: food products, ecological packaging, biological packaging, biodegradable plastics, starch, polylactides, polycaprolactone.

Утилитарный подход человечества к окружающей среде, основанный на логике рынка и экономического интереса, стал причиной беспрецедентного экологического кризиса. Планетарное измерение экологической опасности проявляется в деградации полей, лесов, рек, озер, морей и загрязнении обширных городских территорий. В этой связи становится все более важным формирование этического и философского смысла жизни, позволяющего рационально сочетать экономические потребности человека и жизненно важные вопросы защиты окружающей среды [1]. Указанное в полной мере относится к пищевой промышленности в целом, и к упаковке ее продукции в частности. С одной стороны, в разных странах от 2 до 50% пищевых продуктов и напитков приходит в негодность из-за ненадлежащей упаковки, что является причиной увеличения антропогенной нагрузки на окружающую среду. С другой стороны, глобальной экологической проблемой является сама упаковка пищевых продуктов – как отходы ее производства, так и использованные упаковочные материалы. Уменьшение количества упаковочных материалов, используемых при изготовлении упаковки, применение упаковки многоразового использования и упаковочных материалов, изготовленных из вторичного сырья или отходов

самой упаковки позволяют ограничить ее негативное влияние на окружающую среду [2]. Указанного эффекта можно достичь еще одним известным способом – применяя биоразлагаемые упаковочные материалы. Сегодня для пищевой промышленности характерно значительное увеличение доли продукции, производимой в потребительской таре, причем розничный рынок требует дальнейшего увеличения предложения маловесных и малогабаритных упаковок. Очевидно такая тенденция обуславливает лавинообразную нагрузку на окружающую среду, поскольку большая часть упаковочных материалов (полимерные пленки, полимерная тара для жидких продуктов, стеклянная тара и т. д.) фактически не подвержена биоразложению в естественных условиях [3].

Сегодня в качестве биоразлагаемого материала для упаковывания пищевых продуктов достаточно широко используются биопластмассы. Этот термин не является однозначным, поскольку может определять и биоразлагаемый материал, подвергаемый компостированию, и биопластмассу, произведенную на основе возобновляемых природных ресурсов [4]. На рис. 1 приведены применяемые в мировой практике обозначения упаковок, утилизацию которых осуществляют путем: а) компостирования, б) биодegradации. Проблема заключается в том, что термин «биоразлагаемые» является общеупотребительным, однако он однозначно не определен в нормативных документах. Доказательством биоразложения являются выбросы CO_2 вследствие биологических процессов преобразования. При биоразложении происходит эмиссия углекислого газа, что позволяет отличить указанный процесс от процесса разложения, инициированного специальными добавками и приводящего лишь к фрагментации обычного полимера [4]. Не следует забывать о том, что биопластмассы, произведенные на основе возобновляемых природных ресурсов, могут содержать до 100% натуральных компонентов, однако не быть пригодными к биологическому разложению [3].



Рис. 1. Международные пиктограммы для обозначения биопластиков, подвергающихся:
а – компостированию; б – биоразложению

В научной и производственной практике различают три группы биоразлагаемых материалов [6, 7]:

- растительные полимеры, используемые самостоятельно или в смеси с биоразлагаемыми синтетическими полимерами;
- микробные полимеры, получаемые путем ферментации сельскохозяйственного сырья, используемого в качестве субстрата. Среди этих полимеров отличают полигидроксиалканоаты, или ПГА, самым известным представителем которых является ПГБВ (полигидроксибутиратсо-валериат);
- мономеры или олигомеры, полимеризуемые путем обычных химических процессов и получаемые путем ферментации сельскохозяйственного сырья, используемого в качестве субстрата; среди материалов категории известными являются полилактиды ПЛА.

В [7] предлагается дополнить классификацию биоразлагаемых полимеров дополнительным классом, объединяющим материалы, полученные путем синтеза из нефтехимического сырья, а именно: поликапролактон (ПКЛ), полиэфирамида (ПЕА), алифатический сополиэфир, такой как полибутиленсукцинатадипат (ПБСА), ароматический сополиэфир, такой как полибутиленадипатотерефталат (ПБАТ). Достаточно часто используют биоразлагаемые полимеры ПКЛ и ПЛА, однако наиболее распространенными остаются производные крахмала [3, 6, 7]. На рис. 2 представлена иерархия биоразлагаемых полимеров, а также используемое для их изготовления сырье.

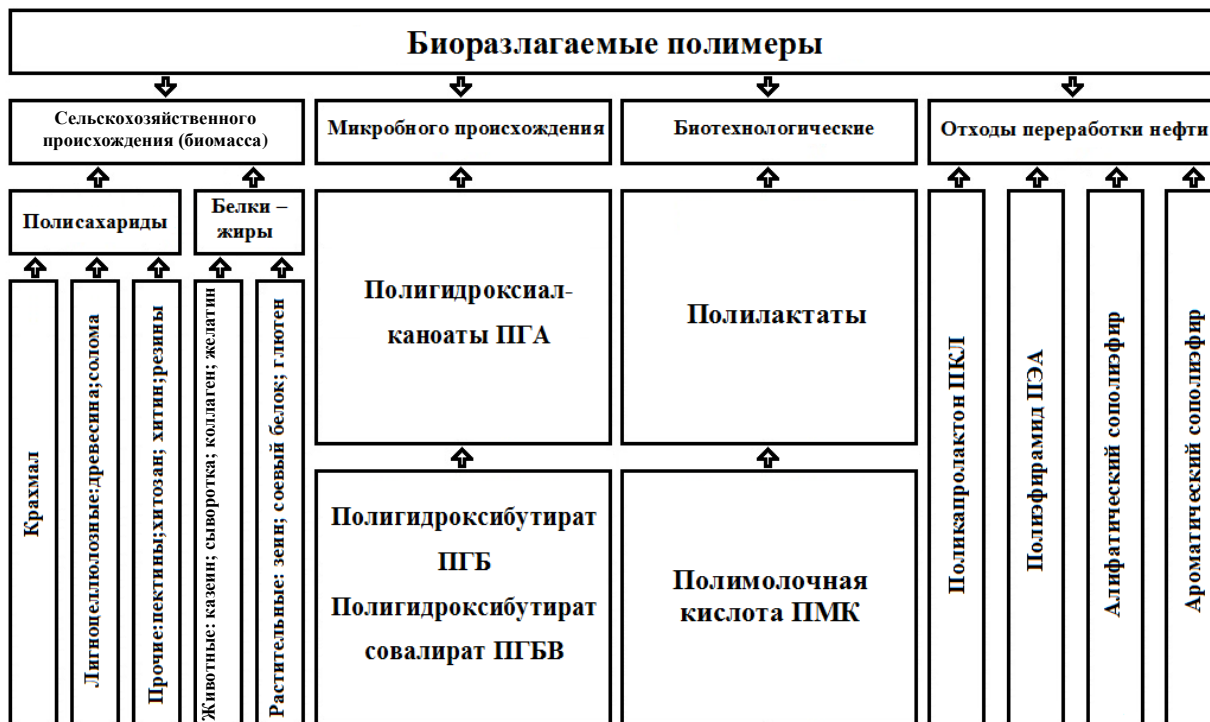


Рис. 2. Иерархия биоразлагаемых полимеров [3, 6, 7]

Используемые для упаковывания пищевых продуктов биоразлагаемые материалы изготавливают из белков – как растительных (сои, кукурузы, пшеницы, гороха и т. д.), так и животных (казеин, коллаген, сыворотка, кератин, желатин и т. д.) [8, 9].

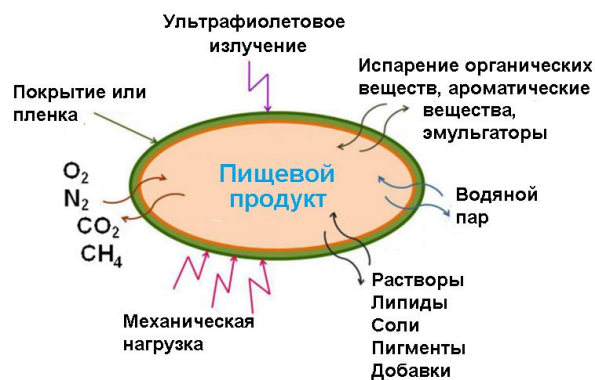


Рис. 3 Факторы, по отношению к которым биоразлагаемые пленки, используемые для упаковки пищевых продуктов, должны обладать барьерными свойствами [3, 10, 11]

Как и все материалы для упаковывания пищевых продуктов, биоразлагаемые пленки выступают в качестве барьеров относительно потери воды и обмена газов при контроле переноса влаги, кислорода, липидов и компонентов аромата (рис. 3) с эффектом, аналогичным эффекту, способствующему сохранению свойств в контролируемых условиях или в модифицированной атмосфере [10, 11].

Биополимерные свойства структур на основе крахмала зависят от количества воды и относительной влажности окружающей среды. Механические свойства этих биополимеров и их способность к биоразложению зависят от количества амилозы в структуре крахмала, поэтому для улучшения способности биополимера к биоразложению в аэробных или анаэробных условиях содержание амилозы следует увеличивать. Так, например, для производства упаковки в пищевой промышленности полистирол ПС может быть заменен на термопластичный крахмал ТПК, который характеризуется приемлемыми механическими свойствами, в частности стойкостью к изгибу и растяжению. Для обработки крахмала используют пластификаторы сорбитол или глицерин, после чего смесь подвергают механической и термической обработке [8,12,13].

Используемые для изготовления упаковочных материалов биополиэфиры подразделяют на три группы в зависимости от процессов их синтеза: полилактид ПЛА, полученный путем конечного синтеза биологически полученных мономеров (биотехнологии), полигидроксиалканоаты; ПГА, полученные методом экстракции (микроорганизмы); ПКЛ, алифатические полиэфиры и ароматические полиэфиры, полученные традиционным синтезом синтетических мономеров (нефтепродуктов) [8, 12, 13].

Для упаковывания пищевых продуктов активно используют полимеры ПЛА с отличными оптическими и механическими свойствами. Этот полимер производят путем брожения углеводов с молочнокислыми бактериями. Полимолочная кислота является термически нестабильной, поскольку во время термической обработки молекулярная масса быстро снижается. Прочность ПЛА на разрыв и на изгиб выше, чем у полистирола ПС, полипропилена ПП и полиэтилена высокой плотности ПЭВП при удовлетворительных барьерных свойствах и полной биоразлагаемости. Полигидроксиалкоаноаты ПГА, биоразлагаемые полимеры, которые образуются путем ферментации, содержат жирные кислоты с четырьмя или пятью боковыми гидроксильными группами. В зависимости от типа мономера 3-гидроксида жирных кислот, сложные полиэфиры ПГА могут быть: а) гомополимерами, содержащими один тип мономера; б) сополимерами, содержащими два типа мономеров; в) гетерополимерами, содержащими более одного вида мономеров различной длины. Свойства ПГА зависят от их химического состава, эти сложные полиэфиры демонстрируют хорошие барьерные свойства и механическую прочность, что способствует производству качественных биоразлагаемых упаковочных материалов. Поликапролактон ПКЛ устойчив к воде, растворителям и маслам. В пищевой промышленности для производства биоразлагаемых упаковок сложный полиэфир используют в комбинации с крахмалом, что обеспечивает надлежащие механические и термические свойства [6, 8].

Что касается алифатических и ароматических сополиэстеров, ароматические сополимеры демонстрируют лучшие физические и механические свойства по сравнению с алифатическими. Однако выразительные антибактериальные и противогрибковые свойства ароматических сополиэфиров уменьшают их способность к биологическому разложению в естественных условиях. Если биополимеры предназначены для упаковок пищевых продуктов, смесь следует формировать из алифатических и ароматических сополимеров для обеспечения надлежащей способности к биоразложению и компостированию [6, 8].

Для объективности следует отметить наличие у упаковок из биоразлагаемых пластиков существенных недостатков по сравнению с упаковками из пластиков традиционных. К этим недостаткам относятся: недостаточная надежность по сравнению с полимерами нефтехимического происхождения; чрезмерная ломкость и хрупкость; повышенная чувствительность к влажности среды; для некоторых материалов – слабая устойчивость к низким температурам; для некоторых материалов – ненадлежащие барьерные свойства.

В [14] приведено мнение британского исследователя К. Уильямсона, который считает, что биопластики следует запретить, поскольку совокупная экологическая нагрузка от их производства превышает нагрузку от полимеров из ископаемых углеводородов. Наличие биопластика в общей массе традиционных пластиков препятствует нормальной рециркуляции последних, поэтому насущной становится необходимость обустройства отдельной системы сбора и рециркуляции биопластиков. Еще одной причиной отказа от биопластиков, по мнению К. Уильямсона, является их преимущественное производство из ценного пищевого сырья, что является недопустимым в условиях глобального дефицита продовольствия.

Несмотря на наличие исследований экологических упаковочных материалов, до сих пор не удалось разработать способы упаковки с применением экологичных материалов, которые нашли бы широкое применение на отечественных пищевых предприятиях – в основном из-за ненадлежащей устойчивости и высокой стоимости внедрения соответствующих технологий [3].

По мнению П.В. Замотаева [15], панацеи от загрязнения окружающей среды отходами гибкой полимерной упаковки, в частности ПЭ пакетами, пока не существует. Однако достичь положительного эффекта позволяют сортировка отходов ПЭ и их вторичная переработка, повышение минимальной толщины пакетов и их повторное использование, а также внедрение биоразлагаемых материалов в тех нишах, где они могут реализовать свои преимущества и оправдать более высокую стоимость.

Таким образом, использование биоразлагаемых упаковок, изготовленных из биопластмасс, подвергающихся компостированию, а также из биопластмасс, произведенных на основе возобновляемых природных ресурсов, может эффективно способствовать решению насущной экологической проблемы, связанной с пищевой промышленностью, а именно роста нагрузки на окружающую среду, выраженного в существенном увеличении объемов использованных упаковок пищевой продукции.

Литература

1. *Kraïner A., Guerra M.* Ética y filosofía ambiental // *LetrasVerdes*. – 2019. – № 26. – P. 9–10.
2. *Халайджі В.В., Кривошеї В.М.* Упаковка для харчових продуктів та напоїв. – Київ: ІАЦ «Упаковка», 2018. – 216 с.
3. Scientific bases of standardization of requirements for ecological packaging of food products / *K. Kopylova, S. Verbytskyi, T. Kos, O. Verbova, O. Kozachenko, N. Patsera* // *Food Resources*. – 2020. – № 15. – P. 114–123.
4. Пластмассы, созданные природой: от мечты к реальности / *Д. Энгельс, Д. Марта, С. Лор, П. Циммерманн* // *Упаковка*. – 2012. – № 6. – С. 14, 15.
5. *Narayan R.* Misleading claims and misuse. Proliferate in the Nascent // *Bioplastics Magazine*. – 1/2010. – Vol. 5. – P. 38–41.
6. Екологічна упаковка для харчових продуктів (від теорії до практики) / *С.Б. Вербицький, К.В. Копилова, О.Б. Козаченко, О.В. Вербова, Т.С. Кос* // *Упаковка*. – 2019. – № 4. – С. 30–34.
7. *Averous L.* Etude de système polymers multiphasés: approche des relations matériaux-procédés-propriétés // *Habilitation à Diriger des Recherches*. – Université de Reims Champagne-Ardenne. – 2002. – Т. 46.
8. *Bunea M.* Studiul materialelor plastice biodegradabile pentru ambalarea produselor alimentare // *Conferința științifică internațională “Perspectivele și Problemele Integrării în Spațiul European al Cercetării și Educației”*, Universitatea de Stat “B.P. Hasdeu” din Cahul, 7 iunie 2017, Volumul I. – P. 317–321.
9. Valorization of food-grade industrial waste in the obtaining active biodegradable films for packaging / *T. de Moraes Crizel, T.M. Haas Costa, A. de Oliveira Rios, S. Hickmann Flores* // *Industrial Crops and Products*. – 2016. – № 87. – P. 218–228.
10. *Santiago Santiago M.* Elaboración y caracterización de películas biodegradables obtenidas con almidón nanoestructurado. – Universidad Veracruzana, Xalapa de Enríquez, Veracruz, México, 2015. – 119 p.
11. *Debeaufort F., Voilley A.* Effect of surfactants and drying rate on barrier properties of emulsified edible films // *International Journal of Food Science & Technology*. – 1995 – № 30 (2). – P. 183–190.
12. *Jabeen N., Majid I., Nayik G.A.* Bioplastics and food packaging: A review // *Cogent Food & Agriculture*. – 2015. – Vol. 1.
13. *Gabor (Naiaretti) D., Tita O.* Biopolymers used in food packaging: A review // *Acta Universitatis Cibiniensis, Series E: Food Technology*. – Vol. XVI, № 2. – 2012.
14. *Cunningham J.* Time to ban biodegradable plastic? // *Engineering Materials*. – 06 March 2015.
15. *Замотаєв П.В.* О бедном пакете замолвите слово // *Упаковка*. – 2018. – № 2. – С. 30–34.

УДК 504.4:502.51(268.45)

М.А. Новиков, А.Ю. Жилин

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

ХЛОРООРГАНИЧЕСКИЕ ПЕСТИЦИДЫ В ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ В 2020 ГОДУ

Определены хлорорганические пестициды в 36 пробах мышечной ткани промысловых рыб (треска, пикша, черный палтус, морская камбала и др.), отобранных тралом в центральной и восточной частях Баренцева моря. Показан низкий уровень загрязнения промысловых рыб Баренцева моря пестицидами, такими как гексахлорбензол, изомеры и метаболиты гексахлорциклогексана, хлордана и ДДТ.

Ключевые слова: Баренцево море, промысловые рыбы, мышечная ткань, пестициды.

M.A. Novikov, A.Yu. Zhilin

*Polar branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
(PINRO named after N.M. Knipovich),
Murmansk, 183038
e-mail: mnovikn@pinro.ru*

ORGANOCHLORINE PESTICIDES IN COMMERCIAL FISH OF THE BARENTS SEA IN 2020

Organochlorine pesticides were determined in 36 samples of the muscle tissue of commercial fish (cod, haddock, black halibut, sea flounder, etc.) selected by trawl in the central and eastern parts of the Barents Sea. A low level of commercial fish pesticide pollution such as hexachlorobenzene, isomers and metabolites of hexachlorocyclohexane, chlordane and DDT is shown.

Key words: the Barents Sea, commercial fish, muscle tissue, pesticides.

Химизация сельского хозяйства привела к появлению в окружающей среде качественно новых химических соединений. Наиболее известные из них – хлорорганические пестициды (ХОП). ХОП обладают рядом общих свойств, таких как чрезвычайно высокая токсичность, способность накапливаться в тканях живых организмов, длительное время сохраняться в среде обитания, переноситься на дальние расстояния и очень медленно разлагаться под воздействием природных факторов. Считают, что воздействие ХОП на биоту значительно сильнее в Арктике, чем в низких широтах, т. к. накапливаются они именно там [1–3]. Распространению ХОП в Арктике из-за их высокой потенциальной опасности уделяется большое внимание [1–6]. Все ХОП вызывают долговременные изменения в водной экосистеме. В результате аккумуляции ХОП в живых организмах рыба, хищные птицы, млекопитающие и человек, находясь в верхней части пищевой цепи, подвергаются наибольшей опасности. Для распределения ХОП в организмах, обитающих в морях и океанах, характерна высокая степень неоднородности и повышенное содержание в органах и тканях, где имеется высокое содержание жира [4].

В настоящей работе представлены результаты анализа проб мышечной ткани ряда промысловых рыб – трески *Gadus morhua morhua* ($n = 8$), пикши *Melanogrammus aeglefinus* ($n = 7$), камбалы морской *Pleuronectes platessa* ($n = 5$), черного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* ($n = 5$), полосатой зубатки *Anarhichas lupus* ($n = 7$) и мойвы *Mallotus villosus* ($n = 4$), пойманных в результате учетных тралений в центральной и юго-восточной частях Баренцева моря.

На рис. 1 представлена схема станций отбора проб в Баренцевом море в феврале – марте 2020 г. Отбор, пробоподготовка и аналитические измерения выполнены в соответствии с мето-

дическими руководствами ИКЕС и ФАО [7, 8]. В общей сложности проведен анализ ХОП в 36 образцах мышечной ткани исследованных рыб. Изученные ХОП: α -, β -, γ -гексахлорциклогексан (ГХЦГ), гексахлорбензол (ГХБ), *цис*-, *транс*-хлордан, *транс*-нонахлор, изомеры и метаболиты дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) были определены методом газовой хроматографии на спектрометре GCMS-QP2010 Plus «Shimadzu» с капиллярной кварцевой колонкой HP-5MS (l = 30м) и масс-спектрометрическим детектором. Для идентификации индивидуальных соединений применяли режим выбранных ионов (SIM).

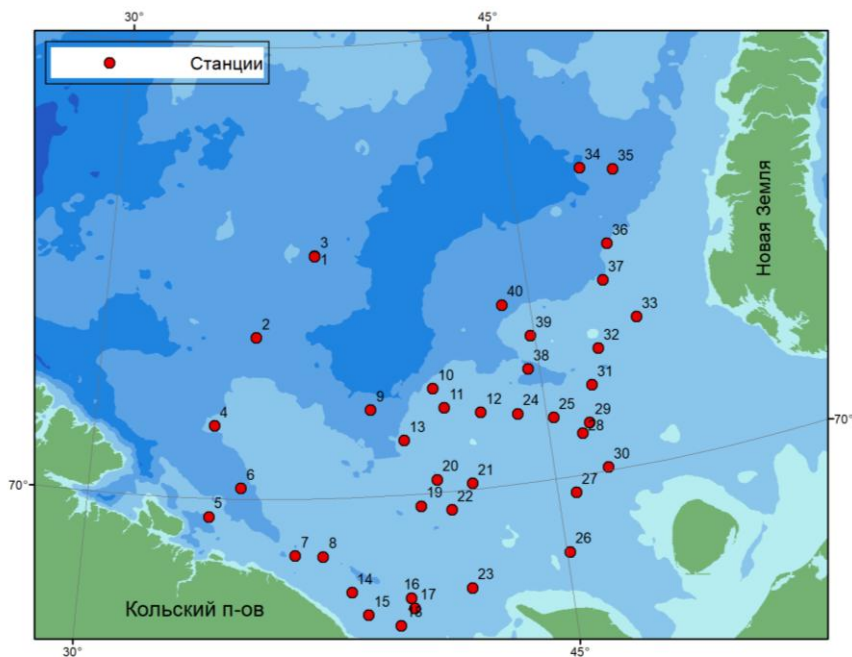


Рис. 1. Местоположение станций отбора проб промысловых рыб в Баренцевом море в 2020 г.

Приготовление калибровочных растворов осуществляли с использованием индивидуальных кристаллических веществ. Автоматическая обработка результатов анализа проводилась автоматически с применением программы «GCMSsolution 2.5». Для контроля качества аналитических измерений использовали сертифицированный стандартный образец NISTSRM 2974a (Organochlorines in freeze-dried mussel tissue).

Содержание суммы изомеров ГХЦГ (Σ ГХЦГ), ГХБ и суммы изомеров и метаболитов ДДТ (Σ ДДТ) в мышцах основных промысловых рыб Баренцева моря показано на рис. 2–4.

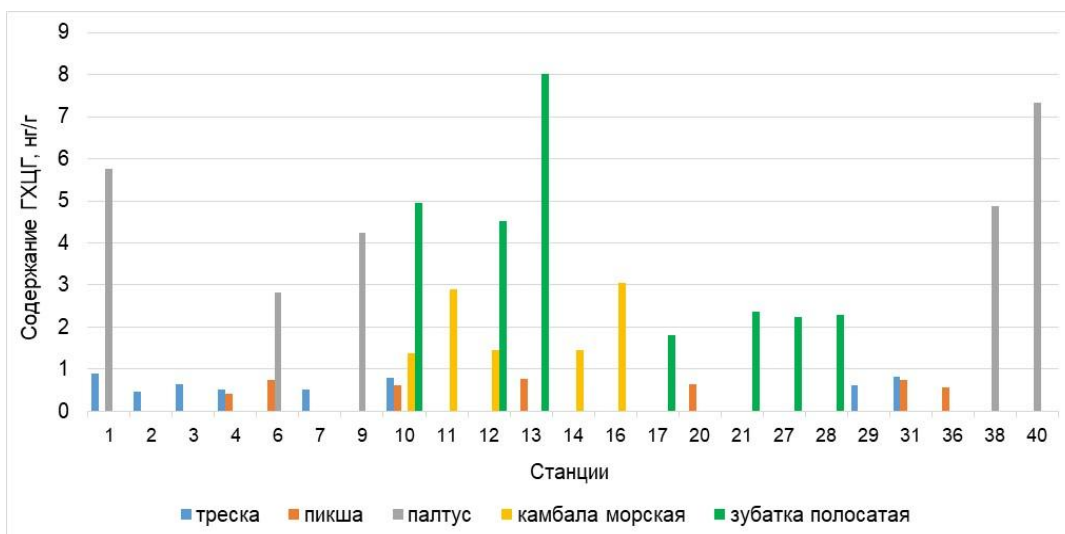


Рис. 2. Среднее содержание суммы ГХЦГ в мышцах основных промысловых рыб Баренцева моря

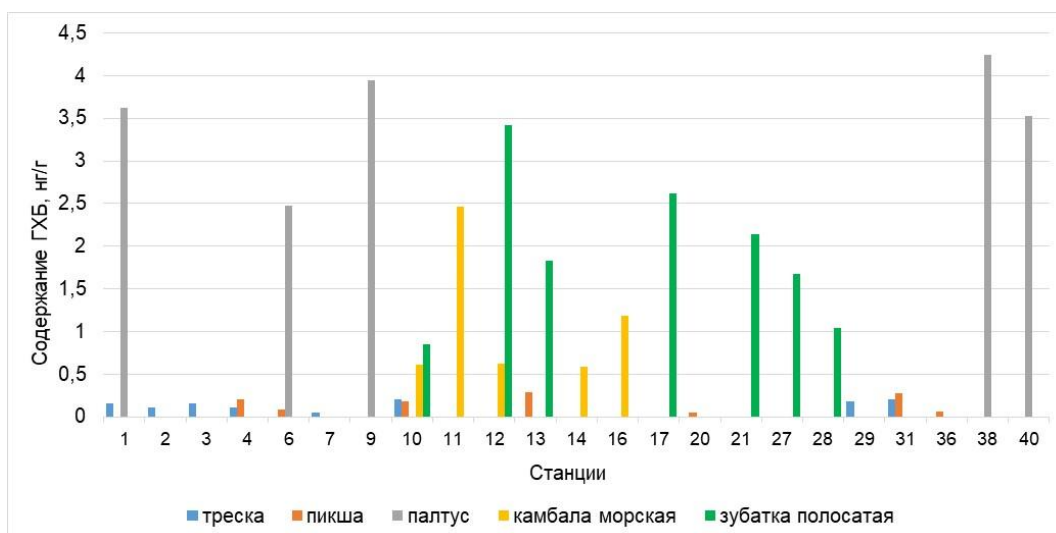


Рис. 3. Среднее содержание ГХБ в мышцах основных промысловых рыб Баренцева моря

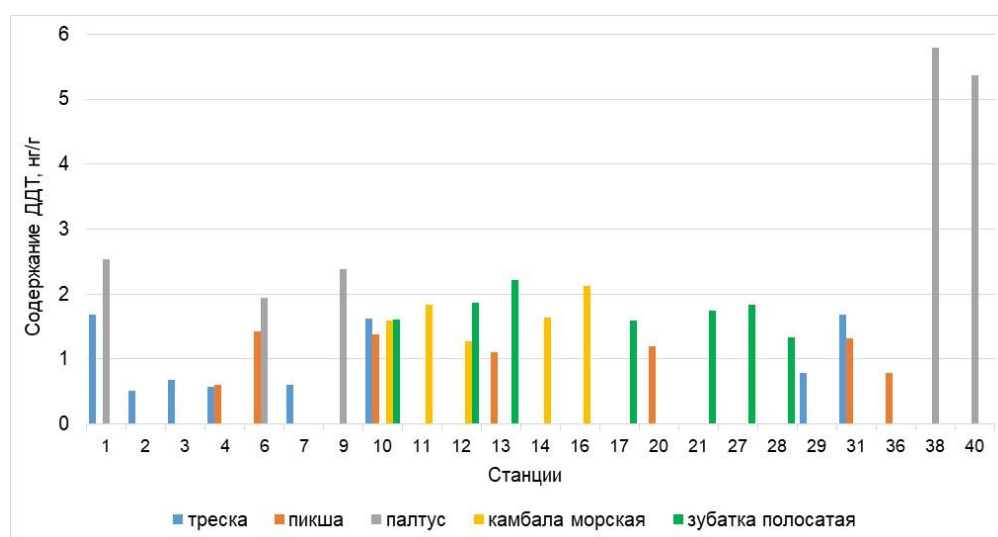


Рис. 4. Среднее содержание суммы ДДТ в мышцах основных промысловых рыб Баренцева моря

Максимальное содержание суммы ГХЦГ было обнаружено в мышцах зубатки – 8,02 нг/г и черного палтуса – 7,34 нг/г сырой массы, отловленных на станциях 13 и 40 соответственно, расположенных в районе восточного склона Центральной впадины. Среднее содержание ГХЦГ в мышцах палтуса также было наибольшим среди изученных рыб и составляло $(5,0 \pm 0,84)$ нг/г (\pm стандартная ошибка); в мышцах морской камбалы оно составляло $(2,05 \pm 0,42)$ нг/г, мойвы – $(4,67 \pm 0,57)$ нг/г, зубатки – $(3,74 \pm 0,92)$ нг/г, трески $(0,66 \pm 0,06)$ нг/г, пикши $(0,64 \pm 0,05)$ нг/г сырой массы. В соответствии с классификацией Государственного агентства по охране окружающей среды Норвегии (SFT), среднее значение содержания суммы изомеров ГХЦГ в мышцах исследованной трески и пикши соответствовало категории «умеренное загрязнение» (0,5–2,0 нг/г сырой массы) [9]. В то же время полученные нами значения намного ниже установленного в РФ норматива на содержание суммы ГХЦГ в пищевой рыбе (мышцы) 200 нг/г сырой массы [10]. Согласно результатам наших исследований, поступление пестицида ГХЦГ в морскую среду и биоту носит давний характер. Об этом свидетельствует отношение содержания более стабильного изомера α -ГХЦГ к менее стабильному изомеру γ -ГХЦГ (α -ГХЦГ/ γ -ГХЦГ $\gg 1$).

Максимальное содержание ГХБ и ДДТ выявлено в мышцах палтуса, пойманного на станции 38, где оно составляло 4,24 и 5,79 нг/г сырой массы соответственно. Среднее содержание ГХБ в мышцах палтуса также было наибольшим – $(3,56 \pm 0,34)$ нг/г; в мышцах морской камбалы оно составляло $(1,09 \pm 0,40)$ нг/г, мойвы – $(2,18 \pm 0,68)$ нг/г, зубатки – $(1,94 \pm 0,36)$ нг/г, трески $(0,15 \pm 0,02)$ нг/г, пикши $(0,12 \pm 0,13)$ нг/г сырой массы. Согласно упомянутым норвежским

нормативам, среднее значение ГХБ в мышцах трески и пикши соответствовало категории «фоновый уровень» ($< 0,2$ нг/г сырой массы) [9].

Среднее содержание ДДТ в мышцах палтуса составляло ($3,61 \pm 0,91$) нг/г; в мышцах морской камбалы оно составляло ($1,70 \pm 0,16$) нг/г, мойвы – ($2,81 \pm 0,27$) нг/г, зубатки – ($1,74 \pm 0,11$) нг/г, трески ($1,02 \pm 0,21$) нг/г, пикши ($1,12 \pm 0,13$) нг/г сырой массы. Длительный процесс трансформации ДДТ в более стойкие метаболиты, и как следствие, давность загрязнения морской окружающей среды этим пестицидом подтверждает суммарное содержание метаболитов о,р'-ДДЕ, р,р'-ДДЕ, о,р'-ДДД и р,р'-ДДД в исследованных пробах мышц промысловых рыб, которое находилось на уровне более 80% от Σ ДДТ и превышало содержание изомера р,р'-ДДТ в 4,5–37 раза. Согласно норвежским нормативам, среднее значение суммы изомеров и метаболитов ДДТ в мышцах трески и пикши соответствовало категории «умеренное загрязнение» ($1,0$ – $3,0$ нг/г сырой массы) [9]. Полученные нами значения содержания суммы ДДТ были намного ниже установленного в РФ соответствующего норматива для рыбы, предназначенной в пищу, – 200 нг/г сырой массы [10].

Хлорданы устойчиво регистрировались только в мышцах палтуса, мойвы, зубатки и камбалы, где их среднее содержание составило ($11,87 \pm 3,23$) нг/г, ($7,11 \pm 1,12$) нг/г, ($3,15 \pm 1,03$) нг/г и ($1,10 \pm 0,24$) нг/г сырой массы соответственно. В нежирной рыбе – треске и пикше, содержание хлорданов в мышцах в большинстве случаев было ниже предела обнаружения, иногда достигая значений в треске 2 нг/г сырой массы. Последнее значение может говорить о том, что отдельные экземпляры пойманной трески, вероятно, активно откармливались кормом, содержащим высокое количество жира: либо мойвой, либо калянусом. Из четырех определяемых изомеров хлордана в мышцах промысловых рыб доминировал *trans*-нонахлор.

В настоящее время содержание изомеров хлордана в мышцах морских промысловых рыб не нормируется, так как ни в Советском Союзе, ни в России его изомеры в качестве пестицидов никогда не применялись. В то же время в странах Западной Европы и США они широко использовались. В воде Баренцева моря изомеры хлордана обнаруживаются в следовых количествах, главным образом, в водах Северо-Атлантического течения, но в процессе накопления при передаче по пищевой цепи их содержание в водных организмах значительно увеличивается.

Повышенное содержание ХОП в мышцах таких жирных рыб, как черный палтус и мойва, представляется закономерным, как на это уже указывалось выше [4, 11].

Сравнение полученных данных с результатами исследований рыб Медвежинско-Шпицбергенского района показало, что среднее содержание суммы ГХЦГ в мышцах черного палтуса, пойманного в северо-западной части моря в 2017 г. [12], было в три раза ниже показателей, полученных в настоящем исследовании. В то же время уровни содержания ГХЦГ в мышцах трески и пикши, пойманной в северо-западной (2017 г.) и юго-восточной (2020 г.) частях Баренцева моря, почти не отличались. Среднее содержание ГХБ в мышцах палтуса из Медвежинско-Шпицбергенского района [12] было в 5,3 раза ниже такового отмеченного в настоящей работе. Содержание ГХБ в мышцах трески и пикши из северо-западной части Баренцева моря также было ниже полученных в 2020 г. результатов: в 2,1 и 2,3 раза соответственно. Среднее содержание ДДТ в мышцах черного палтуса из Медвежинско-Шпицбергенского района [12], напротив, было в два раза выше содержания отмеченного в 2020 г. у палтуса из центрального и юго-восточного районов Баренцева моря. В то же время содержание ДДТ в мышцах трески и пикши из сравниваемых районов Баренцева моря отличалось незначительно.

Таким образом, следует отметить, что у рыб одного вида, пойманных в различных районах моря, отмечены существенные различия в содержании ХОП в мышцах. Особенно это касается рыб с высоким содержанием жира в мышцах. На наш взгляд, эти отличия связаны с особенностями питания этих рыб, обусловленных уровнем загрязнения объектов питания и среды обитания (воды и донных отложений).

Представленные выше результаты свидетельствуют о сравнительно низком уровне загрязнения промысловых рыб Баренцева моря хлороорганическими пестицидами глобального распространения, который в настоящее время не оказывает влияния на состояние их запасов и безопасность их использования в качестве пищевой продукции.

Литература

1. AMAP Assessment 2002: Persistent Organic Pollutants in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme. – Oslo, Norway, 2004. – 310 p.

2. AMAP Assessment 2016: Chemicals of Emerging Arctic Concern. Arctic Monitoring and Assessment Programme. – Oslo, Norway, 2017. – 353 p.
3. *Wania F.* Assessing the potential of persistent organic chemicals for long-range transport and accumulation in polar regions // *Environmental Science and Technology*. – 2003. –V. 37. – P. 1344–1351.
4. *Kelly A.G., Campbell D.* Persistent Organochlorine Contaminants in Fish and Shellfish from Scottish Waters // *Scottish Fisheries Research Report*. – 1994. – № 54. – 26 pp.
5. Persistent Organic Pollutants in the Environment / *A. Gusev, O. Rozovskaya, V. Shatalov, W. Aas et al.* – EMEP Status Report 3/2014. – 2014. – 60 p.
6. *Новиков М.А.* Хлорорганические пестициды в донных отложениях Баренцева моря // Балтийский морской форум: Материалы VIII Междунар. Балтийского морского форума 5–10 октября 2020 года [Электронный ресурс]: в 6 томах. – Т. 3. VIII Междунар. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». – Калининград: Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2020. – С. 163–170.
7. ICES Guidelines for Monitoring Contaminants in Fish and Shelfish and in Sediments / Six Year Review of ICES Coordinated Monitoring Programmes // *Coop. Res. Report*. – 1984. – № 126. – P. 96–100.
8. Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 2. Guidelines for Use of Biological Accumulators in Marine Pollution Monitoring // *FAO Fisheries Technical Paper*. – 1976. – № 150. – 76 pp.
9. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning / *J. Molær, J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei, J. Sørensen* // *SFT Veiledning*, 1997. – 976:3. – 36 pp. (in Norwegian)
10. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М.: Минздрав РФ, 2002. – 164 с.
11. *Худолей В.В.* Полициклические ароматические и галогенизированные углеводороды: антропогенная нагрузка северных морей и оценка онкоэкологической опасности // *Проблемы экологии полярных областей*. – М.: Наука, 1991. – С. 88–91.
12. *Жилин А.Ю., Плотцына Н.Ф., Лантева Н.Ф.* Мониторинг стойких органических загрязнителей и тяжелых металлов в промысловых рыбах Медвежинско-Шпицбергенского района // *Вестник КНЦ РАН*. – 2018. № 3 (10). – С. 78–86.

УДК 574.63:628.32

А.В. Мангазеев, Т.А. Клочкова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: mang1976@mail.ru*

ВЛИЯНИЕ МОЛОЧНОЙ ТВОРОЖНОЙ СЫВОРОТКИ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АКТИВНОГО ИЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Определен видовой состав активного ила канализационных очистных сооружений «Чавыча» (г. Петропавловск-Камчатский). Исследовано воздействие молочной творожной сыворотки на физиологическое состояние основных особей активного ила. Дана оценка негативному влиянию сброса молочной творожной сыворотки в городскую систему канализации.

Ключевые слова: активный ил, очистные сооружения, микроорганизмы, молочная творожная сыворотка.

A.V. Mangazeev, T.A. Klochkova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: mang1976@mail.ru*

EFFECT OF CURD MILK WHEY ON TREATMENT FACILITIES ACTIVATED SLUDGE PHYSIOLOGICAL STATE

The species composition of activated sludge of sewage-purification facilities “Chavycha” (Petropavlovsk-Kamchatsky) was determined. The effect of milk curd whey on the physiological state of the main individuals of the activated sludge was studied. The assessment of the negative impact of milk curd whey dumping into the city sewer system was given.

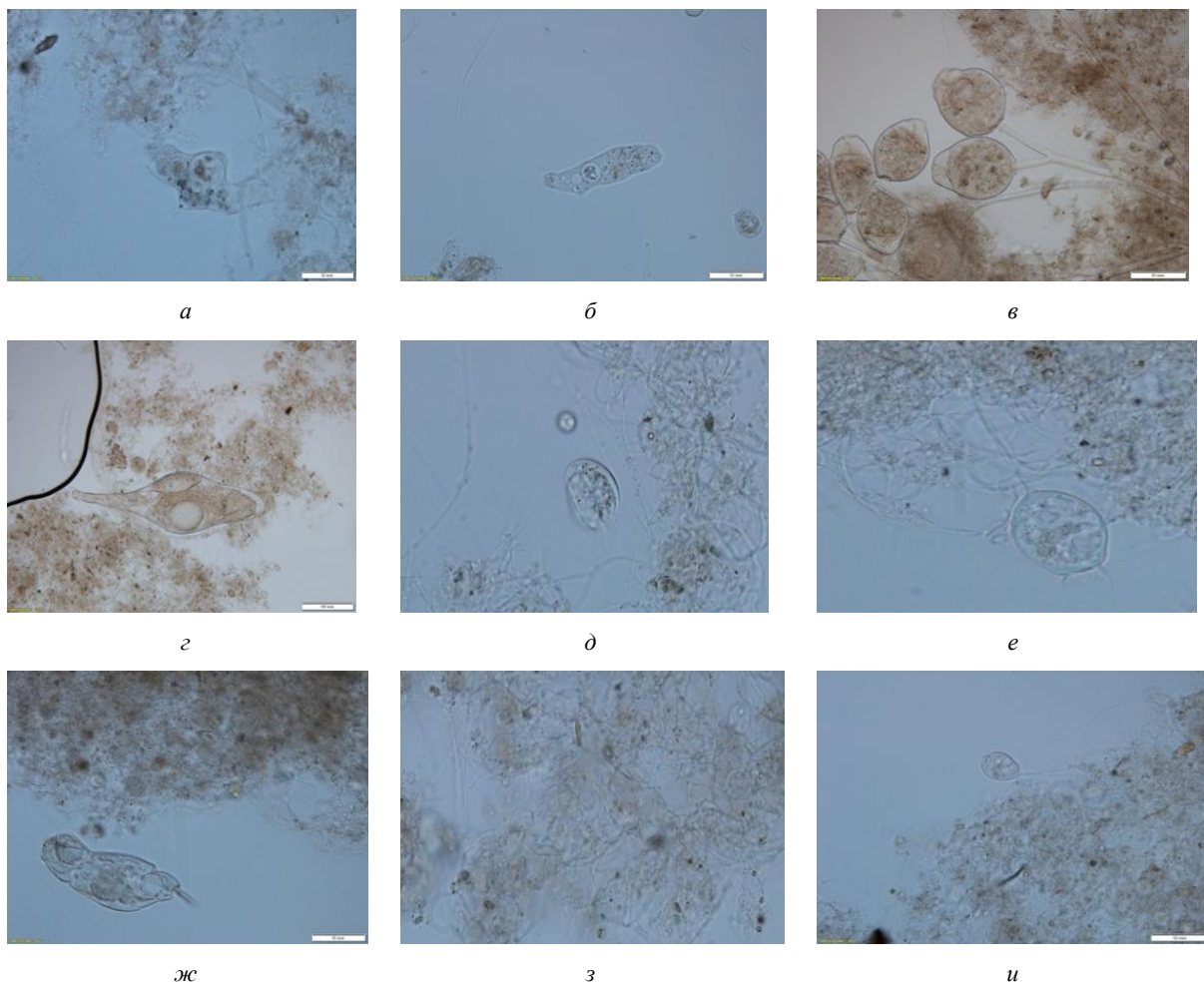
Key words: activated sludge, sewage-purification facilities, microorganisms, milk curd whey.

Увеличение объемов производства молочной продукции, богатство ассортимента, динамика роста отказа сельскохозяйственных предприятий от приобретения молочной сыворотки для кормовых потребностей скота привели к значительному увеличению сброса отходов молочного производства, в частности сыворотки молочной при производстве сыра и творога, непосредственно в коллектор городской канализации. Согласно данным Международной молочной федерации, половина молочной сыворотки (порядка 50 млн т в год) сливается в канализацию и водоемы [1, 2]. Практика показала, что водоемы, подверженные регулярному сбросу молочной сыворотки, погибают с распространением крайне неприятного запаха. Аэротенки очистных установок выходят из строя – активный ил всплывает на поверхность. Так, сыроваренный завод мощностью 25 т в сутки по молоку при сливе получаемой обезжиренной сыворотки требует очистных сооружений, равноценных сооружениям для города с населением 40 тыс. человек [3].

Несбалансированная по фосфору, углеродосодержащим соединениям и азоту молочная сыворотка является благоприятной средой для лавинообразного роста нитчатых бактерий, что в свою очередь приводит к увеличению плавучести активного ила, в результате чего последний выносятся из вторичных отстойников и гибнет [4]. В связи с этим целесообразно проводить не только химическую, но и физическую очистку стоков молочного производства, исключив попадание молочной сыворотки в коллектор городской канализации и в дальнейшем на очистные сооружения. Постановлением Правительства РФ от 29.07.2013 № 644 «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» сыворотка творожная и сырная запрещены к сбросу в централизованные системы водоотведения [5].

Целью настоящего исследования являлась оценка воздействия компонентов молочной творожной сыворотки на физиологическое состояние индикаторных организмов активного ила очистных сооружений.

Видовой состав индикаторных организмов активного ила. Проведенным микроскопированием образцов активного ила аэротенков канализационных очистных сооружений «Чавыча» установлено наличие следующих организмов: голые амёбы, крупные амёбы, ресничные инфузории прикрепленные, брюхожесничные инфузории, коловратки, ламеллы, нематоды (см. рисунок).



Индикаторные организмы активного ила: а – *Pelomyxa binucleata*; б – *Amoeba limax*; в – *Epistylis plicatilis*; г – *Philodina acuticornis*; д – *Aspidisca costata*; е – *Vorticella microstoma*; ж – *Notommata ansata*; з – *Cladothrix dichotoma*; и – *Flagellata* sp.

Анализ количественного состава индикаторных организмов активного ила показал, что в целом ил можно отнести к удовлетворительно работающему, так как в нем присутствует достаточно большое разнообразие простейших по видовому составу при небольшом преобладании нитчатых бактерий *Cladothrix dichotoma* с небольшим смещением в зону нитрифицирующего ила [6].

Влияние молочной творожной сыворотки на физиологическое состояние активного ила. Отобранная проба активного ила аэротенков канализационных очистных сооружений «Чавыча» была подвергнута введению творожной молочной сыворотки, изготовленной АО «Молокозавод Петропавловский» (г. Петропавловск-Камчатский), в различных объемах. Через определенные временные промежутки было произведено микроскопирование активного ила на предмет изучения его физиологического состояния. Молочная творожная сыворотка является побочным продуктом производства творога. На предприятии АО «Молокозавод Петропавловский» оно осуществляется кислотным способом. Результаты наблюдений приведены в таблице.

Зависимость физиологического состояния индикаторных организмов активного ила от концентрации и времени контакта с элементами молочной творожной сыворотки

Индикаторные организмы активного ила	Концентрация молочной творожной сыворотки, (%)						
	Суточный контакт			90 минут		7 минут	
	40	20	10	90	50	90	50
<i>Pelomyxa binucleata</i>	Гибель	Гибель	Низкая активность	Гибель	Гибель	Гибель	Гибель
<i>Amoeba limax</i>	Гибель	Гибель	Низкая активность	Гибель	Гибель	Гибель	Гибель
<i>Epistylis plicatilis</i>	Гибель	Активности нет	Низкая активность	Гибель	Гибель	Гибель	Гибель
<i>Philodina acuticornis</i>	Гибель	Низкая активность	Средняя активность	Гибель	Гибель	Гибель	Низкая активность
<i>Aspidisca costata</i>	Гибель	Низкая активность	Средняя активность	Гибель	Гибель	Гибель	Низкая активность
<i>Vorticella microstoma</i>	Гибель	Активности нет	Низкая активность	Гибель	Гибель	Гибель	Гибель
<i>Notommata ansata</i>	Гибель	Низкая активность	Активен	Гибель	Гибель	Гибель	Низкая активность
<i>Cladotrix dichotoma</i>	Гибель	Признаки гибели отсутствуют	Признаки гибели отсутствуют	Гибель	Гибель	Гибель	Гибель
<i>Flagellata</i>	Гибель	Низкая активность	Средняя активность	Гибель	Гибель	Гибель	Гибель
<i>Nematoda</i>	Гибель	Низкая активность	Средняя активность	Гибель	Низкая активность	Гибель	Низкая активность

Анализируя результаты контакта индикаторных организмов активного ила с молочной творожной сывороткой можно говорить о том, что вне зависимости от концентрации и времени контакта молочная творожная сыворотка оказывает негативное влияние на особей активного ила вплоть до полной их гибели, что недопустимо в технологическом процессе работы очистных сооружений городской канализации.

Следует отметить, что исполнение положений Постановления Правительства РФ от 29.07.2013 № 644 «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» [5] в части запрета к сбросу в централизованные системы водоотведения сыворотки творожной и сырной является приоритетной задачей руководителей и собственников молокоперерабатывающих предприятий.

Из вышеизложенного сделаны следующие выводы:

1. Необходимо исключить попадание в городскую систему канализации стоков молокоперерабатывающих предприятий, содержащих молочную сыворотку. Особенно опасен для жизнедеятельности активного ила залповый сброс после окончания процесса приготовления творога или сыра.

2. Учитывая, что молочная сыворотка относится к ценному промышленному сырью, целесообразно производить ее глубокую переработку путем разделения на концентраты, содержащие полезные вещества и фильтраты, соответствующие показателям, допустимым для сброса в городской коллектор канализации.

Литература

1. Экологические аспекты переработки молока [Электронный ресурс]. – URL: <https://megaobuchalka.ru/5/35.html> (дата обращения: 29.03.2021).
2. Оноприйко А.В., Храпцов А.Г., Оноприйко В.А. Производство молочных продуктов: практическое пособие. – М.: ИКЦ «МарТ», Ростов-на-Дону: Издат. центр «МарТ», 2004. – 384 с.
3. Экологические аспекты при переработке молочной сыворотки [Электронный ресурс]. – URL: <https://milk-industry.ru/molochnaya-syvorotka/3310-ekologicheskie-aspekty-pri-pererabotki-molochnoy-syvorotki.html> (дата обращения: 29.03.2021).

4. Нитчатое вспухание активного ила и его влияние на биологическую очистку сточных вод [Электронный ресурс]. – URL: <https://watermagazine.ru/nauchnye-stati2/novye-stati/23788-nitchatoye-vspukhanie-aktivnogo-ila-i-ego-vliyanie-na-biologicheskuyu-ochistku-stochnykh-vod.html> (дата обращения: 29.03.2021).

5. Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 29 июля 2013 г № 644. – URL: <http://base.garant.ru/70427212/> (дата обращения: 29.03.2021).

6. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации / *Болотина О.Т. и др.* – М.: Стройиздат, 1977. – 299 с.

УДК 626.88

П.А. Михеев¹, А.Л. Эрслер², К.А. Самохина², А.Д. Павлов²

¹ *Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,
Москва, 127550;*

² *Центральное Управление по рыбохозяйственной экспертизе и нормативам по сохранению,
воспроизводству водных биологических ресурсов и акклиматизации,
Москва, 125009
e-mail: pmiheev@rgau-msha.ru*

ФИЛЬТРУЮЩИЕ РЫБОЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВОДОЗАБОРОВ МАЛОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Рассмотрены особенности обеспечения защиты рыб на водозаборных сооружениях малой производительности, отличающихся многочисленностью и большим разнообразием гидрологических, гидравлических, технических и биологических условий использования. На примерах ряда объектов показано, что возможности использования существующих конструкций рыбозащитных устройств для данного типа водозаборов весьма ограничены. В качестве одного из вариантов технического решения приведен анализ фильтрующих устройств с использованием в виде наполнителя пластмассовых шариков. Для промывки фильтрующих элементов рассмотрены варианты механической, гидравлической и водовоздушной очистки фильтрующего материала. Возможность оптимизации существующих конструкций рыбозащитных устройств к техническим и гидравлическим условиям водозаборов малой производительности является одним из путей защиты рыб от гибели при водозаборе.

Ключевые слова: водозаборное сооружение, фильтрующее рыбозащитное устройство, ихтиофауна, река, море.

P.A. Mikheev¹, A.L. Ersler², K.A. Samokhina², A.D. Pavlov²

¹ *Russian State Agrarian University – MAA named after K.A. Timiryazev,
Moscow, 127550;*

² *Central Department of Fisheries Examination and Review and Protection
and Acclimatization Standards,
Moscow, 125009
e-mail: pmiheev@rgau-msha.ru*

FILTERING FISH PROTECTION DEVICES FOR WATER INTAKES OF LOW PRODUCTIVITY

The features ensuring fish protection at water intake structures of low productivity which are characterized by a large number and a great variety of hydrological, hydraulic, technical and biological conditions are considered. The examples of some objects are used to show that the possibilities of using existing designs of fish protection devices for this type of water intakes are rather limited. As one of the technical solutions, the analysis of filtering devices using plastic balls in the form of filler is given. To flush the filter elements, the options for mechanical, hydraulic and water-air cleaning of the filter material are considered. The possibility of optimizing the existing designs of fish protection devices to the technical and hydraulic conditions of water intakes of low productivity is one of the ways to protect fish from death at the water intake structure.

Key words: water intake structure, filtering fish protection device, fish fauna, river, sea.

Актуальность проблемы защиты молоди рыб при водозаборе на водоприемниках с малыми расходами связана с многочисленностью объектов по всей стране и большим разнообразием условий, как гидрологических, гидравлических и технических, так и биологических. Следует отметить, что в настоящей работе за водозаборы малой производительности принимаются водозаборы с расходом от нескольких литров до нескольких десятков литров в секунду.

Достаточно отметить, что в последнее время в Росрыболовство и его территориальные управления поступает большое количество материалов по оборудованию рыбозащитными устройствами водозаборов различного назначения на хозяйственных объектах. В числе таких хозяйственных объектов можно отметить: оборудование водозаборных сооружений плавучих нефтесборных платформ; забор воды на противопожарные и хозяйственные нужды портовых ГТС и причалов; наполнение плавательных бассейнов санаториев и пансионатов; водообеспечение рыбхозов; полив водой сельскохозяйственных угодий; проведение гидравлических испытаний при разработке месторождений; коммунальные и хозяйственно-бытовые нужды; обустройство так называемых зимников и т. д. Все эти водозаборы могут носить как постоянный, так и временный характер, а также предусматривать дополнительное хранение, резервирование и использование воды на промывку систем водоснабжения.

Несмотря на низкую производительность отдельно взятых водозаборов, их строится и эксплуатируется огромное количество. Например, по Южно-Уральскому региону в территориальных органах Росрыболовства только официально зарегистрировано порядка 500 подобных водозаборов.

В настоящее время проектируемые рыбозащитные устройства (далее – РЗУ) должны соответствовать требованиям законодательства о рыболовстве и сохранении водных биоресурсов, а также законодательства об охране окружающей среды.

В соответствии с частью 1 статьи 50 Федерального закона от 20.12.2004 № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» при внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности должны применяться меры по сохранению водных биоресурсов и среды их обитания [1].

Также в соответствии со статьей 43 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» при мелиорации земель, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию и эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений должны приниматься меры по охране водных объектов, животных и других организмов [2].

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 29.05.2013 № 380 к мерам по сохранению водных биоресурсов (далее – ВБР) относится, в том числе, установка эффективных рыбозащитных устройств в целях предотвращения попадания ВБР в водозаборные сооружения [3].

В свою очередь эффективность рыбозащитной конструкции в соответствии с требованиями пункта 9.8 СП 101.13330.2012 «Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.06.07-87» (далее – СП 101.13330.2012, Свод правил) [4] должна составлять не менее 70% для молоди рыб размером более 12 мм.

В качестве примера рассмотрены объекты, для которых разработка технических решений рыбозащитных конструкций имеет определенную специфику и сложности.

Объект 1 – водозабор Приморского универсально-перегрузочного комплекса, расположенного в северо-восточной части Финского залива в районе южного входа в пролив Бьёркесунд.

Водозабор предназначен для проектируемой сети хозяйственно-бытового водоснабжения территории Порты. Водозаборное сооружение находится на пирсе. Вода из акватории Финского залива через насосную станцию первого подъема поступает на станцию водоподготовки технического водоснабжения, расход воды составляет 147,46 м³/час (0,041 м³/с).

Ихтиофауна в акватории у входа в Выборгский залив представлена миногой и 27 видами рыб солоноватоводного и пресноводного экологических комплексов, относящимися к 13 семействам. К проходным видам относятся сиг европейский, корюшка и минога.

Объект 2 – водозаборы судостроительного завода (ПСЗ) «Янтарь», расположенные на расстоянии около 4 км от устья р. Преголя.

Ихтиофауна реки Преголя представлена в основном карповыми видами рыб, однако на затрагиваемой строительством акватории могут встречаться ценные представители семейства лососевых, угорь, судак и речная минога.

Водопотребление предприятия на хозяйственно-питьевые и производственные нужды из реки Преголя составляет 525,5 м³/сут (0,006 м³/с). Средняя скорость течений р. Преголя в районе размещения водозаборов составляет 0,08 м/с, в некоторых случаях ввиду подпора воды со стороны Балтийского моря течение в приустьевых участках р. Преголя может замедляться и менять направление.

Объект 3 – водозабор морского терминала по перевалке сжиженных углеводородных газов (СУГ) в районе бухты Перевозной Приморского края.

Водозаборное сооружение предназначено для обеспечения противопожарного объема воды общим расходом 184 м³/ч (0,051 м³/с) из Амурского залива, бух. Перевозной. Течения в бухте вдольбереговые, знакопеременные в направлении юго-запад – северо-восток со скоростями 0,5 м/с у поверхности и придонными – 0,20–0,25 м/с.

Ихтиофауна бухты Перевозной в течение года может варьировать. Известно, что в Японском море обитает около 900 видов рыб. Из них промысловыми являются 179 видов. Бухта Перевозная характеризуется как обычным для дальневосточных морей набором промысловых рыб, в котором превалирует минтай, дальневосточные лососи, треска, камбала, навага, морские лисички, бычки-керчаки, так и достаточно экзотическими видами – японский морской конек и др. Летом в указанной акватории можно встретить таких тепловодных рыб, как скумбрия, сельдь-иваси, сайра, анчоус, сарган, полурыл [5].

Объект 4 – водозабор войсковой части в Краснодарском крае Адлерского района г. Сочи, расположенный на участке побережья Черного моря между устьем реки Псоу и Имеретинской набережной.

Насосная станция предназначена для подачи морской воды от проектируемого водозабора в накопительный резервуар с расчетным расходом – 50 м³/ч (0,014 м³/с). Скорость транзитного прибойно-берегового, знакопеременного течения составляет 0,4–0,5 м/с.

Ихтиофауна района водозабора сопоставима с аналогичными биотопами юго-восточной части Чёрного моря. В современный период здесь могут встречаться представители более 100 видов и подвидов рыб: постоянно обитающие в Черном море – пелагические и прибрежно-донные виды рыб (черноморская хамса, шпрот, ставрида, различные виды бычков, камбала-калкан, барабуля и др.) и мигрирующие на зимовку (азовская хамса, сарган, черноморско-азовская проходная сельдь) или для нагула (пелагида, кефалиевые рыбы, скумбрия) [6, 7].

Таким образом, по приведенным объектам можно сделать следующее заключение:

- гидравлические условия характеризуются знакопеременными течениями, отсутствием направленного перемещения водных потоков, способствующих отведению молоди рыб;
- технические условия и объемы водоотбора позволяют обеспечить инженерное решение по обеспечению защиты рыб;
- у большинства объектов водоисточником являются морские водные пространства.

Сводом правил (Изменение № 1 СП 101.13330.2012) определен перечень применяемых рыбозащитных устройств (п. 9.10, табл. 9.1), в соответствии с которым проведен анализ возможностей использования существующих конструкций, фильтрующих РЗУ для рассматриваемых условий.

Конструктивно фильтрующее РЗУ выполняется в виде кассеты из металлического сварного каркаса, который обтянут листом из просечно-вытяжной стали. В качестве наполнителя фильтрующей кассеты (фильтрующего материала) используются пластмассовые шарики диаметром 15–30 мм. Для промывки фильтрующих РЗУ рекомендуются варианты механической, гидравлической и водовоздушной очистки фильтрующего материала.

В варианте механической очистки наполнителя процесс обеспечивается за счет перемешивания шариков, имеющих как положительную, так и отрицательную плавучесть путем их перемещения в корпусе кассеты поступательным перемещением вверх-вниз пластины (рис. 1). Промывной объем кассеты располагается в ее верхней части для шариков с положительной плавучестью, и в нижней – для шариков с отрицательной плавучестью [8].

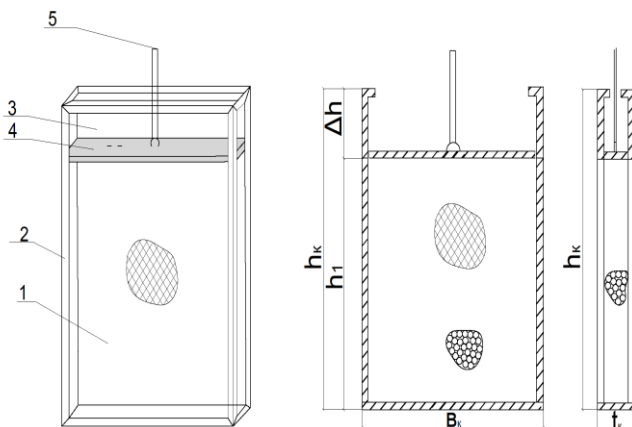


Рис. 1. Конструкция фильтрующей кассеты с механической очисткой наполнителя:

- 1 – фильтрующая поверхность; 2 – каркас кассеты;
- 3 – промывной объем кассеты;
- 4 – пластина для перемещения шариков;
- 5 – привод перемещения

Объем фильтрующего пространства, наполненный шариками сверху, прикрывается пластиной для их перемещения, имеющей кронштейн крепления тяги для создания возвратно-поступательного перемещения пластины при механической очистке шариков. При подъеме пластины на высоту Δh (рис. 1) шарики, имеющие положительную плавучесть всплывают и перемещаются вверх, при опускании пластины принудительно опускаются вниз. В процессе такого перемещения происходит их перемешивание и механическая очистка от наилка, сора и обрастания, эффект промывки увеличивается при возможности использования обратного тока воды из напорного водовода насоса.

При гидравлической очистке кассеты промывное устройство включает подводный водовод, коллектор и систему насадок чередующейся длины [9]. Коллектор промывного устройства устанавливается в нижней части кассеты (рис. 2) при использовании шариков с отрицательной плавучестью и в верхней части – для шариков с положительной плавучестью.

Промывка осуществляется путем постоянной или импульсной подачи воды через насадки в пространство, наполненное шариками, возбуждающие насадками струи перемешивают шарики, обеспечивая их очистку от наилка и обрастания.

Большим эффектом обладает водовоздушная промывка, механизм воздействия которой заключается в том, что водовоздушная струя, сформированная в насадке [10], за счет наличия пузырьков воздуха обладает большей кинетической энергией (рис. 3).

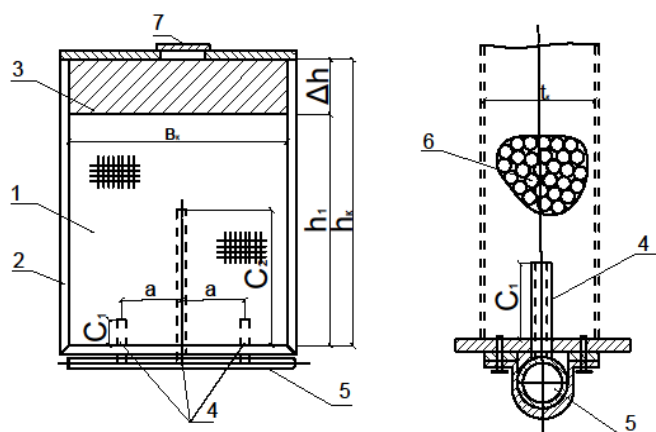


Рис. 2. Фильтрующая кассета с гидравлической промывкой:
 1 – фильтрующая поверхность; 2 – каркас кассеты;
 3 – промывной объем кассеты;
 4 – струеформирующие насадки; 5 – промывной коллектор;
 6 – пластмассовые шарики;
 7 – люк для загрузки шариков с крышкой

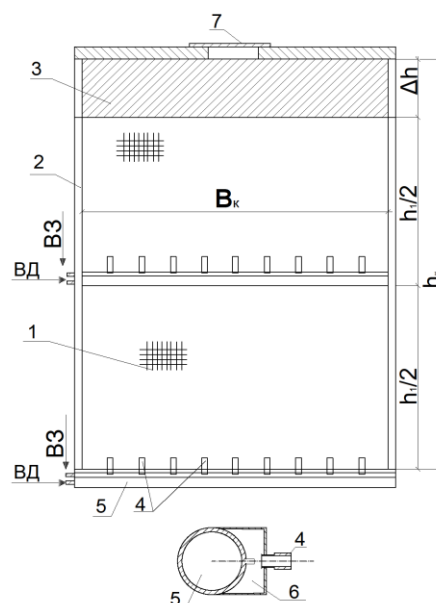


Рис. 3. Фильтрующая кассета с водовоздушной промывкой:
 1 – фильтрующая поверхность;
 2 – каркас кассеты;
 3 – промывной объем кассеты;
 4 – струеформирующие насадки;
 5 – промывной коллектор; 6 – воздуховод;
 7 – люк для загрузки шариков с крышкой

При ударе воздушного пузырька о загрузку кассеты (шарик) происходит его разрыв, в результате резко возрастает гидродинамическая нагрузка на частицу, при этом частица отрывается от элементов заполнителя. При условии, что в течение короткого промежутка времени происходит множество таких ударов, степень очистки кассеты существенно возрастает. К достоинствам водовоздушных промывных устройств следует отнести и то, что в результате подъема воздушных пузырьков отмытые частицы обрастания и наносов перемещаются в верхние слои потока за зону влияния водозабора.

Продолжительность очистки при том или ином варианте определяется экспериментальным путем и может быть минимизирована за счет увеличения частоты проведения процесса, при этом подача воды потребителю не осуществляется.

Фильтрующие кассеты с пластмассовыми шариками по сравнению с кассетами с гравийно-галечниковым и керамзитовым наполнителями, обладают большей надежностью, меньше засоряются и кольматируются, менее подвержены обрастанию и проще в очистке и промывке.

Выводы. Для обеспечения эффективной защиты молоди рыб от попадания в водоприемники водозаборов малой производительности целесообразна разработка устройств соответствующих современным нормативным требованиям [4] и принципам рыбозащиты. Вместе с тем необходимо использовать возможности оптимизации и адаптации существующих конструкций РЗУ к техническим и гидравлическим условиям водозаборов, обеспечивающих эффективность защиты рыб в соответствии с экологическими требованиями и законодательством.

Литература

1. О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов: Федер. закон Рос. Федерации от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ; принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 26 ноября 2004 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 8 декабря 2004 г. // Парламентская газета. – 2004. – 23 декабря. – № 241.
2. Об охране окружающей среды: Федер. закон Рос. Федерации от 10 января 2002 № 7-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 20 декабря 2001 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 26 декабря 2001 г. // Рос. газ – 2002. – 12 января.
3. Об утверждении Положения о мерах по сохранению водных биологических ресурсов и среды их обитания: Пост. Правительства Рос. Федерации от 29 апреля 2013 г. № 380.
4. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. СП 101.13330.2012 (с изменением № 1): Актуализированная редакция СНиП 2.06.07-87.
5. Рыбы российских вод Японского моря: Аннотированный и иллюстрированный каталог / Соколовский А.С. и др.; ред. А. В. Адрианов; Российская акад. наук, Дальневосточное отд-ние, Ин-т биологии моря им. А. В. Жирмунского. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – 199 с.
6. Куманцов М.И., Кузнецова Е.Н., Лапшин О.М. Комплексный подход к организации рыболовства на Чёрном море // Труды ВНИРО. – Т. 150. – 2013. – С. 91–99.
7. Бухмин Д.А. Ихтиофауна юго-восточной части Черного моря // Наука Юга России. – Т. 15, № 4. – 2019. – С. 88–93.
8. Михеев П.А. Рыбозащитные сооружения и устройства. – М., 2000. – 405 с.
9. Михеев П.А., Шелестова Н.А., Картузова Т.Д. Гидравлический расчет рыбозащитного сооружения Чусовского водозабора // Гидротехника, гидравлика и гидроэкология: Материалы рег. техн. конф. ФГБОУ ВПО НГМА. – Новочеркасск: Лик, 2011.
10. Шкура В.Н., Михеев П.А. Водовоздушное промывное устройство сетчатых рыбозащитных сооружений (РЗС) // Инф. Лист ЦНТИ. – Ростов н/Д., 1993. – № 635–93. – 4 с.

УДК [664.95+669.4+669.73:585.272](265.5)"2016-2020"

Л.А. Позолотина^{1,2}, А.В. Климова²

¹ Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО),
Петропавловск-Камчатский, 683000;

² Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: Pozolotina84@gmail.com

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ Zn, Pb И Cd У БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *FUCUS DISTICHUS* SUBSP. *EVANESCENS* В АВАЧИНСКОЙ ГУБЕ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА) В 2016–2020 ГОДАХ

Приведены данные о содержании токсичных металлов (Zn, Pb, Cd) у бурой водоросли *Fucus distichus* subsp. *evanescens* северо-восточной части Авачинской губы. Выявлена динамика содержания Zn, Pb, Cd у вида-монитора из исследуемой акватории с 2016 по 2020 гг. Проанализированы образцы, собранные в 2020 г. с июня по август в прибрежной зоне бухт Сероглазка и Раковая, вблизи сопки Никольской и мыса Санникова. Полученные результаты микроэлементного анализа сравнивали с данными за 2016 г. Было отмечено снижение содержания токсичных металлов Pb и Cd у фукуса из северо-восточной части Авачинской губы с 2016 по 2020 гг. Статистически значимого различия содержания цинка у фукуса из Авачинской губы в период исследований не обнаружено.

Ключевые слова: бурые водоросли, *Fucus distichus* subsp. *evanescens*, токсичные металлы, вид-монитор, атомно-эмиссионная спектроскопия с микроволновой плазмой (МП-АЭС), Авачинская губа.

L.A. Pozolotina^{1,2}, A.V. Klimova²

¹ Kamchatka branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO),
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000;

² Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: Pozolotina84@gmail.com

CHANGE OF Zn, Pb, AND Cd CONTENT IN BROWN ALGAE *FUCUS DISTICHUS* SUBSP. *EVANESCENS* IN THE AVACHA BAY (SOUTH-EASTERN KAMCHATKA) IN 2016–2020

Information on the toxic metals (Zn, Pb, Cd) content in brown alga *Fucus distichus* subsp. *evanescens* in the north-eastern part of the Avacha Bay was presented. The dynamics of Zn, Pb, Cd content in the biomonitor from the studied water area from 2016 to 2020 was revealed. The samples collected in 2020 from June to August in the coastal zone of Seroglazka and Rakovaya Bays, near the Nikolskaya hill and the Sannikov Cape were analyzed. The results of the trace element analysis were compared with the data obtained in 2016. The toxic metals (Pb, Cd) content decrease in *Fucus* gathered in the north-eastern part of the Avacha Bay from 2016 to 2020 was noted. The zinc content in *Fucus* from the Avacha Bay during studied period was not significantly differed in statistic.

Key words: brown algae, *Fucus distichus* subsp. *evanescens*, toxic metals, biomonitor, microwave plasma atomic emission spectroscopy (MP-AES), the Avacha Bay.

Авачинская губа (Авачинский залив, юго-западная Камчатка) испытывает хроническое антропогенное воздействие в результате интенсивной судоходной и хозяйственной деятельности от расположенных на ее берегах производственных предприятий и населенных пунктов [1–3]. На берегу северо-восточной части исследуемой акватории располагается г. Петропавловск-Камчатский, на западном берегу – г. Вилучинск и п. Рыбачий. В Авачинскую губу впадают две крупные нерестовые реки: Паратунка и Авача. Вдоль берегов реки Авача расположен г. Елизово.

Авачинская губа имеет статус рыбохозяйственного водоема. Поскольку состояние природной среды обитания водных биологических ресурсов обуславливает качество морской продукции, то оценка экологической безопасности бухты и обитающих здесь гидробионтов является весьма актуальным и своевременным направлением исследования.

Среди морских бентосных организмов бурые водоросли рода *Fucus* признаны биомониторами загрязнения окружающей среды [3–5]. Целью настоящего исследования является оценка изменений содержания токсичных металлов (Zn, Pb, Cd) у *Fucus distichus* subsp. *evanescens* из Авачинской губы для последующего использования в биомониторинге.

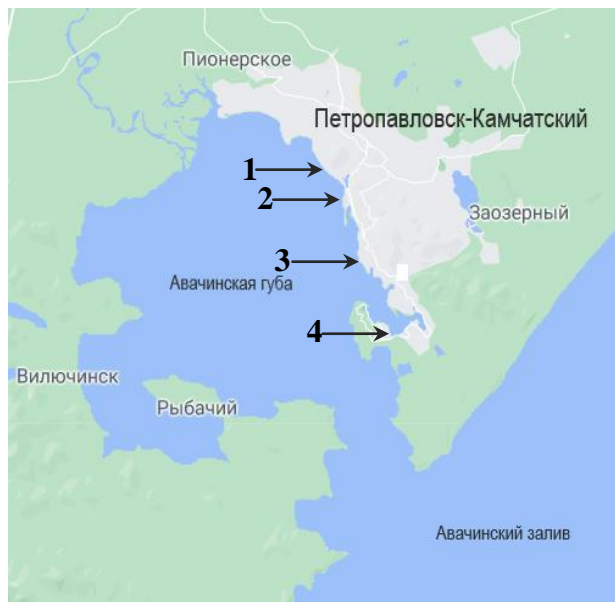


Рис. 1. Карта-схема районов сбора водорослей из Авачинской губы в 2020 г.: 1 – бух. Сероглазка, 2 – сопка Никольская, 3 – мыс Санникова, 4 – бух. Раковая

С 2016 г. в Авачинской губе ведется регулярный сбор водорослей-макрофитов для целей биомониторинга металлического загрязнения акватории. Места сбора выбирались с учетом наличия и доступности, подходящих для настоящего исследования, видов. В 2020 г. образцы бурой водоросли *F. distichus* были собраны в северо-восточной прибрежной части исследуемой акватории в районе бухт Сероглазка и Раковая, около сопки Никольской и мыса Санникова (рис. 1). Сбор проводили с июня по август 2020 г. Водоросли высушивали на воздухе при комнатной температуре. Для микроэлементного анализа была взята средняя проба каждого образца.

Содержание металлов (Zn, Pb, Cd) в образцах определяли с помощью атомно-эмиссионного спектрометра с микроволновой плазмой Agilent AES-MP 4200 (Agilent Technologies, США). Подготовку к микроэлементному анализу предварительно высушенных при 60°C проб водорослей проводили методом минерализации с азотной кислотой

согласно инструкции фирмы – производителя системы кислотного разложения проб Ethos UP (Milestone, Италия). Для контроля точности определений использовали стандартные образцы с аттестованным значением содержания металлов (ЛБ-1, ЭК-1, «ИГХ СО РАН»). Вычисление концентраций элементов и пересчет на абсолютное содержание элемента в микрограммах на один грамм сухой водоросли осуществляли в программе MP Expert (Agilent Technologies, США) [6]. Статистическую обработку полученных данных проводили в программе GraphPad Prism 9.0.2. Достоверность сравниваемых различий содержания металлов в фукусе определяли с использованием критериев Краскела – Уоллиса и Манна – Уитни.

Для сравнительной оценки и выявления изменений содержания металлов у вида-монитора были использованы ранее опубликованные данные [7]. В 2020 г. пробы из бухт Петропавловская и Завойко не были отобраны (в отличие от 2016 г.) по причине значительного сокращения здесь микропопуляций фукуса. В то же время в 2020 г. в анализ были включены образцы из прибрежных зон сопки Никольской и бухты Раковая, характеризующихся наличием портовых сооружений, судоремонтных заводов и многочисленных выпусков канализационных стоков.

Результаты анализа содержания цинка, свинца и кадмия в образцах водорослей из Авачинской губы в 2016 и 2020 гг. представлены на рис. 2. Практически во всех выборках, показанных на рис. 2, А и 2, Б, не выявлено статистически значимых различий в содержании токсичных металлов у фукуса из разных мест акватории. Исключение составили значения концентраций цинка из бухт Петропавловская (медианное значение – 62,1 мкг/г) и Завойко (медианное значение – 23,6 мкг/г) в 2016 г. Кроме того, отмечена тенденция к большему накоплению цинка и свинца у фукуса из бухт Петропавловская (2016 г.) и Раковая (2020 г.). Медианное значение содержания кадмия (2,08 мкг/г) у растений из бух. Завойко в 2016 г. отличалось от медианного значения содержания этого металла у фукуса из других районов более чем в полтора раза.

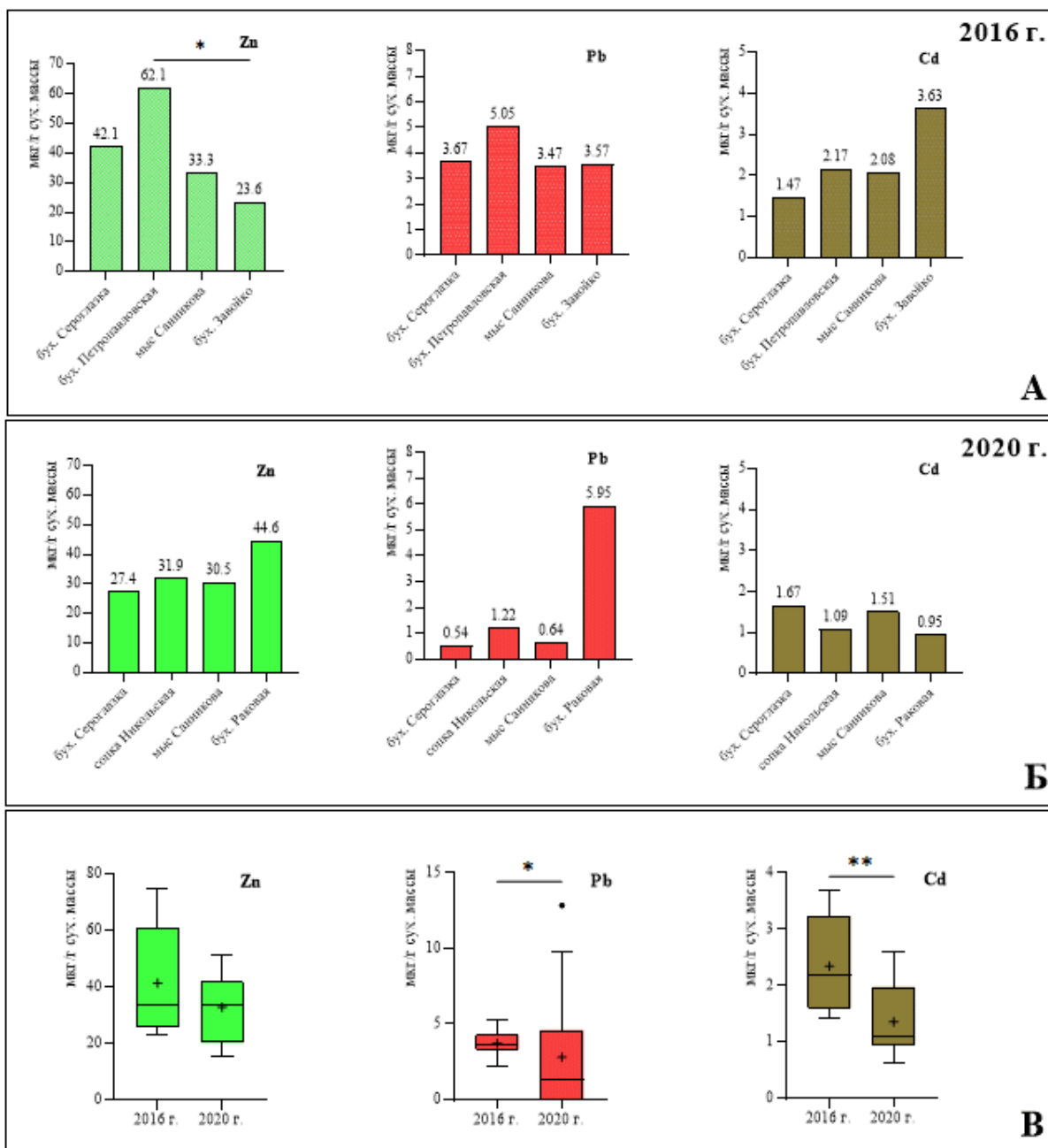


Рис. 2. Содержание металлов Zn, Pb и Cd (мкг/г сух. массы) у *Fucus distichus* subsp. *evanescens* из разных районов северо-восточной части Авачинской губы в 2016 г. (А), в 2020 г. (Б) и сравнительная оценка уровней их накопления за период 2016 и 2020 гг. (В). Уровень значимости: □ – $p < 0,05$, □□ – $p < 0,01$

Летом 2020 г. содержание цинка в водорослях варьировало от 15,4 до 50,1 мкг/г сухой массы. Больше всего цинка было обнаружено у фукуса, собранного в июне в бухте Раковая, возле мыса Ильичёва, наименьшее значение – в августе около мыса Санникова. Максимальное значение содержания цинка в 2016 г. у фукуса северо-восточной части Авачинской губы составляло 74,5 мкг/г (бух. Петропавловская), наименьшее значение – 23,2 мкг/г (бух. Завойко) [7]. Диапазон медианных значений содержания цинка у водорослей исследованного района в 2016 г. изменялся от 23,6 до 62,1 мкг/г, в 2020 г. – от 27,4 до 44,6 мкг/г. Концентрация свинца в фукусе в 2020 г. варьировала от аналитического нуля до 12,84 мкг/г (бух. Раковая). Диапазон медианных значений за этот период составлял 0,54–5,95 мкг/г, в 2016 г. – 3,47–5,05 мкг/г. Уровень содержания кадмия у фукуса в 2020 г. изменялся от 0,63 до 2,6 мкг/г, в 2016 г. – от 1,43 до 3,7 мкг/г.

Статистически значимые различия содержания токсичных металлов (Cd, Pb) у вида-монитора из северо-восточной части Авачинской губы были выявлены за два периода. Медиан-

ные значения содержания свинца и кадмия в 2016 г. составили 3,60 и 2,19 мкг/г сух. массы. В 2020 г. значения концентрации металлов (Pb, Cd) были 1,35 и 1,11 мкг/г сух. массы соответственно. Содержание цинка в водорослях из исследуемой акватории в 2016 и 2020 гг. статистически не различалось.

В результате исследования выявлено снижение содержания токсичных металлов (Pb и Cd) у *F. distichus* subsp. *evanescens* из северо-восточной части Авачинской губы с 2016 по 2020 гг. Накопление цинка за период исследований существенно не менялось.

Литература

1. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция: Монография. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 208 с.
2. Воздействие антропогенного загрязнения на состояние макробентоса в бухте Раковая (Авачинская губа, юго-восточная Камчатка) / Клочкова Н.Г., Климова А.В., Очеретяна С.О. и др. // Вестник КамчатГТУ. – 2016. – № 35. – С. 53–64.
3. Христофорова Н.К. Биоиндикация и мониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами. – Л.: Наука, 1989. – 192 с.
4. Potential use of algae for heavy metal bioremediation, a critical review / A.K. Zeraatkar, H. Ahmadzadeh, A.F. Talebi, N.R. Moheimani, M.P. McHenry // Journal of Environmental Management. – 2016. – Vol. 181. – P. 817–831.
5. Macroalgae as spatial and temporal bioindicators of coastal metal pollution following remediation and diversion of acid mine drainage / R. Chalkleya, F. Childa, K. Al-Thaqafia, A.P. Deanb, K.N. Whitea, J.K. Pittman // Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2019. – Vol. 182.
6. Determination of macro and micronutrients in plants using the Agilent 4200 MP AES / Clayton G. Liberato, Juan A.V.A. Barros, Alex Virgilio, Raquel C. Machado, Ana Rita A. Nogueira, Joaquim A. Nóbrega, Daniela Schiavo. – Agilent Technologies, Inc. 2017. – 5 p.
7. Позолотина Л.А., Климова А.В., Клочкова Н.Г. Содержание Zn, Pb и Cd у бурой водоросли *Fucus distichus* subsp. *evanescens* в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка) // Материалы XI Всерос. науч.-практич. конф. «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование». – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2020. – С. 143–146.

УДК 5026338.48(571.66)

Т.И. Примак

*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683000
e-mail: primak05@list.ru*

ЭКОЛОГИЯ КАМЧАТКИ: ВЫЗОВЫ СОВРЕМЕННОСТИ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

В последний год в связи с ограничениями, вызванными распространением COVID-19, произошел взрывной рост в сфере внутреннего туризма в России в целом и на Камчатке в частности. Массовое посещение организованными и самостоятельными путешественниками природных комплексов Камчатки обнажило ряд проблем в сфере экологии, таких как неконтролируемые потоки туристов и их разрушительное воздействие на природные комплексы, хаотичный рост инфраструктуры, нарушения природоохранного законодательства, конфликт интересов «сохранить – посетить» внутри общества. В сообщении рассмотрены некоторые ключевые проблемы экологии края и возможные пути их решения в контексте устойчивого развития общества, а также развития туризма в частности, где в отношении природных объектов «сохранить» является залогом существования отрасли в принципе.

Ключевые слова: проблемы экологии, внутренний туризм, Камчатка, устойчивое развитие.

T.I. Primak

*Kamchatka branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000
e-mail: primak05@list.ru*

KAMCHATKA ECOLOGY: MODERN CHALLENGES IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

In the last year, due to the restrictions caused by the spread of COVID-19, we are witnesses of the explosive growth of domestic tourism in Russia in general and in Kamchatka too. Mass visits by organized and independent travelers to the natural complexes of Kamchatka have exposed a number of environmental problems, such as uncontrolled tourist flows and their destructive impact on natural complexes, chaotic infrastructure growth, violations of environmental legislation, and a conflict of interests "to save – to visit" within the society. Some key problems of the region ecology in the context of sustainable social development, as well as the development of tourism in particular, where "to save" is the key to the industry existence.

Key words: environmental problems, domestic tourism, Kamchatka, sustainable development.

Об экологической ситуации в Камчатском крае региональным Министерством природных ресурсов и экологии ежегодно составляется подробный «Доклад о состоянии окружающей среды в Камчатском крае», где рассматривается, например, влияние экологических и техногенных факторов на состояние окружающей среды и здоровье населения, а также экологическая обстановка в городских округах и муниципальных образованиях Камчатского края, вопросы экологического просвещения и государственного управления в области охраны окружающей среды и природопользования [1]. Однако в рамках одного обобщающего документа объемом 400 страниц некоторые частные вопросы экологии детально и всесторонне рассмотреть невозможно. А в течение 2019–2020 гг. особенно отчетливо проявились пробелы в природоохранном законодательстве и правоприменительной практике, выросшие на почве новых реалий природопользования на Камчатке: увеличившиеся потоки путешественников, слабо развитая инфраструктура, недостаточное экологическое просвещение и образование, практически нулевое или формальное взаимодействие органов власти между собой и с общественностью – все эти аспекты угрожают как

сохранности природных комплексов и отдельных природных объектов, так и устойчивому развитию региона в целом и отрасли туризма в частности. А практика последних двух лет показывает, какое колоссальное влияние оказывают именно путешественники на природу Камчатки: поток туристов в край растет на 20% в год, число посетителей отдельных популярных мест выросло в десятки раз. Скорость возникновения проблем, сила их воздействия требуют немедленного вмешательства и регулирования, что формирует именно вызовы, например, такие как:

- необходимость регулирования потоков туризма на всех природных территориях, ООПТ регионального значения и не ООПТ, просто на землях лесного фонда;

- острая необходимость оценки рисков при развитии новых направлений природного туризма;

- необходимость регулирования развития туристской инфраструктуры – от целесообразности до местоположения и характеристик;

- необходимость регулирования использования краснокнижных животных в туристических целях;

- необходимость возврата к природоохранной сути ООПТ, а не развлекательно-коммерческой;

- необходимость более жесткого регулирования выловов рыбы в водоемах Камчатского края и усиление охраны водных объектов;

- необходимость массового всеобъемлющего просвещения Министерством туризма, Агентством лесного хозяйства и Министерством природных ресурсов и экологии о нормах природоохранного законодательства, а также правилах поведения в лесу, правилах посещения и зонирования ООПТ;

- необходимость усиления охраны природных объектов всех категорий.

Необходимость регулирования потоков туризма на всех посещаемых путешественниками природных территориях, ООПТ и не ООПТ, проистекает из произошедшего взрывного роста в сфере внутреннего туризма в России в целом, и на Камчатке в частности, вызванного закрытием границ и введением ограничений на перемещения в связи с распространением коронавирусной инфекции. Так, на популярных маршрутах в Камчатском крае число посетителей выросло с десятков в неделю до сотен в день: например, Голубые озера, памятник природы, в 2020 г. посещали группы до 800 человек в один день, горный массив Вачкажец (памятник природы регионального значения) – посещали до 200 человек в день и около 50 автомобилей, те же цифры для Авачинского перевала в ясную погоду. По любым меркам такое воздействие на не оборудованные настилами природные территории – немыслимо и губительно. Проблема этих маршрутов комплексная – никто не считает посетителей, рекреационная нагрузка не установлена, оценка антропогенного воздействия не производится, охрана формальная, просвещения нет – культура путешествий, этичное отношение к природе не прививается, а взрывной рост числа посетителей по экспоненте в 2019–2020 гг. усугубляет взаимодополняющие друг друга проблемы. Кроме того, массовые мероприятия на Халактырском пляже («Мой океан», джазовый фестиваль, примерно 2 000 автомобилей и 10 000 участников) и на Авачинском перевале (День вулкана, примерно 500 автомобилей и 5 500 участников) требуют простого пространственного регулирования – ограничение въезда и распределение потоков для снижения антропогенного воздействия. Для этого нужны новые формы взаимодействия органов власти, экологов и населения, а также новые управленческие решения в части устойчивого использования природных объектов и комплексов.

Острая необходимость оценки рисков при развитии новых направлений природного туризма. В 2020 г. правительство Камчатского края заявило, что толчком для развития туризма на юге полуострова станет реализация проекта ТРК «Заповедная Камчатка: земля людей, вулканов и лососей» [2]. Планируется, что к 2030 г. при помощи инвесторов в поселках Озерновский, Паужетка, Теплый, Шумный появится инфраструктура – благоустроенные базы отдыха, бассейны с термальной водой, которые смогут посещать около 33 тыс. человек в год, будет создано 470 новых рабочих мест [3]. Практика наблюдений в сезоне 2020 г. в пос. Паужетка показала: уникальные термальные проявления в его окрестностях – водопады, бассейны, каскады озер – не выдержат такую планируемую нагрузку, потому что травертин в основе природных термальных конструкций – очень хрупкий «строительный» материал, крошащийся в руках и тем более под ногами, нетронутые травертиновые образования в начале туристического сезона 2020 г. оказались сильно разрушенными к концу сезона, посещение даже одной группой приносит значительные разрушения. Несмотря на ограничения по коронавирусу, в Паужетке в 2020 г. побывало

от 500 до 1 000 туристов. Увеличение потока приведет к разрушению основных достопримечательностей, и это не только гибель уникальных природных объектов, но также потеря туристических объектов – привлекательности для посетителей – угасание развития туризма в этом конкретном поселке. Подобное разрушение уже произошло с ландшафтами горного массива Вачкажец (готовится публикация): в 2018 г. это еще малопосещаемая практически девственная природная территория, а в сезоне 2020 г. – это полностью разрушенные лесные дороги и вытопанные, раскатытые склоны сопки. Проблема та же – никто не считает посетителей, рекреационная нагрузка не установлена, оценка антропогенного воздействия не производится, а должна быть проведена комплексная оценка состояния и рисков на этапе проектирования, причем специалистами-геологами, биологами и представителями других наук, а не только экономистами и представителями сферы туризма. Самый действенный инструмент в сохранении природы – регулирование потоков путем изменения статуса территории или введения ограничений на посещение – сбор, пропуск, норматив по числу.

Необходимость регулирования развития туристской инфраструктуры, от целесообразности до местоположения и характеристик, вызвана тем, что хаотичная застройка (а сначала – бездумная хаотичная выдача разрешений) на сооружение кемпингов, глэмпингов и прочих точечных объектов туристской инфраструктуры, во-первых, оказывает негативное воздействие на природные комплексы, и во-вторых, наносит ущерб рекреационной привлекательности региона: куполы в Мертвом лесу в окрестностях Толбачика, «дачная» застройка прибрежной полосы Халактырского пляжа, строящийся строящийся «вилючинский ресторан» на склоне вулкана – все эти объекты не вписываются в тот образ дикой нетронутой природы Камчатки, который широко рекламируется на всю страну и мир – на популярных маршрутах природа Камчатки уже утратила свою дикость вместе с целостностью, что в параметры устойчивости никак не вписывается. Увеличение площади ООПТ как один из целевых показателей нацпроекта «Экология» без должной охраны новых и старых, и стремительной деградации уже используемых природных территорий не приблизит нас к устойчивости фактически, хотя формально цифры вырастут.

Необходимость регулирования использования краснокнижных животных, сивучей в частности, для туристических наблюдений вызвана тем, что животные, находящиеся под угрозой исчезновения и занесенные в региональную, российскую и международную Красные книги, активно используются как туристический объект, стоимость экскурсии к сивучам варьируется от 3 до 5 тыс. руб. с человека. При том что в природоохранном законодательстве есть пробелы: так, в статье 1 «Основные понятия» Федерального закона «О животном мире» от 24.04.1995 № 52-ФЗ [4] использование объектов животного мира определяется как «изучение, добыча объектов животного мира или *получение иными способами пользы от указанных объектов для удовлетворения материальных или духовных потребностей человека с изъятием их из среды обитания или без такового*» – то есть на любое использование сивучей – визит к ним на сапбордах или морских судах, лодках, каяках, демонстрацию их с извлечением прибыли – должно быть как минимум разрешение, выданное региональным управлением Федеральной службы по надзору в сфере природопользования в соответствии с Административным регламентом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования предоставления государственной услуги по выдаче разрешений (распорядительных лицензий) на оборот диких животных, принадлежащих к видам, занесенным в Красную книгу Российской Федерации [5]. Однако в регламенте фигурирует лишь один вид использования – добыча, то есть все остальные виды использования не регламентированы. И этот пробел является результатом времени и развития общества – в нем появились новые реалии, где использование не предполагает добычу (изъятие) и становится массовым, а не научным или промысловым. Новое время – новые реалии, и законодательство нужно приводить в соответствие с этими новыми реалиями, где неконтролируемое никем использование краснокнижных сивучей в качестве туристического объекта может нанести животным непоправимый ущерб, поскольку на практике использование включает в себя не только демонстрацию, но также и вмешательство (кормление и беспокойство), а любое вмешательство в жизнь животных, занесенных в Красную книгу, запрещено, о чем однозначно заявлено в статье 24 «Охрана редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного мира» Федерального закона «О животном мире» от 24.04.1995 № 52-ФЗ.

Необходимость возврата к природоохранной сути ООПТ вызвана усиливающимся перевесом деятельности ООПТ в направлении организации и обслуживания туризма вместо выполне-

ния возложенных природоохранных функций. Например, при планировании проекта благоустройства Авачинского перевала у групп приглашенных экспертов возникли разногласия – группа экологов предлагала устроить парковки и стоянки в нескольких местах для удобства посетителей, тогда как группа туроператоров предлагала однозначно закрыть въезд на перевал и организовать одну-единственную парковку – то есть в сознании даже природоохранной общественности вектор на развитие туризма и удовлетворение потребностей людей иногда прочно берет верх над сохранением природы в максимально нетронутом виде, сдерживанию деградации, что, собственно, и предполагает устойчивое развитие в прописанных задачах целей 14 и 15 по сохранению наземных и морских экосистем [6]. Некую путаницу в понятия и сопряженные с ними действия, а также принятие решений, создание концепций вносит тот факт, что в один национальный проект «Экология» включены и сохранение природы, и развитие туризма, тогда как деятельность человека по отношению к природе с начала развития человечества деструктивна.

Необходимость более тщательного регулирования выловов рыбы в водоемах Камчатки и более строгой охраны – этот вызов времени самый свежий: провальная путина на восточном побережье Камчатки в 2020 г. и яркий пример – неудача с фестивалем подледной рыбалки на оз. Нерпичье в марте 2021 г., когда 200 рыбаков за день не поймали ни одного экземпляра, а через несколько дней из озера было извлечено 130 кв. метров браконьерских сетей с 224 хвостами корюшки. Но причина отсутствия рыбы на фестивале не только и не столько в браконьерах – несколько лет жители Усть-Камчатка требовали прекратить сетной промысел корюшки на озере Нерпичьем, но не были услышаны рыбохозяйственной наукой и государственной рыбоохраной [7]. Ситуация с неркой в Курильском озере беспокоит даже орнитологов – три последние года они, наблюдая за зимовкой белоплечих орланов, отмечают отсутствие или чрезвычайно маленькое количество сненки, сопоставляя этот факт с нарушениями в технологии устьевого вылова рыбы в р. Озерной, о чем также свидетельствуют местные жители, направляющие обращения в природоохранную прокуратуру и СВТУ ФАР. Проблема регулирования выловов рыбы в водоемах Камчатки комплексная – прогнозы, природные факторы, но уже ясно, что пора пересмотреть нормативы вылова в устье и пропуска рыбы в Курильское озеро, равно как и усилить контроль за соблюдением правил и технологии лова в отношении всех водоемов Камчатки. Потому что существование человека неразрывно связано с благополучием окружающей среды, для которой устойчивое развитие – залог ее существования и человечества. Использование объектов животного мира, которое не приводит в долгосрочной перспективе к истощению биологического разнообразия животного мира и при котором сохраняется способность животного мира к воспроизводству и устойчивому существованию – вот определение, которым нужно руководствоваться в решении все новых проблем природопользования.

Еще один вызов современности – необходимость массового всеобъемлющего просвещения Министерством туризма, Агентством лесного хозяйства и Министерством природных ресурсов и экологии о нормах природоохранного законодательства, а также правилах поведения в лесу, правилах посещения и зонирования ООПТ. К сожалению, экологическое образование в последнем десятилетии стало практически факультативным и не ставится пока во главу угла при формировании мировоззрения в образовательном процессе. Региональный компонент сведен к получасу в неделю, и только секции дополнительного образования дают детям более полное понимание единства и взаимозависимости человека и природной среды. Однако стоит отметить, что разрушительное воздействие на природу оказывают отнюдь не дети, а взрослые – лично или принимаемыми решениями. Часто принимаемые взрослыми людьми решения обнажают пробелы в их экологических знаниях и отсутствие экологической культуры. Особенно заметно эти недостатки проявляются в поведении путешественников и в принятых чиновниками решениях относительно благоустройства или рекреации. Существует заблуждение, что все все и так знают, в школе учили. Но на этапе взросления это «все» теряется, как показывает практика. Поэтому глобальный вызов – поголовное экологическое просвещение именно взрослых людей, которое должно носить централизованный системный характер и исходить от компетентных государственных органов – как хранителей закона и центров связей с общественностью. Но этот вызов не должен восприниматься и позиционироваться как панацея, поскольку у экологических проблем есть не только этические подоплеку, но и совершенно конкретные очертания в виде действий/бездействий.

Необходимость усиления охраны природных объектов всех категорий и более жесткие меры наказания, применимые к нарушителям природоохранного законодательства – важный инстру-

мент сохранения природы и формирования экологической культуры. Отличный пример – практика Швеции: разъяснительная работа вкупе со штрафами. В связи возрастающим в разы в течение буквально одного сезона потоком посетителей и их воздействием на природные комплексы возникает и необходимость усилить охрану природы: ввиду удаленности более-менее справляются с задачами сохранения ООПТ федерального значения, тогда как ООПТ регионального значения и земли лесного фонда, не являющиеся ООПТ (а это 89% территории края), напротив, нуждаются в расширении штата службы охраны – в настоящий момент на одного сотрудника службы охраны камчатских лесов приходится 700 000 га, а охраной пяти территорий природных парков «Вулканы Камчатки» площадью 2 475 000 га занимаются 23 инспектора КГБУ.

Отношения человека с окружающей средой меняются с течением времени. Взрывной рост антропогенного воздействия на природные комплексы Камчатского края требует оперативного реагирования и принятия неотложных, иногда непопулярных мер к сохранению природы в целях обеспечения устойчивости, для сохранения существования человечества. На экологические вызовы современности обществу нужно отвечать компетентно и решительно: природа Камчатки уникальна и актуальный вызов для нынешнего поколения – сохранить ее уникальность в максимально нетронутом виде. Этому будет способствовать решение таких задач, как регулирование потоков туризма и развития туристской инфраструктуры, оценка рисков при развитии новых направлений природопользования и совершенствование природоохранного законодательства и подходов к использованию природных ресурсов, массовое экологическое образование и просвещение. Но самый главный экологический вызов современности каждому гражданину – осознать взаимосвязь и взаимозависимость благополучия человека и природы, занять активную гражданскую позицию в сохранении окружающей среды и принимать участие в природоохранных мероприятиях и законотворчестве.

Литература

1. Доклад о состоянии окружающей среды в Камчатском крае в 2019 г. 401 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://kamgov.ru/files/5f7be311216594.35262321.pdf>
2. Модель посещения Курильского озера изменят на Камчатке [Электронный ресурс]. – URL: <https://kamgov.ru/minfin/news/model-posesenia-kurilskogo-ozera-izmenat-na-kamcatke-38107>
3. На юг Камчатки рассчитывают ежегодно привлекать до 33 тыс. туристов к 2030 году [Электронный ресурс]. – URL: <https://tass.ru/nacionalnye-proekty/9760687>
4. Федеральный закон «О животном мире» от 24.04.1995 № 52-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6542/bb9e97fad9d14ac66df4b6e67c453d1be3b77b4c/
5. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29 июня 2020 г. № 746 «Об утверждении Административного регламента Федеральной службы по надзору в сфере природопользования предоставления государственной услуги по выдаче разрешений (распорядительных лицензий) на оборот диких животных, принадлежащих к видам, занесенным в Красную книгу Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.alta.ru/tamdoc/20a00746/>
6. Цели в области устойчивого развития [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>
7. Вахрин С.И. «Неудача рыбаков». О провальном рыбном фестивале [Электронный ресурс]. URL: <http://fishkamchatka.ru/articles/exclusive/39895/>

УДК 504.5:582.272.46

М.М. Сергеева

*Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет (Дальрыбвтуз),
Владивосток, 690087
e-mail: Sergeeva.MM@dgtru.ru*

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ-ЭНДОФИТА *LAMINARIOCOLAX SP.*

Добыча углеродного сырья на континентальном шельфе ведется в больших объемах, а также проводится транспортировка и перегрузка нефти и нефтепродуктов. В связи с этим большое значение имеют исследования по влиянию нефтетоксикантов на морские организмы. Прибрежные фитоценозы подвергаются значительному воздействию нефтяного загрязнения. В настоящей работе представлены данные о скорости роста эндофитной бурой водоросли *Laminariocolax sp.* в условиях нефтяного загрязнения при концентрации нефтеуглеводородов от 0,08 до 0,5 мг/л.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, концентрация нефтеуглеводородов, водоросли-эндофиты, скорость роста, *Laminariocolax sp.*

M.M. Sergeeva

*Far Eastern State Technical Fisheries University (Dalrybvtuz),
Vladivostok, Russia, 690087
e-mail: Sergeeva.MM@dgtru.ru*

OIL POLLUTION INFLUENCE ON GROWTH PROCESSES OF BROWN ALGAE-ENDOBYTE *LAMINARIOCOLAX SP.*

Carbon raw materials is extracted in large volumes on the continental shelf, also oil and oil products transportation and transshipment is carried out. In this regard, studies of the oil toxicants effects on marine organisms are of great importance. Coastal phytocenoses are significantly affected by oil pollution. The data on the growth rate of brown endophytic alga *Laminariocolax sp.* in conditions of oil pollution with a concentration of petrohydrocarbons from 0.08 to 0.5 mg/l.

Key words: oil pollution, concentration of petroleum hydrocarbons, endophytic algae, growth rate, *Laminariocolax sp.*

В настоящее время одной из глобальных экологических проблем является нефтяное загрязнение вод Мирового океана в результате хозяйственной деятельности человека [1]. Нефтяное загрязнение моря происходит в большей мере за счет малых разливов и различных утечек нефти при обычных (эксплуатационных) операциях в процессах транспортировки, добычи углеводородов. Также большое влияние оказывают нелегальные сбросы льяльных вод с судов и другие виды загрязнений при всех видах прибрежной и морской деятельности, попадающие со стоком с суши [2]. Особенно загрязнения заметны в бухтах и заливах, где расположены крупные населенные пункты. Поэтому в настоящее время проблема нефтяного загрязнения особенно актуальна для прибрежных морских экосистем.

Большая степень воздействия при сбросах, разливах нефти приходится на биоту прибрежной зоны морей. Макроскопические водоросли (макрофиты) максимально подвергаются их воздействию [3].

Нефть воздействует на все стороны жизнедеятельности водорослей, начиная с субклеточного и клеточного уровней и заканчивая популяционными и межвидовыми взаимодействиями организмов, в связи с тем, что она является неспецифическим комплексным токсикантом. При высокой концентрации нефти и нефтепродуктов в среде происходит уменьшение видового разнообразия водорослей, продолжительность их жизни снижается, а также идет подавление

развития спор, гаметофитов. Нефтеуглеводороды разрушают клеточную мембрану, происходит замещение мембранных липидов и увеличивается ее проницаемость. Также нефтеуглеводороды накапливаются в клетках водорослей до определенного предела без видимых следов повреждения растений. Когда водоросли находятся длительное время в воде, загрязненной нефтепродуктами, у них начинает наблюдаться подобный эффект [3].

Представители рода *Laminariocolax* относятся к бурым водорослям, слоевища которых построены из одноклеточных нитей. Они имеют толщину до 10 мкм, бывают короткие, ветвление попеременное или одностороннее; расположены сериями то с одной, то с другой стороны несущей их материнской ветви. Иногда от основных вертикальных нитей отходят ризоидальные нити, обеспечивающие дополнительное сцепление слоевищ. Рост у *Laminariocolax* диффузный, поэтому интеркалярные зоны роста отсутствуют. Органами размножения у этих водорослей служат одногнездные спорангии и многогнездные вместилища. Половой процесс изо- или гетерогамный.

Laminariocolax sp. является эндофитом, поселяющимся в слоевищах других водорослей, при этом заражая их. Эндофиты не являются паразитами, однако оказывают патогенный эффект на инфицируемых хозяев. Талломы инфицируемых водорослей становятся жестче и толще, наблюдается искривление стволика и сморщивание пластины. Также образуются черные пятна (некрозы), наблюдается снижение скорости роста растений [4].

Многочисленные исследования последних лет показывают, что инфицирование патогенными организмами ведет к уменьшению плотности и биомассы водорослей во всем мире. В условиях антропогенного загрязнения симптомы заболевания инфицируемых водорослей усиливаются, что приводит к их гибели. Это может быть вызвано интенсификацией ростовых процессов фотосинтезирующего паразита, что и является причиной усиления симптомов болезни [5].

Объектом исследования послужила монокультура бурой водоросли *Laminariocolax* sp. Культивирование как контрольных, так и экспериментальных суспензий водорослей осуществляли в накопительном режиме на среде Provasoli, приготовленной на фильтрованной морской воде, в колбах объемом 50 мл при постоянной температуре 16°C и интенсивности фотосинтетической активной радиации 40 мкЕ/(м²с).

Культуру разбивали миксером, заливали в шесть ростовых флаконов по 50 мл и оставляли на двое суток при температуре 16°C и интенсивности фотосинтетически активной радиации 40 мкЕ/(м²с) для восстановления после механического воздействия, а также для прикрепления талломы водорослей ко дну флаконов. Освещение обеспечивали люминесцентные лампы дневного света. Фотопериод составлял 12 часов света – 12 часов темноты. Затем под микроскопом в каждом флаконе фиксировали положение 10 талломы *Laminariocolax* sp. для дальнейшего наблюдения за ростовыми процессами водорослей.

Утром первого дня эксперимента в пять экспериментальных ростовых флаконов и в 10 экспериментальных колб с водорослями добавляли насыщенный экстракт нефти (С = 5,178 мг/л) по схеме, представленной в таблице.

Схема приготовления культивационной среды с различными концентрациями нефти

Конечная концентрация нефти в экспериментальной морской воде (мг/л)	Количество насыщенного нефтяного экстракта С = 5,178 мг/л (мл)	Количество морской воды (мл)
0,08	0,677	49,323
0,12	1,015	48,985
0,18	1,521	48,479
0,25	2,109	47,891
0,5	4,186	45,814

В шестом контрольном ростовом флаконе и в двух контрольных колбах с водорослями культивационная среда не содержала нефтеуглеводородов. Водоросли экспонировали при разных, указанных выше концентрациях нефти в течение 7 суток. Показатели скорости роста водорослей (P > 0,05) регистрировали на 2-, 4- и 7-е сутки эксперимента.

В течение эксперимента в контрольном варианте опыта скорость роста водорослей составляла в среднем 22% в сутки и статистически достоверно не изменялась. Анализ полученных данных позволил установить, что концентрация нефти в среде культивирования статистически достоверно влияла на специфическую скорость роста (SGR) *Laminariocolax* sp.

В варианте с концентрацией нефти в среде 0,08 мг/л показатель SGR статистически значимо не отличался от контроля и оставался постоянным в течение всего эксперимента. В вариантах 0,12 и 0,18 мг/л скорость роста исследуемых водорослей существенно возрастала (в 1,5 и 2 раза по сравнению с контролем) после двух суток экспозиции и оставалась на этом уровне до конца эксперимента. В варианте 0,25 мг/л скорость роста *Laminariocolax* sp. превысила показания контроля в 1,3 раза на 2-е сутки эксперимента и понизилась до контрольных значений на 4-е и 7-е сутки опыта. В варианте 0,5 мг/л на 2-е и 4-е сутки эксперимента статистически достоверных изменений в показателях SGR по отношению к контролю обнаружено не было. После 7 суток экспозиции в этом варианте опыта наблюдали 2-кратное снижение величины SGR по сравнению с контрольными образцами.

Таким образом, бурая водоросль-эндофит *Laminariocolax* sp. способна переносить воздействие растворенных в воде нефтеуглеводородов в диапазоне от 0,08 до 0,5 мг/л. Присутствие в среде нефти в диапазоне концентраций 0,12–0,25 мг/л оказывает положительное действие на физиологические процессы бурой водоросли-эндофита *Laminariocolax* sp., стимулирует ее ростовые процессы. Необходимо отметить, что высокие концентрации нефти в среде культивирования (0,5 мг/л), вызывают ингибирование ростовых процессов *Laminariocolax* sp. при длительном (после семи суток) воздействии нефтетоксикантов.

Литература

1. Монюшко М.М. Состояние загрязнения мирового океана различными формами нефтепродуктов // Сборник научных трудов Sworld по материалам междунар. науч.-практич. конф. – 2008. – Т. 23, № 1. – С. 9–11.
2. Панин С.А. Нефтяные разливы и их воздействие на окружающую среду. – М.: ВНИРО, 2008. – 510 с.
3. Степаньян О.В., Воскобойников Г.М. Влияние нефти и нефтепродуктов на морфо-функциональные особенности морских макроводорослей // Биология моря. – 2006. – Т. 32, № 4. – С. 241–248.
4. Жизнь растений. В 6-ти т. Гл. ред. чл.-кор. АН СССР, проф. Ал.А. Федоров. Т. 3. Водоросли. Лишайники / Под ред. проф. М.М. Голлербаха. – М.: Просвещение, 1977. – 487 с.
5. Миронов О.Г., Ланская Л.А. Выживаемость некоторых морских планктонных и бентопланктонных водорослей в морской воде, загрязненной нефтепродуктами // Ботанический журнал. – 1993. – Т. 51.

УДК 621.311.212:639.2/.3

С.А. Соколова, А.М. Бакштанин, Т.И. Матвеева

*Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,
Москва, 127550*

e-mail: sokolovasvetlana@mail.ru; bakshstanin@mail.ru; ti-matveeva@ail.ru

ВЛИЯНИЕ РАБОТЫ БОГУЧАНСКОЙ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННУЮ ОБСТАНОВКУ

Объектом исследований выбрана Богучанская гидроэлектростанция в составе Ангарского каскада. В статье излагаются негативные факторы и неблагоприятные условия для обитания рыб в нижнем бьефе после строительства гидроузлов. Даны ориентировочные параметры нерестилищ основных промысловых рыб Ангарского комплекса. Отмечается, что ограниченность воспроизводства кормовых ресурсов и суровый климат не способствуют большой рыбопродуктивности Ангарских водохранилищ. Полученные результаты дают возможность решить проблему сохранения благоприятных условий жизнедеятельности и воспроизводства рыб в водохранилище Богучанского гидроузла. Из всего многообразия рыбоохранных мероприятий можно выделить одно направление – обеспечение безопасности рыб на водозаборах, которое является важнейшей природоохранной проблемой современной гидротехники, решать которую должны водопользователи, разработчики водозаборных и рыбозащитных сооружений, природоохранные и рыбоохранные органы и рыбохозяйственные организации.

Ключевые слова: гидроэлектростанция, плотина, водохранилище, водосброс, полупроходные и проходные рыбы, рыбопродуктивность, миграционный цикл.

S.A. Sokolova, A.M. Bakshtanin, T.I. Matveeva

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow 127550*

e-mail: sokolovasvetlana@mail.ru; bakshstanin@mail.ru; ti-matveeva@ail.ru

INFLUENCE OF HYDROELECTRIC PLANT “BOGUCHANSKAYA” OPERATION ON FISHING SITUATION

The object of research is hydroelectric plant “Boguchanskaya” as part of the Angarsk cascade. The negative factors and unfavorable conditions for fish habitat in the lower reaches after the construction of waterworks are discussed in the article. The approximate parameters of the spawning grounds of the main commercial fish of the Angara complex are given. It is noted that the limited reproduction of feed resources and the harsh climate do not contribute to the high fish productivity of the Angara reservoirs. The obtained results make it possible to solve the problem of preserving favorable living conditions and reproduction of fish in the reservoir of the Boguchansky hydroelectric complex. From the whole variety of fish protection measures, one direction is to ensure the safety of fish at water intakes, which is the most important environmental problem of modern hydraulic engineering, which should be solved by water users, developers of water intake and fish protection structures, environmental and fish protection authorities and fisheries management organizations.

Key words: hydroelectric plant, dam, reservoir, spillway, semi-anadromous and anadromous fish, fish productivity, migration cycle.

Гидротехническое строительство оказывает на водные ресурсы значительно большее воздействие, чем только при осуществлении забора воды. Прежде всего, это нарушение путей миграции и условий нагула и размножения рыб при возведении плотин и создании водохранилищ и т. д. Для предупреждения и устранения негативного воздействия гидротехнического строительства на водные биологические ресурсы отечественной школой рыбозащиты разработан комплекс разнопрофильных мероприятий, направленных на сохранение или восстановление условий естественного воспроизводства рыб [1]. Богучанская ГЭС является четвертой станцией

в существующем Ангарском каскаде – Иркутская ГЭС, Братская ГЭС, Усть-Илимская ГЭС. Максимальный расход через Богучанский гидроузел при совместной работе ГЭС и водосбросов при форсированном подпертом уровне ∇ ФПУ = 209,5 м равен 12 850 м³/с [2].

Работа водосброса № 2 Богучанской ГЭС влияет на рыбную ситуацию в нижнем бьефе гидроузла в нескольких аспектах. При сбросе воды через водосброс скорость воды превосходит 25 м/с и имеет губительные последствия для рыбы, при этом создаются условия ее механического травмирования. По данным служб эксплуатации Усть-Илимского гидроузла, в период прохождения весеннего паводка к нижнему бьефу гидроузла с низовой р. Ангары подходят часть особей хариуса, тайменя и других видов рыбы, не нашедших по тем или иным причинам протоков для нереста. В зоне скопления происходит травмирование рыбы настолько, что она не в состоянии отойти от створа. Другим по значимости фактором воздействия на рыбу следует считать последствия от местных размывов русла в нижнем бьефе гидроузла. В процессе эксплуатации водосброса № 2 в зоне бара скорости потока могут достигать величины порядка 3,5...2,0 м/с, вызывая деформации поверхности бара, при которых зоопланктон и другие микроорганизмы будут смываться потоком вниз по течению, увеличивая тем самым кормовую базу рыб на значительном расстоянии от створа гидроузла, что является положительным фактором работы водосброса № 2 [3–5]. Еще одним из важнейших аспектов работы водосброса № 2 является влияние его работы на воздухо содержание воды в нижнем бьефе гидроузла. Сброс воды происходит из верхних слоев водохранилища, богатых кислородом.

Цель работы состояла в обобщенном анализе рыбохозяйственной ситуации в нижнем бьефе Богучанской ГЭС и в водохранилище на основании многолетних наблюдений и научных публикаций по данной тематике.

Задачей аналитических исследований было выявление негативных факторов влияния, включая создание Богучанского гидроузла, на жизнедеятельность рыбного стада. Необходимо было сформулировать перечень рекомендаций и природоохранных мероприятий для улучшения гидробиологического режима Ангары на рассматриваемом участке в естественных условиях и после строительства гидроузла [5]. Для оценки рыбохозяйственной ситуации в районе возведения гидроузла как в водохранилище, так и в нижнем бьефе плотины очень важны гидрометеорологические, геологические, гидрологические условия, условия формирования ихтиофауны и кормовой базы в естественных условиях и под влиянием регулирования стока. Река Ангара является самым многоводным правобережным притоком р. Енисей. Длина р. Ангары от истока до устья 1 779 км, река вытекает из оз. Байкал и впадает в р. Енисей на 2 091 км от его устья, в 334 км ниже г. Красноярск. Площадь водосбора р. Ангары – 1 039 тыс. км², падение высот от истока до устья – 378 км, среднемноголетний расход в истоке – 1 912 м³/с, среднемноголетний расход в устье – 4 560 м³/с [6]. Многоводность, значительный уклон русла, невысокая изменчивость стока, благоприятное геологическое строение долины – это характерные положительные особенности р. Ангары с точки зрения водной биоты. От створа Богучанской ГЭС до своего устья р. Ангара течет в долине, ширина которой в самых низовьях достигает величины 7–9 км. Однако в районе Мурского порога (с. Мотыгино, 118,5 км от устья) и в районе Стрелковского порога (с. Стрелка, 5 км от устья) ширина русла меняется от 0,7–0,8 км до 5–6 км. При такой значительной ширине р. Ангары от створа Богучанской ГЭС до своего устья относительно мелководна, на плесах глубины составляют всего 1,5–3 м, в приплотинной зоне нижнего бьефа глубины несколько больше, порядка 4,5 м. Колебания естественных уровней воды на участке от Богучанского гидроузла до устья р. Тасеева невелики по амплитуде. При совпадении периода повышенных навигационных попусков через Богучанский гидроузел (3 100 м³/с) с периодом интенсивного весеннего снеготаяния в р. Ангаре максимальные уровни воды в нижнем бьефе фиксируются в конце мая и могут составить около 150–200 см и держаться на отмеченном уровне 5–6 суток.

Представленные исследования включали в себя следующие вопросы: оценку гидрометеорологических, геологических и гидрологических условий по данным наблюдений в створе гидроузла; оценку рыбопродуктивности водоема по литературным источникам; оценку и предложения по реализации рыбохозяйственных мероприятий.

Район расположения Богучанского гидроузла характеризуется суровыми климатическими условиями. По данным метеостанций (с. Богучаны, с. Мотыгино, с. Стрелка) зафиксированы максимальные и минимальные температуры воздуха соответственно +38°C и –58°C при среднегодовой температуре воздуха –2°C. Продолжительность безморозного периода составляет

95 дней. Осадки в бассейне выпадают равномерно порядка 440–490 мм на востоке и около 550–600 мм в западной части водосбора р. Ангары. Ледовый режим в нижнем течении р. Ангары на всем протяжении характерен для данной климатической зоны: замерзание и вскрытие реки идет при относительно небольших расходах реки. Зимой в связи с попусками в нижний бьеф через Богучанскую ГЭС (по аналогии с вышестоящими станциями, например, Усть-Илимской ГЭС) на ледяном покрове появляются наледи, увеличивающие естественную толщину льда. В теплый период года (май – октябрь) дуют ветры западного и юго-западного румбов (28–33% от всего количества ветров). Для зимы характерен штиль (скорость ветра < 1 м/с, что составляет 45–50% всех наблюдаемых значений за ветром). В мае и октябре зафиксированы ветры наибольшей скорости (20–25 м/с) [3, 4].

Проектная промысловая рыбопродуктивность холодного глубокого руслового Богучанского водохранилища с небольшими площадями мелководий (с глубинами до 2 м всего площадь порядка 1,5 тыс. га) находится в пределах 2,0–1,1 кг/га. Основными промысловыми видами Богучанского водохранилища (по аналогии с Усть-Илимским водохранилищем) будут являться: сибирская плотва, лещ, окунь, щука, в небольших количествах налим, язь. Условия обитания животных и растений в водохранилищах в большой степени зависят от уровня воды в водоеме. Весенняя сработка ведет к гибели икры, кладок многих водных организмов (например, хирономид и моллюсков), репродуктивное которых осуществляется в прибрежной зоне и составляет одну из основных частей кормовой базы водохранилища. Осенне-зимняя сработка приводит к тому, что в осушаемой зоне вымерзают кормовые организмы, не происходит накопления органических веществ и водорослей. В то же время оставшаяся на осушаемых участках водная растительность при разложении обогащает почву органическими веществами и обеспечивает благоприятные условия для дальнейшего развития кормовой базы [5].

Вследствие расположения Богучанского водохранилища в таежной зоне с мощными запасами леса затопляемая площадь водохранилища сильно залесена, имеет большую неровность дна. В настоящее время действуют санитарные нормы (регламентирующие требования к подготовке зон водохранилищ), которые допускают возможность затопления части древесно-кустарниковой растительности в зоне мертвого объема (ниже отметки УМО) на водохранилищах с объемом более 10 млн м³ и с водообменом воды более шести раз в год. При подготовке ложа Богучанского водохранилища в зоне затопления был сведен только товарный лес и лесочистка не производилась. Исследования 1985–1996 гг. Красноярского государственного университета показали, что процесс химического и биологического разрушения затопленной древесины в суровых сибирских условиях не отражается на удовлетворительном качестве воды, которая может характеризоваться как вода олиготрофных водоемов. Затопленные деревья и кустарники являются частичными источниками поступления органических веществ при разложении листьев, коры (сама древесина в воде не разлагается).

Увеличение кормовой базы также производится путем вселения в водохранилище кормовых организмов и внесения удобрений в воду. Процессы минерализации в затопленных почвах способствуют поступлению в толщу воды многих биогенных элементов, способствующих развитию планктона и донной растительности [5]. Водные организмы как толщи воды (планктон), так и дна (бентос) определяют рыбопродуктивность водоема в части кормовой базы. В узких русловых холодных водохранилищах зоопланктон не успевает формироваться, кормовая база обедняется. В заливах, на участках затопленного леса может развиваться богатая фитофильная фауна, биомасса бентоса здесь в 2–4 раза больше, чем в открытой части водохранилища. Средняя биомасса бентоса (г/м²) в летне-осенний период на водохранилищах: Братское – 4,8–15; Иркутское – 5,4–24,6; Красноярское – 0,2–2,6; Усть-Илимское – 4,6; Хантайское – 0,6–5 [5]. Глубокие холодные водохранилища на р. Ангаре весьма малопродуктивны ввиду суровых климатических условий, расположения их на подзолистых лесных почвах таежной зоны; их рыбопродуктивность не превышает пределов 1–4 кг/га [7]. В холодных водохранилищах Ангарского каскада средняя биомасса фитопланктона (г/м³) составляет: Братское – 2,21; Иркутское – 0,2; Красноярское – 0,8; Усть-Илимское – 2,2 [6, 7]. Распределение рыбных ресурсов водохранилищ неблагоприятно для промышленного рыболовства: непромысловые виды рыб выедают практически столько зоопланктона, сколько его потребляют ценные и малоценные виды. Таким образом, более трети (37,5%) всех планктонных и бентосных беспозвоночных организмов приходится на долю непромысловых видов рыб. Отмеченное обстоятельство при ограниченности воспроизводства кормо-

вых ресурсов, а также ввиду сурового климата не способствует большой рыбопродуктивности Ангарских водохранилищ нижнего течения реки.

Гидрометеорологические условия на нижних участках рек не всегда благоприятны для полупроходных рыб. К негативным факторам следует отнести также следующие: весенние паводки, низкие и кратковременные; сокращение нерестовой площади вследствие зарегулированности стока верхнего течения; заиливание наносами протоков, по которым идут на нерест производители; излишняя растительность в русле в связи со снижением скорости воды ведет к заболачиванию протоков; при сгонных ветровых явлениях на широких пространствах дельт осушаются мелководья, где мечут икру производители; образование завалов из деревьев препятствуют нерестовому ходу и покатной миграции; обмеление протоков, в которые откладывают икру производители, вызывает промерзание гнезд с отложенной икрой лососевых видов; хищные звери (медведи, выдра, водяная крыса) и птицы наносят вред икрометанию, поедая икру в период нереста; строительство ГЭС, спуск сточных вод промпредприятий, лесосплав плотов негативно влияют на воспроизводство ценных видов рыб, требовательных к качеству вод. Из анализируемых данных [7] у семейства рыб и отдельных видов – различные нерестовые, кормовые и зимовальные периоды. Проход производителей к местам нереста обеспечивается следующими рыбохозяйственными мероприятиями: уничтожением образовавшихся завалов в русле; расчисткой и углублением протоков; диспетчерским графиком водохранилища, предусматривающим обводнение нерестилищ в соответствии со сроками и нереста ценных рыб промысловых видов. В дополнение к утраченным после возведения гидроузла естественным нерестилищам устраивают стационарные или плавучие искусственные нерестилища. Применяют также акклиматизацию и частичное рыборазведение новых для данного водохранилища видов рыб с целью их заселения в водоем. В связи с последним стоит трудная задача довести акклиматизированные виды рыб до промыслового размера и приспособить их для рыбохозяйственной эксплуатации.

В нижнем бьефе гидроузлов Усть-Илимского и Богучанского на протяжении 5 км от створов гидроузла, а также в верхнем бьефе на расстоянии до 3 км от створа плотины и во всех приустьевых пространствах притоков, впадающих в эти водохранилища, в радиусе 1 км запрещен промысловый лов рыбы с 1 сентября по 25 октября. Рекомендации по промышленному рыболовству в НБ Красноярского гидроузла, заключающиеся в запрете лова в течение всего года вниз по реке Енисей на протяжении 10 км, могут быть своевременны и для НБ Богучанского гидроузла. Любительский вылов рыбы разрешен под наблюдением органов рыбоохраны. Максимально допустимый прилов охраняемых видов промысловых рыб в названных водохранилищах к промысловому улову охраняемых видов рыб и к общему улову (в %) по водоемам допускается: в Братском, Иркутском, Усть-Илимском водохранилищах – не более 8%, в Красноярском водохранилище – не более 20% [7].

Для сохранения благоприятных условий жизнедеятельности, воспроизводства рыб в водохранилище необходимо в период нереста рыб по возможности поддерживать постоянный уровень воды в водохранилище (снижение уровня губительно для кладок икры в прибрежном мелководье, а также для ранней молоди, сосредоточенной на нерестилищах). Весенне-летняя сработка водохранилища в энергетических целях должна быть плавной, не более 2 см/сут, для обеспечения своевременного ухода молоди рыб вместе с водой из мелководий, как и осенне-зимняя сработка водохранилища в энергетических целях также должна быть плавной для ухода рыбы с осушаемых и промерзающих участков, так как ввиду нехватки кислорода остающаяся рыба погибнет от заморов в обмелевших зимовальных ямах или будет придавливаться оседающим льдом; диспетчерский график работы водохранилища должен обеспечить важные периоды жизненного цикла ценных видов рыб [8]. Экологически негативные последствия резкой и глубокой сработки водохранилищ проявляются в снижении процессов самоочищения воды, сокращении площади нерестилищ и ухудшении условий зимовки рыбного стада (обмеление или утрата зимовальных ям).

Для каждого водохранилища массив биологической информации включает обитаемые виды рыб, характеристики нерестового хода видов, их плавательную способность, трассы подхода к нерестилищам, места нагульных концентраций.

Формирование базы данных для дальнейших исследований ставит следующие задачи:

1) уточнение обитаемых видов рыб и их кормовую базу в самом водохранилище и в НБ Богучанского гидроузла в результате специальных натурных исследований;

2) анализ нерестового хода конкретных показателей специальных биологических исследований: численность рыб, подходящих к гидроузлу со стороны НБ; продолжительность периода массового нереста хода в сутки; среднесуточный и часовой поток нерестящихся рыб. За начало и конец нерестового хода принимают значения, соответствующие десяти процентам среднесуточного потока рыб, идущих на нерест.

Из вышеизложенного сделаны следующие выводы:

1. Механизм реализации покатных миграций рыб заключается в невозможности сопротивляться существующим скоростям потока и потере ориентации в потоке вследствие определенной плавательной способности видов.

2. Особенности вертикального и горизонтального распределения молоди, их концентрация в реке в период активно-пассивных миграций имеют немаловажное значение для сохранения рыбного стада не только в рыбопромысловых целях, но и в целях сохранения видов рыб как экологических объектов природы. После периода активного питания молодь осетровых рыб со стрежня перемещается к прибрежной зоне с любой глубиной, идет нагуливание массы. Тенденция распределения карповых рыб в толще воды днем, вечером и ночью в придонных слоях у дна отличается от других видов. Например, концентрация частиковых рыб с увеличением глубины свыше 30 м значительно снижается. На больших глубинах наблюдается скопление сиговых видов рыб, но только в зимнее время.

3. Сложность в реализации рыбохозяйственных мероприятий заключается в том, что происходит взаимодействие с живыми объектами природы, подвергающимися воздействию суровых климатических условий и антропогенному влиянию хозяйственной деятельности в регионе. Расположение зон концентрации и обитания рыб изменчиво, непостоянно во времени и пространстве, не поддается сиюминутной корреляции, требует тщательной предварительной проработки.

Литература

1. Водохозяйственные системы и водопользование: Учебник / *А.М. Бакинтанин, Э.С. Беглярова, А.Л. Бубер, И.Г. Галямина, И.В. Глазунова, А.В. Дмитриева, В.Ф. Жабин, Д.В. Козлов, В.Н. Маркин, Л.Д. Раткович, С.А. Соколова, С.А. Федоров*; под общ. ред. проф. Л.Д. Ратковича и проф. В.Н. Маркина. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 452 с.

2. Возобновляемая энергия. Гидроэлектростанции России: Справочник / Под общ. ред. к.т.н., проф. В.В. Берлина. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. – 224 с.: ил.

3. *Новикова И.С., Родионов В.Б., Семенов В.М.* Гидравлические исследования и выбор конструкции эксплуатационного водосброса № 2 Богучанской ГЭС // Гидротехническое строительство. – 2007. – № 9. – С. 54–60.

4. Результаты предварительных расчётов к выбору параметров водосброса № 2 / ОАО Инженерный центр ЕЭС. Филиал «Институт Гидропроект». – М.: АО «Институт гидропроект», 2006. – 50 с.

5. *Михеев П.А.* Рыбозащитные сооружения и устройства. – М.: Рома, 2002. – 405 с.

6. *Бегляров Д.С., Бакинтанин А.М., Костина Е.С.* Влияние типов и конструкций рыбозащитных сооружений на сохранение рыбных популяций внутренних водоемов страны // Природообустройство. – 2019. – № 5. – С. 64–70.

7. Оценка рыбохозяйственной обстановки в зоне влияния Ангарского каскада / *Э.С. Беглярова, С.А. Соколова, А.М. Бакинтанин, Т.И. Матвеева* // Природообустройство. – 2020. – № 1. – С. 111–118.

8. Техническая реализация проекта северной приливной электростанции в Баренцевом море / *А.М. Бакинтанин, А.П. Крылов, Т.И. Матвеева, Э.С. Беглярова* // Природообустройство. – 2020. – № 5. – С. 59–67.

УДК-639.3.03:347.42

А.В. Ткаченко, А.В. Зубченко, А.Г. Потуткин, М.Ю. Алексеев

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

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СПОСОБЫ КОМПЕНСАЦИИ ВРЕДА ВОДНЫМ БИОРЕСУРСАМ

Рассмотрен вопрос осуществления компенсационных мероприятий при нанесении вреда водным биологическим ресурсам (ВБР) на территории Мурманской области и сопутствующие этой деятельности проблемы. Отмечено, что предусмотренные законодательством варианты компенсационных мер используются однобоко, практически полностью за счет искусственного воспроизводства атлантического лосося (сёмги). Показана нецелесообразность такого подхода, поскольку избыточный выпуск молоди сёмги может нанести еще больший вред. Другие предусмотренные законодательством способы компенсационных мероприятий практически не применяются, что связано с несовершенством нормативно-правовой базы. Предложены варианты рационального использования компенсационных средств.

Ключевые слова: атлантический лосось, искусственное воспроизводство, компенсация вреда, Мурманская область.

A.V. Tkachenko, A.V. Zubchenko, A.G. Potutkin, M.Yu. Alexeev

*Polar branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
(PINRO named after N.M. Knipovich),
Murmansk, 183038
e-mail: tkach@pinro.ru*

ALTERNATIVE WAYS OF COMPENSATION FOR WATER BIORESOURCES DAMAGE

The issue of compensation measures in case of water bioresources (WB) damage in the Murmansk region's territory, and the problems associated with this activity was enumerated in the article. It is noted that the options for compensatory measures stipulated by the legislation are used one-sidedly, almost entirely due to the Atlantic salmon cultivation. The inexpediency of such approach is shown, since the excessive release of juvenile salmon can cause even greater damage. Other methods of compensation measures stipulated by the legislation are practically not applied, which is due to the legislation framework imperfection. The options for rational use of compensation means were presented.

Key words: Atlantic salmon, cultivation, damage compensation, Murmansk region.

При антропогенном воздействии пресноводные биоценозы арктической климатической зоны наиболее уязвимы, что может предопределять их качественные перестройки при высоких поступлениях биогенных веществ, увеличении концентрации взвеси и других воздействиях. Ухудшение среды обитания может привести к депрессии или к утрате запасов лососевых рыб, требовательных к качеству воды. По этой причине экологическое сопровождение любых строительных работ является одной из важных составляющих управления в области природопользования [1, 2].

Проблема состоит не в отказе хозяйствующих субъектов компенсировать наносимый вред, здесь обычно всегда находится понимание и желание вложить деньги в природоохранные проекты, а в неотработанном механизме практической реализации этих проектов. Сталкиваясь с процедурой исчисления размера вреда, наносимого водным биоресурсам в процессе хозяйственной деятельности, доводилось многим сотрудникам отраслевых институтов. Судя по многочисленным публикациям, проблемы, возникающие в процессе разработки компенсационных мероприятий, универсальны и повсеместны [3–7].

К настоящему времени сформирована обширная законодательная база, регулирующая вопросы природопользования. Как показала практика, несмотря на, казалось бы, полный учет всех нюансов, в нормативных актах имеются недоработки, которые порой влекут серьезные проблемы. В этом смысле представляет интерес пока еще действующая «Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам» (далее Методика), утвержденная приказом Федерального агентства по рыболовству от 25 ноября 2011 г. № 1166. Методика в целом хорошая: подробно учтены все моменты, касающиеся собственно расчета вреда и компенсации в натуральном выражении. Предусмотрен перечень компенсационных мероприятий: искусственное воспроизводство, мелиорация, акклиматизация или реакклиматизация, модернизация рыбоводных предприятий. Но есть один момент, который способен обратить компенсационное мероприятие во вред природе.

Методика предусматривает в случае невозможности воспроизводства того или иного вида ВБР проводить зарыбление другим, более ценным видом. Так сложилось, что в Мурманской области (и в целом в регионах Северного рыбохозяйственного бассейна) искусственным воспроизводством охвачено ограниченное число видов: в основном это атлантический лосось (сёмга). Такое положение порождает проблему: при осуществлении крупных проектов на шельфе Баренцева моря ущерб наносится донным и пелагическим рыбам и их молоди, бентосу и планктону. Несмотря на то, что ущерб наносится комплексу морских организмов, перерасчет осуществляется на молодь сёмги без учета экологической емкости рек и состояния запасов.

Ранее на основании обработки многолетних промыслово-биологических данных нами были произведены расчеты оптимального объема выпуска молоди сёмги в р. Кола [8]. Известно, что запасы атлантического лосося во всех реках относятся к так называемому рикеровскому типу [9], где зависимость между запасом и продуцируемым им потомством хорошо описывается куполообразной кривой с ниспадающей правой частью. Для определения оптимума была применена кривая пополнения Рикера [10], построенная на основе фактических данных по выпуску заводской молоди сёмги в р. Кола и возврату производителей от этой молоди, полученных на рыбоучетном заграждении. Было показано, что максимальный возврат наблюдается при выпуске около 200 тыс. мальков. Тем временем фактически в р. Кола в течение многих лет выпускали по 250–300, а в отдельные годы и 600 тыс. экз. молоди. Высокого возврата от этих выпусков не наблюдалось, поскольку известно, что чем больше молоди сверх оптимума окажется в реке, тем более острые формы будет принимать внутривидовая конкуренция [11–13]. Порочная практика компенсации любого ущерба ВБР выпуском молоди сёмги способна свести эти действия применительно к хозяйственной деятельности на морском шельфе к бессмысленным, если не вредным с точки зрения экологии и сохранения запасов ВБР, мероприятиям.

По ряду причин заинтересованные организации предпочитают компенсировать наносимый вред именно посредством воспроизводства. Это объясняется относительной простотой заключения соответствующего договора с организацией, воспроизводящей тот или иной биоресурс, и не требует дополнительных затрат. Для сравнения: чтобы возместить вред путем строительства рыбоводного завода, надо найти специализированную организацию, заказать проект, пройти процедуру различных согласований. Это требует времени и дополнительных материальных затрат.

В чем видится выход? В настоящее время специалисты из разных регионов предлагают переход к денежной форме компенсации ущерба как одному из элементов компенсационных мероприятий в рамках отдельных рыбохозяйственных бассейнов [3, 5, 14]. По нашему мнению, накопление средств в едином специализированном фонде позволит финансировать крупные экологические проекты под государственным контролем по принципу приоритетности. Поскольку промышленное освоение Арктики имеет далеко идущую перспективу, поступление компенсационных денег будет постоянно нарастать и может стать стабильным источником решения неотложных и перспективных экологических задач.

Среди таких задач в качестве первостепенной необходимо выделить модернизацию рыбоводных заводов. Существующие предприятия, действующие в настоящее время на территории Мурманской области, не подвергались капитальному ремонту с момента их постройки, морально и физически давно устарели. Проблема усугубляется массовой гибелью производителей сёмги от заболевания, которое диагностировано как UDN (язвенный кожный некроз). Из-за массовой гибели производителей от данного заболевания с 2019 г. полностью прекращено искусст-

венное воспроизводство атлантического лосося на рыболовных заводах Мурманской области, которые вынуждены перейти на воспроизводство другого ценного вида – сига.

Для того чтобы наиболее полно соответствовать требованиям нормативно-правовой базы и растущим объемам компенсационных средств, необходимо, во-первых, расширить спектр искусственно воспроизводимых видов, во-вторых, осуществить техническое перевооружение рыболовных заводов, в-третьих – наиболее полно использовать все предусмотренные законодательством виды компенсационных мероприятий.

Мощности заводов позволяют осуществлять работы не только с сёмгой, но и с представителями другой ценной ихтиофауны. Опыт разведения уже имеется: в течение второй половины XX в. здесь параллельно с основной функцией проводились экспериментальные работы по искусственному разведению кеты, горбуши, кумжи и гольца. В настоящее время успешно проинкубирована икра и выращивается молодь сига. Необходимость как можно более полного использования рыболовных мощностей путем воспроизводства других видов, кроме сёмги, назревала давно. Искусственное воспроизводство перечисленных видов может осуществляться в рамках компенсации для восстановления видовой структуры ихтиофауны, которая в последние десятилетия претерпела существенные изменения под воздействием антропогенных факторов. Доля ценных видов во многих водохранилищах и озерах Мурманской области сократилась, а освободившуюся часть экологической ниши заняли окунь, корюшка, налим и иные малоценные виды. Поэтому постоянное или периодическое вселение сига, гольца и кумжи в такие водоемы должно расцениваться не как попытка нарушить естественную структуру ихтиоценоза, а как мера, направленная на восстановление этой структуры.

Для осуществления компенсационных мероприятий при нанесении вреда водным биологическим ресурсам (ВБР) необходима капитальная реконструкция производственных мощностей и закупка современного рыболовного оборудования (системы водоподдачи и фильтрации, бассейны, очистные сооружения и т. д.), а также кормов.

Незаслуженно обойдены вниманием и иные методы освоения компенсационных средств. Например, низкая эффективность воспроизводства сёмги в ряде рек Мурманской области может быть связана с наличием непроходимых для нерестовых мигрантов водопадов, расположенных в нижнем течении рек. Для того чтобы сделать реку доступной для нереста на всем протяжении, возможно строительство рыбоходов в обход водопадов. Соответствующий опыт имеется: построенный в 70-е годы XX в. рыбоход на р. Печа (приток р. Тулома) эффективно действует и поныне. Вложение средств в такое сооружение, помимо пользы в виде дополнительного воспроизводства ценного ресурса, будет способствовать развитию рыболовного туризма. А в Мурманской области около трех десятков рек имеют непроходимые для сёмги водопады. Например, на р. Средняя, протекающей в районе г. Североморск, воспроизводство атлантического лосося ограничено участком от устья до водопада, который непроходим для производителей и делает недоступным для воспроизводства большую часть нерестилищ (26 га, или 80%). По расчетам такая площадь нерестово-выростных угодий может обеспечить выход продукции смолтов лосося в 11 тыс. экз. При величине возврата от смолта до нерестового мигранта 5–10% в реку может ежегодно возвращаться от 500 до 1 000 лососей.

Конечно, компенсационные выплаты в большинстве случаев не могут покрыть затраты на осуществление крупных проектов. Поэтому мы предлагаем консолидацию средств, направляемых хозяйствующими субъектами на компенсацию ущерба водным биологическим ресурсам в едином специализированном фонде. Это позволит решать крупные экологические задачи в соответствии с федеральными или региональными программами.

Литература

1. *Алексеев М.Ю., Зубченко А.В.* Состояние ихтиофауны внутренних водоемов и ее кормовой базы // *Побережье Восточного Мурмана: экологические исследования районов реализации Штокмановского проекта.* – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2009. – С. 184–206.

2. *Алексеев М.Ю., Зубченко А.В., Неличик В.А.* Оценка состояния пресноводных биоценозов в рамках общей концепции защиты окружающей среды при освоении Штокмановского газоконденсатного месторождения // *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе.* – 2014. – № 7. – С. 33–39.

3. *Ефимов А.Б.* К проблеме осуществления мероприятий с целью компенсации ущерба, наносимого планируемой хозяйственной деятельностью на водные биоресурсы // Труды ВНИРО. – 2015. – Т. 153. – С. 175–178.
4. *Торцев А.М., Студенов И.И.* Разработка новой модели реализации мероприятий по компенсации ущерба, наносимого водным биоресурсам и среде их обитания // Науковедение: Интернет-журнал. – 2015. – Том 7, № 1. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/22EVEN115.pdf>. DOI:10.15862/22EVEN115.
5. *Торцев А.М., Студёнов И.И.* О возмещении вреда, наносимого водным биоресурсам (на примере Архангельской области) // Правовые проблемы возмещения вреда, причиненного окружающей среде: Сборник материалов Междунар. науч.-практ. конф. – М.: МИИГАиК, 2017. – С. 202–204.
6. *Белых А.* Обыкновенное пелядьство в Обской губе // Рыбоохрана России. – 2015. – № 4. – С. 16–21.
7. *Торцев А.М., Студёнов И.И., Новоселов А.П.* О компенсации ущерба, наносимого водным биологическим ресурсам в российском секторе Арктики // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: Сборник материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроч. к 145-летию Севастопольской биологической станции: в 3 томах. – 2016. – С. 323–326.
8. Вопросы экологической целесообразности при осуществлении компенсационных мероприятий в Мурманской области / *М.Ю. Алексеев, А.В. Зубченко, С.В. Прусов, А.М. Николаев* // Рыбное хозяйство. – 2017. – № 4. – С. 28–32.
9. *Алексеев М.Ю.* Изучение динамики численности нерестового стада атлантического лосося реки Тулома с помощью математической модели // Вопросы рыболовства. – 2003. – Т. 4, № 2 (14). – С. 246–263.
10. *Рикер У.Е.* Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб: Пер. с англ. – М.: Пищ. пром-ть, 1979. – 408 с.
11. *Николаев А.М., Алексеев М.Ю.* Динамика питания годовиков семги (*Salmo salar* L.), выращенных в искусственных условиях, после выпуска в приток реки Кола // Вестник МГТУ. – 2016. – Т. 19, № 1/2. – С. 312–317.
12. *Алексеев М.Ю., Николаев А.М., Зубченко А.В.* Адаптация к естественным условиям искусственно выращенных годовиков семги *Salmo salar* (Salmonidae) // Вопросы ихтиологии. – 2017. – Т. 57. – № 5. – С. 599–606.
13. *Алексеев М.Ю., Зубченко А.В.* Эффективность искусственного воспроизводства атлантического лосося *Salmo salar* при выпуске молоди в разном возрасте на примере реки Кола (Кольский полуостров) // Вопросы ихтиологии. – 2021. – Т. 61, № 1. – С. 109–118.
14. *Торцев А.М., Студенов И.И.* Разработка новой модели реализации мероприятий по компенсации ущерба, наносимого водным биоресурсам и среде их обитания // Науковедение: Интернет-журнал. – 2015. – Т. 7, № 1 (26) [Электронный ресурс]. – URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/22EVEN115.pdf>.

Секция 5. НОВЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 664.959.5

Е.Б. Бадмаева, В.Б. Чмыхалова

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ИКРЫ В ТЕХНОЛОГИИ ЭМУЛЬСИОННЫХ ПРОДУКТОВ

В статье рассмотрена возможность использования отходов икорного производства для выпуска эмульсионных продуктов. Представлены разработанные рецептуры майонезных соусов с добавками из отходов икорного производства и водорослей, приведены результаты оценки органолептических, физико-химических показателей, установлены сроки годности продукта.

Ключевые слова: отходы икорного производства, эмульсионные продукты, майонезные соусы, органолептические показатели, физико-химические показатели, сроки годности.

E.B. Badmayeva, V.B. Chmykhalova

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

USE OF CAVIAR PROCESSING WASTE IN EMULSION PRODUCTS TECHNOLOGY

The possibility of using caviar production waste for the emulsion products output is presented in the article. The formulated mayonnaise sauces recipes with caviar production waste and algae additives are described. The results of assessing organoleptic and physical and chemical parameters are given. The shelf life of the product is established.

Key words: caviar production waste, emulsion products, mayonnaise sauces, organoleptic parameters, physical and chemical parameters, shelf life.

Икра лососевых видов рыб – уникальное пищевое сырье, богатое белками, липидами, витаминами и другими ценными нутриентами. В настоящее время разрабатывается все больше различных технологий ее переработки. Но в основном на рыбоперерабатывающих предприятиях применяют технологическую схему изготовления лососевой зернистой икры, которая включает операции сортировки, пробивки ястыков, посол зерна, центрифугирование, инспектирование, фасование и товарное оформление. Механическая обработка икры приводит к повреждению зерна и значительным потерям ценного сырья.

Однако отходы икры дальневосточных лососевых рыб, а также перезревшая и обводненная икра могут быть использованы в качестве сырья для производства эмульсионных продуктов типа майонезов и майонезных соусов, так как желточная масса икринок обладает эмульгирующими свойствами за счет высокого содержания белков, а также за счет присутствия в составе лецитина.

В настоящее время производится большое количество пищевых продуктов из рыбного, в том числе икорного, сырья. Большим спросом пользуются икорное масло [1, 2], эмульсионные продукты на основе рыбного фарша [3], соусы и майонезы на основе рыбного бульона [4], различные рыбные продукты гомогенной структуры [5], формованные рыбные продукты [6] и др.

Целью работы являлось обоснование технологии эмульсионного продукта типа майонеза на основе пищевых отходов икры дальневосточных лососевых рыб.

Для оценки востребованности разрабатываемого продукта проводили социологический опрос, в котором приняли участие 50 респондентов. Результаты опроса показали, что подавляющее большинство респондентов используют майонезные соусы регулярно при приготовлении пищи, кроме того, им нравится вкус икорных продуктов, и они не против использовать соус со вкусом икры в домашней кулинарии (рис. 1).



Рис. 1. Результаты социологического опроса потребителей

Для получения исследуемого продукта приготовили майонез согласно рецептуре майонеза домашнего [7], который содержит, %: масло растительное рафинированное дезодорированное – 61,0; желтки яиц куриных – 30,2; горчицу столовую – 4, сахар-песок – 1,2; соль пищевую – 0,6; перец черный молотый – 0,2; уксус столовый – 2,8. В состав рецептур экспериментальных образцов эмульсионного продукта также включали пищевые отходы икры горбуши и ламинарию сушеную (табл. 1).

Таблица 1

Рецептуры образцов эмульсионного продукта на основе пищевых отходов икры горбуши

Номер образца	Майонез домашний, г	Отходы икры горбуши, %	Ламинария сушеная, %
1	100	5	–
2	100	10	–
3	100	15	–
4	100	17	–
5	100	5	5
6	100	10	7
7	100	15	10
8	100	17	15

Внешний вид экспериментальных образцов эмульсионного продукта на основе отходов икры горбуши представлен на рис. 2.

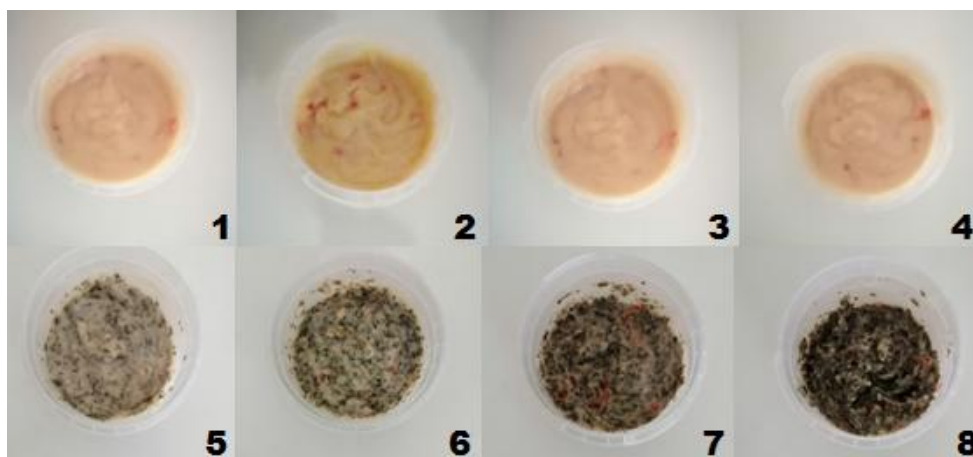


Рис. 2. Внешний вид экспериментальных образцов эмульсионного продукта на основе пищевых отходов икры горбуши

Оценку качества образцов продукции проводили по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. Дегустационная комиссия в количестве девяти человек оценивала образцы исследуемого продукта по пятибалльной шкале.

Определение физико-химических показателей качества производили по ГОСТ 7636–85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [8]. Результаты определения физико-химических показателей образцов эмульсионного продукта на основе отходов икры горбуши представлены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-химические показатели качества экспериментальных образцов эмульсионного продукта на основе пищевых отходов икры горбуши

Номер образца	Содержание белка, %	Содержание жира, %	АЛО, %		Кислотное число жира, мг КОН
			фон	через 23 сут	
1	1,08	80,9	0,009	0,035	0,6
2	0,54	78,1	0,006	0,035	1,4
3	0,03	74,5	0,006	0,029	1,7
4	0,79	74,4	0,004	0,022	2,8
5	1,51	74,7	0,003	0,021	2,5
6	0,55	69,7	0,001	0,020	2,8
7	0,46	60,3	0,003	0,017	3,0
8	1,81	53,8	0,009	0,016	3,6

По совокупности органолептических показателей наивысший балл получили образцы майонезов № 1 (23,8 балла) и № 5 (22,5 балла). С этими образцами, как с рациональными, проводили дальнейшие исследования.

Для оценки безопасности готовой продукции определяли микробиологические показатели в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [9] (табл. 3).

Таблица 3

Микробиологические показатели образцов эмульсионного продукта на основе пищевых отходов икры горбуши

Наименование показателя	Интервал времени					Значение в соответствии с ТР ТС 021/2011
	Фон	Через 1 сутки	Через 2 суток	Через 3 суток	Через 5 суток	
Образец № 1: майонез домашний + 5% икры горбуши						
Количество бактерий группы кишечной палочки (колиформы) в 0,1 г продукта	Отсутствие					Отсутствие
Количество патогенных бактерий в 0,1 г продукта	Отсутствие					Отсутствие
Количество дрожжей, КОЕ/г	12	14	22	36	54	Не более 50
Количество плесеней, КОЕ/г	10	11	19	28	46	Не более 50
Образец № 5: майонез домашний + 5% икры горбуши + 5% ламинарии сушеной						
Количество бактерий группы кишечной палочки (колиформы) в 0,1 г продукта	Отсутствие					Отсутствие
Количество патогенных бактерий в 0,1 г продукта	Отсутствие					Отсутствие
Количество дрожжей, КОЕ/г	14	17	25	39	52	Не более 50
Количество плесеней, КОЕ/г	9	11	11	17	39	Не более 50

Как видно из табл. 3, через трое суток хранения микробиологические показатели исследованных образцов эмульсионного продукта соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011. На пятые сутки хранения количество колониеобразующих единиц дрожжей в образцах уже превысило допустимые значения. Следовательно, срок годности продукции ограничивается тремя сутками.

В результате проведенных исследований разработана технологическая схема изготовления эмульсионного продукта (майонеза) на основе пищевых отходов икры дальневосточных лососевых рыб (рис. 3). Новая технология позволяет получить обладающий высокой биологической и пищевой ценностью майонезный соус за счет использования икры горбуши и ламинарии.

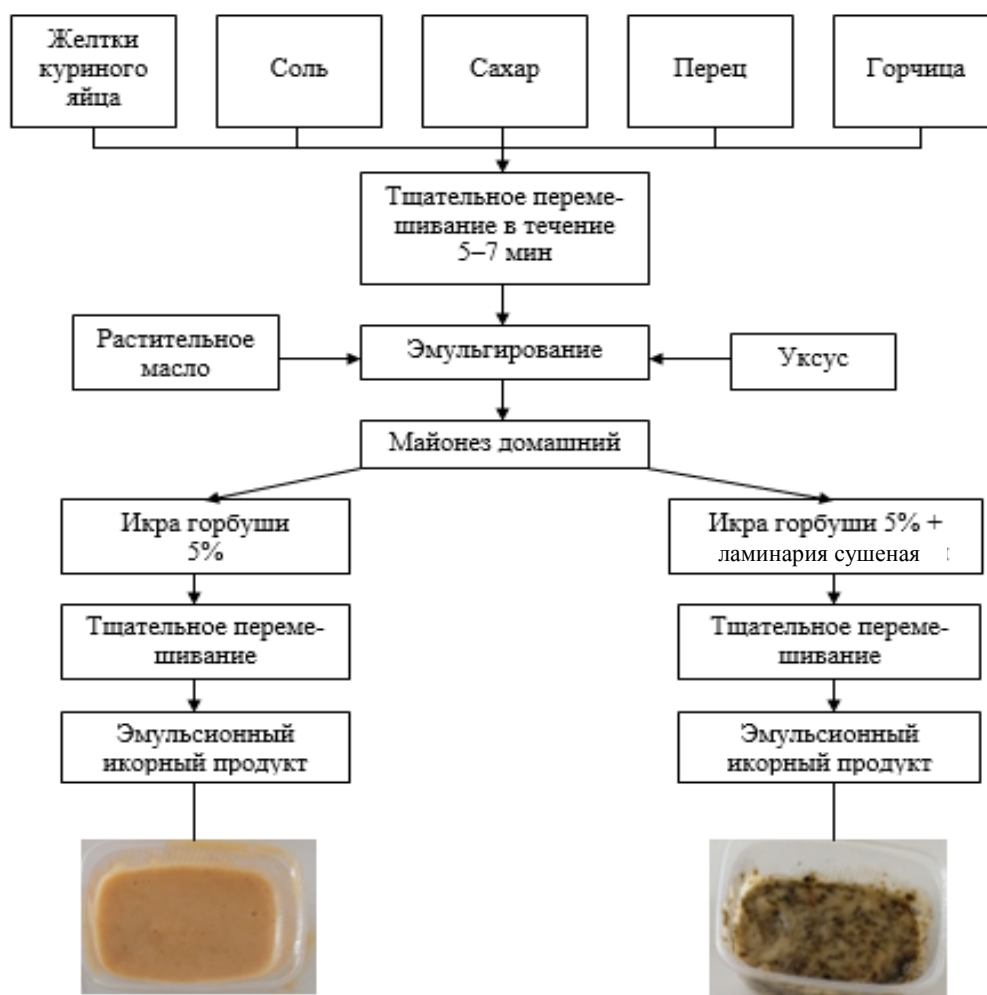


Рис. 3. Технологическая схема производства эмульсионного продукта на основе пищевых отходов икры дальневосточных лососевых рыб

Переработка икры является одним из основных промышленных производств на Дальнем Востоке России. Рациональное расходование биоресурсов позволяет использовать поврежденную, а также перезрелую и обводненную икру в приготовлении продуктов функционального назначения, доступных по цене.

Технология эмульсионных продуктов на основе пищевых отходов икры дальневосточных лососевых рыб базируется на оценке качественных и количественных показателей рыбной икры, сбалансированности ингредиентов пищевых систем и использовании приемов изготовления продуктов с заданной структурой и потребительскими свойствами, внедрение которых в промышленность имеет существенное значение для рыбной отрасли. Таким образом, применение в производстве эмульсионных продуктов пищевых отходов икры дальневосточных лососевых рыб позволяет рационально использовать икорное сырье, расширить ассортимент, а также обогатить продукцию ценными нутриентами.

Разработанная технология эмульсионного продукта на основе пищевых отходов икры дальневосточных лососевых рыб позволяет получить продукцию с высокими органолептическими, физико-химическими свойствами и соответствующими микробиологическими показателями. Использование отходов икорного производства дает возможность решить проблему дефицита белков животного происхождения.

Установлено, что эмульсионные продукты с добавлением отходов переработки икры дальневосточных лососевых рыб будут востребованы потребителями. Органолептические и физико-химические показатели продукции позволяют сделать вывод о ее реализуемости в торговой сети.

Обобщая данные о показателях качества продукта, можно сделать вывод о стойкости полученной продукции: эмульсия при хранении была стабильна, не расслаивалась.

Изготовленный продукт, кроме содержания белка, имеет достаточно высокую жирность (80,9 и 74,7%), что позволяет отнести его к категории майонезов с добавками. Уникальной особенностью разработанного продукта является полное отсутствие химических стабилизаторов эмульсии и консервантов.

На основе полученного продукта возможна разработка салатных заправок, других видов соусов, используемых в кулинарии и общественном питании.

Срок годности разработанного продукта составляет трое суток, что приемлемо для производства в условиях малого предприятия при выпуске продукции в небольших объемах. Расфасовка продукта с использованием вакуумирования позволит обеспечить стабильность в течение пяти суток.

Литература

1. Икорное масло и способ его получения: Пат. 2137404 Рос. Федерация / Сова В.В., Абрамова Л.С. – 1998. – URL: [http:// www.patentdb.ru](http://www.patentdb.ru) (дата обращения: 08.04.2020).
2. Икорное масло и способ его получения: Пат. 2251360 / Воронин Г.М., Лебединский Э.Б. – 2005. – URL: [http:// www.patentdb.ru](http://www.patentdb.ru) (дата обращения: 06.04.2020).
3. Роль Н.М., Бывальцева Т.М., Якуш Е.В. Микробиологическая оценка технологии эмульсионных продуктов на основе ферментолизата из рыбного фарша // Известия ТИНРО. – 1997. – Т. 120. – С. 204–208.
4. Способ получения майонеза: Пат. 1479054 / Сафронова Т.М., Богданов В.Д.– 1989. – URL: [http:// www.patentdb.ru](http://www.patentdb.ru) (дата обращения: 05.04.2020).
5. Богданов В.Д., Гусева Л.Б., Панкина А.В., Корниенко Н.Л. Способ приготовления рыбного формованного продукта: Пат. 2636163. – 2017. – URL: [http:// www.patentdb.ru](http://www.patentdb.ru) (дата обращения: 05.04.2020).
6. Способ приготовления икорного масла на основе икры частиковых рыб: Пат. 2685149 / Углова Н.Ю., Мукатова М.Д., Киричко Н.А. – 2019. – URL: [http:// www.patentdb.ru](http://www.patentdb.ru) (дата обращения: 07.04.2020).
7. Майонез домашний полуфабрикат. – URL: [http:// www.tekhnolog.ru](http://www.tekhnolog.ru) (дата обращения: 17.10.2020).
8. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа: ГОСТ 7636–85. – URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 04.03.2021).
9. О безопасности пищевой продукции: технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011. – 242 с.

УДК 664.1

М.В. Благодравова, О.В. Головачева

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

ОБОСНОВАНИЕ РЕЦЕПТУР САХАРИСТЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ЛАКТУЛОЗОЙ

В статье обсуждается целесообразность обогащения лактулозой сахаристых кондитерских изделий (конфет). В результате анализа литературных источников установлено, что исследования, направленные на разработку технологии конфет, обогащенных лактулозой, являются актуальным направлением исследований. Приведены рецептуры конфет, обогащенных лактулозой, а также результаты их дегустационной оценки. Установлены рецептуры, обладающие наиболее высокими вкусовыми свойствами. Сделан вывод о целесообразности насыщения рынка подобной продукцией.

Ключевые слова: пребиотики, лактулоза, сахаристые кондитерские изделия, органолептическая оценка, конфеты.

M.V. Blagonravova, O.V. Golovacheva

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

JUSTIFICATION OF RECIPES FOR SUGARY CONFECTIONERY WITH LACTULOSE

The feasibility of enriching sugary confectionery (candy) with lactulose is discussed in the article. As a result of literature sources analysis, it is established that the research aimed to develop the technology of sweets enriched with lactulose is an actual direction of research. The recipes of candy enriched with lactulose, as well as the results of their tasting evaluation are presented. The recipes with the highest taste properties are established. It is concluded that it is advisable to saturate the market with such products.

Key words: prebiotics, lactulose, sugary confectionery, organoleptic evaluation, candy.

На настоящий момент в Российской Федерации растет количество потребителей, заинтересованных в том, чтобы еда была не только вкусной, но и полезной. В связи с этим активно развивается рынок обогащенных продуктов питания, в состав которых введены полезные вещества – витамины, микро- и макроэлементы, пробиотики, пребиотики и др. В результате обогащения продуктов пища становится более полезной и способствует общему укреплению здоровья населения.

Использование лактулозы в производстве продуктов питания является одним из наиболее эффективных способов обогащения. Еще в 80-е годы прошлого века в Японии начали обогащать продукты лактулозой. Японским министерством здоровья и благосостояния было выделено 12 классов продуктов питания, в наибольшей степени способствующих укреплению здоровья населения, в том числе лактулоза. Производство продуктов с лактулозой широко налажено и в других индустриально развитых странах, в том числе во Франции, Германии, Швеции и др.

Обогащенные лактулозой продукты способствуют профилактике дисбактериоза, проявляют противоопухолевую активность, улучшают усвоение витаминов и минералов. Внедрение лактулозы в технологии продуктов питания является принципиально новым подходом к улучшению здоровья населения [1].

Целью данной работы является разработка рецептур сахаристых кондитерских изделий (конфет), обогащенных лактулозой.

Предметом исследований являются сахаристые кондитерские изделия (конфеты), обогащенные лактулозой.

Отбор проб кондитерских изделий проводили согласно ГОСТ 5904–2019 «Изделия кондитерские. Правила приемки и методы отбора проб». Оценку органолептических показателей качества конфет осуществляли на дегустационном совещании согласно ГОСТ 5897–90 «Изделия кондитерские. Методы определения органолептических, показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей».

Проведенный анализ ассортимента продуктов питания, представленных на прилавках в Российской Федерации, позволил сделать вывод о перспективности использования в качестве объектов обогащения сахаристых кондитерских изделий (конфет). Сахаристые кондитерские изделия отличаются высокими вкусовыми свойствами, пользуются большим спросом среди населения, особенно среди детей. К недостаткам этой продукции относится низкое содержание биологически-активных веществ в составе [2].

В последние годы отмечается скудность содержания биологически активных веществ в рационе россиянина, что вызывает интерес потребителей к обогащенным продуктам питания. Сахаристые изделия являются популярным продуктом среди населения, что делает их эффективными объектами обогащения. К достоинствам данной группы товаров относится широкий ассортимент, длительные сроки годности, хорошая транспортабельность. Введение в состав конфет функциональных ингредиентов значительно повысит их пищевую ценность и привлекательность в глазах потребителя. По результатам литературного обзора отмечена скудность исследований, посвященных разработке технологий функциональных сахаристых кондитерских изделий. В связи с этим производство функциональных сахаристых кондитерских изделий (конфет), обогащенных натуральными биологически активными веществами, в частности лактулозой, представляется актуальной и важной задачей пищевой индустрии [3].

Общеизвестно, что бифидобактерии играют значительную роль в поддержании здоровья человека. В то же время существуют исследования, доказывающие, что выживаемость бифидобактерий в процессе хранения функциональных продуктов и в желудочно-кишечном тракте человека очень низка, что, безусловно, затрудняет процесс обогащения рациона пребиотиками [4]. Для решения этой проблемы необходимо использовать в обогащении бифидогенные вещества, то есть вещества, способные достигать в неизменном виде зоны толстого кишечника, где они используются бифидофлорой в качестве питательной среды. Из всех бифидогенных пищевых материалов в настоящее время наиболее распространена и изучена лактулоза [5]. Обогащение ею представляется весьма перспективным подходом в производстве функциональных продуктов. Внесение лактулозы в состав пищевых продуктов активизирует жизнедеятельность бифидобактерий и подавляет патогенные бактерии, оказывает антиканцерогенный эффект [6–8].

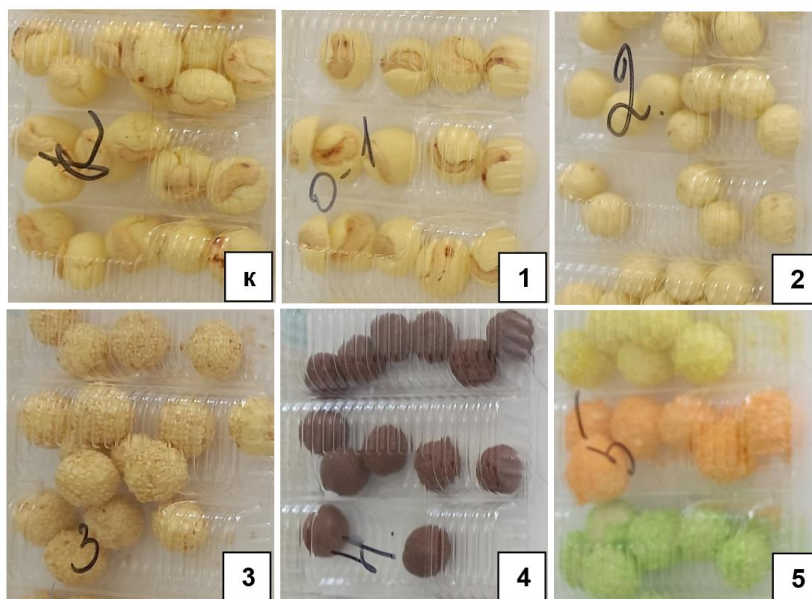
С целью обоснования технологии конфет, обогащенных лактулозой, были разработаны рецептуры конфет, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Рецептуры конфет, обогащенных лактулозой

Наименование компонента	Номер образца					
	Контроль	1	2	3	4	5
Сливочное масло, м. д. ж. 72,5%	200	200	200	200	200	200
Сметана, м. д. ж. 20%	200	200	200	200	200	200
Сахар	200	140	140	140	140	140
Молоко сухое цельное, м. д. ж. 26%	400	–	–	–	–	–
Молоко сухое обезжиренное, м. д. ж. 0,5%	–	215	170	215	200	215
Сыворотка молочная сухая	–	215	230	215	200	215
Кунжут	в составе	–	60	–	–	–
	для украшения	–	–	–	60	–
Орех кешью (для украшения)	60	60	–	–	–	–
Какао-порошок	–	–	–	–	60	–
Кокосовая стружка (для украшения)	–	–	–	–	–	70
Ванилин	1	1	1	1	1	1
Лактулоза	–	30	30	30	30	30

Для потребителей наибольшее значение при выборе конфет играет их вкус, а также внешний вид и аромат изделий. С целью выбора рецептур конфет, обладающих наиболее высокими органолептическими показателями, и, следовательно, в перспективе наиболее востребованных покупателями, на базе кафедры «Технологии пищевых производств» было проведено дегустационное совещание. В оценке органолептических показателей приняли участие преподаватели и студенты кафедры. Для экспертной оценки были представлены образцы конфет с лактулозой, в состав которых входили следующие продукты: сливочное масло, сметана, сахар, молоко, молочная сыворотка, ванилин. В состав образца № 2 также был добавлен кунжут, а образца № 4 – какао-порошок (рисунок). Количество сахара в опытных образцах по сравнению с контрольным было уменьшено за счет внесения лактулозы.



Образцы конфет с лактулозой, представленные на дегустационную оценку

Определяющим показателем при проведении органолептической оценки был выбран вкус конфет. Результаты дегустации приведены в табл. 2.

Таблица 2

Дегустационный лист вкуса конфет, обогащенных лактулозой

Наименование показателя	Образец	Общее количество баллов	Средний балл
Вкус	Контрольный		
	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	60	5,0
	№ 1		
	5 5 5 5 5 4 4 4 5 5 5 4	56	4,7
	№ 2		
	5 5 4 5 5 5 5 5 3 4 5 3	54	4,5
	№ 3		
	5 4 4 4 5 4 5 5 4 5 5 3	53	4,4
	№ 4		
5 5 5 4 5 5 5 5 4 4 5 4	56	4,7	
№ 5			
4 5 5 4 5 5 4 5 5 5 5 3	55	4,6	

Как видно из результатов исследований, вкус всех образцов получил высокую оценку экспертов – средний балл составил от 4,4 до 5. Наиболее высоко был оценен вкус конфет, приготовленных по рецептурам № 1 и № 4. Для этих образцов общее количество баллов достигло 56. Соответственно, эти образцы были выбраны для проведения дальнейших исследований по изучению показателей качества и биологической ценности готовой продукции.

Таким образом, по результатам проведенного литературного обзора было отмечено активное развитие технологий, направленных на использование лактулозы для обогащения молочных продуктов. В то же время в технологии сахаристых кондитерских изделий, согласно литературным данным, применение пребиотика ограничено, что делает перспективным развитие данного направления. С учетом наличия исследований, доказывающих, что использование лактулозы для обогащения продуктов питания благоприятно сказывается на здоровье населения, и, принимая во внимание особую любовь потребителей к сладостям, технология конфет, обогащенных лактулозой, является актуальным направлением исследований.

В ходе разработки рецептур и проведения органолептической оценки установлены рецептуры конфет с лактулозой, обладающих высокими вкусовыми свойствами, в перспективе привлекательными для потребителя. Насыщение рынка подобной продукцией будет способствовать улучшению здоровья населения Российской Федерации.

Литература

1. Лактулоза: назначение и использование / В.Д. Харитонов, Ю.И. Филатов, Д.С. Мищенко, А.Г. Храмцов, С.А. Рябцева. – URL: <https://www.milkbranch.ru/publ/view/15.html> (дата обращения: 10.03.2021).
2. Аксенова Л.М. Научное обоснование приоритетных направлений производства кондитерских изделий: Сборник докладов юбилейной междунар. науч.-практич. конф. «Пищевые продукты XXI века». – М.: МГУПП, 2001. – С. 3–5.
3. Ресурсосберегающая схема производства сахаристых кондитерских изделий, обогащенных функциональными растительными ингредиентами [Электронный ресурс] / И.Н. Пушмина, Г.Г. Первышина, Л.М. Захарова, В.В. Пушмина // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/resursosberegayuschaya-shema-proizvodstva-saharistykh-konditerskih-izdeliy-obogaschennykh-funktsionalnymi-rastitelnymi/viewer> (дата обращения: 20.12.2020).
4. Харитонов Д.В., Ким В.В., Щербакова Э.Г. Зарубежный опыт использования пребиотиков // Молочная промышленность. – 2001. – № 2. – С. 31–32.
5. Физические и химические свойства лактулозы / И.А. Евдокимов, А.В. Серов, С.А. Рябцева, Д.В. Харитонов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 6. – С. 65–66.
6. Лактулоза: ценность, использование, маркетинг и эффективность производства / А.Г. Храмцов, Б.А. Брыкалов, С.А. Рябцева, А.В. Серов. – Ставрополь: Агрус, 2004. – 140 с.
7. Организационные и научно-технические предпосылки комплексного федерального проекта по получению и применению высококачественной лактозы – природного пребиотика животного происхождения: Доклад / А.А. Левитская, А.Г. Храмцов, С.В. Анисимов, И.А. Евдокимов, Г.С. Анисимов // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Молекулярно-генетические и биотехнологические основы получения и применения синтетических и природных биологически активных веществ (Нарочанские чтения-11)». – Минск – Ставрополь: БелГУ, СКФУ, 2017. – С. 238–243.
8. Серов А.В. Теоретическое обоснование и экспериментальные исследования химико-технологических проблем получения, определения и использования лактозы и ее производной лактулозы: Дис. ... д-ра техн. наук. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2004. – 307 с.

УДК-664.951.65:561.272

М.В. Благонравова, И.Г. Иваненко

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

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ РЫБНЫХ ПЕЛЬМЕНЕЙ С ДОБАВЛЕНИЕМ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ

В статье обосновывается возможность использования водорослей семейства Fucales, а именно *Fucus evanescens*, в качестве обогащающего ингредиента при производстве формованных изделий на основе рыбного фарша (рыбных пельменей). Приводятся рецептуры образцов пельменей с добавлением водорослей, а также результаты органолептической оценки продукции. Установлено, что наиболее высокие органолептические показатели имеют пельмени с добавлением в начинку водорослей в количестве 20%.

Ключевые слова: бурые водоросли, рыбные пельмени, формованные изделия, рецептуры, органолептическая оценка, профиллограммы.

M.V. Blagonravova, I.G. Ivanenko

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

FORMULATION FOR FISH DUMPLINGS WITH BROWN ALGAE ADDITION

The use of Fucales family algae (*Fucus evanescens*) as an enriching ingredient in the moldings production based on minced fish (fish dumplings) is proved in the article. The recipes of dumpling samples with algae addition, as well as the results of organoleptic evaluation are presented. It was found that the dumplings with algae filling in the amount of 20% have the highest organoleptic indicators.

Key words: brown algae, fish dumplings, moldings, recipes, organoleptic evaluation, profilograms.

Одним из направлений выпуска формованных рыбных изделий является производство пельменей. В настоящее время внимание технологов направлено на разработку продукции, обладающей повышенной биологической ценностью. Актуальным считается применение природного сырья, в том числе растительного, содержащего ценные вещества в нативном виде [1–3]. Разработка технологии формованных изделий на основе рыбного фарша с растительными добавками является актуальным направлением исследований.

Перспективным представляется использование бурых водорослей семейства Fucales, а именно *Fucus evanescens*, в качестве обогащающего ингредиента при производстве формованных изделий на основе рыбного фарша (рыбных пельменей). Данный вид водорослей широко распространен в омывающих Камчатский полуостров водах, а сами водоросли содержат уникальные химические вещества. Следовательно, использование фукусов в качестве ингредиента при производстве рыбных пельменей позволит обогатить изделия витаминами, минеральными и биологически активными веществами.

Объектом исследований в работе являлась технология формованных изделий (пельменей) на основе рыбного фарша с растительными добавками. Предметами исследований являлись бурые *Fucus evanescens*, применяемые в качестве компонента рецептуры начинки для формованных изделий на основе рыбного фарша (пельменей), а также пельмени с растительными добавками.

При отборе образцов для определения качества рыбного сырья, а также 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» [4, 5].

В ходе исследований были разработаны рецептуры формованных изделий на основе рыбного фарша (рыбных пельменей), проведена органолептическая оценка изготовленных образцов. Сырьем для начинки при производстве пельменей являлся фарш из мяса кеты.

Рецептуры образцов теста, начинок и пельменей приведены в табл. 1–3 соответственно.

Таблица 1

Рецептуры теста для пельменей

Наименование компонента	Расход сырья, кг	
	для теста на воде	для теста на бульоне
	Нетто	Нетто
Мука пшеничная в/с	100,0	100,0
Яйца	12/300 шт.*	12/300 шт.*
Соль поваренная	1,0	1,0
Бульон	–	По расчету (44,7)
Вода	По расчету (43,7)	–
Влажность теста, %	40	40

* Нетто/брутто

Таблица 2

Рецептуры фаршей рыбных с добавлением водорослей для пельменей

Наименование компонента	Расход, кг на 100 кг				
	КО	О-1	О-2	О-3	О-4
Фарш рыбный лососевый	80,0	70,0	60,0	50,0	40,0
Шпик	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Водоросли сушеные (после набухания)	–	10,0	20,0	30,0	40,0
Лук репчатый свежий	9,5/8,0*	9,5/8,0*	9,5/8,0*	9,5/8,0*	9,5/8,0*
Яйцо	50 шт/2,0*	50 шт/2,0*	50 шт/2,0*	50 шт/2,0*	50 шт/2,0*
Бульон рыбный	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Соль	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Перец черный молотый	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Выход	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

* Брутто/нетто

Таблица 3

Рецептура рыбных пельменей

Наименование сырья	Расход на 1 кг, г
Тесто	480
Фарш	520
Мука на подсыпку	25
Итого:	1 025
Выход, г	1 000

Тесто рассчитано на 100 кг муки, и его выход зависит от влажности муки, так как количество вносимой жидкости рассчитывается с учетом влажности муки, и выход может изменяться.

На рис. 1 приведен внешний вид образцов фаршей для пельменей.

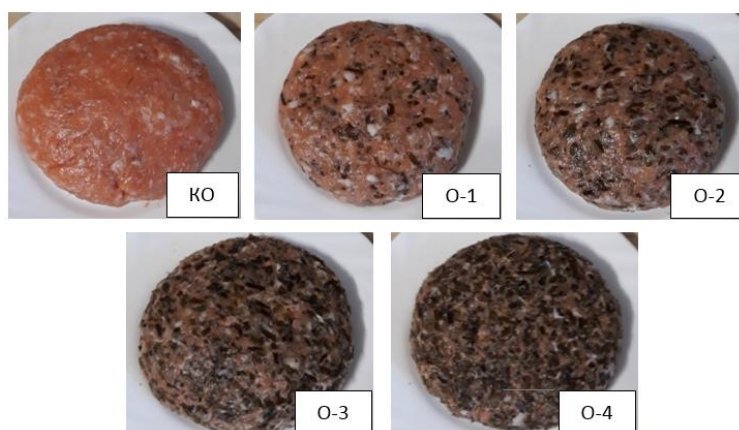


Рис. 1. Внешний вид образцов фаршей для пельменей

Органолептическая оценка образцов пельменей проводилась на дегустационном совещании на кафедре «Технологии пищевых производств». Средние баллы оценки образцов приведены в табл. 4.

Таблица 4

Средний балл оценки образцов рыбных пельменей

Наименование показателя	К (тесто на воде, фарш без добавок)	Образцы			
		O-1	O-2	O-3	O-4
		Тесто на рыбном бульоне, фарш с добавлением водорослей, % от общей массы фарша			
		10	20	30	40
Внешний вид	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Вид на разрезе	4,8	4,9	5,0	4,9	4,7
Состояние тестовой оболочки	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Состояние фарша	4,7	4,9	5,0	5,0	4,6
Запах	4,8	5,0	5,0	5,0	4,9
Вкус	4,7	4,8	5,0	4,9	4,7
Сочность	4,8	4,9	5,0	4,9	4,7

Профилограммы качества образцов пельменей приведены на рис. 2.

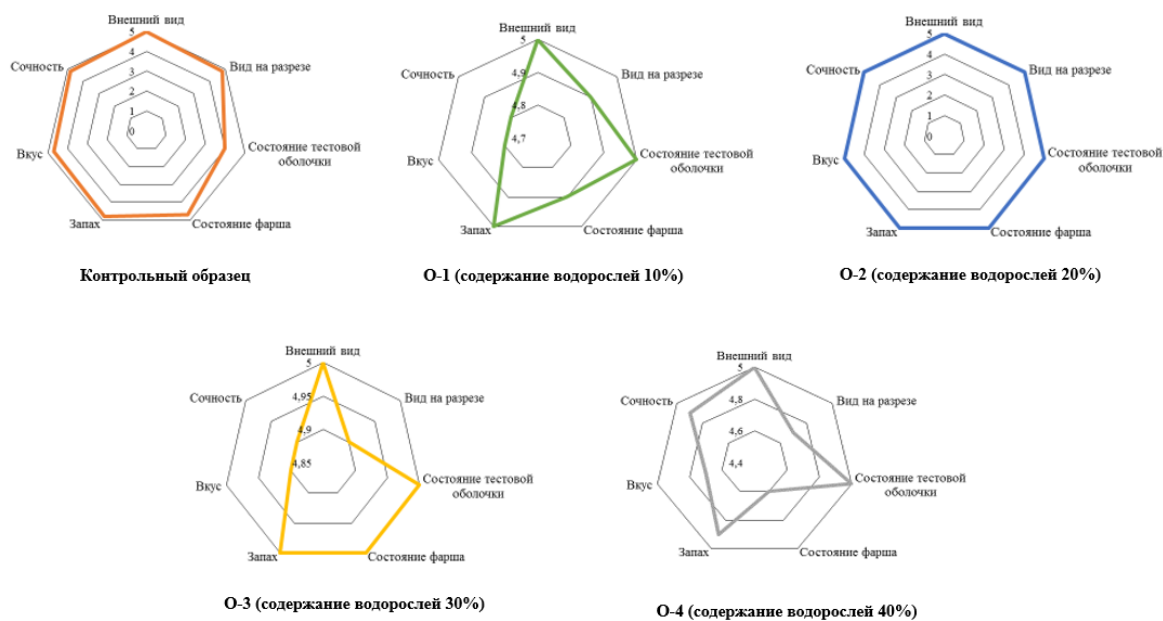


Рис. 2. Профилограммы качества образцов рыбных пельменей

Как видно из рис. 2, наилучшие результаты были получены для образца O-2 с содержанием водорослей 20%. Данный образец отличался привлекательным внешним видом и видом на разрезе, имел приятный вкус и запах. Надо отметить, что образцы пельменей с добавлением водорослей характеризовались более высокой прочностью, что, возможно, связано со структурообразующей ролью полисахаридов водорослей.

Таким образом, использование бурых водорослей семейства Fucales, а именно *Fucus evanescens*, в качестве обогащающего ингредиента при производстве формованных изделий на основе рыбного фарша является целесообразным, так как данный вид водорослей достаточно распространен в прикамчатских водах, а сами водоросли содержат значительное количество биологически активных веществ. Следовательно, применение водорослей в качестве компонента рецептуры начинки при производстве рыбных пельменей позволит обогатить изделия витаминами, минеральными, биологически активными веществами. Благодаря высокому содержанию йода эти водоросли активизируют обменные процессы в организме, создают защиту от действия

свободных радикалов, благоприятно влияют на деятельность лимфатической системы, ускоряют циркуляцию крови. Фукоидан, содержащийся в фукусах, известен как вещество, обладающее противовирусным и противоопухолевым действием. Существуют исследования, доказывающие, что альгиновая кислота, входящая в состав бурых водорослей, обладает радиопротекторным и детоксицирующим действием, способствует выводу тяжелых металлов из организма [6].

На основе проведенных исследований разработана рецептура рыбных пельменей с добавлением водорослей. Показано, что новый вид формованных изделий обладает высокими органолептическими показателями. Установлено, что добавление водорослей в рыбную начинку положительно влияет на реологические показатели пельменей.

Литература

1. *Коновалов К.Л., Шульбаева М.Т., Мусина О.Н.* Пищевые вещества животного и растительного происхождения для здорового питания // *Пищевая промышленность*. – 2008. – № 8. – С. 10–12.
2. *Панов Д.П.* Обогащение продуктов питания массового потребления // *Пищевые ингредиенты, сырье и добавки*. – 2007. – № 1. – С. 30–31.
3. *Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / А.Ф. Доронин, Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев, С.А. Хуришудян, О.Г. Шубина;* под ред. А.А. Кочетковой. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 288 с.
4. *Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей: ГОСТ 7631–2008.* – М.: Стандартинформ, 2008. – 15 с.
5. *Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб: ГОСТ 31339–2006.* – М.: Стандартинформ, 2007. – 14 с.
6. *Усов А.И., Иванов Е.Г.* Полисахариды водорослей // *Биоорганическая химия*. – 1990. – Т. 16. – № 11. – С. 1545–1551.

УДК 664.959.5

М.В. Благоднравова, А.В. Самохин

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

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ КАЛЬМАРА

В статье рассмотрены направления использования отходов переработки кальмара в пищевой промышленности. Описываются существующие способы обработки голов, печени, гонад, ганглий, остатков желудочно-кишечного тракта кальмара в пищевых целях. Предложено использовать кожу кальмара для производства высокобелкового пищевого обогатителя. Установлено, что полученный из кожи продукт при употреблении его в количестве 100 г в сутки позволяет удовлетворить потребность организма в белке на 62%.

Ключевые слова: высокобелковый обогатитель, кальмар, отходы переработки, пищевая ценность, химический состав.

M.V. Blagonravova, A.V. Samokhin

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

MULTIPURPOSE USE OF SQUID PROCESSING WASTE

The ways of using squid processing waste in the food industry are presented in the article. The existing methods of processing heads, liver, gonads, ganglia and remains of squid gastrointestinal tract for food purposes are described. It was found that the product obtained from the skin, when consumed in an amount of 100 g per day, can satisfy the body's need for protein by 62%.

Key words: high-protein fortifier, squid, processing waste, nutritional value, chemical composition.

При переработке гидробионтов важнейшей задачей является их комплексное использование, не допускающее потери ценных компонентов, вовлечение в пищевое производство отходов, содержащих биологически активные вещества, максимальное сохранение нативных свойств сырья. Массовая доля отходов при переработке кальмара достигает 46–47%, из них кожа составляет 7–11%, чернильный мешок – 6–10%, хитиновая пластина – 0,2–0,3% [1]. Отличительной особенностью отходов кальмара является высокая биологическая ценность, обусловленная содержанием хорошо усвояемых белков, липидов, микроэлементов, витаминов и других нутриентов.

Проводимое исследование направлено на изучение перспектив комплексного использования отходов переработки кальмара.

Предметом исследований в данной работе является пищевой обогатитель, приготовленный из сушеных отходов (кожи) кальмара тихоокеанского *Todarodes pacificus* и кальмара командорского *Berryteuthis magister*.

Отбор образцов для определения химического состава обогатителя проводили согласно ГОСТ 31339–2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» [7] и ГОСТ 7631–85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Правила приемки, органолептические методы оценки качества, методы отбора проб для лабораторных испытаний» [8].

При определении химического состава кожи кальмара и нового продукта использовали стандартные физико-химические методы. Массовую долю белка, жира, воды и минеральных веществ определяли согласно ГОСТ 7636–85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [9].

В результате проведенного обзора литературы и патентного поиска установлено, что направление переработки отходов кальмара развито слабо, малоизученно. В то же время актуальными являются исследования, направленные на устранение дефицита белка и повышение качества продуктов питания за счет применения нетрадиционных видов сырья, содержащего значительное количество ценных нутриентов. Кожа кальмара является источником полноценного белка. Надо отметить, что белки гидробионтов отличаются наиболее сбалансированным аминокислотным составом.

Кальмары – широко распространенные представители головоногих моллюсков. Существует более 250 видов кальмара. Промысловыми из них являются пять видов: кальмар обыкновенный (Лолиго) Бартрама, аргентинский, тихоокеанский, командорский и перуанский [2, 3]. Значительные запасы в бассейне Тихого океана имеют кальмар тихоокеанский *Todorodes pacificus* и кальмар командорский *Berryteuthis magister* [4–6]. Эти виды кальмара выбраны в качестве предмета исследования.

Стратегией развития промышленности, принятой правительством Российской Федерации, предусмотрено развитие пищевых технологий продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, а также более широкое использование вторичного сырья с целью максимального ресурсосбережения. Кальмары – это важнейший, глобальный, недооцененный, сравнительно недорогой резерв пищевого белка. Мантия и плавник используются для пищевых целей, а внутренности перерабатывают на кормовую муку и жир [7, 8]. Внутренности и другие отходы от переработки головоногих моллюсков используют для получения разнообразной продукции, в том числе кормового назначения – муки, белковых гидролизатов, сырой и мороженой продукции из гонад, ганглий, направляемых для выделения жира, ферментов.

Исследования многих авторов, в том числе Л.В. Антиповой, А.В. Подкорытовой, А.Н. Баштового, Т.Н. Слуцкой, О.Я. Мезеновой, направлены на развитие технологий комплексной переработки кальмара.

Введение отходов в производство пищевых продуктов позволит более рационально расходовать ценное сырье, повысить экономические показатели производства, снизить уровень экологической нагрузки рыбоперерабатывающих предприятий на окружающую среду [9–11]. Наличие в отходах от переработки кальмара большого количества белковых веществ позволяет использовать ферментативный гидролиз при производстве биологически активной добавки к пище «Моллюскам» [12]. Известен способ получения белкового гидролизата «Гидролизат кальмара пищевой» по ТУ 9283-025-02698170–7 [13, 14].

В голове кальмара присутствует значительное количество хрящевой ткани, что предопределило усилия исследователей по поиску в ней глюкозаминов, считающихся прекрасным средством от остеоартроза [15]. Существует способ производства препарата хондропротекторного действия из голов кальмара путем ферментативного гидролиза [16]. Для проведения гидролиза используют ферментные препараты ЦеллоЛюкс-Ф и Целловиридин-В Г-20-х. Использование в данной технологии препаратов амилолитического действия позволяет увеличить выход готового продукта. Для сушки используют инфракрасное излучение. Температура сушки составляет 65°C, что запускает химические реакции с образованием глюкозаминов, исключая образование меланоидинов, происходящее при более высоких температурах. В результате технологической обработки из голов кальмара получают коричневый порошок, обладающий приятным запахом, легко поддающийся прессованию; срок годности порошка составляет 12 месяцев [17]. Химический состав продукта представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав препарата хондропротекторного действия из голов кальмара

Содержание в продукте, %						
Вода	Белок	Липиды	Минеральные вещества	Сухое вещество	Аминосакхара	
					Галактозамин	Глюкозамин
13–14	54–58	8–13	10–13	86–87	3,5–4,5	3,0–4,0

Отходы от разделки кальмара (внутренности) содержат значительное количество липидов, полиненасыщенные жирные кислоты омега-3, витамины групп А, Д, Е. Жирность отходов достигает 30–50%. Активно ведутся разработки по использованию отходов кальмара для получения биологически активных добавок.

Так, существует технология производства биологически активной добавки к пище гипохолестеринемического и гемостимулирующего действия «Кальмаровое масло». Для производства масла от термически обработанных отходов кальмара отделяют жидкую часть и извлекают из нее липиды. Полученный продукт содержит значительное количество полиненасыщенных жирных кислот, в том числе более 30% эйкозапентаеновой и докозагексаеновой.

Разработана технология получения жира из печени кальмара, по показателям качества соответствующего пищевому жиру.

Существует технология получения лецитина из гонад кальмара. Гонады кальмара размораживают, измельчают, экстрагируют этиловым спиртом, получая концентрированный раствор липидов [18, 19].

Предложено использовать такие отходы от разделки кальмара, как нервная ткань (ганглии), хрящевая капсула при производстве биологически активных добавок «Тинростим» и «Артротин» [20]. Данные добавки являются дополнительным источником витамина С и полипептидов. Стоимость данной продукции значительно превосходит стоимость продукции из съедобных частей кальмара.

В рамках проводимого нами исследования с целью обоснования использования кожи кальмара в пищевых целях на данном этапе было проведено исследование пищевой ценности обогатителя на основе отходов кальмара. Для этого определяли химический состав продукта, полученного из кожи кальмара. С мороженого кальмара снимали кожу, сушили ее и измельчали. Полученный продукт имел приятный запах и привлекательный внешний вид. Высушивание кожи проводили с использованием инфракрасных лучей в контролируемых условиях. Массовую долю белка, жира, воды и минеральных веществ в готовом обогатителе определяли согласно ГОСТ 7636–85. Определение массовой доли белковых веществ проводили макрометодом Кьельдаля. Массовую долю жира определяли по Сокслету. Содержание минеральных веществ определяли сжиганием в муфельной печи. Массовую долю воды рассчитывали по разности массы образца до и после высушивания. На основании полученных данных установили степень удовлетворения в основных веществах и энергии при употреблении 100 г продукта в день. Результаты исследований представлены в табл. 2. Установлено, что 100 г полученного продукта позволяет удовлетворить суточную потребность организма в белке на 62%, что позволяет отнести полученный продукт к высокобелковым.

Таблица 2

Степень удовлетворения в основных веществах и энергии при употреблении 100 г пищевого обогатителя

Наименование образца	Степень удовлетворения, % от суточной нормы			
	в белке	в липидах	в углеводах	в энергии
Кальмар командорский, мясо сушеное измельченное, содержание влаги 12%	67,1	2,4	5,9	12,5
Кальмар тихоокеанский, кожа сушеная измельченная, содержание влаги 12%	62,8	4,6	6,4	12,8
Кальмар командорский, кожа сушеная измельченная, содержание влаги 12%	62,2	4,4	6,7	12,9

Таким образом, в результате проведенного литературного обзора и патентного поиска установлено, что направление переработки отходов кальмара развито слабо и в целом малоизученно. Существующие на настоящий момент технологии переработки отходов кальмара зачастую отличаются высокой себестоимостью готовой продукции, что делает нерентабельным производство. Разработанная технология отличается простотой, нет необходимости в большом количестве дорогостоящего оборудования, что предположительно позволит получить готовый продукт с низкой себестоимостью. По результатам определения пищевой ценности пищевого обогатителя, полученного из кожи кальмара, установлено, что порция 100 г полученного продукта позволяет покрывать большую часть потребности организма в белке, при этом продукт содержит незначительное количество липидов, углеводов и имеет низкую калорийность. Полученные данные говорят о целесообразности разработки технологии высокобелкового пищевого обогатителя из кожи кальмара.

Литература

1. Мезенова О.Я. Биотехнология рационального использования гидробионтов. – СПб.: Лань, 2013. – 416 с.
2. Нгуен Тхи Чук Лоан. Разработка рыбных функциональных продуктов на основе мяса кальмара тихоокеанского и прудовых рыб: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 2012. – 24 с.
3. Сафронова Т.М., Дацун В.М., Максимова С.Н. Сырье и материалы рыбной промышленности: Учебник. – СПб.: Лань, 2013. – 336 с.
4. Коллегия «Итоги деятельности Федерального агентства по рыболовству в 2018 г. и задачи на 2019 г.»: Материалы к заседанию от 23–24 апреля 2019 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://fish.gov.ru/files/documents/otkrytoe_agentsvto/obshestvennyi_sovet/material_OS/itogi_2018_zadachi_2019.pdf/ (дата обращения: 01.09.2020).
5. Освоение рекомендуемых объемов добычи водных биологических ресурсов на 2020 г. [Электронный ресурс]. – URL: svtu.pf/organizatsiya-rybolovstva/rybolovstvo-v-tsifrah/osvoenie-rekomendo-vannykh-ob-emov-dobychi-vylova-vbr-neoduemye.html (дата обращения: 04.03.2020).
6. Освоение рекомендуемых объемов добычи водных биологических ресурсов на 2020 г. [Электронный ресурс]. – URL: svtu.pf/organizatsiya-rybolovstva/rybolovstvo-v-tsifrah/osvoenie-rekomendo-vannykh-ob-emov-dobychi-vylova-vbr-neoduemye.html (дата обращения: 04.03.2020).
7. Баштовой А.Н. Технология кормовых добавок на основе биомодификации отходов, полученных при разделке гидробионтов: Дис. ... канд. техн. наук. – Владивосток, 2014. – 186 с.
8. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2019 г. № 2798-р. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ssl.mcx.ru/upload/iblock/10a/10a7fbc5a2677a2231278f12ef7882b.pdf> (дата обращения: 23.09.2020).
9. Управление качеством на предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности: Учебник / А.Н. Австриевских, И.В. Кантере, И.В. Сурков, Е.О. Ермолаева и др. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2017. – 268 с.
10. Ефимов А.А., Ефимова М.В. Основы рационального питания: Учебное пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007. – 178 с.
11. Оттавей П.Б. Обогащение пищевых продуктов и биологически активные добавки: технология, безопасность и нормативная база. – СПб.: Профессия, 2010. – 312 с.
12. Баштовой А.Н., Слуцкая Т.Н. Исследование процессов ферментации мышечно-хрящевого комплекса тканей гидробионтов // Изв. ТИНРО. – 2011. – Т. 166. – С. 320–326.
13. Антипова Л.В., Нгуен Тхи Чук Лоан. Исследование физико-химических свойств туловища, головы и щупалец тихоокеанских кальмаров // Вестник ВГТА. – 2011. – № 3. – С. 40–43.
14. Антипова Л.В., Толтыгина И.Н. Гидробионты и продукты их переработки – новый взгляд на источник полноценного белка // Функциональные продукты: Доклады междунар. науч. конф. – М.: ВНИИМП, 2001. – С. 129–131.
15. Артюхова С.А., Богданов В.Д., Дацун В.М. и др. Технология продуктов из гидробионтов; Под ред. Т.М. Сафроновой и В.И. Шендерюка. – М.: Колос, 2001. – 496 с.
16. Подкорытова А. В., Слапогузова З.В. Головоногие моллюски и их переработка // Рыбное хозяйство. – 2007. – № 3. – С. 99–102.
17. Влияние способа получения белоксодержащего продукта на его состав и выход / Л.П. Пащенко, Л.В. Спивакова, И.М. Тареева, Л.Ю. Пащенко // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2001. – № 1 – С. 17.
18. Каленик Т.К., Табакаева О.В. Биотехнологические способы модификации отходов переработки гидробионтов // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. – 2006. – Т. 2, № 4. – С. 33–34.
19. Матковская М.В. Разработка технологий продукции геродиетического питания с применением биологически активных компонентов вторичного рыбного сырья: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Калининград, 2016. – 24 с.
20. Баштовой А.Н., Слуцкая Т.Н., Якуш Е.В. Способ приготовления функционального пищевого продукта хондропротекторного действия: Пат. 2412 619 Рос. Федерация. № 2009131600/13 / Баштовой А.Н., Слуцкая Т.Н., Якуш Е.В.; заявл. 20.08. 2009; опубл. 27.02.2011, Бюл. № 6. – 8 с.

УДК 597.555.5+639.223

А.А. Ефимов, В.М. Мустафаева, М.В. Ефимова, Б.А. Чмыхалов, Д.Д. Вашина

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

ХАРАКТЕРИСТИКА МИНТАЯ КАК СЫРЬЕВОГО ОБЪЕКТА РЫБНОЙ ОТРАСЛИ

В статье приведен анализ литературных данных о массовом и химическом составе тихоокеанского минтая, его технологических особенностях. Показана пищевая ценность отдельных его органов и тканей. Приведены требования нормативно-правовых документов к качеству и безопасности минтая. Рассмотрены существующие и перспективные направления использования минтая тихоокеанского как сырьевого объекта рыбной промышленности.

Ключевые слова: минтай, пищевая ценность, химический состав, показатели качества, показатели безопасности.

A.A. Efimov, V.M. Mustafaeva, M.V. Efimova, B.A. Chmykhalov, D.D. Vashina

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

WALLEYE POLLOCK CHARACTERISTICS AS A PRIMARY OBJECT OF FISHING INDUSTRY

The analysis of literary data on the mass and chemical composition of the Pacific Pollock and its technological features is presented in the article. The nutritional value of individual organs and tissues is shown. Regulatory requirements for the quality and safety of the Pollock are given. The existing and promising areas of use of the Pacific Pollock as a primary object of the fishing industry are considered.

Key words: walleye pollock, nutritional value, chemical composition, quality indicators, safety indicators.

Добыча и переработка гидробионтов, и в первую очередь рыбы, представляет собой важнейший источник обеспечения полноценного пищевого баланса. С 70-х годов прошлого века радикально изменились взгляды на водные биологические ресурсы как на источник доступного продовольствия. Четко прослеживается политика рационального, комплексного использования гидробионтов, в том числе освоение новых объектов промысла и изменение взглядов на направления переработки традиционно добываемого сырья [1]. Выбор путей рационального направления рыбного сырья в переработку требует знания массового, химического состава сырья, его технологических свойств.

Важнейшим объектом сырьевой базы рыбной отрасли Камчатки в настоящее время является тихоокеанский минтай – *Theragra chalcogramma* (Pallas, 1814) – самый массовый представитель Тресковых в Тихом океане и одна из наиболее многочисленных промысловых рыб [2, 3].

В водах Камчатки эксплуатируется минтай трех популяционных группировок – западноберингоморской, восточнокамчатской и восточноохотоморской [4].

Промысловой является рыба в возрасте четырех лет при длине тела 35 см. В промышленных уловах обычны особи 4–7-годовалого возраста с длиной тела от 30 до 50 см. Минтай может достигать длины 85 см и массы около 4 кг [3].

Массовый состав тела минтая приведен в табл. 1 [3].

У рыб одного пола, имеющих половые железы на одинаковой стадии зрелости, относительная масса мышечной ткани практически не зависит от массы рыбы, но к периоду нереста снижается до 35–38% за счет значительного увеличения массы гонад. У неполовозрелых рыб в возрасте

до трех лет относительная масса внутренностей не претерпевает сезонные изменения, а у половозрелых рыб достигает максимального значения в преднерестовой период и минимума сразу после нереста [5, 6].

Таблица 1

Массовый состав тела минтая, %

Голова	Тушка 48,9–58,2, в том числе					
	мышечная ткань	кожа	кости	плавники	внутренности 5,0–32,1, в том числе	
					печень	половые железы
15,8–28,9	37,2–46,2	4,1–5,0	6,3–7,0	1,6–4,0	3,0–7,5	1,7–21,1

Абсолютная и относительная масса ястыков минтая зависит от степени зрелости и возраста рыбы. Перед началом нереста относительная масса ястыков колеблется от 18,9 до 25,8%, а сразу же после нереста – от 0,8 до 2%. Относительная масса ястыков икры в общем улове минтая зависит от соотношения самок и самцов и колеблется в пределах от 2,6 до 18,5% [5].

Химический состав минтая представлен традиционными для животного сырья компонентами (белки, липиды, минеральные вещества), включает набор микро- и макроэлементов, водорастворимые витамины (табл. 2) [3, 7].

Таблица 2

Химический состав минтая, в 100 г

Наименование компонента	Содержание, г	Наименование макроэлемента	Содержание, мг	Наименование микроэлемента	Содержание, мкг	Наименование витамина	Содержание, мг
Вода	81,9	Натрий	120	Железо	800	Витамин А	0,01
Белки	15,9	Калий	420	Йод	150	Витамин В ₁	0,11
Липиды	0,9	Кальций	40	Кобальт	15	Витамин В ₂	0,11
Экстрактивные вещества	0,1	Магний	55	Марганец	100	Витамин В ₆	0,10
		Фосфор	240	Медь	130	Витамин РР	1,00
		Сера	170	Хром	55	Витамин С	1,80
Зола	1,3	Хлор	165	Цинк	1 120	Витамин Е	0,26
–	–	–	–	Фтор	700	Фолацин	0,0049

Коэффициент пищевой насыщенности $K_{\text{пн}}$ минтая, представляющий собой отношение суммарного содержания белков, липидов и углеводов к содержанию воды, составляет в среднем 0,21, что позволяет отнести минтай к низконасыщенным гидробионтам ($K_{\text{пн}} \leq 0,3$), как и большинство рыб и беспозвоночных [8]. По значению белково-водного коэффициента $БВК$ минтай относится к белковым рыбам (0,21–0,26). Аминокислотный состав белков минтая свидетельствует об их полноценности (табл. 3) [7].

Таблица 3

Аминокислотный состав белков минтая, мг в 100 г белков

Наименование компонента	Содержание	Наименование компонента	Содержание
Незаменимые аминокислоты, в том числе:	7 500	Заменимые аминокислоты, в том числе:	7 850
валин	900	аланин	900
изолейцин	1 100	аргинин	1 000
лейцин	1 300	аспарагиновая кислота	1 200
лизин	1 800	гистидин	400
метионин	600	глицин	800
треонин	900	глутаминовая кислота	1 300
триптофан	200	пролин	600
фенилаланин	700	серин	700
–	–	тирозин	600
–	–	цистин	150
–	–	оксипролин	Следы

По содержанию жира в мышечной ткани (менее 2%) минтай относится к маложирным рыбам, для которых характерно явление старения белков в процессе хранения мороженой продукции (снижение влагоудерживающей способности, потеря части солерастворимых белков, снижение эластичности мышечной ткани). В то же время липиды характеризуются высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот, в том числе биологически активных ω -3 (эйкозапентаеновой и докозагексаеновой – так называемого хорошего холестерина) и физиологически необходимых (линолевой, линоленовой), являющихся незаменимыми факторами питания. Коэффициент биологической значимости жира $K_{\text{бжж}}$ минтая, представляющий собой отношение суммы ω -3 полиненасыщенных жирных кислот к массовой доле липидов в продукте, составляет в среднем 0,24, что несколько ниже $K_{\text{бжж}}$ горбуши (0,27) и выше $K_{\text{бжж}}$ кеты (0,20) [8]. Содержание основных групп липидов и основных значимых жирных кислот в составе липидов минтая представлено в табл. 4 [7].

Таблица 4

Липидный состав минтая и жирнокислотный состав липидов минтая, г в 100 г

Наименование компонента	Содержание	Наименование компонента	Содержание
Сумма липидов, в том числе:	0,90	Мононенасыщенные кислоты, в том числе:	0,16
фосфолипиды	0,20	пальмитолеиновая $C_{16:1}$	0,04
холестерин	0,11	олеиновая $C_{18:1}$	0,08
Насыщенные кислоты, в том числе:	0,14	гадолеиновая $C_{20:1}$	0,004
миристиновая $C_{14:0}$	0,01	Полиненасыщенные кислоты, в том числе:	0,41
пальмитиновая $C_{16:0}$	0,10	линолевая $C_{18:2}$	0,01
стеариновая $C_{18:0}$	0,03	линоленовая $C_{18:3}$	0,01
–	–	эйкозапентаеновая $C_{20:5}$	0,03
–	–	докозагексаеновая $C_{22:6}$	0,19

Большая часть жира минтая, богатого витамином А (ретинолом), содержится в печени [6]. Биологическая ценность липидов печени минтая очень высока и составляет 1,17 при оптимальной биологической ценности липидов пищи 0,3 [8]. Печеночный жир содержит полиненасыщенные жирные кислоты, в том числе так называемый витамин F – линолевую (ω_6) и линоленовую (ω_3) кислоты.

Печень является важным источником биологически активных веществ – комплекса ферментов, участвующих в обмене белков, липидов и углеводов, а также жирорастворимых и водорастворимых витаминов. Содержание витамина А в 1 г печени минтая колеблется от 420 до 3 000 и. е. [5]. Высокие органолептические показатели качества (светло-соломенный цвет, приятный вкус и запах) и высокое содержание витамина А делают печеночный жир минтая весьма ценным природным концентратом этого витамина. В целом печень минтая содержит 34,3–61,5% воды, 11,9–85,7% жира, 10,3–16,7% белков, 1,0–1,4% минеральных веществ.

Из внутренних органов минтая высокую ценность представляет икра, в состав которой входит 0,4–2,5% жира, 11,1–16,9% белков. Белки икры характеризуются как полноценные и не имеют больших различий по аминокислотному составу на всех стадиях зрелости икры [5, 6]. Более 12% белка икры всех стадий зрелости составляет глутаминовая кислота, в наименьших количествах содержатся цистин и метионин. Лишь для серина и гистидина отмечено снижение массовой доли в белках икры 5-й стадии зрелости [9, 10]. При созревании яичников минтая наблюдается снижение в них полярных и повышение доли нейтральных липидов. Обменные процессы в икре в основном связаны с содержанием свободных жирных кислот, количество которых несколько возрастает при созревании ястыков. Пищевая ценность икры по мере созревания незначительно снижается за счет увеличения доли холестерина и свободных жирных кислот [9].

Икра минтая содержит ω -3 жирные кислоты. В состав минеральных веществ икры входят (мг%): калий (118–172), кальций (18–27), магний (15–20), фосфор (175–300), алюминий (0,09–0,17), марганец (0,11–0,12), медь (0,07–0,12), серебро (0,08–0,10), железо (0,4–1,3) [9].

Из жирорастворимых витаминов в икре определены витамин А в количестве 0,04 мг%, β -каротин – 0,01 мг%, витамин Е – 1,6 мг%. Из водорастворимых: витамин В₁ – 0,67; В₂ – 0,22; фолиевая кислота – 22; ниацин – 0,7; витамин С – 2,3 мг%. Стоит отметить, что содержание ниацина в икре минтая, который позволяет предотвратить развитие дерматита, диареи и слабоумия, больше, чем в осетровой икре [6].

Несмотря на относительно невысокую стоимость, икра минтая по пищевой ценности, по содержанию биологически активных, физиологически полезных веществ почти не уступает лосося или осетровой икре.

Используемый для производства пищевой продукции минтай-сырец должен соответствовать требованиям ТУ 9240-061-33620410–2005 [11]. В соответствии с ГОСТ 1368–2003 [12], минимальная длина тушки минтая должна быть не менее 15 см. По микробиологическим и гигиеническим показателям безопасности минтай-сырец должен отвечать требованиям ТР ЕАЭС 040/2016 и ТР ТС 021/2011 [13, 14]. В минтае не допускаются в живом виде такие паразиты, как личинки цестод (пиримикоцефалусов), нематод (анизакисов, псевдотерранов). Минтай часто бывает сильно заражен гельминтами и их личинками, что, как известно, во многом определило «тернистый путь» минтая на стол российского потребителя.

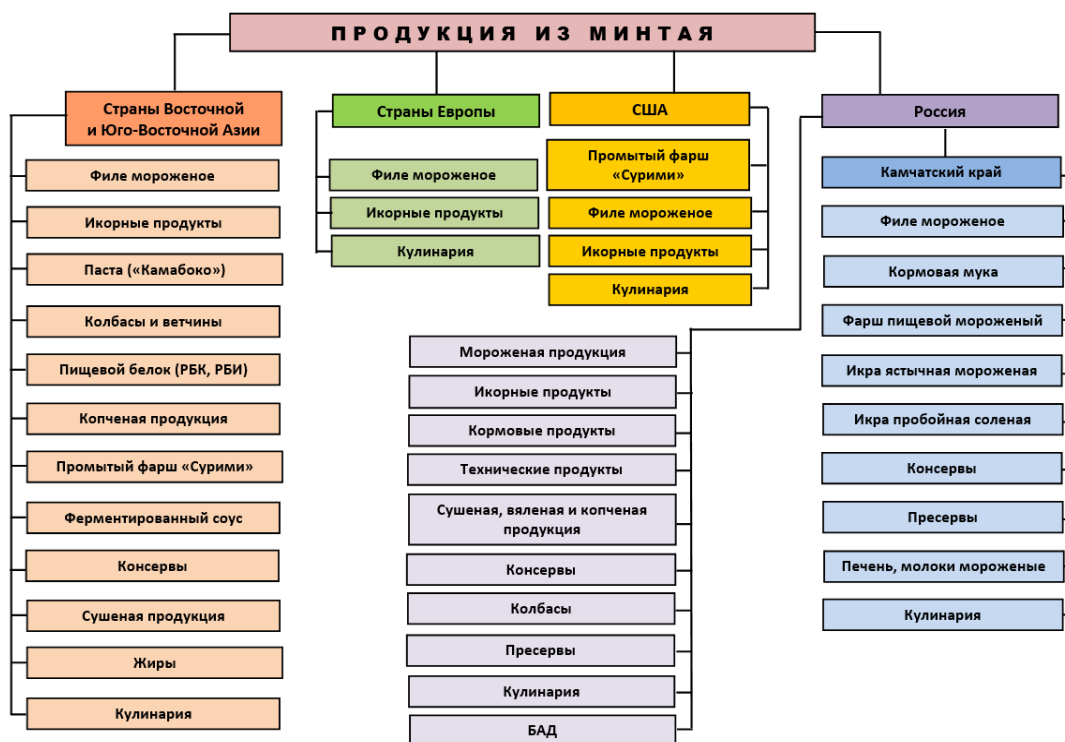
Технологические свойства минтая определяются его морфологическими, биологическими особенностями и химическим составом тканей и органов.

Удельный вес неразделанного минтая изменяется в пределах от 1,004 до 1,034, а потрошеного – от 1,022 до 1,068. Насыпная масса неразделанного минтая в зависимости от размеров, состояния, плотности укладки рыбы изменяется от 0,800 до 0,889 т/м³. Важный параметр, учитываемый при проектировании технологического оборудования, – угол скольжения минтая-сырца составляет: по луженой жести в среднем 10°, по листовому алюминию – 13°, оцинкованному и черному железу – 32°, по гладкой резине – 42°, железному цементу – 45° [5].

Минтай имеет прогонистое тонкое тело, что объясняет низкое значение его коэффициента мясисти – 5–12 г/см. Энергетическая ценность 100 г мышечной ткани минтая в среднем составляет 72 ккал [7], что позволяет рассматривать минтай как сырье для получения низкокалорийных диетических продуктов питания.

По классификации Л.П. Миндера (соотношению жирности и оводненности мяса), минтай относится к I категории – категории столовых рыб [15]. Наиболее пригоден для приготовления первых и вторых кулинарных блюд.

Ассортимент продукции, выпускаемой из минтая, представлен на рисунке.



Ассортимент продукции из минтая, выпускаемой промышленностью разных стран

Минтай очень сильно ценится в Корее, где к нему с самого начала промысла относились как к ценному пищевому объекту, тогда как в других странах изначально он рассматривался как ресурс низкой пищевой ценности. Переоценка минтая как пищевого ресурса началась с Японии,

где была разработана технология для производства фарша сурими, а также продуктов из мороженой ястычной икры минтая [2, 16].

У берегов Камчатки добыча минтая началась в начале 60-х годов прошлого века. К сожалению, в Советском Союзе длительное время практически весь улов направлялся на выпуск рыбной кормовой муки. Продукция не находила реального спроса на внутреннем рынке, а направлялась на экспорт, прежде всего, в Германию и США. В Германии из филе минтая выпускали до 300 (!) видов продукции, как ни из одного другого ресурса. В США блюда из филе минтая широко представлены в меню ресторанов высокого уровня [16].

В настоящее время производством потребительской продукции из минтая занимаются четыре страны – США, Китай, Россия и Корея, а основными потребителями этой продукции являются Япония, страны ЕС и США. В России продукция из минтая представлена в основном мороженым филе, кулинарией, консервами из печени и икры, а также икорной продукцией; отходы от разделки рыбы на филе, как правило, направляют на производство кормовой муки.

Как видно из приведенных литературных данных о массовом и химическом составе минтая, его технологических свойствах, будучи основным промысловым представителем тресковых, минтай является ценным сырьевым ресурсом, характеризующимся высокой ресурсной доступностью. Соответственно, задачей рыбной отрасли является рациональное и комплексное использование минтая, разработка новых технологий, расширение ассортимента продукции, максимальное сохранение ценных компонентов сырья для потребителей.

Литература

1. Лиценко В.Ф. Мировая продовольственная проблема: белковые ресурсы (1960–2005 гг.). – М.: ДеЛи принт, 2006. – 272 с.
2. Марти Ю.Ю. Семейство Тресковые (Gadidae) // Жизнь животных / Под ред. Т.С. Расса. – М.: Просвещение, 1971. – Т. 4. – С. 373–387.
3. Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норин Е.Г. Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский, 2005. – 264 с.
4. Балыкин П.А., Бонк А.А., Старцев А.А. Оценка состояния запасов и управление промыслом морских рыб. – Петропавловск-Камчатский: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2014. – 63 с.
5. Кизеветтер И.В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 298 с.
6. Кизеветтер И.В. Биохимия сырья водного происхождения. – М.: Пищ. пром-сть, 1973. – 422 с.
7. Голубев В.Н., Кутина О.И. Справочник технолога по обработке рыбы и морепродуктов. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 408 с.
8. Биотехнология рационального использования гидробионтов: Учебник / Под ред. О.Я. Мезеновой. – СПб.: Лань, 2013. – 416 с.
9. Леванидов И.П., Никитина И.Н., Орехова Н.В. Технохимическая характеристика икры минтая // Исследования по технологии рыбных продуктов. – Владивосток: ТИНРО, 1974. – Вып. 5. – С. 81–93.
10. Наседкина Е.А., Вусаненко Л.В. Характеристика азотистых веществ мяса, икры, молока и печени минтая // Исследования по технологии рыбных продуктов. – Владивосток: ТИНРО, 1974. – Вып. 5. – С. 7–5.
11. Рыбы камбаловые и тресковые-сырец. Технические условия: ТУ 9240-061-33620410–2005. – Владивосток: Восток-Тест, 2005. – 8 с.
12. Рыба. Длина и масса: ГОСТ 1368–2003. – М.: Стандартиформ, 2010. – 13 с.
13. О безопасности рыбы и рыбных продуктов: Технический регламент Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 040/2016. – 77 с.
14. О безопасности пищевой продукции: Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011. – 242 с.
15. Технология рыбы и рыбных продуктов / С.А. Артюхова, В.В. Баранов, Н.Э. Бражная и др.; под ред. А.М. Ершова. – М.: Колос, 2010. – 1063 с.
16. История промысла / Русская пелагическая исследовательская компания. – URL: http://ruspelagic.ru/istoriya_promysla (дата обращения: 25.04.2021).

УДК 664.6:561.272

А.П. Крехнова, А.В. Филатова, А.А. Шиковец

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: jaral75@mail.ru*

ВЛИЯНИЕ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *FUCUS DISTICHUS* НА СОХРАНЕНИЕ СВЕЖЕСТИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ СДОБНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В статье приведены результаты исследования влияния добавки порошка бурой водоросли *Fucus distichus* на сохранение потребительских свойств хлебобулочных сдобных изделий, а именно на сохранение свежести. Показано, что увеличение влажности мякиша изделий находилось в прямой зависимости от количества внесенного в продукт фукусового порошка. Установлено, что при увеличении содержания в образцах хлебобулочных сдобных изделиях добавки бурой водоросли *Fucus distichus* процент усушки продукта снижался, что подтверждает водоудерживающие свойства гелей гидроколлоидов, содержащихся в значительном количестве в бурых водорослях.

Ключевые слова: сдобные изделия, свежесть, бурые водоросли, гидроколлоиды, усушка.

A.P. Krekhnova, A.V. Filatova, A.A. Shikovets

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: jaral75@mail.ru*

BROWN ALGAE *FUCUS DISTICHUS* EFFECT ON SAVING BAKERY PRODUCTS FRESHNESS

The study results of the effect of adding brown algae *Fucus distichus* powder on the preservation of bakery products consumer properties, namely, on the freshness preservation are represented in the article. It was shown that the increase in the moisture content of the crumb was in direct proportion to the amount of fucus powder in the product. It was also shown that with the increase of the brown algae *Fucus distichus* additive in the samples of bakery products, the percentage of the product drying decreased. It confirms the water-retaining properties of hydrocolloid gels contained in a significant amount in brown algae.

Key words: butter products, freshness, brown algae, hydrocolloids, drying.

Хлебобулочные сдобные изделия являются скоропортящимися продуктами, срок годности которых определяется развитием процесса черствения и усыхания и может составлять до 36 часов с момента приготовления и хранения при комнатной температуре и относительной влажности окружающего воздуха не выше 75% [1].

В результате протекания процессов черствения и усыхания снижаются мягкость и эластичность мякиша сдобного хлебобулочного изделия, повышается его крошливость, теряются характерные для свежей сдобы вкус и аромат. Корочка теряет блеск и хрупкость, слои мякиша, прилегающие к корочке, становятся сухими, жесткими, что приводит к повышению твердости сдобного изделия в целом [2]. Другими словами, ухудшаются потребительские свойства продукта.

Механизм черствения определяется в основном изменениями в крахмале при хранении хлебобулочного изделия. Зерна крахмала, содержащегося в хлебопекарной муке, во время выпечки изделия клейстеризуются, размягчаются, поглощают и связывают воду. Соответственно, логично: чем дольше влага удержится в продукте, тем дольше изделие останется свежим. В процессе хранения хлебобулочного изделия постепенно происходит ретроградация крахмала – растворенные крахмальные полисахариды переходят в нерастворимую форму за счет восстановления водородных связей между цепочками олигосахаридных остатков. В результате крахмал теряет ранее свя-

занную влагу, осахаривается, его зерна уменьшаются в размерах, твердеют, мякиш хлебобулочного изделия начинает крошиться, продукт черствеет.

Однако использование в рецептуре хлебобулочных изделий гидроколлоидов, способных удерживать влагу при формировании пространственной сетки геля, оказывает положительное влияние на сохранение свежести хлебобулочных изделий. Другими словами, добавление водорослей в рецептурный состав сдобного изделия, кроме повышения пищевой ценности, способствует также созданию условий, обеспечивающих замедление процесса черствения хлебобулочных изделий благодаря содержащимся в водорослях гидроколлоидам.

Известно много гидроколлоидов, проявляющих физиологическую активность, что позволяет применять их в производстве функциональных продуктов, а также продуктов с пониженной энергетической ценностью при условии сохранения либо улучшения потребительских свойств, присущих традиционным аналогам [3].

Целью проводимого исследования являлось изучение влияния добавки бурой водоросли *Fucus distichus* как источника гидроколлоидов на сохранение свежести хлебобулочных сдобных изделий.

Предметами исследования являлась бурая водоросль *Fucus distichus*, применяемая в качестве добавки в тесто для сдобных изделий, и сдобные хлебобулочные изделия с добавкой водоросли.

Fucus distichus является одним из наиболее массовых видов бурых водорослей, растущих у берегов Камчатки [4, 5]. Водоросль представляет собой ценное сырье благодаря массовости произрастания и уникальному химическому составу. Фукусы широко реализуют в торговой сети, в том числе аптечной, как источник биологически активных веществ. Фукусы содержат целый спектр ценных нутриентов (витаминов, микро- и макроэлементов) и в значительном количестве такие ценные гидроколлоиды-полисахариды, как фукоидан и альгиновые кислоты [5]. Из фукусов готовят разнообразную пищевую продукцию, в том числе салаты, кондитерские изделия, тонирующие напитки и др. [4]. Однако достаточно широкого промышленного применения *Fucus distichus* пока не нашел, в связи с чем в настоящее время его можно считать перспективным видом.

Для проведения исследований водоросли собирали в штормовых выбросах в прибрежной зоне бухты Малой Лагерной в конце августа – начале сентября 2019 г. Содержание альгиновой кислоты в биомассе *Fucus distichus* составило 18,6% в пересчете на сухое вещество.

Для приготовления образцов хлебобулочных изделий за основу принимали рецептуру теста для сдобы обыкновенной [6, 7] (контрольный образец). Тесто приготавливали опарным способом [7]. Тестовые заготовки разделяли округлой формы. Расстойку заготовок проводили в течение 100 минут. Выпекали изделия при температуре 200°C в течение 16 минут. Масса готовых изделий составляла 100 г.

Экспериментальные образцы сдобы готовили с добавлением порошка, полученного из фукуса, предварительно высушенного при температуре 24°C в инфракрасной сушилке «Икар» до содержания влаги не выше 5%, что необходимо для повышения хрупкости слоевища водоросли при его дроблении до состояния мелкодисперсного порошка.

Фукусовый порошок предварительно просеивали через сито с размером ячеек 0,5×0,5 мм, затем вносили непосредственно в муку в количестве 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7% (табл. 1), что соответствует рекомендациям по внесению витаминно-минеральных добавок в хлебобулочные изделия: добавка в порошкообразном состоянии должна вноситься на стадии замеса теста способом сухого смешивания [8], что обеспечивает равномерность распределения добавки в объеме теста.

Таблица 1

Количество вносимого в муку фукусового порошка, % от массы муки

К (контроль)	Образец сдобного изделия						
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
0	1	2	3	4	5	6	7

Смесь муки и фукусового порошка перед замесом теста просеивали через сито с целью аэрирования, что активизирует процесс брожения за счет обеспечения клеток дрожжей дополнительным количеством кислорода. В тесте происходила регидратация водорослевых частиц,

и, соответственно, наблюдалось увеличение их размеров от 10–40 мкм до 1–2 мм. Размеры частиц водорослевого порошка определяли с помощью микроскопа «Zasilacz ZM 6/50».

Внешний вид тестовых заготовок образцов хлебобулочных сдобных изделий приведен на рис. 1.

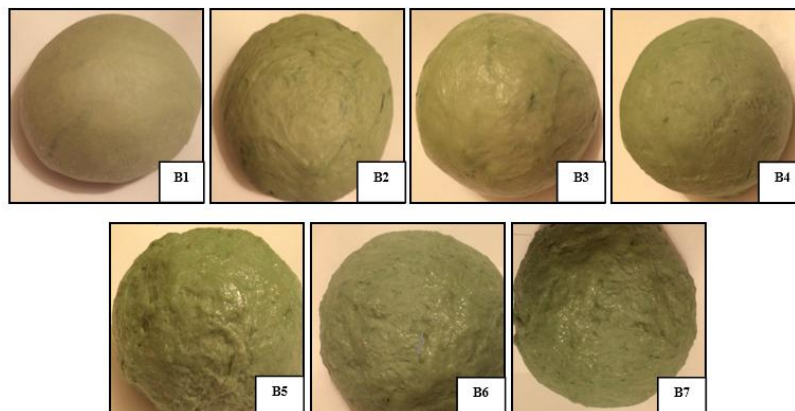


Рис. 1. Образцы тестовых заготовок хлебобулочных сдобных изделий с бурой водорослью *Fucus distichus* (размеры частиц водорослевого порошка 10–40 мкм)

Для определения органолептических и физико-химических показателей сдобных изделий руководствовались требованиями действующих стандартов [9–14].

Результаты оценки физико-химических показателей образцов хлебобулочных сдобных изделий в соответствии с ГОСТ 24557–89 «Изделия хлебобулочные сдобные. Технические условия» [15] приведены в табл. 2. Из нее видно, что по физико-химическим показателям все образцы хлебобулочных сдобных изделий соответствовали требованиям стандарта.

Таблица 2

Физико-химические показатели образцов хлебобулочных сдобных изделий с бурой водорослью *Fucus distichus*

Наименование показателя	Норма по ГОСТ 24557–89	Образец сдобного изделия						
		К	В1	В2	В3	В4	В5	В6
Пористость, %	Не нормируется	74,5	72,26	65,63	68,8	66,9	65,15	70,9
Влажность мякиша, %, не более	34	30,4	31,8	32,1	32,6	32,9	33,4	33,6
Кислотность мякиша, град, не более	2,5	2,4	2	1,8	2,2	1,6	1,4	1,4
Массовая доля сахара в пересчете на сухое вещество, %	19,5 ± 1,0	18,8	18,7	18,7	18,7	18,6	18,6	18,6
Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %	10,0 ± 0,5	10,3	10,3	10,3	10,2	10,2	10,1	10,1

Как видно из табл. 2, по мере увеличения дозы вносимой водоросли наблюдалось незначительное снижение градуса кислотности, что, вероятно, связано с тем, что увеличение количества водорослевого порошка, содержащего ценные питательные вещества для дрожжевых клеток, стимулируя в начале процесса брожения их размножение, достаточно скоро вызывало самоингибирование развития дрожжей за счет увеличения в тесте количества углекислого газа и этилового спирта. Также, вероятно, ингибирующее влияние оказывали антибиотические свойства фукуса.

Влажность хлебобулочных сдобных изделий с добавкой бурой водоросли *Fucus distichus* (табл. 2) оказалась выше влажности контрольного образца продукции. Причем, как видно из данных таблицы, увеличение влажности мякиша находилось в прямой зависимости от количества внесенного в продукт фукусового порошка. Это явление можно объяснить наличием в химическом составе фукуса гидроколлоидов, в первую очередь альгинатов и фукоидана. Таким обра-

зом, можно утверждать, что фукус является натуральной добавкой, связывающей и удерживающей в структуре своего геля воду в сдобных изделиях, препятствуя их интенсивному высыханию и очерствению.

В табл. 3 приведена динамика изменения влажности мякиша хлебобулочных сдобных изделий в процессе их хранения при температуре 18°C и относительной влажности окружающего воздуха 72%.

Таблица 3

Изменение влажности образцов хлебобулочных сдобных изделий при хранении, %

Продолжительность хранения, ч	Образец сдобного изделия						
	К	В1	В2	В3	В4	В5	В6
0 (свежевыпеченные и охлажденные)	30,4	31,8	32,1	32,6	32,9	33,4	33,6
4	29,6	31,2	31,4	31,7	32,0	32,9	33,0
8	25,7	30,7	30,6	31,0	31,8	32,0	32,6
12	23,4	29,7	29,0	30,5	30,9	31,4	31,8
16	23,1	26,8	27,6	29,5	29,8	29,6	30,8
20	22,6	26,4	26,5	27,4	28,8	28,9	29,5
24	21,5	24,6	25,9	26,8	27,3	28,4	28,9
Усушка, %	29,3	22,6	19,3	17,8	17,1	15,0	14,0

Как видно из табл. 3, при увеличении содержания в хлебобулочных сдобных изделиях добавки бурой водоросли *Fucus distichus* процент усушки продукта снижался, что подтверждает водоудерживающие свойства гелей гидроколлоидов. Следовательно, можно утверждать, что введение в состав хлебобулочных сдобных изделий гидроколлоидов способствует увеличению продолжительности сохранения продуктом свежести.

Органолептические показатели хлебобулочных сдобных изделий, установленные дегустационной комиссией через 24 часа хранения, характеризовали образцы В6 и В7 с наиболее высокой дозой фукусового порошка как свежие (рис. 2).

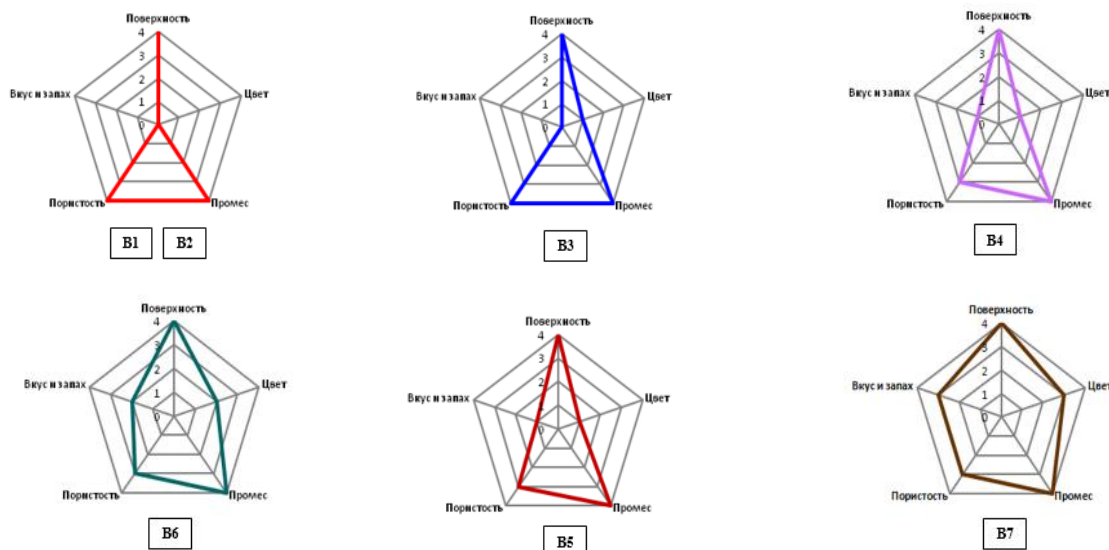


Рис. 2. Профилограммы качества образцов хлебобулочных сдобных изделий с бурой водорослью *Fucus distichus*: шкала оценки цвета, вкуса и запаха: 0 – цвет, вкус и запах водорослей не ощущаются; 1 – цвет, вкус и запах водорослей едва ощущаются; 2 – цвет, вкус и запах водорослей слабо (приятно) ощущаются; 3 – цвет, вкус и запах водорослей умеренно ощущаются; 4 – свойства сильно (резко) выражены; оценка поверхности, промеса и пористости изделий: более высокому качеству соответствует более высокий балл

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено положительное влияние добавленного в рецептурный состав хлебобулочных сдобных изделий порошка бурой

водоросли *Fucus distichus* как источника природных растительных гидроколлоидов. Водорослевая добавка способствовала увеличению продолжительности сохранения свежести продукции за счет обеспечения снижения степени усушки сдобы при хранении.

Литература

1. *Килкаст Д., Субраманиами П.* Стабильность и срок годности. Хлебобулочные и кондитерские изделия. – СПб.: Профессия, 2012. – 444 с.
2. *Казьмина Н.П.* Биохимия хлебопечения. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 436 с.
3. Справочник по гидроколлоидам / Под ред. Г.О. Филлипс, П.А. Вильямс; пер. с англ. под ред. А.А. Кочетковой и Л.А. Сарафановой. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 536 с.
4. *Клочкова Н.Г., Березовская В.А.* Водоросли Камчатского шельфа. Распространение, биология и химический состав. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 154 с.
5. *Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э.* Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. – Т. 1. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. – 218 с.
6. *Пашук З.Н., Анет Т.К., Анет И.И.* Технология производства хлебобулочных изделий: Справочник. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 400 с.
7. Сборник технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий. – М.: Прейскурантиздат, 1989. – 494 с.
8. *Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М.* Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / Под общ. ред. В.Б. Спиричева. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 548 с.
9. Хлеб и хлебобулочные изделия. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий: ГОСТ 5667–65. – М.: Стандартинформ, 2016. – 4 с.
10. Хлеб и хлебобулочные изделия. Методы определения массовой доли жира: ГОСТ 5668–68. – М.: Стандартинформ, 2016. – 10 с.
11. Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения пористости: ГОСТ 5669–96. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1996. – 5 с.
12. Хлеб и хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности: ГОСТ 5670–96. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1996. – 6 с.
13. Хлеб и хлебобулочные изделия. Методы определения массовой доли сахара: ГОСТ 5672–68. – М.: Стандартинформ, 2016. – 10 с.
14. Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности: ГОСТ 21094–75. – М.: Стандартинформ, 2015. – 4 с.
15. Изделия хлебобулочные сдобные. Технические условия: ГОСТ 24557–89. – М.: Стандартинформ, 2009. – 8 с.

УДК 664.953:[597.55.5+633.913.322]

Е.М. Кузнецова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: kam.fomas83@gmail.com*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПАШТЕТА НА ОСНОВЕ МИНТАЯ С КОРНЕМ ОДУВАНЧИКА

Изложена краткая характеристика химического состава минтая, свиного шпика, смородины красной, корня одуванчика лекарственного. Описана технология паштета на основе минтая с корнем одуванчика. Представлены результаты определения химических показателей готового продукта.

Ключевые слова: минтай, шпик свиной, красная смородина, корень одуванчика лекарственного, паштет.

Е.М. Kuznetsova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: kam.fomas83@gmail.com*

DEVELOPMENT OF PATE TECHNOLOGY BASED ON POLLOCK WITH DANDELION ROOT

The brief description of chemical composition of pollock, pork fat, red currant, dandelion root is presented. The technology of pollock paste with dandelion root is described. The results of the finished product chemical indicators are enumerated.

Key words: pollock, pork fat, red currant, dandelion root, paste.

Камчатский край входит в состав районов Крайнего Севера. Отличие территории севера проявляется в наличии гравитационных, радиационных и геомагнитных аномалий, значительных перепадов температуры. Накладываются неблагоприятные производственные условия, эмоциональные стрессы, информационные перегрузки. Все это требует дополнительных затрат энергии и приводит к состоянию хронического стресса. Влияние негативных климато-геофизических условий вызывает быстрое истощение адаптационных резервов человека. В результате – преждевременное старение, осложненное течение хронических заболеваний, рост смертности населения. «Экологически обусловленный стресс» – хроническое адаптивное напряжение организма, в основе которого имеются клеточные, субклеточные и организменные изменения, происходящие при воздействии на человека негативных факторов экологии. Подтверждением того, что у жителей севера наблюдается экологически обусловленный стресс, являются данные о повышенном психоэмоциональном напряжении в пять раз выше нормы у постоянно живущих в регионе практически здоровых людей. Уровень стресс-гормона кортизола в крови человека достигает более высокой концентрации по сравнению с нормой [1].

По данным научных исследований, фактор питания является одним из самых важных условий сохранения устойчивости организма человека к негативным воздействиям экстремальных биосферных факторов. В 1978 г. Л.Е. Паниным была создана концепция о формировании «полярного метаболического типа» у северян. В сравнении с жителями умеренных широт у коренных жителей севера основной обмен повышен до 30%. В стрессовых ситуациях резко растут потребности организма в энергогенных и пластических нутриентах, начинает действовать приспособительный механизм – потребление запасов жиров, углеводов и интенсивное расщепление белков до аминокислот, которые кроме своих основных функций начинают выполнять роль доноров

энергии, участвуя в глюконеогенезе. Высокий уровень энергетического обмена сопровождается значительным потреблением липидов. Липиды играют важную роль в адаптации организма к низким температурам окружающей среды – изменяют вязкость клеточных мембран [2].

В настоящее время выявлена неадекватность питания коренного населения севера. Структура питания стала носить углеводно-липидный характер со сниженным содержанием минералов, витаминов и других важных нутриентов. Наблюдается излишнее потребление масложировой и кондитерской продукции. Прежде всего это обусловлено тем, что в доставляемых из других регионов продуктах снижено количество витаминов вследствие длительной транспортировки и хранения.

В связи с изложенным выше создание функциональных и обогащенных продуктов питания для северян является актуальной задачей. За счет обогащения продуктов питания недостаточными либо дефицитными компонентами вполне можно обеспечить полноценный рацион питания.

В процессе проведенных исследований разработана рецептура паштета на основе мышечной ткани минтая, в состав которого входят ингредиенты (шпик, корень одуванчика, смородина красная), способствующие формированию сбалансированного химического состава продукта, обладающего высокой пищевой и биологической ценностью.

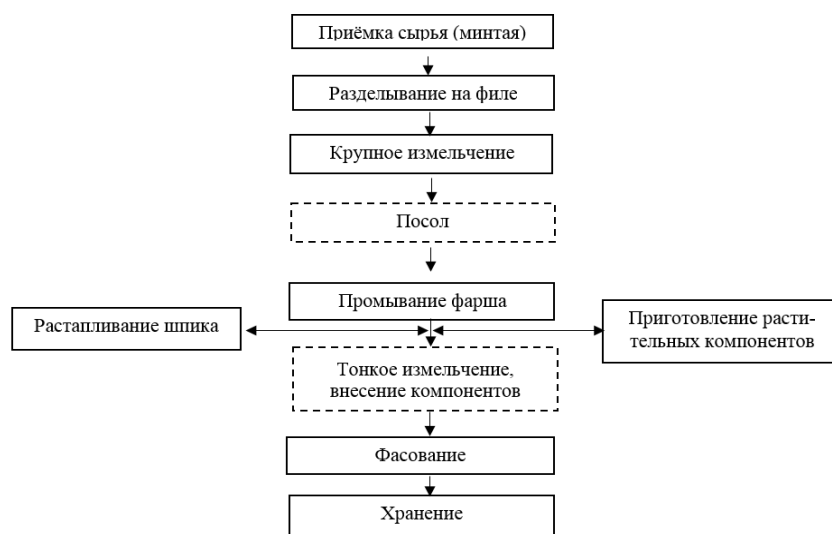
Диета с низким содержанием жиров способствует повышению в организме человека уровня триглицеридов, которые являются фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний [3]. Сало (шпик) является частью здоровой диеты и не приводит к атеросклерозу. Насыщенные жиры, содержащиеся в шпике, защищают наиболее уязвимые мононенасыщенные и полиненасыщенные жиры от окисления при нагревании. Согласно данным, полученным в результате исследования в институте химических технологий в Праге, нагретое сало генерирует меньше вредных свободных радикалов, чем другие масла; сало менее склонно к окислительной деградации, вероятно, из-за низкого уровня содержания линолевой кислоты. Значение перекисного числа, которое указывает на продукты окисления, практически не повышается в шпике при температуре до 150°C, и только при температуре выше 200°C начинает повышаться. Шпик имеет мягкий и нейтральный вкус и не меняет вкуса пищи.

Мышечная ткань минтая содержит около 13% белка, минеральные вещества и витамины группы В [5]. Жир свиной топленый содержит 99% жиров, в том числе арахидоновую кислоту – мощный иммуностимулятор, холестерин – 0,1%; витамин Е – 0,002% [6].

Корень одуванчика лекарственного содержит инулин – 24–42%, аскорбиновую кислоту – 34,8 мг%, терпены и терпеноиды, которые стимулируют регенерацию клетками печени хрящевой ткани и влияют на качественный состав суставной жидкости [7].

Смородина красная содержит до 26 мкг/100 г йода, до 5 мкг/100 г фолиевой кислоты, до 3,5 мг/100 г солей железа, до 4,4 мг/100 г кумаринов (понижают свертываемость крови), моносахара – 95% от общего количества сахаров, аскорбиновую кислоту – 40–50 мг/100 г, пектиновые вещества [8].

Разработанная технологическая схема приготовления паштета имеет ряд отличительных особенностей и представлена на рисунке.



Технологическая схема приготовления паштета на основе минтая с корнем одуванчика

Рецептура паштета на основе мышечной ткани минтая с корнем одуванчика представлена в табл. 1.

Таблица 1

Рецептура паштета на основе мышечной ткани минтая с корнем одуванчика

Компонент	Содержание, %
Рыбный белковый концентрат (минтай)	69,1
Шпик свиной топлёный	15,0
Пюре из красной смородины	11,8
Соль пищевая	2,4
Паприка копченая	1,4
Имбирь	0,2
Корень одуванчика	0,1

В качестве основного сырья использовали минтай-сырец, по качеству соответствующий требованиям ТУ 9240-061-33620410-2005 «Рыбы камбаловые и тресковые-сырец» [9]. Подготовка сырья включала предварительную разделку минтая на филе без кожи. Далее сырье подвергали крупному измельчению с одновременным просаливанием путем непрерывного внесения поваренной соли. При таком способе посола происходит практически мгновенное выделение тузлука. Посол сырья осуществляли до достижения концентрации соли 18–22%, при этом отделение тузлука вели до уменьшения объема обрабатываемого сырья на 40–60%. Затем оставшуюся массу промывали питьевой водой до достижения концентрации соли 3–6%. Применяемый способ посола способствует улучшению микробиологических показателей фаршевой массы, что является целесообразным при производстве паштетной продукции без применения термической обработки; в данном случае посол является основным консервирующим фактором.

Обрабатываемую массу подвергали отжиму до достижения содержания воды 70–80%. Отжатую посоленную массу подвергали тонкому измельчению с одновременным введением топленого шпика и растительных добавок. Для снижения уровня активной кислотности, возросшего за счет органических кислот, содержащихся в пюре красной смородины, одновременно со вкусовыми добавками вводили пищевую соду, что способствовало вспениванию массы за счет выделяющегося углекислого газа. Углекислый газ, в свою очередь, является дополнительным фактором консервирования продукта, препятствующим непосредственному доступу атмосферного кислорода.

Полученная масса характеризовалась нежной мажущей консистенцией, приятным, едва уловимым вкусом и запахом копченостей.

Паштет на основе минтая с корнем одуванчика фасовали в полимерные банки вместимостью 250 г под вакуумом. Продукт хранили при температуре 2–6°C.

С целью установления сроков годности паштета на основе минтая были проведены исследования органолептических показателей, определение изменения содержания азота летучих оснований и динамики изменения перекисного числа жира в процессе хранения.

Изменение содержания азота летучих оснований и перекисного числа жира в зависимости от срока хранения паштета представлено в табл. 2.

Таблица 2

Изменение содержания азота летучих оснований и перекисного числа жира в зависимости от срока хранения паштета на основе мышечной ткани минтая с корнем одуванчика

Продолжительность хранения, сут	Содержание азота летучих оснований, мг%	Перекисное число жира, мгI ₂ /100 г
0	7,0	0,006
8	10,0	0,01
25	17,0	0,03

В техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбных продуктов» указана предельная норма содержания азота летучих оснований для продукции из тресковых рыб – 35 мг/100 г [10].

В ГОСТ 8285–91 «Жиры животные топленые. Правила приемки и методы испытания» [11] указана степень окислительной порчи жира. Значение перекисного числа жира 0,03 мгI₂/100 г указывает на то, что жир свежий.

Как видно из данных табл. 2, содержание азота летучих оснований и значение перекисного числа жира не были превышены на 25-е сутки хранения. Рекомендуемый срок годности паштета на основе мышечной ткани минтая с корнем одуванчика с учетом коэффициента резерва [12] при температуре 2–6°C составляет не более 19 суток с даты изготовления.

Простота осуществления технологического процесса, его непродолжительность и присутствие в рецептуре недорогостоящих компонентов являются достоинствами представленной технологии.

Новизна разработки заключается в подборе соотношений компонентов в рецептуре, благодаря которым готовая продукция имеет высокие органолептические показатели.

Одним из перспективных направлений повышения качества паштетной рыбной продукции является использование растительных добавок в качестве обогатителей. Обогащение рыбного сырья растительными компонентами позволяет вырабатывать продукцию улучшенного качества с набором нутриентов, обладающих бактерицидными и бактериостатическими свойствами, способствующих снижению преждевременного старения, повышающих иммунитет организма и обеспечивающих выведение из организма токсичных компонентов. Все это обуславливает необходимость создания доступной для потребителей рыбной паштетной продукции, обогащенной биологически активными добавками растительного происхождения.

Литература

1. Здоровье, северный тип метаболизма и потребность рыбы в рационе питания на Севере [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.elibrary.ru/item.asp> (дата обращения: 10.03.2021).
2. Никифорова Н.А., Каранетян Т.А., Доршакова Н.В. Особенности питания жителей Севера (обзор литературы) // Экология человека. – 2018. – № 1. – С. 20–25.
3. Effects of a low-fat, high-carbohydrate diet on VLDL-triglyceride assembly, production, and clearance / E.J. Parks, R.M. Krauss, M.P. Christiansen, R.A. Neese, M.K. Hellerstein // The Journal of Clinical Investigation. – URL: <http://www.jci.org/articles/view/6572> (дата обращения: 12.05.2020).
4. Окислительные изменения растительных масел во время микроволнового нагрева [Электронный ресурс]. – URL: <http://pdfs.semanticscholar.org/dc0ff8f6b5e9d75c9e5e918cd97f4056a9d8.pdf> (дата обращения: 7.04.2020).
5. Кизеветтер И.В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 297 с.
6. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. И.М. Скурихина и В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.
7. Биологически активные вещества одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale*). Обзор [Электронный ресурс]. – URL: <http://cyberleninka.ru/artikle/n/16962370> (дата обращения: 16.09.2019).
8. Артёмова Е.Н., Мясищева Н.В. Использование свежих и замороженных ягод красной смородины новых сортов в производстве жележных продуктов: Монография. – Орёл: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2012. – 150 с.
9. Рыбы камбаловые и тресковые-сырец: ТУ 9240-061-33620410–2005. – М: Стандартинформ, 2015. – 12 с.
10. О безопасности рыбы и рыбных продуктов: Технический регламент Евразийского экономического союза ТР ЕАС 040/2016. – 77 с.
11. Жиры топленые. Правила приемки и методы испытания: ГОСТ 8285–91. – М.: Стандартинформ, 2005. – 13 с.
12. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания: МУК 4.2.1847–04. – Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 31 с.

УДК 664.952:637.133

В.М. Мустафаева¹, А.А. Ефимов¹, М.В. Ефимова¹, А.В. Мангазеев¹, О.В. Табакаева²

¹ Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003;

² Дальневосточный федеральный университет,
Владивосток, 690922
e-mail: efimoff-a@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ РЫБНОГО ФАРША С ДОБАВЛЕНИЕМ СУХОЙ ТВОРОЖНОЙ СЫВОРОТКИ КАК ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДОБАВКИ

В статье обосновывается рецептура рыбных колбасных изделий на основе мышечной ткани минтая с добавлением сухой творожной сыворотки в качестве полифункциональной добавки. Приведен химический состав молочной сыворотки и показатели качества порошка концентрата творожной сыворотки. По результатам органолептической оценки готовых изделий и оценки реологических показателей фаршевой смеси показано, что внесение творожной сыворотки в рецептурный состав рыбных колбасных изделий оказывает влияние на восприятие вкусоароматических свойств и консистенции продукта – творожная сыворотка «маскирует» специфический рыбный вкус и запах, а также создает впечатление более высокой сочности продукции.

Ключевые слова: творожная сыворотка, рецептура, химический состав, колбасные изделия, реологические свойства.

V.M. Mustafaeva¹, A.A. Efimov¹, M.V. Efimova¹, A.V. Mangazeev¹, O.V. Tabakaeva²

¹ Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;

² Far Eastern Federal University,
Vladivostok, 690922
e-mail: efimoff-a@mail.ru

JUSTIFICATION OF SAUSAGE PRODUCT FORMULATION BASED ON MINCED FISH WITH DRY CURD WHEY ADDITION AS A POLYFUNCTIONAL ADDITIVE

The recipe of fish sausage products based on muscle tissue of pollock with dry curd whey addition as a polyfunctional additive is justified in the article. The chemical composition of the milk whey and the quality indicators of the curd whey concentrate powder are presented. Based on the results of the organoleptic evaluation of finished products and evaluation of the reological indicators of the mince mixture, it is shown that the introduction of curd whey into the fish sausage products formulation influences on the perception of taste-aromatic properties and consistency of the product. The curd whey “masks” the specific fish taste and smell as well as gives an impression of far juicier product.

Key words: curd whey, formulation, chemical composition, sausage products, reological properties.

Молочная сыворотка является нормальным побочным продуктом производства творога, сыра либо казеина и относится к биологически ценному вторичному сырью функциональной и профилактической направленности. Она является продуктом с естественным набором жизненно важных соединений. Ценность молочной сыворотки обусловлена наличием в ее составе углеводов, липидов, витаминов, органических кислот, ферментов и микро- и макроэлементов. Основными компонентами молочной сыворотки являются сывороточные белки и молочный сахар – лактоза, а также производные этих веществ. Содержащиеся в сыворотке в незначительном количестве биологически активные пептиды и иммуноглобулины обладают антимикробными

и противовоспалительными свойствами, а лактоза и ее производные – пребиотическими свойствами [1]. Химический состав молочной сыворотки представлен в табл. 1 [2].

Таблица 1

Химический состав молочной сыворотки

Показатель	Молочная сыворотка			Ультра-фильтрат	Бесказеиновая фаза
	Подсырная	Творожная	Казеиновая		
Сухие вещества, %, в том числе:	4,5–7,2	4,2–7,4	4,5–7,5	5,3	6,5
лактоза	3,9–4,9	3,2–5,1	3,5–5,2	4,4	3,8
азотистые вещества	0,5–1,1	0,5–1,4	0,5–1,5	0,2	3,8
минеральные вещества	0,3–0,8	0,5–0,8	0,3–0,9	0,4	0,8
молочный жир	0,2–0,5	0,05–0,4	0,02–0,1	0,3	0,5
пектин	–	–	–	–	0,7

Молочная отрасль Камчатского края характеризуется значительными объемами творожной сыворотки, что также определяет актуальность разработки рациональных технологий ее использования [3].

С учетом вышеизложенного принято решение использовать сухую творожную сыворотку как полифункциональную добавку в рецептурном составе рыбных колбасных изделий. Очевидно, что введение в фаршевые смеси сухой творожной сыворотки позволит создать продукт повышенной пищевой ценности с хорошими органолептическими свойствами.

Для разработки композиционного состава колбасных изделий за основу принимали рецептуры уже выпускаемой промышленностью продукции [4], корректируя количество вносимых ингредиентов на основе результатов реологических исследований фаршевой смеси и органолептической оценки готовой продукции. В качестве контрольного образца принимали изделие без добавления творожной сыворотки. Соотношение ингредиентов в разработанных фаршевых композициях представлено в табл. 2.

Таблица 2

Рецептуры рыбных колбасных изделий с добавлением сухой молочной сыворотки, кг на 100 кг фаршевой смеси

Наименование ингредиента	Рецептура								
	№ 1 (контроль)	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9
Фарш из минтая	41,0	40,0	38,5	37,0	36,0	35,0	35,0	33,5	30,0
Шпик свиной	18,0	17,0	17,0	16,5	15,7	15,0	14,5	13,0	12,0
Говядина	28,0	27,0	26,5	25,5	25,3	25,0	22,5	21,5	21,0
Яйцо куриное	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	11,0	11,0	11,0
Соль пищевая	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Сыворотка творожная сухая	0,0	3,0	5,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	25,0
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Сухую творожную сыворотку применяли в виде тонкодисперсного порошка обратнoосмотического вакуум-сублимированного концентрата [3], показатели качества которого приведены в табл. 3.

Колбасные изделия формовали в целлюлозную сосисочную оболочку «WIENIE-PAK» калибром 18 мм. После осадки изделия варили при температуре 80–95°C в течение 30–50 минут. Сразу по окончании варки сосиски охлаждали до температуры в центре батончика не выше 15°C, оставляли для обсушки в течение 30 минут при температуре окружающего воздуха, затем направляли в камеру бытового холодильника с температурой 2–5°C для охлаждения до температуры хранения.

При проведении органолептической оценки образцов продукции применяли описательный метод в соответствии с ГОСТ 7631–2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей» [5] и метод, основанный на применении балльных шкал. Результаты определения органолептических показателей образцов рыбных колбасных изделий представлены в табл. 4.

Показатели качества порошка обратнoсмотического вакуум-сублимированного концентрата творожной сыворотки

Наименование показателя	Характеристика / значение показателя
Внешний вид и консистенция	Мелкий порошок, состоящий из единичных и агломерированных частиц сухой сыворотки. Наличие незначительного количества комочков, рассыпающихся при легком механическом воздействии
Цвет	Светло-желтый, однородный по всей массе
Вкус и запах	Свойственный молочной сыворотке, кисловатый
Массовая доля влаги, %	3,20
Массовая доля общего белка, %	11,17
Массовая доля лактозы, %	85,00
Массовая доля жира, %	1,32
Титруемая кислотность, °Т	22
Индекс растворимости, см ³ , сырого осадка	0,3
Группа чистоты	II
Активная кислотность, ед. рН	5,1

Органолептические показатели образцов рыбных колбасных изделий с сухой молочной сывороткой

Наименование показателя	Рецептура								
	№ 1 (контроль)	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9
Внешний вид	Батончики с чистой поверхностью без повреждения оболочки								
Консистенция	Однородная, рыхлая	Однородная, рыхлая	Однородная, рыхлая	Однородная, слегка рыхлая	Однородная, слегка уплотненная	Однородная, уплотненная, упругая	Однородная, плотная, упругая	Однородная, плотная, упругая	Однородная, плотная, упругая
Вид на разрезе	Фарш равномерно перемешан, бледно-розового цвета								
Запах	Свойственный данному продукту, выраженный рыбный	Свойственный данному продукту, выраженный рыбный	Свойственный данному продукту, умеренно выраженный рыбный	Свойственный данному продукту, едва уловимый рыбный	Свойственный данному продукту с легким молочным ароматом, рыбный запах не ощущается	Свойственный данному продукту с легким молочным ароматом, рыбный запах не ощущается	Свойственный данному продукту с умеренным молочным ароматом, рыбный запах не ощущается	Свойственный данному продукту с умеренным молочным ароматом, рыбный запах не ощущается	Свойственный данному продукту с выраженным молочным ароматом, рыбный запах не ощущается
Вкус	Свойственный данному продукту, выраженный рыбный	Свойственный данному продукту, выраженный рыбный	Свойственный данному продукту, умеренно выраженный рыбный	Свойственный данному продукту, едва уловимый рыбный	Свойственный данному продукту с легким молочным привкусом, рыбный вкус не ощущается	Свойственный данному продукту с легким молочным привкусом, рыбный вкус не ощущается	Свойственный данному продукту с умеренным молочным привкусом, рыбный вкус не ощущается	Свойственный данному продукту с умеренным молочным привкусом, рыбный вкус не ощущается	Свойственный данному продукту с выраженным молочным привкусом, рыбный вкус не ощущается

Как видно из табл. 3, наиболее высокую органолептическую оценку на дегустационном совещании получил образец № 7. Данный образец отличался сбалансированностью аромата и вкуса, хорошим внешним видом и консистенцией. Во вкусе и аромате гармонично присутствовали

молочные оттенки. Консистенция характеризовалась как плотная и упругая. Рецепт № 7 определена как рациональная. Было отмечено, что добавление творожной сыворотки «маскирует» рыбный вкус и запах, что соответствовало предпочтениям большинства дегустаторов.

Профилограммы вкуса и аромата экспериментального образца № 7 и контрольного образца колбасных изделий представлены на рис. 1, а. Соответственно, профилограммы консистенции представлены на рис. 1, б. На рисунке более высокий балл соответствует более высокой степени проявления свойства.

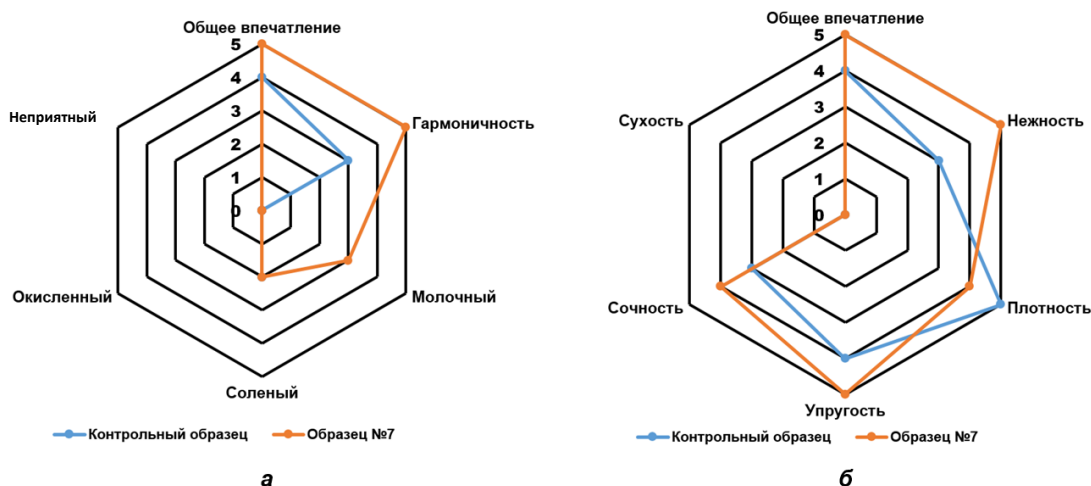


Рис. 1. Профилограммы вкуса и аромата (а) и консистенции (б) колбасных изделий: экспериментального образца № 7 и контрольного образца № 1

Водоудерживающую способность (ВУС), а также реологические свойства фаршевой смеси – липкость и предельное напряжение сдвига (ПНС) – определяли после внесения полного набора ингредиентов. Предельное напряжение сдвига и липкость измеряли с помощью структурометра СТ-1М [6]. Водоудерживающую способность фаршевой смеси определяли прессованием по ГОСТ 7636–85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [7].

Показатель липкости дает представление о силе взаимодействия между обрабатываемой пищевой массой и поверхностью рабочих органов инвентаря и оборудования; ПНС характеризует формуемость фаршевой массы; величина ВУС определяет сочность готовых изделий. Указанные показатели фаршевой смеси экспериментального образца № 7 в сравнении с фаршевой смесью контрольного образца представлены на рис. 2.

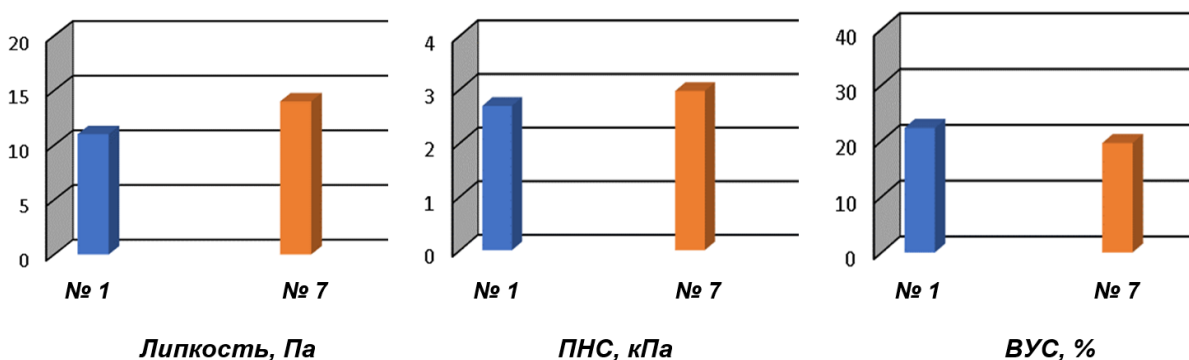


Рис. 2. Реологические показатели и водоудерживающая способность фаршевой смеси экспериментального образца № 7 и контрольного образца № 1

Как видно из рис. 2, липкость и ПНС фаршевой смеси экспериментального образца № 7 с добавлением 16% сухой творожной сыворотки выше, чем у контрольного образца, что отражает более высокие формовочные свойства смеси. Величина ВУС экспериментального образца

на 2% ниже, чем у контрольного, что отражает несколько более низкую сочность готового колбасного изделия (после варки). Однако, как показала органолептическая оценка (рис. 1, б), это не повлияло на восприятие консистенции экспериментального образца как менее сочного большинством дегустаторов. Вероятно, умеренно выраженный молочный привкус продукта повлиял на восприятие сочности противоположно.

Таким образом, на основании проведенных исследований были разработаны рецептуры колбасных изделий на основе фарша из минтая с добавлением сухой творожной сыворотки. В качестве рациональной была выбрана рецептура с массовой долей сухой творожной сыворотки 16%. Колбасные изделия, приготовленные по выбранной рецептуре, характеризовались высокими органолептическими свойствами. Внесение творожной сыворотки оказало значительное влияние на восприятие вкусоароматических свойств и консистенции колбасных изделий при органолептической оценке – творожная сыворотка «маскировала» специфический рыбный вкус и запах, а также создавала впечатление более высокой сочности продукции. Данные химического состава вносимой в фаршевую смесь творожной сыворотки позволяют судить и об обогатительном эффекте добавки.

Литература

1. *Гаврилов Г.Б.* Исследование и разработка технологий функциональных компонентов и пищевых продуктов на основе переработки молочной сыворотки мембранными методами: Автореф. дис. ... д-ра. тех. наук. – Кемерово, 2006. – 41 с.
2. *Оноприйко А.В., Храмов А.Г., Оноприйко В.А.* Производство молочных продуктов: Практическое пособие. – М.: ИКЦ «МарТ», Ростов-на-Дону: издательский центр «МарТ», 2004. – 384 с.
3. *Мангазеев А.В.* Технологические процессы мембранного концентрирования молочной творожной сыворотки: Научно-квалификационная работа. – Петропавловск-Камчатский, 2019. – 104 с.
4. *Борисочкина Л.И., Гудович А.В.* Производство рыбных кулинарных изделий. Технология и оборудование. – М: Агропромиздат, 1989. – 312 с.
5. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей: ГОСТ 7631–2008. – М.: Стандартинформ, 2008. – 15 с.
6. *Ефимов А.А., Олейникова К.М., Салтанова Н.С.* Технология продуктов заданного химического состава и структуры: Методические указания к лабораторным работам для студентов направления 260100.62 «Технология продуктов питания» очной и заочной форм обучения. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – 33 с.
7. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа: ГОСТ 7636–85. – М.: Стандартинформ, 2010. – 88 с.

УДК 664.955.2

Д.М. Селин

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: den-sm@yandex.ru*

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОЗОНА В ТЕХНОЛОГИИ ЛОСОСЕВОЙ ЗЕРНИСТОЙ ИКРЫ

В статье описаны способы переработки лососевой икры, ее пищевая ценность. Рассмотрены консерванты, применяемые при изготовлении зернистой икры. Приведены результаты исследований органолептических и микробиологических показателей при хранении икры горбуши зернистой, изготовленной с применением озона на разных стадиях технологического процесса. Доказано, что обработка озоном позволяет дольше сохранить высокие органолептические показатели продукции, снизить микробную обсемененность и продлить срок годности лососевой зернистой икры от 1 месяца для баночной до 3 месяцев для икры в транспортной упаковке.

Ключевые слова: икра, пищевая ценность, антисептики, озон, органолептическая оценка, микробиологические показатели.

D.M. Selin

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

JUSTIFICATION OF OZONE USE IN SALMON GRAINY CAVIAR TECHNOLOGY

The ways of processing salmon caviar and its nutritional value are described in the article. The preservatives used in grainy caviar manufacture are considered. The study results of organoleptic and microbiological indicators during humpback caviar storage produced with ozone use at different stages of the process are presented. It has been proved that ozone treatment allows to preserve high organoleptic characteristics of product much longer, to reduce microbial insemation and to extend shelf life of salmon caviar from 1 month for jar product to 3 months for caviar in a transport package.

Key words: caviar, nutritional value, antiseptics, ozone, organoleptic evaluation, microbiological indicators.

Икра многих видов рыб является ценным сырьем для производства пищевой продукции. Особенно ценится икра дальневосточных лососевых благодаря ее высоким вкусовым и питательным свойствам.

В основном до 98–99% лососевой икры направляют на изготовление икры зернистой, остальную долю – на производство икры ястычной замороженной [1].

Лососевую зернистую икру классически изготавливают в соответствии с Технологической инструкцией № 80. Зрелые ястыки извлекают из рыбы до наступления посмертного окоченения, сортируют по качеству в зависимости от их окраски, прочности оболочки и состояния икринок, моют в чистой пресной холодной воде температурой 0–5°C, охлаждают в солевом растворе плотностью 1,12–1,16 кг/дм³ температурой 0 – минус 1°C в течение 3–5 минут с целью закрепления зерна. Затем ястыки пробивают через грохотку или на икорном сепараторе, после чего зерно солят в стерильном тузлуке плотностью 1,18–1,2 кг/дм³ температурой не выше 10°C при соотношении икры и тузлука 1 : 3 или 1 : 4. Продолжительность посола составляет 6–18 минут. После посола и отделения тузлука икру инспектируют с целью обнаружения и удаления посторонних включений, затем икру перемешивают с антисептиками и смесью растительного масла с глицерином для придания икре блеска и предотвращения слипания икринок [2, 3].

Готовую зернистую икру фасуют в потребительскую тару – металлические или стеклянные банки вместимостью не более 270 см³ или транспортную тару – пакеты многослойные из барьер-

ерной или фольгированной пленки предельной массой продукта 10 кг, мешки-вкладыши пленочные предельной массой продукта не более 10 кг, контейнеры из полимерных материалов предельной массой продукта 25 кг.

Ястычную икру изготавливают из незрелых или перезрелых ястыков, а также из ястыков замороженной рыбы. Целые или разрезанные ястыки солят сухим способом (расход соли составляет 35–40% от массы ястыков) или мокрым – в стерильном тузлуке плотностью 1,2 г/см³ с температурой 10–12°C в течение 20–30 минут. При мокрому посоле качество ястычной икры выше, чем при сухом [2]. Соленые ястыки укладывают в полимерные контейнеры предельной массой 30 кг.

Высокая пищевая ценность лососевой икры обусловлена значительным содержанием в ней белков (26–29%) и липидов (11–15%). Белковые вещества представлены в основном полноценными глобулинами – ихтулином и альбумином. Липиды икры характеризуются значительным содержанием полиненасыщенных жирных кислот, быстро окисляющихся под действием кислорода и света с появлением горького привкуса и запаха окислившегося жира.

Лососевая икра характеризуется значительным содержанием лецитина, холестерина, а также витаминов групп А, Д, В, вкусовых и ароматических веществ. Из минеральных веществ в икре преобладает фосфор, входящий в состав лецитина и ихтулина. Также в состав лососевой икры входят сера, хлор, кальций, натрий, магний, цинк, железо, йод. Химические вещества икры усваиваются организмом человека полнее и легче, чем содержащиеся в мышечной ткани рыб [1].

Таким образом, лососевая зернистая икра является ценным пищевым продуктом с высокими вкусовыми свойствами и высокой биологической ценностью.

Как известно, зернистую лососевую икру изготавливают как с применением консервантов (антисептиков), так и без них. Икра, изготовленная без добавления антисептиков, характеризуется низким сроком годности.

Замораживание готовой зернистой икры позволяет выпускать продукцию с пониженным содержанием соли, а также продлить срок годности икры без использования консервантов. Однако такой способ приготовления имеет существенный недостаток – после размораживания консистенция икры ухудшается – появляются слабые, влажные икринки, лопанец, отстой, увеличивается вязкость икры.

Консерванты применяют при производстве зернистой лососевой икры для обеспечения допустимого уровня микробной обсемененности продукции. Микрофлора свежесоленной икры представлена мезофильными неспорообразующими палочковидными бактериями и кокками. Наиболее распространены *E. coli*, *Pr. vulgaris*, *Ps. fluorescens*, *Bac. mycoides*, *Bac. circulans*, *Bac. mesentericus*, *Micr. candidans*, *Sarcina lutea* и др. [4, 5].

При соблюдении всех правил технологического процесса приготовления икры в ней должны отсутствовать бактерии группы кишечной палочки, стафилококки, сальмонеллы, протей, анаэробные бактерии. Кроме бактерий в икре обнаруживаются актиномицеты, дрожжи и плесени. Развитие плесеней снижает качество и может вызвать порчу икры. При правильном хранении икры при температуре минус 4 – минус 6°C обычно наблюдается снижение количества микроорганизмов. Под влиянием низкой температуры и кислой среды происходит отмирание многих чувствительных микроорганизмов, видовой состав микрофлоры становится более однообразным. Повышение температуры хранения зернистой икры до 5°C существенно ускоряет развитие микробиальных процессов.

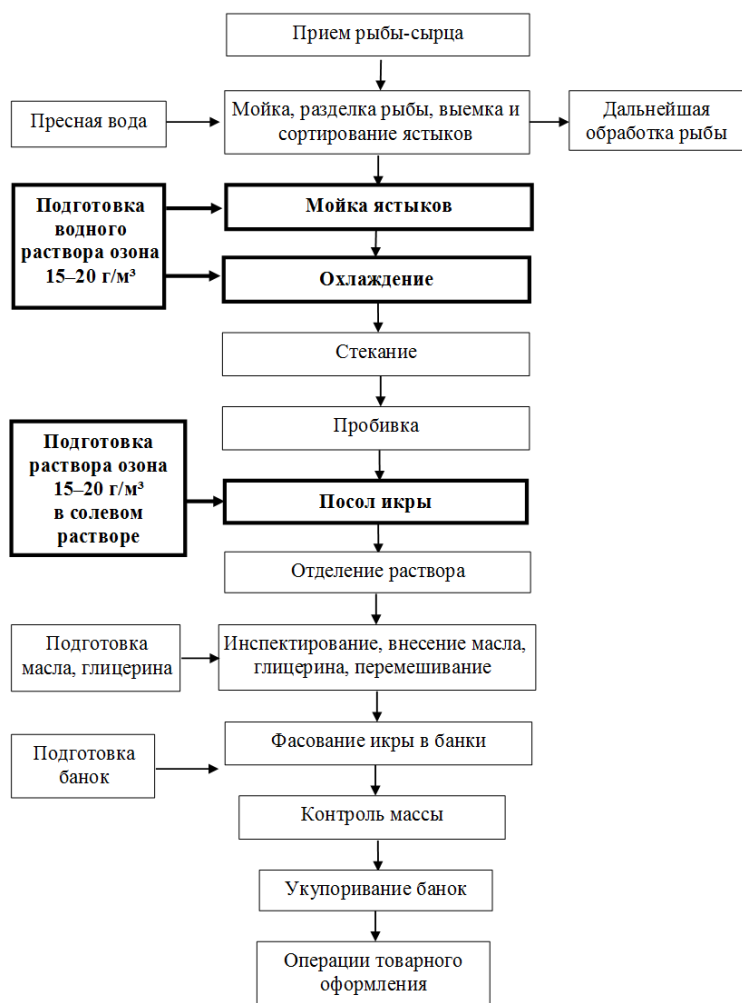
В настоящее время в производстве лососевой зернистой икры в качестве антисептиков применяют сорбиновую кислоту совместно с бензойнокислым натрием (БКН). Действие сорбиновой кислоты направлено в основном против дрожжей и плесеней, но она неэффективна в отношении большинства бактерий [6, 7]. БКН, в свою очередь, оказывает бактерицидное действие. Но, по некоторым данным, БКН (даже в смеси с сорбиновой кислотой, а тем более с ее солями) является малоэффективным консервантом, иначе его предложили бы к применению в технологии зернистой лососевой икры еще в 1960-х годах, когда стало известно о токсичности уротропина [8].

Кроме этого БКН не вполне безопасен. Так, ирландские ученые установили, что БКН может вызывать аллергические реакции. Также известно, что употребление в пищу продуктов, содержащих БКН, может вызывать першение и жжение в горле. По этим причинам в ряде стран Европы БКН не используется. В России в настоящее время все производные бензойной кислоты, за исключением БКН, запрещены к использованию в качестве пищевых добавок, а содержание БКН в пищевых продуктах строго регламентируется [8–10].

На основании вышеизложенного можно заключить следующее: необходимость поиска новых способов консервирования, обеспечивающих безопасность лососевой зернистой икры, остается актуальной.

Нами было предложено использование озона при производстве икры лососевой зернистой для снижения микробной обсемененности полуфабриката на разных стадиях технологического процесса и, соответственно, повышения качества и срока годности продукции без применения антисептиков. По литературным данным, бактерицидные свойства озона уникальны [11, 12].

Технологическая схема производства икры лососевой зернистой с применением озона приведена на рисунке.



Технологическая схема производства икры лососевой зернистой с применением озона

Озон генерировали с помощью универсального озонатора OZ-3, установив концентрацию озона 15–20 г/м³. Все процессы обработки икры озоном производили с использованием средств индивидуальной защиты в вытяжном шкафу под действием местной вытяжной вентиляции.

При изготовлении зернистой лососевой икры горбушу-сырец промывали, разделявали, извлекали ястыки. Затем ястыки сортировали и промывали водным раствором озона температурой 0–5°C в течение одной минуты. Затем ястыки охлаждали в течение 30 минут в водном растворе озона температурой 0°C и после стекания пробивали через грохотку.

Пробитую икру солили в озонированном растворе поваренной соли плотностью 1,2 г/см³ температурой 8°C в течение 10 минут.

После посола и отделения раствора икру инспектировали, затем вносили растительное масло в смеси с глицерином и тщательно перемешивали.

Свежеприготовленную икру фасовали в полимерные банки массой 150 г, банки укупоривали полимерными крышками с замковым креплением и хранили при температуре минус 4 – минус 6°C.

В ходе исследований определяли влияние озона, применяемого при производстве икры лососевой зернистой, на органолептические показатели продукции и изменение КМАФАнМ в процессе хранения.

Результаты оценки органолептических показателей икры лососевой зернистой, приготовленной с применением озона, в процессе ее хранения при температуре минус 4 – минус 6°C приведены в табл. 1.

Таблица 1

Изменение органолептических показателей икры лососевой зернистой, приготовленной с использованием озона, в процессе хранения

Наименование показателя	Продолжительность хранения				
	Фон	3 мес	6 мес	7 мес	8 мес
Внешний вид	Однородного цвета. Икринки чистые, целые, едва заметное количество лопанца				
Средний балл	5	5	5	5	5
Консистенция и состояние	Икринки упругие, со слегка влажной поверхностью, разбористые				
Средний балл	5	5	5	5	5
Запах	Приятный, свойственный данному виду продукции, без порочащих признаков				Приятный, свойственный данному виду продукции, едва уловимый запах окислившегося жира
Средний балл	5	5	5	5	4,5
Вкус	Приятный, свойственный данному виду продукции, без порочащих признаков				Приятный, свойственный данному виду продукции, едва уловимый вкус окислившегося жира
Средний балл	5	5	5	5	4,4

Как видно из результатов, приведенных в табл. 1, лососевая зернистая икра, изготовленная с применением озона, сохраняла органолептические показатели на высоком уровне в течение 7 месяцев хранения, а спустя 8 месяцев появились незначительные признаки окисления – едва уловимые вкус и запах окислившегося жира.

Для контрольного и опытного образцов икры лососевой зернистой исследовали изменение КМАФАнМ в процессе хранения при температуре минус 4 – минус 6°C, значение которого в соответствии с ТР ТС 021/2011 [13] и ТР ЕАЭС 040/2016 [14] не должно превышать 1×10^4 КОЕ/г, а также содержание бактерий группы кишечной палочки (БГКП), наличие которых не допускается в 1 г продукта.

Изменение КМАФАнМ икры лососевой зернистой в процессе хранения приведено в табл. 2.

Таблица 2

Изменение значения КМАФАнМ икры лососевой зернистой в процессе ее хранения

Продолжительность хранения, мес	КМАФАнМ, КОЕ/г	
	Контрольный образец	Экспериментальный образец
0	$8,47 \times 10^3$	$0,16 \times 10^3$
2	$9,16 \times 10^3$	$2,37 \times 10^3$
3	$9,34 \times 10^3$	$5,12 \times 10^3$
4	$0,51 \times 10^4$	$7,37 \times 10^3$
5	$1,18 \times 10^4$	$9,86 \times 10^3$
6	–	$0,28 \times 10^4$
7	–	$0,74 \times 10^4$
8	–	$1,27 \times 10^4$

Исследования показали, что контрольный образец икры лососевой зернистой (без антисептиков и без применения озона) в начале процесса хранения имел значение КМАФАнМ $8,47 \times 10^3$ КОЕ/г, экспериментальный образец, содержащий остаточное количество озона – $0,16 \times 10^3$ КОЕ/г. В процессе хранения экспериментальный образец не обрабатывали озоном, но остаточный озон продолжал оказывать антимикробное действие.

Как видно из табл. 2, у контрольного образца спустя 5 месяцев хранения количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов несколько превысило допустимое значение, в то время как у опытного образца значение КМАФАнМ оставалось в допустимых пределах на протяжении 7 месяцев. Бактерий группы кишечной палочки на протяжении всего периода хранения у контрольного и опытного образцов обнаружено не было.

Исходя из результатов органолептической оценки, исследований микробиологических показателей, учитывая коэффициент резерва 1,2, в соответствии с МУК 4.2.1847 [15], установили срок годности икры лососевой зернистой, приготовленной с применением озона – 5 месяцев, что на 3 месяца больше рекомендуемого срока годности икры лососевой зернистой в транспортной таре [16] и на 1 месяц – для икры баночной [17], приготовленной без применения антисептиков.

Таким образом, применение озона в технологии лососевой зернистой икры является целесообразным, поскольку позволяет достичь значительного снижения микробной обсемененности на стадии производства, что дает возможность производить продукцию без антисептиков с высокими органолептическими показателями и увеличенным сроком годности с 1 до 5 месяцев.

Литература

1. Голубенко О.А., Коник Н.В. Экспертиза качества и сертификация рыбы и рыбных продуктов: Учебное пособие. – М.: Альфа-М, 2011. – 252 с.
2. Родина Т.Г. Товароведение и экспертиза рыбных товаров и морепродуктов: Учебник для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 400 с.
3. 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.
4. Влияние нового консерванта на микрофлору лососевой икры / В.Н. Акулин, Ю.Г. Блинов, Т.М. Бывальцева, Г.В. Будаева, Т.А. Давлетшина, Л.В. Шульгина // Изв. ТИПРО. – 1997. – Т. 120. – С. 68–71.
5. Технология комплексной переработки гидробионтов: Учебное пособие / Т.М. Сафронова, В.Д. Богданов, Т.М. Бойцова, В.М. Дацун, Г.Н. Ким, Э.Н. Ким, Т.Н. Слуцкая; под ред. Т.М. Сафроновой. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – 512 с.
6. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы. – СПб.: Профессия, 2007. – 256 с.
7. Наседкина Е.А., Теплицкая А.М. Применение нового антисептика для сохранения качества соленой лососевой икры // Рыбное хозяйство. – 1967. – № 2. – С. 51–52.
8. О современных технологиях производства лососевой икры [Электронный ресурс]. – URL: http://fish-seafood.ru/news/detail.php_ID=43332.html (дата обращения: 04.03.2021).
9. Маслова Г.В., Зайцева В.М., Данилина Л.Н. Новый способ консервирования икры лососевых // Рыб. хоз-во. – 1999. – № 5. – С. 62–64.
10. Музыченко А. Как мы повышаем качество лососевой икры // Рыбная промышленность. – 1958. – Сб. 44. – С. 14–15.
11. Пухлякова Г.Л. Устойчивость сальмонелл к озону // Сборник научных трудов ВНИИВСГЭ. – М., 1994. – С. 27–31.
12. Васильев Л.А. Технология обработки воды озоном. – Горький: ГИСИ им. В.П. Чкалова, 1984. – 112 с.
13. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016) // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420394425> (дата обращения: 05.02.2021).
14. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 05.03.2021).
15. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов: МУК 4.2.1847. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 31 с.
16. Икра лососевая зернистая в транспортной упаковке. Технические условия: ГОСТ 1629–2015. – М.: Стандартинформ, 2016. – 10 с.
17. Икра лососевая зернистая баночная. Технические условия: ГОСТ 18173–2004. – М.: Стандартинформ, 2012. – 10 с.

УДК 664.955.2

А.А. Ефимов, Е.А. Усова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: jaral75@mail.ru*

ПРИМЕНЕНИЕ СЛАБОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ РАСТВОРОВ УГЛЕКИСЛОТЫ В ТЕХНОЛОГИИ ЛОСОСЕВОЙ ЗЕРНИСТОЙ ИКРЫ

В статье приведены результаты исследования влияния обработки лосося икры в процессе ее производства слабоминерализованными природными водами, содержащими растворенный углекислый газ, на качество готовой продукции. Показано, что обработка икры минеральными водами на стадии закрепления позволила увеличить прочность оболочки икры в среднем в 1,15 раза, в результате чего увеличился выход готовой продукции в среднем на 5,09%. В результате воздействия раствора минеральных солей и углекислоты на микрофлору икры снизилась общая обсемененность икры, что позволило на последующих этапах технологического процесса поддерживать более высокое санитарное состояние полуфабриката.

Ключевые слова: икра, химический состав, углекислота, минеральные воды, микробиологические показатели.

A.A. Efimov, E.A. Usova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: jaral75@mail.ru*

USE OF LOW-MINERALIZED CARBON DIOXIDE SOLUTIONS IN SALMON GRAINY CAVIAR TECHNOLOGY

The results of the study of the effect of processing salmon caviar produced with weakly mineralized natural waters containing dissolved carbon dioxide on the quality of the finished product are described. It is shown that the treatment of caviar with mineral waters at the fixing stage allowed to strengthen the caviar shell by an average of 1.15 times, as a result of which the output of finished products increased by an average of 5.09%. As a result of mineral salts solution and carbon dioxide effect on caviar microflora the total contamination of caviar decreased. It allowed maintaining a higher sanitary condition of the semi-finished product at further stages of technological process.

Key words: caviar, chemical composition, carbon dioxide, mineral waters, microbiological parameters.

Одним из ценных видов продукции, вырабатываемой рыбной промышленностью Камчатки, является зернистая икра тихоокеанских лососей.

Пищевая ценность икры определяется особенностями ее химического состава – икра содержит значительно больше белков, липидов и меньше воды, чем мышечная ткань рыб. В икре лосося доля белка достигает 26–32%, в то время как, например, в икре тресковых рыб содержится 15–20% [1]. Содержание липидов в икре лосося достигает 11–16% в сравнении с 1–4% других видов рыб [2].

Красная икра в течение многих десятилетий является брендом рыбной отрасли Камчатки. Высокая пищевая ценность лосося икры в сочетании с изысканными вкусовыми свойствами относят ее к деликатесным пищевым продуктам. Икра пользуется большим спросом как на внутреннем, так и на внешнем рынке [3].

Однако применение в последние годы в производстве лосося икры ряда химических консервантов создало серьезные специфические проблемы, связанные со снижением качества продукции. В то же время без применения консервантов получить достаточно стойкую при хранении зернистую икру практически невозможно.

На основании вышесказанного возникла необходимость в поиске способа переработки икры, который обеспечит качество и безопасность готовой продукции. Альтернативой существующих консервантов могут быть слабоминерализованные растворы уголекислоты, представленные как ресурс природными минеральными водами. По данным литературных источников, уголекислота обладает бактериостатическими свойствами, в частности замедляет жизнедеятельность аэробных бактерий, которые вызывают изменение вкуса и запаха продуктов, инактивирует развитие посторонней микрофлоры [4, 5].

В соответствии с вышеизложенным, разработка технологии икры лососевой зернистой с применением обработки CO₂-содержащими слабоминерализованными водами, не снижающей качество и уровень безопасности готовой продукции, является актуальным направлением исследования.

Целью работы являлась оценка возможности использования природных слабоминерализованных растворов, содержащих уголекислоту, для повышения качества зернистой лососевой икры.

Объектом исследований являлась технология икры лососевой зернистой с применением слабоминерализованных растворов, содержащих CO₂ (природных минеральных вод). Предметами исследования являлись икра нерки зернистая, соответствующая требованиям ГОСТ 18173–04 «Икра лососевая зернистая баночная» [6], икра нерки зернистая, приготовленная с применением слабоминерализованных CO₂-содержащих природных растворов.

Для обоснования обработки икры слабоминерализованными растворами CO₂ исследовали качественные показатели икры лососевой зернистой, обработанной на стадии закрепления минеральными водами «Малкинская № 1», «Боржом», «Ессентуки № 4», «Нарзан» с консервантами (бензойнокислый натрий (БКН) и сорбиновая кислота) и без консервантов. Для проведения лабораторных испытаний минеральную воду закупили в торговой сети г. Петропавловска-Камчатского.

Из выбранных для закрепления икорного зерна видов природных минеральных вод «Малкинская № 1» характеризуется наиболее высоким содержанием уголекислоты CO₂ и самой низкой минерализацией – соответственно 2 600 мг/дм³ и 3,0–5,4 г/дм³. Для сравнения, «Боржом» – 1 000–1 800 мг/дм³ и 5,0–7,5 г/дм³, «Ессентуки № 4» – 500–1 800 мг/дм³ и 7,0–10,0 г/дм³, «Нарзан» – 1 200–2 000 мг/дм³ и 2,0–6,7 г/дм³ соответственно. Таким образом, растворенная уголекислота будет оказывать бактерицидное и бактериостатическое действие на некоторые группы микроорганизмов, что позволит повысить качество выпускаемой икры.

В табл. 1 приведена характеристика образцов заготовленной икры.

Таблица 1

Характеристика образцов икры лососевой зернистой

Обозначение образца	Характеристика образца	Температура обработки минеральной водой, °С	Время обработки минеральной водой, мин	Содержание поваренной соли, %
К	Икра нерки зернистая, приготовленная по традиционной технологии, с БКН и сорбиновой кислотой, без консервантов	–	–	4,5
Мк	Икра нерки зернистая, обработанная минеральной водой «Малкинская № 1», с БКН и сорбиновой кислотой	0	5	4,5
Бк	Икра нерки зернистая, обработанная минеральной водой «Боржом», с БКН и сорбиновой кислотой	0	5	4,5
Ек	Икра нерки зернистая, обработанная минеральной водой «Ессентуки № 4», с БКН и сорбиновой кислотой	0	5	4,5
Нк	Икра нерки зернистая, обработанная минеральной водой «Нарзан», с БКН и сорбиновой кислотой	0	5	4,5
М	Икра нерки зернистая, обработанная минеральной водой «Малкинская № 1», без консервантов	0	5	4,5
Б	Икра нерки зернистая, обработанная минеральной водой «Боржом», без консервантов	0	5	4,5
Е	Икра нерки зернистая, обработанная минеральной водой «Ессентуки № 4», без консервантов	0	5	4,5
Н	Икра нерки зернистая, обработанная минеральной водой «Нарзан», без консервантов	0	5	4,5

Операцию охлаждения (закрепления) ястыков минеральной водой перед пробивкой проводили при температурно-временных режимах, соответствующих ТИ № 80 по изготовлению икры лососевой зернистой (минус 1°C, 5 мин) [7]. В качестве контрольного образца готовили икру по традиционной технологии с консервантами.

Образцы икры хранили в течение 12 месяцев. Оценку органолептических показателей качества проводили сразу после изготовления (фон), затем через 1, 6, 12 месяцев.

Контрольный образец К в процессе хранения приобретал потемневший цвет, характеризовался наличием отстоя и вязкой консистенцией уже через 6 месяцев хранения; к 12-му месяцу хранения появлялся запах и привкус окисления. У образцов Ек и Е, обработанных минеральной водой «Ессенуки № 4», к окончанию срока хранения наблюдалось потемнение икринок, появление незначительной вязкости консистенции, а также появление легкого запаха и привкуса окисления. Для других образцов икры появление порочащих признаков в течение периода хранения отмечено не было.

Для сравнения воздействия на икру обработки минеральной водой проводили определение прочности икринок с помощью структурометра СТ-1М, вязкости желточной массы с помощью экспресс-анализатора консистенции ЭАК-1М и количества лопанца.

Во всех образцах икры прочность икринок и вязкость желточной массы на протяжении периода хранения незначительно снизилась (табл. 2). В то же время у образцов икры, обработанной минеральными водами, фоновые показатели прочности и вязкости были значительно более высоки, чем у контрольного образца. Причем более высокие значения прочности и вязкости были получены для икры, обработанной минеральной водой Малкинского месторождения, что, вероятно, объясняется значительно более высоким содержанием в ней CO₂ (2 600 мг/дм³ против 500–2 000 для других минеральных растворов). Высокие значения этих показателей у образцов, обработанных минеральной водой «Ессенуки № 4», могут быть обусловлены значительно более высокой минерализацией воды (7,0–10,0 мг/дм³ против 2–7,5 других минеральных растворов).

Таблица 2

Результаты определения прочности икринок и вязкости желточной массы исследуемых образцов икры нерки зернистой

Обозначение образца	Продолжительность хранения, мес	F ₂ (г)	Вязкость (ед.)	Обозначение образца	Продолжительность хранения, мес	F ₂ (г)	Вязкость (ед.)
К	Фон	512	79,2	М	Фон	1 045	94,9
	1	492	77,4		1	1 020	92,6
	6	478	67,7		6	934	84,3
	12	421	60,1		12	701	81,8
Мк	Фон	1 060	96,9	Б	Фон	940	90,2
	1	1 049	93,6		1	922	88,6
	6	945	90,3		6	896	82,9
	12	718	87,8		12	653	70,7
Бк	Фон	1 016	92,2	Е	Фон	849	96,5
	1	1 000	90,6		1	826	88,1
	6	898	82,3		6	730	75,7
	12	684	71,8		12	545	73,0
Ек	Фон	1 001	96,2	Н	Фон	864	90,6
	1	997	91,6		1	812	90,1
	6	900	88,3		6	714	86,0
	12	727	86,5		12	630	78,4
Нк	Фон	900	93,6	—	Фон	—	—
	1	880	90,6		1	—	—
	6	700	86,3		6	—	—
	12	621	81,8		12	—	—

Исходя из полученных результатов оценки физических показателей образцов икры нерки зернистой, можно судить о том, что применение слабоминерализованных природных растворов углекислоты для закрепления икры рационально для сохранения целостности икринок как при технологической обработке, так и при хранении в течение рекомендуемого срока 12 месяцев. На Камчатке рационально использовать для этой цели местные запасы природных минеральных

вод, содержащих CO₂. Поэтому оценке физико-химических и микробиологических показателей подвергали только образцы, обработанные минеральной водой Малкинского месторождения Камчатки.

Динамика накопления лопанца в образцах в процессе хранения представлена на рис. 1. Как видно из рисунка, в образцах Мк с консервантами и М без консервантов, обработанных при закреплении минеральной водой, образование лопанца в процессе хранения происходило значительно менее интенсивно, чем в контрольном образце К. Параллельно с лопанцем в контрольном образце наблюдали накопление отстоя.

На рис. 2 представлена динамика изменения содержания азота летучих оснований (АЛО) в образцах икры в процессе хранения. Как видно из рисунка, в образцах икры Мк и М распад белков, сопровождающийся увеличением количества АЛО, происходил менее интенсивно, чем в контрольном образце К.

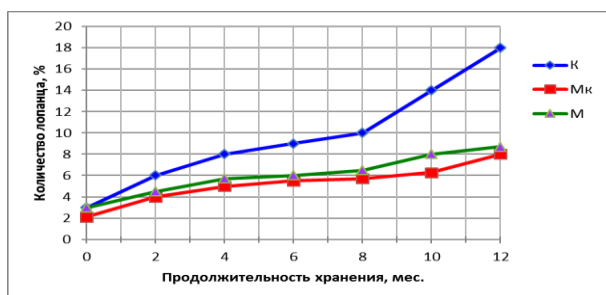


Рис. 1. Динамика накопления лопанца в образцах икры нерки зернистой в процессе хранения

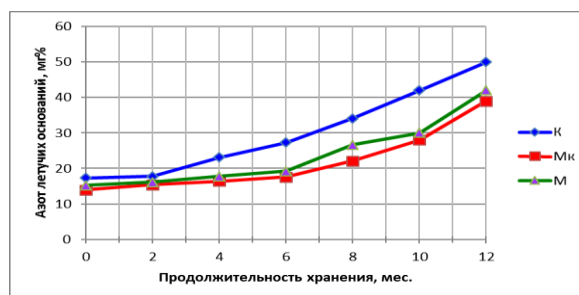


Рис. 2. Динамика изменения содержания АЛО в образцах икры нерки зернистой в процессе хранения

В процессе хранения определяли микробиологические показатели образцов икры нерки зернистой – изменение КМАФАнМ, значение которого в соответствии с ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбных продуктов» [8] и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [9] не должно превышать 1×10^5 КОЕ/г.

Сравнительные результаты микробиологических исследований, проведенных на основании МУК 4.2.1847–04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» [10], отражены в табл. 3. При определении микробиологических показателей исходили из предполагаемого срока годности продукта 12 месяцев с учетом коэффициента резерва 1,15.

Таблица 3

Сравнительные значения КМАФАнМ образцов икры нерки зернистой, КОЕ/г

Обозначение образца	Продолжительность хранения, мес.				
	Фон	6	8	12	14
К	$5,0 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$	$9,7 \times 10^3$
Мк	$3,6 \times 10^3$	$8,6 \times 10^2$	$8,1 \times 10^2$	$7,6 \times 10^2$	$5,6 \times 10^2$
М	$3,8 \times 10^3$	$2,9 \times 10^3$	$2,9 \times 10^3$	$2,0 \times 10^3$	$1,7 \times 10^3$

Как видно из табл. 3, значение КМАФАнМ для всех образцов икры нерки зернистой на протяжении контрольного периода хранения при температуре $-4 \dots -6^\circ\text{C}$ оставалось в пределах допустимого с большим запасом.

Органолептические показатели образцов икры нерки зернистой через 14 месяцев хранения продолжали соответствовать требованиям стандартов и характеризовали продукт как доброкачественный.

Обработка икры минеральной водой «Малкинская № 1» позволила увеличить выход икры в среднем на 5,09% по сравнению с образцами, приготовленными традиционным способом [11].

В табл. 4 приведены данные определения отходов, потерь и выхода готовой продукции при производстве икры нерки зернистой с применением минеральной воды «Малкинская № 1», содержащей углекислоту.

Отходы, потери и выход готовой продукции при производстве икры лососевой зернистой с использованием минеральной воды «Малкинская № 1»

Характеристика направленного сырья	Отходы и потери в % к массе сырья, поступившего на операцию					Всего отходов и потерь	Выход, %, от направленного сырья	Коэффициент расхода направленного сырья на единицу продукции
	Мойка, сортировка	Пробивка	Посол, стечка	Добавление масла, антисептиков	Сортировка, расфасовка			
Ястыки-сырец	2,0	17,1	14,0	+0,5	0,9	31,01	68,99	1,4494

Как видно из табл. 4, выход икры при обработке ястыков минеральной водой «Малкинская № 1», содержащей углекислоту, увеличился по сравнению с традиционным способом на 5,09%.

Таким образом, приготовление икры лососевой зернистой с применением слабоминерализованных растворов CO₂ (природной минеральной воды), которое заключается в охлаждении ястыков икры до пробивки в минеральной воде, содержащей CO₂, охлажденной до температуры минус 1°С, позволило увеличить прочность оболочки икры в среднем в 1,15 раза, в результате чего увеличился выход готовой продукции в среднем на 5,09% при использовании икры-сырца по сравнению с контрольными образцами, изготовленными в соответствии с ГОСТ 18173.

В результате воздействия раствора минеральных солей и углекислоты на микрофлору ястыков икры в процессе операции закрепления снизилась общая обсемененность икры, что позволило на последующих этапах технологического процесса поддерживать более высокое санитарное состояние полуфабриката. Достоинством предложенной технологии является возможность производства продукции без антисептиков, значительное снижение количества лопанца, что позволит удовлетворить спрос потребителей.

Литература

1. Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норин Е.Г. Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский, 2005. – 264 с.
2. Кизеветтер И.В., Макарова Т.И., Зайцев В.П. и др. Технология обработки водного сырья; под ред. И. В. Кизеветтера. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 696 с.
3. Балыкова Л.И., Гоконаев М.В., Юрков Ю.А. Низкотемпературная обработка икры гидробионтов: Монография. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 140 с.
4. Коулз Р., МакДауэлл Д., Корван М.Дж. Упаковка пищевых продуктов. – СПб.: Профессия, 2008. – 416 с.
5. Перетрухина А.Т., Перетрухина И.В. Микробиология сырья и продуктов водного происхождения. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 320 с.
6. Икра лососевая зернистая баночная. Технические условия: ГОСТ 18173–2004. – М.: Стандартинформ, 2012. – 10 с.
7. 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.
8. О безопасности рыбы и рыбных продуктов: Технический регламент Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 040/2016. – 77 с.
9. О безопасности пищевой продукции: Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011. – 242 с.
10. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов: МУК 4.2.1847–04. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 31 с.
11. Единые нормы выхода продукции и расхода сырья при производстве пищевых продуктов из морских гидробионтов для Камчатского региона. – Петропавловск-Камчатский: Интехкамсервис, 2002. – 36 с.

УДК 664.959.5

Б.А. Чмыхалов, М.В. Ефимова, В.Б. Чмыхалова

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

ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УСЛОВНО ПИЩЕВЫХ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ РЫБЫ В ТЕХНОЛОГИИ СНЕКОВОЙ ПРОДУКЦИИ

В статье приведена характеристика высокоминерализованных отходов, образующихся в процессе производства филе рыб – костей и хрящей с прирезами мышечной ткани. По литературным источникам и на основе проведенных исследований сделан вывод о возможности использования высокоминерализованных отходов переработки рыбы в технологии снековой продукции, пользующейся массовым спросом потребителей.

Ключевые слова: снеки, высокоминерализованное сырье, костная ткань, хрящевая ткань, минеральные вещества.

B.A. Chmykhalov, M.V. Efimova, V.B. Chmykhalova

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

JUSTIFICATION OF CONDITIONALLY FOOD HIGHLY MINERALIZED FISH PROCESSING WASTE USE IN SNACK TECHNOLOGY

The characteristic of highly mineralized waste generated during fish fillet production, such as bones and cartilage with muscle tissue lump is described. According to literary sources and on the basis of the studies, it is concluded that it is possible to use highly mineralized fish processing waste in snack technology, which is popular among consumers.

Key words: snack, highly mineralized raw materials, bone tissue, cartilaginous tissue, minerals.

При постоянно растущем спросе на продукцию из водных биологических ресурсов использование этих ресурсов нельзя считать рациональным. Однако не только само производство, но и рациональное комплексное использование гидробионтов имеет важное значение. Большинство применяемых технологий не предусматривают направление сырьевого объекта на переработку с учетом массового и химического состава всех его частей и органов.

Основную долю – 85–92% как в мировых, так и в отечественных уловах составляют рыбы [1, 2]. Как правило, из технологических условно непищевых отходов, образующихся при разделке рыбы (кости, кожа, головы, плавники, чешуя, внутренности), производят кормовую и техническую продукцию, чаще кормовую муку.

Так, при производстве 1 000 тыс. т продукции на рыбоперерабатывающих предприятиях накапливается от 54 до 60 тыс. т вторичного сырья в виде отходов, которые впоследствии направляются на выработку кормовой продукции или утилизируются. Для строительства предприятия по выпуску кормов требуются значительные затраты: если рыбомучная установка стоит минимум 1–2 млн руб., то затраты на обеспечение мероприятий по охране окружающей среды – устройству очистных сооружений – 40 млн руб. для одного предприятия. Утилизация отходов также является дорогостоящей мерой.

Выпуск кормовой муки из отходов переработки традиционного для Камчатского края рыбного сырья – дальневосточных лососей – крайне затруднителен из-за высокой жирности и, соответственно, низкой хранимоспособности полученной муки.

В то же время, с учетом соблюдения санитарных правил и норм при разделке гидробионтов и хранении отходов производства некоторые виды отходов можно рассматривать как вторичное пищевое сырье [3], то есть вторичные материальные ресурсы [4]. Вторичные рыбные ресурсы обладают высокой биологической ценностью, которая обусловлена наличием полноценных белков, липидов, минеральных веществ, витаминов, аминополисахаридов, нуклеиновых кислот, ферментов, каротиноидов. Они потенциально могут быть использованы для производства функциональных добавок и продуктов питания.

Объемы вылова традиционных для Камчатского края дальневосточных лососевых рыб достаточно стабильны. Так, по данным статистики, в 2017 г. в Камчатском крае добыто более 240 тыс. т лососевых, в 2020 г. – более 377 тыс. т.

При разделке рыбы на филе образуется значительное количество костных отходов, традиционно считающихся непригодными [2], в том числе хребтовых костей, содержащих хрящевую ткань и приреты мышечной ткани. Кости в горбуше составляют 3,3–6,6% от массы тела, в кете 4,4–5,6%, в нерке 6,9–11,6%, в кижуче 4,1–6,2% [5–7]. При этом на долю хребтовых костей приходится в среднем 12%.

Кости рыб являются богатым источником минеральных веществ и белка. Белки костной ткани рыб на 73–95% представлены оссеоальбумоидами, образующими с гликозаминогликанами гликопротеид оссеомукоид, более стойкий к разложению по сравнению с коллагеном. Минеральные вещества костей представлены кальцием, фосфором, магнием, фтором, биологически ценными микроэлементами (стронций, хром, цинк, молибден). Кальций содержится в костной ткани рыб в усвояемой для человека форме и на долю кальция в среднем приходится 60% минеральных веществ. Минеральная часть хребтовых костей лососевых рыб содержит в среднем фосфора 1 250, магния 55, калия 620, кальция 1 770 мг/100 г. Мышечная ткань дальневосточных лососей содержит до 2,4 мг/кг витаминов группы D, способствующих лучшему усвоению кальция организмом человека. Общая массовая доля минеральных веществ в сухой обезжиренной костной ткани в зависимости от вида и возраста сырьевого объекта колеблется в пределах от 26 до 92%. В костях содержится также значительное количество липидов – около 2% [8–11].

Хрящевая ткань лососевых содержит до 1,1% гексозаминов, до 6,2% сульфатионов, до 12,84% белков, в состав которых входит около 6,0% коллагена. Особую биологическую ценность представляет хондроитинсульфат. Эти вещества хрящевой ткани входят в состав коммерческих препаратов противовоспалительного действия [9, 12].

Хондроитинсульфат – основной компонент связочной ткани, хряща, суставной жидкости. Гексозамины как составная часть хондроитинсульфата являются основными веществами межпозвоночных дисков, регулируют фосфорно-кальциевый обмен, способствуют регенерации связочной ткани.

По данным Всемирной организации здравоохранения, около 80% населения планеты страдают заболеваниями опорно-двигательного аппарата [13]. Недостаток основных компонентов костно-хрящевой ткани можно компенсировать, включая в пищевой рацион продукты, обогащенные фосфором, кальцием, хондроитином. При этом важна способность ω-3 жирных кислот, входящих в состав липидов гидробионтов, конкурировать с продуктами обмена арахидоновой кислоты, стимулирующей воспалительные процессы в суставах.

В настоящее время разработан широкий ассортимент высокоминерализованных пищевых продуктов и препаратов лечебно-профилактического назначения, обогащенных макро- и микроэлементами гидробионтов. К таким продуктам, применяемым, как правило, в качестве биологически активных добавок к пище (БАД) относят как изолированные минеральные компоненты (препараты йода, брома, кальция, магния, селена), так и продукты с минеральными компонентами в составе в естественных пропорциях (водорослевая крупка и порошок, белково-минеральный гидролизат, полисахаридно-минеральная композиция, хитин-минеральный комплекс, фарш из мышечной ткани рыб с костями тонкого измельчения) [9].

С учетом изложенного выше целью проводимого нами исследования являлось обоснование использования условно пищевых высокоминерализованных отходов переработки рыбы в технологии пищевой продукции массового потребления, повышенной пищевой ценности при минимальном содержании поваренной соли.

В качестве пищевой продукции массового спроса были выбраны снеки, популярные среди потребителей всех возрастных групп, и особенно среди молодежи и подростков. Особенности снеков являются отсутствие необходимости дополнительной подготовки перед употреблением, наличие потребительской упаковки, длительный срок годности. В последние десятилетия

потребление таких продуктов значительно возросло, и на рынке снеков появились отечественные производители, что связано с высокой прибыльностью бизнеса.

В группу снеков из гидробионтов входят широко распространенный сушеный кальмар (солонка и кольца), сушеные тушки мелких видов рыб. К недостаткам большинства видов таких снеков можно отнести высокое содержание в них пищевой соли, избыток которой в организме человека провоцирует развитие заболеваний суставов и сердечно-сосудистой системы.

Важным направлением в технологии снеков является обогащение их ценными нутриентами и снижение массовой доли хлористого натрия в них. В рамках этого направления уже разработаны рецептуры экструзионных снеков «Морские ВВ» с добавлением витамина С и бурых водорослей (ламинарии и фукуса), «Морские МВ» с добавкой гидролизата из мидий и поливитаминного комплекса (α -токоферола, β -каротина, аскорбиновой кислоты), обладающего антиоксидантными свойствами [14]. Для обогащения продуктов минеральными веществами учитывают реально существующий и распространенный дефицит таких микронутриентов, как йод, цинк, железо, кальций. Обогащение продуктов кальцием, как правило, осуществляется путем введения в рецептурный состав белково-минеральной добавки, яичной скорлупы, костного порошка [15].

Нами предложена технология снеков на основе высокоминерализованных рыбных отходов горбуши – хребтовых костей с хрящами и прирезами мышечной ткани – отходов филейного производства. Массовая доля минеральных веществ в отходах составляла в среднем 7,8%.

В ходе исследования применяли методы органолептического анализа и физико-химические методы определения массовой доли воды и минеральных веществ [16, 17].

Для приготовления образцов снеков рыбу разделяли на филе с кожей, хребты с прирезами мышечной ткани (далее хребты) собирали (рис. 1, а), мыли в проточной питьевой воде с температурой не выше 10°C и оставляли для стекания воды на перфорированных поддонах в течение 30 минут. Затем сырье раскладывали в один слой на сетках инфракрасной сушилки «Икар» (рис. 1, б) и сушили при температуре 95–100°C в течение 49 часов с учетом часовых перерывов через каждые 4 часа сушки для перераспределения воды в сырье.



Рис. 1. Подготовка отходов от разделки горбуши к сушке:
а – собранные хребты с прирезами мышечной ткани; б – хребты, разложенные на сетки сушилки

В процессе сушки органолептически определяли состояние костной ткани, ее пригодность к измельчению (таблица). Динамика изменения размеров частиц костной ткани после измельчения на дробилке в зависимости от продолжительности сушки отходов горбуши представлена на рис. 2. Для перераспределения влаги материал оставляли в камере сушилки при отключенном режиме сушки. Процесс вели до достижения содержания воды в рыбных отходах не выше 5%, что обеспечивало высокую хрупкость и, как результат, высокую степень измельчения на следующем этапе.



Рис. 2. Динамика изменения размеров частиц костной ткани после измельчения в зависимости от продолжительности сушки отходов горбуши

Изменение состояния костной ткани горбуши в процессе сушки при температуре 95–100°C

Продолжительность сушки, ч	Состояние костной ткани горбуши
5	При сгибании реберных костей против направления их естественного изгиба они надламываются, но целостность их не нарушается. Позвоночная кость при надавливании делится на не крошащиеся далее сегменты. При измельчении на дробилке размер частиц составляет 2–3 мм, позвоночные уплотнения сохраняют целостность
10	Реберные кости легко надламываются в обоих направлениях. Позвоночная кость при надавливании делится на не крошащиеся далее сегменты. При измельчении на дробилке размер частиц составляет 1–2 мм, позвоночные уплотнения сохраняют целостность
20	Реберные кости легко надламываются в обоих направлениях. Позвоночная кость при надавливании делится на не крошащиеся далее сегменты. При измельчении на дробилке размер частиц составляет 0,5 мм, позвоночные уплотнения частично измельчаются
35	Позвоночная и реберные кости легко деформируются и крошатся в руках. При измельчении на дробилке размер частиц составляет 0,1 мм, частицы практически не ощущаются на языке, позвоночные уплотнения полностью подвергаются измельчению
49	Позвоночная и реберные кости легко деформируются и крошатся в руках. При измельчении на дробилке размер частиц составляет менее 0,1 мм, частицы практически не ощущаются на языке, позвоночные уплотнения полностью разрушаются при незначительном надавливании

После сушки хребты охлаждали до температуры не выше 18°C, определяли массовую долю воды в них и измельчали в молотковой дробилке до состояния тонкодисперсного порошка. Полученный порошок характеризовался приятным рыбным запахом, серо-оранжевым цветом.

На основе полученного порошка замешивали снековое тесто, в состав которого вводили (на 1 000 г смеси) 578 г порошка, 10 г пищевой соли с пониженным содержанием натрия, 3 г пищевого агара в качестве связующего компонента; для предварительного набухания агара использовали питьевую воду в количестве 409 г. Влажность смеси составили 43,9%.

Из подготовленной смеси формовали пласти толщиной 4–5 мм, порционировали их на полоски размером 40×10 мм, затем высушивали в течение 12 часов при температуре 40–45°C до остаточной влажности не выше 20%. Динамика изменения влажности снекового пласта в зависимости от продолжительности сушки представлена на рис. 3. Как видно из рисунка, сушка проводилась не до равновесной влажности, а до влажности не выше 20%, что позволяет отнести продукцию к категории сушеной. При указанном содержании воды реализуется принцип ксероанабиоза, обеспечивающий невозможность развития в продукте бактерий.

Приготовленные снеки характеризовались оранжево-серым цветом, плотной консистенцией. Профилограмма вкуса снеков представлена на рис. 4 (более высокому баллу соответствует большая степень проявления свойства).

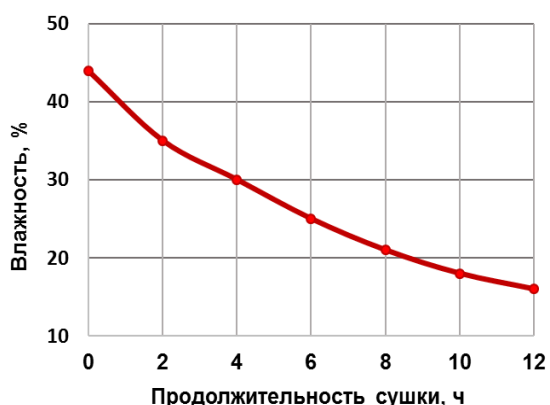


Рис. 3. Динамика изменения влажности снекового пласта в зависимости от продолжительности сушки

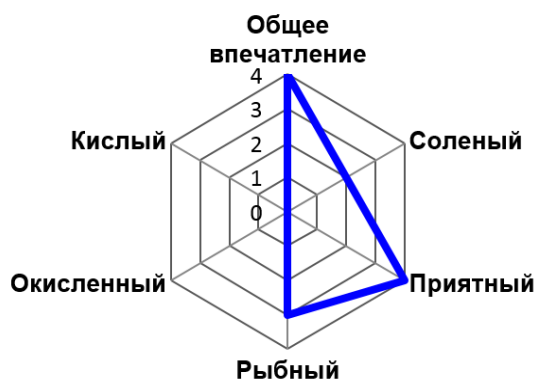


Рис. 4. Профилограмма вкуса снеков на основе высокоминерализованных отходов горбуши

Как видно из рис. 4, в процессе дегустации для снеков был определен приятный вкус с умеренным проявлением рыбных оттенков.

Таким образом, в ходе исследования обоснованы режимы предварительной обработки высокоминерализованных отходов от разделки рыбы, позволяющие получить однородную массу,

поддающуюся формованию. Так как кости и хрящи рыб содержат широкий спектр необходимых организму человека нутриентов, то, с учетом популярности снековой продукции среди потребителей всех возрастных групп, снеки на основе высокоминерализованных отходов от разделки рыбы могут являться важным источником незаменимых компонентов пищи. Результаты проведенных исследований позволили судить о возможности использования высокоминерализованных отходов от разделки рыбы в технологии сушеных рыбных снеков.

Литература

1. *Кизеветтер И.В.* Технологические аспекты рационального и комплексного использования морского животного и растительного сырья / Использование биологических ресурсов Мирового океана. – М.: Наука, 1980. – С. 97–105.
2. *Дацун В.М.* Вторичные ресурсы рыбной промышленности (использование высокоминерализованных отходов). – М.: Колос, 1995. – 96 с.
3. Ресурсосбережение. Вторичные материальные ресурсы. Термины и определения: ГОСТ Р 54098–2010. – М.: Стандартинформ, 2011. – 19 с.
4. Об отходах производства и потребления: Модельный закон. Принят постановлением от 31.10.2007 № 29-15 Межпарламентской Ассамблеи государств – участников Содружества Независимых Государств [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902092609?marker> (дата обращения: 20.04.2021).
5. *Богданов В.Д., Норин Е.Г., Карпенко В.И.* Водные биологические ресурсы Камчатки: биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский: ХК «Новая книга», 2005. – 264 с.
6. *Кизеветтер И.В.* Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 298 с.
7. *Сафронова Т.М., Дацун В.М.* Сырье и материалы рыбной промышленности. – М.: Мир, 2004. – 272 с.
8. *Абрамова Л.С., Копыленко Л.Р., Кириченко С.Г.* Информационные сведения о пищевой ценности продуктов из гидробионтов. – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. – 96 с.
9. Биотехнология рационального использования гидробионтов: Учебник / Под ред. О.Я. Мезеновой. – СПб.: Лань, 2013. – 416 с.
10. Калорийность. Кости рыбные. Химический состав и пищевая ценность [Электронный ресурс]. – URL: http://health-diet.ru/base_of_food/sostav/527.php (дата обращения: 10.10.2020).
11. *Байдалинова Л.С., Яржомбек А.А.* Биохимия сырья водного происхождения: Учеб. пособие. – М.: Моркнига, 2011. – 506 с.
12. Биотехнология морепродуктов / *Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова и др.* – М.: Мир, 2006. – 560 с.
13. Статистика заболеваний опорно-двигательного аппарата в России [Электронный ресурс]. – URL: <https://promedikum.ru/bolit/statistika-zabolevanij-oporno-dvigatel'nogo-apparata-v-rossii> (дата обращения: 12.11.2020).
14. *Сидоров Н.Н., Белоцерковец В.М., Терентьев В.А.* Экструзионные продукты с биологически активными добавками из гидробионтов // Прикладная биохимия и технология гидробионтов: Труды ВНИРО / Под ред. А.В. Подкорытовой. – М.: Изд-во ВНИРО, 2004. – Т. 143. – С. 100–102.
15. *Абрамова Л.С.* Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 175 с.
16. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей: ГОСТ 7631–2008. – М.: Стандартинформ, 2011. – 16 с.
17. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы испытаний: ГОСТ 7636–85. – М.: Стандартинформ, 2010. – 125 с.

Секция 6. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

УДК 629.113:629.3.023.26

О.В. Бозинян, С.Ю. Труднев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: olejik.1998@mail.ru*

АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВ, СНИЖАЮЩИХ ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ СВЕТА

В работе рассматриваются устройства, предназначенные непосредственно для снижения пропускной способности света. Приведены основные характеристики, достоинства и принцип работы устройств данного типа. Показана актуальность применения устройств снижения пропускной способности для использования на транспортных средствах при все более ужесточающихся требованиях к использованию тонированных стекол, а также как элемент декоративной составляющей при отделке частных домов и коттеджей.

Ключевые слова: смарт-стекло, электротонировка, светопропускная способность, схема, ток.

O.V. Bozinyan, S.Y. Trudnev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: olejik.1998@mail.ru*

ANALYSIS AND RESEARCH OF DEVICES THAT REDUCE THE LIGHT TRANSMISSION CAPACITY

The devices designed directly to reduce the light transmission capacity are described in the article. The main characteristics, advantages and principle of operation of such devices are given. The relevance of reducing bandwidth device use on vehicles in conditions of increasingly toughening of orders for tinted windows application, as well as an element in the decoration of private homes and cottages were actualized.

Key words: smart glass, electric toning, light transmission capacity, circuit, current.

Многие автолюбители России столкнулись с проблемой запрета тонировки передних стекол автомобиля с введением нового технического регламента. По нему светопропускание должно составлять не менее 70%, при этом светопропускание обычного стекла без пленок и напылений – 80–85%, что фактически запрещает использование даже самой легкой тонировки. Смарт-стекло поможет решить эту проблему.

Принцип работы данного устройства обусловлен тем, что при пропускании электрического тока через ЖК-пленку внутри стекла оно становится прозрачным. Данное стекло могут использовать не только рядовые автолюбители, но и государственные службы, например, Федеральное агентство по рыболовству. Сотрудники рыбинспекции могут незаметно подъезжать к месту проведения операции по ловле браконьеров, так как технический регламент распространяется на все государственные организации. В капитанской рубке любого судна применение смарт-стекла будет очень удобным для получения обзора 360 градусов в любую погоду. Также стекло можно использовать в декоративных целях. Например, при остеклении спален частных домов, особня-

ков, конференц-залов, в офисах предприятий. Ограждение и несущие конструкции зданий, элементы интерьера и даже полностью дома и сооружения возводят из стекла. И в наш век стеклянный современный дом – это не фантазия, а реальность (рис. 1). Еще более новаторский проект стеклянного дома в 2012 г. представил итальянский дизайнер и архитектор Карло Сантамборджио [1, 2].

Принцип работы электротонировки в целом прост. В активном слое стекла, изолированном от обычного, находятся жидкие кристаллы (рис. 2). Когда стекло «выключено», то есть на него не подается переменный ток, кристаллы находятся в хаотичном порядке, рассеивают свет.

При подаче напряжения на стекло кристаллы упорядочиваются и образуют «окошки», свободные пространства, сквозь которые проходит свет. Стекло становится прозрачным. В выключенном состоянии просмотреть что-либо через такое стекло практически невозможно.



Рис. 1. Современный стеклянный дом

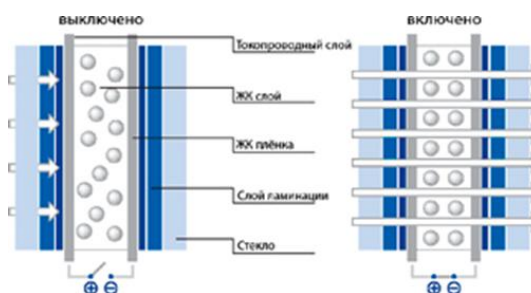


Рис. 2. Структурная схема Smart стекла

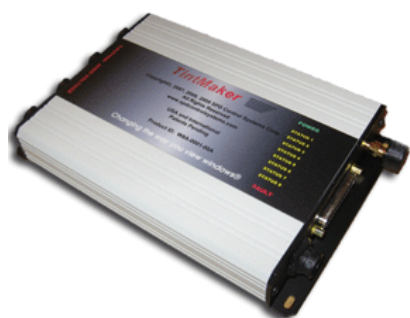


Рис. 3. Контроллер управления выходным сигналом

Как уже было сказано выше, для работы данного устройства необходим переменный ток. Это связано с тем, что нужно будет изменять пропускную способность стекла. Эту задачу решает контроллер – специальное устройство (рис. 3), в состав функций которого входит преобразование постоянного электрического тока 12 В, применяемого в бортовой сети автомобиля, в переменный до 110 В. Уровень прозрачности стекла зависит от величины поданного на него напряжения.

На сегодняшний день на российском рынке достаточно проблематично приобрести какое-либо устройство, снижающее пропускную способность света, так как ключевым элементом таких устройств является Smart Glass, которое производится высокого качества в США, низкого – в Китае, поэтому предлагается произвести исследование по разработке таких устройств в России. Создание электротонировок в России позволит снизить ценовой показатель, улучшить показатель качества, то есть полностью произвести импортозамещение электротонировок американского производства. Такие разработки позволят предприятиям, которые заинтересуются данными устройствами, получать в будущем солидный доход.

Литература

1. Отческих К. А. «Умное стекло» в современной архитектуре // Молодой ученый. – 2013. – № 4. – С. 86–88.
2. Умное стекло [Электронный ресурс] // Houzze [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.houzze.ru/statyi/smart-glass-stsetivw-vs~68254405> (дата обращения: 19.11.2020).

УДК 330.322:639.2/.3

Л.А. Горюнова¹, Л.А. Цветкова²

¹ Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003;

² Дальневосточный государственный аграрный университет,
Благовещенск, 675005
e-mail: larisa_dgu@inbox.ru

РАЗРАБОТКА ФИНАНСОВОЙ МОДЕЛИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА РЫБОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ В ПРОЕКТ EXPERT 7

Рассмотрены задачи финансового моделирования инвестиционных проектов. Выделены основные информационные технологии, используемые в моделировании. Исследованы некоторые особенности разработки инвестиционного и операционного планов проекта. На примере проекта по рыбной переработке рассмотрены моделирование подбора кредита и определение акционерного капитала для устранения дефицита денежных средств.

Ключевые слова: инвестиционный проект, моделирование, информационные технологии моделирования, инвестиционный план, операционный план, финансовая модель, подбор кредита, расчет акционерного капитала.

L.A. Gorunova¹, L.A. Tsvetkova²

¹ Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;

² Far Eastern State Agricultural University,
Blagoveshchensk, 675005
e-mail: larisa_dgu@inbox.ru

DEVELOPMENT OF INVESTMENT PROJECT FINANCIAL MODEL OF FISH PROCESSING ENTERPRISE IN PROJECT EXPERT 7

The problems of financial modeling of investment projects are considered. The main information technologies used in modeling are highlighted. Some features of the development of investment and operational plans of the project are investigated. Using the example of a fish processing project, the modeling of loan selection and the definition of equity capital to eliminate the cash deficit are considered.

Key words: investment project, modeling, information technologies of modeling, investment plan, operational plan, the financial mod, the selection of the loan, calculation of the share capital.

Моделирование представляет собой способность объективного анализа неопределенных вариантов, связанных с разработкой стратегических и тактических управленческих решений и обеспечивает возможности для менеджеров в рассмотрении большого числа альтернативных решений.

Финансовая модель позволяет принять комплексное решение следующих задач, а именно:

- ✓ позволяет прогнозировать движение денежных средств планируемой деятельности и проводить оценку будущего финансово-экономического состояния организации с учетом комплекса реализуемых проектов;
- ✓ показывает бюджет организации как совокупность источников и направления использования финансовых ресурсов;
- ✓ выступает основой для исследования совокупности рисков и построения системы риск-менеджмента организации;
- ✓ обеспечивает непрерывную аналитическую работу: позволяет оперативно корректировать и вести пересчет возможных вариантов проекта, сценариев развития бизнеса;

точной стоимости (методом суммы цифр); амортизация по объему производства; произвольная схема амортизации. В зависимости от принятой предприятием учетной политики по основным средствам можно выбрать соответствующий тип амортизации для видов технологического оборудования. Необходимо заметить, что для обеспечения ускоренного воспроизводства оборудования предприятию следует применять такие типы амортизации, как амортизация по остаточной стоимости методом двойного списания (double declining); амортизация по остаточной стоимости (методом суммы цифр).

Если не указать на принадлежность этапа к активу и не установить параметры амортизации, это приведет к отражению средств на приобретение технологического оборудования в качестве текущих затрат. Программа автоматически выполнит списание стоимости объекта основных средств одновременно в первый месяц проекта на текущие затраты, а это потребует привлечения огромного объема финансовых ресурсов, и финансовая модель проекта окажется недостоверной.

Особой разновидностью этапов календарного плана выступает этап *производство*. Этот этап позволяет обозначить техническую возможность начала производства продукта, предусмотренного инвестиционным проектом. Соответственно создание этого этапа означает подготовку необходимых условий для начала производства: выполнение монтажных работ, приобретение оборудования, подготовка производства и т. д. Если не создавать этап *производство*, программа примет, что производство продукта может быть уже обеспечено в первый день проекта. В нашем случае этап производства камбалы дальневосточной холодного копчения обозначен с 1 августа 2021 г., по завершении этапов приобретения оборудования и выполнения монтажных работ [2].

Для описания текущей деятельности при реализации инвестиционного проекта разрабатывают операционный план. Он содержит расчет прогнозируемого объема сбыта продукции и расчет себестоимости продукции.

При разработке плана текущей деятельности используют результаты исследования рынка (маркетинговые исследования). Для точного расчета себестоимости в операционном плане используют данные технологические нормативы: нормы использования материальных и трудовых ресурсов, потребляемых в производстве, прогнозные оценки ценовых тенденций на соответствующие ресурсы.

На соответствующих вкладках прежде всего вводят данные о запланированном количестве продаж продукта. Указанные данные о сбыте камбалы дальневосточной введены в план сбыта, отраженный на рис. 2. Прогноз реализации также должен учитывать инфляционные тенденции, влияние налогообложения на цену реализуемого продукта. Затем устанавливают порядок поступления платежей за проданный продукт. И наконец указывают величину производственных потерь с учетом технологических нормативов, принятый порядок поставки готовой продукции и объем ее запасов.

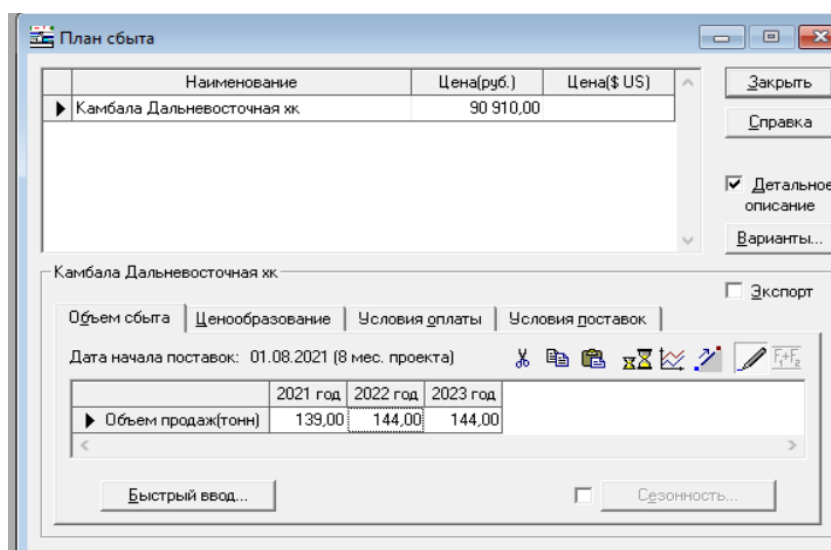


Рис. 2. План реализации камбалы дальневосточной холодного копчения

Основным назначением плана сбыта является определение сроков, объемов, форм и методов реализации продуктов и услуг, системы ценообразования, порядка и сроков расчета за продукцию.

При формировании плана сбыта в первую очередь прогнозируют цену продукта, предусмотренного проектом. При вводе данных необходимо в цену на продукт включать НДС.

После разработки плана сбыта вводят план производства. В Project Expert план производства может формироваться с использованием автоматического расчета или устанавливаться в качестве фиксированного графика.

Программа производит автоматический расчет уровня производства с учетом необходимости обеспечения плана реализации инвестиционного проекта. При этом принимаются во внимание установленные в проекте объемы запасов готовой продукции, принятые механизмы поставки и оплаты товара. Фиксированный график предполагает ручной ввод данных по объемам реализации продукта в натуральных единицах.

На следующем этапе рассчитывают переменные и постоянные затраты на производство продуктов. Определение затрат в программе производится в разрезе следующих статей [3]:

- ◆ материалы и комплектующие;
- ◆ сдельная заработная плата;
- ◆ другие переменные издержки;
- ◆ повременная оплата труда;
- ◆ общие издержки.

Для разработки финансовой модели инвестиционного проекта в Project Expert выполняют расчет проекта производства камбалы дальневосточной холодного копчения и на основе этих данных построение отчета о движении денежных средств (кэш-фло).

Этот отчет обеспечивает данные об источниках поступления и расходования денежных средств на проект по рыбопереработке, которые вызваны конкретными статьями доходов и расходов. Использование отчета о движении денежных средств позволяет анализировать денежные потоки рыбоперерабатывающего предприятия и определять их баланс.

В построении отчета программой учитываются международные стандарты финансовой отчетности. С учетом направлений деятельности предприятия кэш-фло включает соответствующие разделы.

Операционная деятельность содержит движения денежных средств, затрагивающих производство и реализацию продукции, а также налоги рыбоперерабатывающего предприятия. При подготовке этого раздела используются данные операционного плана производства камбалы дальневосточной холодного копчения. При этом затраты на производственный процесс переработки рыбы сгруппированы на суммарные прямые издержки и суммарные постоянные издержки.

Раздел по инвестиционной деятельности касается затрат, связанных с поступлением оборудования и нематериальных активов, связанных с холодным копчением рыбы, а также полученную от реализации указанных активов выручку при выбытии и прочие доходы и расходы инвестиционного плана рыбоперерабатывающего предприятия.

Финансовая деятельность предприятия по переработке рыбы содержит формирование и баланс денежных средств по операциям бюджетирования проекта рыбопереработки. Она включает поступления денежных средств от внутренних и внешних источников финансирования данного рыбоперерабатывающего акционерного общества, а также возврат соответствующих средств с учетом процентов за их использование.

На основе отчета о движении денежных средств выполняют анализ бюджета проекта по переработке камбалы дальневосточной, состоящего в денежных поступлениях и выплатах по основным статьям, и выявляют прогнозный дефицит денежных ресурсов рыбоперерабатывающего предприятия. Представленный в отчете баланс денежных ресурсов позволяет сделать заключение об обеспечении предприятия необходимым объемом денежных средств для финансирования проекта холодного копчения рыбы. Отрицательное значение баланса денежной наличности в отчете свидетельствует, что проект по переработке рыбы не обеспечен денежными средствами, и в таких условия нужно обеспечить финансирование указанного проекта из собственных и заемных источников.

Основными источниками финансирования предприятия, отражаемыми в его бюджете, являются:

1. Вклады акционеров и других собственников предприятия, получающих доходы на вложенный капитал.

2. Кредиты и прочие займы, полученные на принципах возвратности, предоставления на определенный срок и платности.

Первый источник предполагает прежде всего эмиссию акций предприятия и их продажу на фондовом рынке. Формирование акционерного капитала имеет определенные преимущества. Основное преимущество заключается в том, что средства, вырученные от эмиссии акций, представляют собственный капитал рыбоперерабатывающего акционерного общества. Данное публичное акционерное общество не обязано выкупать акции, когда физическое или юридическое лицо впоследствии отказывается быть акционером. При этом акции этих акционеров могут предлагаться для продажи любому другому акционеру или участнику фондового рынка, в том случае, когда акционерное общество является публичным. При формировании акционерного капитала рыбоперерабатывающее предприятие не устанавливает уровень дивидендов по акциям, и при этих условиях в случае дефицита денежных средств дивиденды могут не выплачиваться.

Рассматривая займы в качестве источника финансирования рыбоперерабатывающего предприятия, можно сделать обратный вывод. Кредитор, предоставляя заемные средства, не может вмешиваться в работу предприятия и участвовать в управлении. Тем не менее заемные средства не являются собственным капиталом предприятия.

Project Expert обеспечивает автоматический подбор кредита для полного погашения дефицита денежных средств. В инвестиционном проекте холодного копчения камбалы дальневосточной дефицит составил в пределах 70% общего объема финансирования по календарному плану или 1,4 млн руб.

Для устранения выявленного дефицита рыбоперерабатывающего предприятия в разделе *Финансирование* в модуле *Займы* в диалоговом окне *Подбор кредита* на вкладке *Условия подбора*, как показано на рис. 3, указываем период подбора кредита (горизонт планирования, который для данного проекта составляет 36 месяцев); минимальный остаток денежных средств на банковском счете (в нашем случае 200 тыс. руб.) и допустимое отклонение от минимального остатка (50 тыс. руб.).

Рис. 3. Диалоговое окно подбора кредита

В соответствии с условиями кредитного договора с Внешторгбанком (кредитор рыбоперерабатывающего предприятия) заполняют данные на вкладках «Выплаты процентов», «Поступления» и «Возврат». После расчета проекта видим, что в итоговом кэш-фло нет отрицательных значений. Тем самым финансовая модель разработана и дефицит денежных средств устранен.

Литература

1. Михайлов А.А., Горюнова Л.А. Компьютерные технологии менеджера: Учеб. пособие для вузов. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2014. – 142 с.
2. Сайт МНПП «Инициатива» Разработка, производство, продажа, монтаж и обслуживание пищевого оборудования [Электронный ресурс]. – URL: <http://initsiativa.su/>.
3. Михайлова Е.Г. Экономическая оценка инвестиций: Учеб.-метод. пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – 85 с.

УДК 639.3.03:597.552.511(571.645)

Д.А. Каев

*Дальневосточный федеральный университет (ДФУ),
Владивосток, 690922
e-mail: dan.kaev@mail.ru*

О ПРОБЛЕМАХ ЗАВОДСКОГО РАЗВЕДЕНИЯ КЕТЫ НА ИТУРУПЕ (КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА)

Проведено сравнение показателей заводского разведения кеты на ЛРЗ Сахалина и Итурупа. За 2001–2020 гг. выпуск молоди кеты на юго-западном и юго-восточном побережьях Сахалина увеличился на 43% и 156% соответственно, а на о. Итуруп – на 1150%. Высказано предположение, что столь большое наращивание объемов выпуска заводской молоди на Итурупе стало причиной более быстрого темпа снижения возвратов относительно численности выпускаемой молоди, а также средней массы рыб на этом острове по сравнению с южной частью о-ва Сахалин. С использованием межсклеритных расстояний на чешуе изучены особенности роста на первом году жизни кеты о. Итуруп, а также горбуши, молодь которой обитает в общих скоплениях с молодькой кеты в заливах. Снижение темпов роста рыб последних поколений подтвердило версию об ухудшении условий нагула. Замедление роста рыб обоих видов произошло только в ранний морской период жизни, в то время как характер роста в открытых морских водах остался без существенных изменений.

Ключевые слова: кета, горбуша, масса производителей, темп роста, объем выпуска, Итуруп, Сахалин.

D.A. Kaev

*Far Eastern Federal University (FEFU),
Vladivostok, 690922
e-mail: dan.kaev@mail.ru*

PROBLEMS OF CHUM SALMON FACTORY BREEDING ON ITURUP ISLAND (KURIL ISLANDS)

The comparison of the indicators of chum salmon factory breeding on Sakhalin and Iturup salmon fish hatcheries was carried out. In 2001–2020, the production of juvenile chum salmon on the south-western and south-eastern coasts of Sakhalin increased by 43% and 156%, respectively, and on Iturup Island – by 1150%. It is suggested that such a large increase in the output of factory juveniles on Iturup was the reason for a faster rate of declining returns of released juveniles and the average weight of fish on this island compared to the southern part of Sakhalin Island. Using the intersclerite distances on the scales, the features of growth in the first year of chum salmon life on Iturup as well as of pink salmon, the juvenile of which live in common clusters with the juvenile of chum salmon in bays were studied. The decrease in the growth rate of fish recent generations confirmed the version about the deterioration of feeding conditions. The growth of fish of both species slowed down only in the early marine period of life, while the growth pattern in open sea waters remained without significant changes.

Key words: chum salmon, pink salmon, spawner mass, growth rate, output volume, Iturup, Sakhalin.

В 1990-х годах в связи с модернизацией действующих заводов и введением новых технологий эффективность заводского разведения существенно повысилась. В результате уловы многократно возросли, что доказало целесообразность этого подхода. Несмотря на это, с увеличением объемов выпуска молоди кеты с ЛРЗ в научном сообществе появилась обеспокоенность усиления влияния плотностных факторов на представителей всех видов лососей Северной Пацифики, что выразилось, например, в уменьшении размеров тела представителей множества популяций в разных частях этой зоны.

Цель данного исследования – оценить состояние стада кеты о. Итуруп в условиях наращивания объемов заводского разведения. Для этого были поставлены следующие задачи:

- а) анализ выживаемости и массы тела рыб в возвратах;
- б) изучение на основе склеритограмм особенностей роста рыб в течение первого года жизни при разной численности выпусков заводской молоди;
- в) сравнение полученных данных с аналогичными данными для Сахалина.

Для исследования были использованы данные выпусков и возвратов кеты и средней массы рыбы, используемые в процессе подготовки ежегодных статистических документов Северотихоокеанской комиссии по анадромным рыбам – NRAFC. Был проведен анализ относительных межсклеритных расстояний первой годовой зоны роста (далее ПГЗ) как наиболее значимого периода в жизненном цикле. Количество склеритов у рыб разное, поэтому оно нормировалось к 27, как к наиболее часто встречающемуся значению. За окончание ПГЗ был принят последний из четырех склеритов с наименьшими межсклеритными расстояниями.

Для лучшего понимания изменений в стаде итурупской кеты указанные данные были сопоставлены с данными кеты юго-восточного и юго-западного Сахалина, где плотностные факторы менее выражены. Также анализировались аналогичные показатели горбуши как вида, обитающего в совместных с кетой акваториях. Количество склеритов для этого вида нормировано к 23 в соответствии с ранее изложенной методикой [1].

Статистическая обработка материалов проведена в программе Microsoft Office Excel и в программе Statistica. Для суждения о степени расхождения фрагментов кривых роста из разных выборок при их попарном сравнении оценивали достоверность различия по критерию Фишера (F) между средними значениями приростов за время формирования соответствующих склеритов.

На о. Итуруп с конца XX в. началось интенсивное наращивание объемов выпускаемой молоди кеты: в 1990-х гг. выпускали в среднем по 10,1 млн мальков, в 2000-х гг. – по 40,6 млн, в 2010 г. количество молоди превысило 100 млн, с 2015 г. – 200 млн мальков, а в 2020 г. достигло 300 млн мальков (рис. 1, а). На Сахалине происходил менее интенсивный рост выпусков молоди кеты. Так, на юго-западном побережье в 1991–2000 гг. выпускали в среднем по 74,7 млн, в 2001–2010 гг. – по 76,9 млн, в 2011–2020 гг. – по 103,4 млн мальков, на юго-восточном побережье в эти же периоды, соответственно, – по 40,1, 79,2 и 116,4 млн мальков. Стоит отметить, что площадь акваторий, задействованных в работе ЛРЗ, на о. Итуруп меньше, чем на Сахалине. В связи с этим интересно рассмотреть эффективность заводского разведения кеты в указанных районах, а также изменения средней массы рыб как отражающей их условия обитания. При сопоставлении трендов соотношения выпусков молоди и последующих возвратов взрослых рыб видно, что у кеты на юго-западном и юго-восточном побережьях Сахалина наблюдались

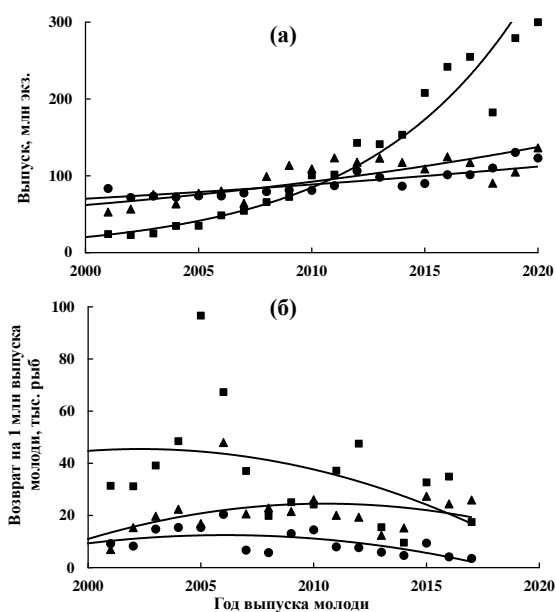


Рис. 1. Количество выпускаемой молоди кеты *Oncorhynchus keta* в 2001–2020 гг. (а) и относительная численность взрослых рыб в возвратах (б) на о-ве Итуруп (■, —), юго-восточном (▲, - - -) и юго-западном (●, · · ·) побережье о-ва Сахалин

сходные процессы в их изменениях: сначала происходило увеличение относительных возвратов, которые в среднем были наибольшими от выпусков молоди в 2003–2011 гг., затем последовало снижение значений этого показателя. Судя по наибольшим значениям возвратов кеты на Итурупе от выпусков молоди в 2005–2006 гг., подобный процесс начал развиваться и на этом острове, однако вскоре последовал устойчивый спад относительных значений возврата (рис. 1, б).

Во всех рассматриваемых районах наблюдалось снижение массы производителей кеты (рис. 2). При этом темп снижения на обоих побережьях южной части о. Сахалин был примерно одинаков, в то время как кета о. Итуруп мельчала существенно быстрее. Профили склеритограмм указывают на значительные изменения роста кеты о. Итуруп у последних поколений (рис. 3). Прежде всего это касается роста в прибрежных морских водах. Судя по первым девяти межскле-

ритным расстояниям, различия в скорости роста в этот период у молоди в 1999, 2001 и 2003 гг. были велики, оцениваемые по критерию Фишера от 10,26 ($p < 0,01$) до 22,35 ($p < 0,001$), в среднем 15,53 ($p < 0,001$). Они были в несколько раз меньше, чем при попарном сопоставлении такого же сочетания межсклеритных расстояний между поколениями этой и последней группы, рыбы которой нагуливались в прибрежных водах острова в 2014, 2015 и 2016 гг. (F от 45,81 до 149,87, в среднем 90,05, во всех случаях $p < 0,001$). В то же время межгодовые различия в росте в прибрежных водах у молоди второй группы оказались намного меньше, значения F находились в пределах от 0,15 ($p > 0,05$) до 7,35 ($p < 0,01$), в среднем составляя 3,54 ($p > 0,05$).

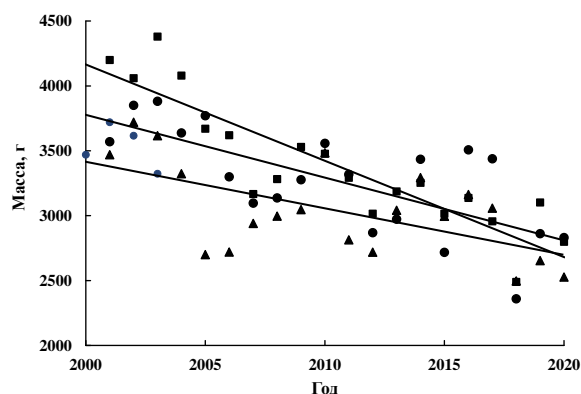


Рис. 2. Изменения средней массы кеты на о. Итуруп (■, —), юго-восточном (▲, - - -) и юго-западном (●, · · · · ·) побережье о. Сахалин в 2001–2020 гг.

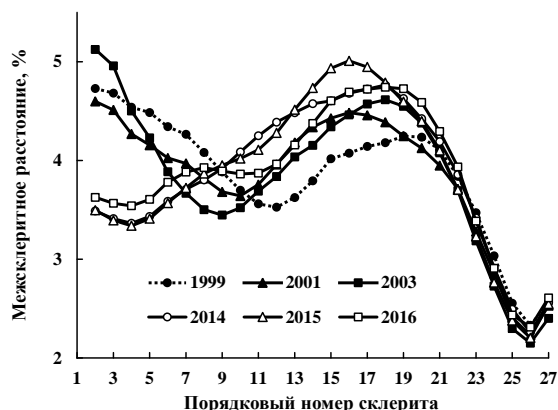


Рис. 3. Изменения межсклеритных расстояний в первой годовой зоне у кеты о. Итуруп при нагуле в Охотском море в 1999, 2001, 2003, 2014, 2015 и 2016 гг.

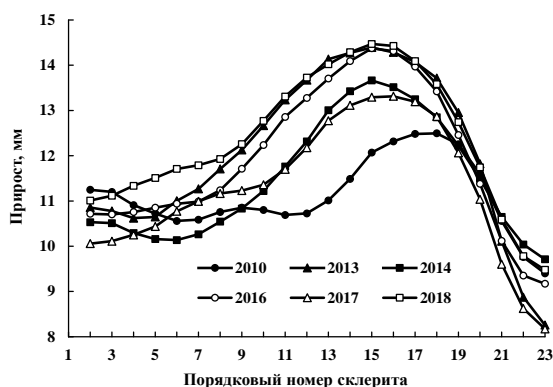


Рис. 4. Изменения приростов за время формирования одного склерита в первой годовой зоне у горбуши о. Итуруп при нагуле в Охотском море в 2010, 2013, 2014, 2016, 2017 и 2018 гг.

У молоди горбуши также отмечается изменение конфигурации в профиле кривых роста при нагуле в прибрежных водах о. Итуруп в последние годы (рис. 4). В результате слабых приростов при формировании первых склеритов по сравнению с последующими исчез локальный минимум на кривых, характерный для предыдущих поколений в период откочевки мальков в открытые морские воды (между 4 и 7 склеритами). В то же время приросты у сеголеток последних трех поколений в открытых морских водах были в среднем выше, чем у предыдущих, что явилось, видимо, причиной искусственного завышения у них расчетной длины мальков при формировании первого склерита.

Отмеченные расхождения трендов соотношения выпусков заводской молоди и последующих возвратов кеты в решающей степени должны быть обусловлены условиями выживания в ранний морской период жизни, так как уже во второй половине первого года нагула молодь горбуши и кеты разных стад охотоморского бассейна находится в едином огромном скоплении в центральной-южной части Охотского моря, а затем и при первой зимовке в океане [2, 3].

На решающее значение раннего морского периода жизни в формировании численности лососей разных стад исследователи обращали внимание уже давно [4–7]. В частности, важность этого периода была продемонстрирована на примере итурупской горбуши [8]. Данный вид раньше покидает эстуарии рек, чем кета, уходя в районы обширного нагула в открытых морских водах. Можно предположить, что начавшееся с 2007 г. снижение на о. Итуруп относительных возвратов кеты связано с нарастанием плотности скоплений молоди в его заливах, в то время как в южной части Сахалина продолжалась тенденция на их увеличение.

Размеры рыб являются одним из индикаторов условий обитания, поэтому рост считается одним из важнейших атрибутов динамики стада [9]. Так, даже на рядом расположенном острове Кунашир кета значительно мельче, чем на острове Итуруп. Это связано с ее медленным ростом в менее богатых кормовыми ресурсами прибрежных водах Кунашира [10]. Стоит добавить, что итурупская кета многие годы была крупнее, чем ее сородичи с юга Сахалина, что было связано с благоприятными условиями нагула молоди в прибрежных водах Итурупа [11]. Однако в настоящее время производители этих стад почти уравнились по массе тела. Данный процесс совпал по времени с интенсивным наращиванием объемов заводского разведения кеты на острове Итуруп, что привело к созданию в прибрежной части моря сверхплотных скоплений молоди и, как следствие, к замедлению ее роста.

Это замедление хорошо видно при сопоставлении склеритограмм ПГЗ чешуи кеты разных поколений (см. рис. 3). Профиль склеритограмм у поколений, молодь которых нагуливалась в зал. Курильском в 1999, 2001 и 2003 гг., полностью соответствует таковому у рыб при нагуле молоди в этом заливе в 1994 г. [12]. Этот факт указывает на быстрый рост молоди в прибрежных водах с его постепенным снижением в процессе откочевки и наступление периода быстрого роста в центрально-южной части Охотского моря. У молоди последних поколений наблюдается резкое замедление роста в прибрежной части, в то время как профиль склеритограмм, характеризующий обитание молоди в центрально-южной части моря, сохранился прежним. Тем не менее при внешнем сходстве склеритограмм, у кеты первых трех поколений выявлены статистически достоверные различия по ширине межсклеритных расстояний, формировавшихся при нагуле в прибрежных водах в разные годы. Отчасти такие различия в росте молоди разных поколений могли быть обусловлены различиями плотности зоопланктона в прибрежных водах острова, связанной с притоком водных масс разного происхождения. В большинстве случаев эти изменения не носили фатальный характер благодаря лабильности питания мальков. Лишь в отдельных случаях отмечался дефицит пищи, судя по переходу на питание нехарактерными в обычных ситуациях мелкими объектами в сочетании со снижением показателей накормленности, что отражалось на характеристиках роста молоди [11]. Исследования питания кеты были возобновлены в последние годы. В 2015 г. впервые зафиксирована ситуация с голоданием молоди кеты и горбуши в результате недостатка кормовых объектов [13].

После рекордно высоких выпусков заводской молоди кеты на о. Итуруп в сочетании с высокой численностью молоди горбуши (в 2011–2020 гг. с нерестилищ скатывалось в среднем по 289 млн экз., в дополнение к которым с ЛРЗ выпускали в среднем по 116 млн экз.) у последних поколений замечено замедление роста в прибрежных водах (см. рис. 4). Пищевой спектр молоди горбуши в прибрежных водах менее разнообразен, она питалась преимущественно крупными формами калянид, в то время как кета чаще переходила на питание другими объектами. Это сопровождалось снижением накормленности мальков. Следовательно, переход кеты на питание другими объектами обусловлен дефицитом крупных калянид, в добывании которых горбуша имеет преимущество ввиду своей высокой численности и более быстрого роста по сравнению с кетой [11]. В настоящее время произошло синхронное снижение темпов роста в прибрежных водах острова у обоих видов. Ситуация предположительно изменилась в связи с большими выпусками с ЛРЗ крупной молоди кеты. Замедление роста молоди горбуши последних поколений произошло также только в ранний морской период жизни. В то же время темпы роста в центрально-южной части Охотского моря соответствовали таковым у предыдущих поколений.

Полученные результаты показывают, что значительное увеличение выпусков молоди кеты на сравнительно ограниченную акваторию (центральная часть охотоморского побережья о. Итуруп) привело к уменьшению выживаемости и размеров тела рыб в морском периоде жизни. Это свидетельствует о возрастании роли в динамике стада факторов, связанных с плотностью, повлекшее за собой снижение темпов роста наблюдалось только при нагуле в прибрежных водах острова как у молоди кеты, так и у обитающей совместно с ней молоди горбуши, в то время как характер роста в открытых морских водах у этих видов остался без изменений.

Литература

1. *Каев А.М.* Ретроспективная оценка роста горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* по чешуе: межгодовая изменчивость // Вопросы ихтиологии. – 2015. – Т. 55, № 5. – С. 570–585.

2. Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. – Владивосток: Изд-во ТИНРО-центра, 2008. – Т. 1. – 481 с.
3. Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. – Владивосток: Изд-во ТИНРО-центра, 2011. – Т. 2. – 473 с.
4. Parker R.R. Estimations of ocean mortality rates for pacific salmon (*Oncorhynchus*) // J. Fish. Res. Bd. Canada. – 1962. – V. 19, № 4. – P. 561–589.
5. Шершнев А.П. Биология молоди кеты из прибрежных вод юго-восточной части Татарского пролива // Лососевые Дальнего Востока. – Тр. ВНИРО, 1975. – Т. 106. – С. 58–66.
6. Карпенко В.И. Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей. – М.: Изд-во ВНИРО, 1998. – 165 с.
7. Heard W.R. Life history of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) // Pacific salmon life histories. – Vancouver: UBC Press., 1991. – P. 119–230.
8. Каев А.М., Irvine J.R. Population dynamics of pink salmon in the Sakhalin-Kuril Region, Russia // Bull. NPAFC, 2016. – № 6. – P. 297–305.
9. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. – М.: Пищевая пром-ть, 1974. – 448 с.
10. Каев А.М., Ромасенко Л.В. Горбуша и кета острова Кунашир (структура популяций, воспроизводство, промысел). – Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2017. – 124 с.
11. Каев А.М. Особенности воспроизводства кеты в связи с ее размерно-возрастной структурой. – Южно-Сахалинск: Изд-во СахНИРО, 2003. – 288 с.
12. Каев А.М. Идентификация происхождения и истории жизни охотоморской кеты *Oncorhynchus keta* по чешуе // Вопросы ихтиологии. – 1998. – Т. 38, № 5. – С. 650–658.
13. Чебанова В.В., Френкель С.Э., Зеленихина Г.С. Связь питания молоди кеты *Oncorhynchus keta* и горбуши *O. gorbuscha* с обилием зоопланктона в прибрежье залива Простор (о. Итуруп) // Вопросы ихтиологии. – 2018. – Т. 58, № 5. – С. 608–616.

УДК 639.22/.23:639.2.081.8

М.М. Князян, Е.В. Логашова

*Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, 690087*

e-mail: knyazyan171998@mail.ru, logashovak@yandex.ru

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА НА ПРОМЫСЛЕ ТИХООКЕАНСКОЙ САЙРЫ

Свет широко используется в промышленном рыболовстве, особенно на промысле сайры, при этом эффективность привлечения и удержания рыбы повышается за счет определенного изменения характеристик источников света. В данной статье приведено сравнение ламп КГП и светодиодных LED ламп. А также показаны экономические преимущества использования светодиодных технологий.

Ключевые слова: тихоокеанская сайра, световое оборудование, светодиодные излучатели, электрический свет, промысел сайры, светодиодные технологии.

M.M. Knyazyan, E.V. Logashova

*Far Eastern State Technical Fisheries University,
Vladivostok, 690087*

e-mail:knyazyan171998@mail.ru, logashovak@yandex.ru

NEW LIGHT SOURCES APPLICATION IN PACIFIC SAURY FISHERY

Light is widely used in industrial fishing, especially in the saury fishery, and the efficiency of attracting and retaining fish is increased due to a certain change in the light sources characteristics. The comparison of QHL lamps and LED lamps was described. It also the economic benefits of using LED technologies were shown.

Key words: Pacific saury, lighting equipment, LED emitters, electric light, saury fishing, LED technologies.

Тихоокеанская сайра – один из наиболее важных традиционных промысловых видов рыб северо-западной части Тихого океана. Скопления сайровых косяков, на которых базируется промысел, очень неустойчивы.

Успех сайрового промысла в значительной степени зависит от правильной организации поисковых работ, обеспечения рыбаков надежными промысловыми прогнозами и своевременными рекомендациями, базирующимися на знаниях особенностей миграций и распределения косяков, условий и закономерностей формирования сайровых скоплений, разнопериодной изменчивости условий обитания.

Сайра – один из самых сложных для промысла объектов, в последние годы пути миграции этой рыбы смещаются, поэтому ученые разрабатывают новые технологии, чтобы помочь рыбакам [1].

Лов сайры ведется ночью с помощью электрического света. При лове бортовыми ловушками световое оборудование используется для привлечения ее к судну, перевода от нерабочего борта к рабочему, где расположена бортовая ловушка. Для обнаружения сайры пользуются гидролокатором, а также прожекторами мощностью 3–5 кВт. Прожектора также служат для перевода рыбы в зону действия других надводных источников на судах. На рис. 1 изображена схема установки светотехнического оборудования для лова сайры на судах СТР.

В настоящее время для промысла сайры на отечественных судах в качестве привлекающих светильников применяются: сайровые люстры с лампами РЛЗС-220×500 по 8–10 штук в люстрах, расположенных в один ряд или в шахматном порядке; светильники ПКИ-1500 с лампами КГП-220×1500; поисковый прожектор С-60 с мощностью 5 кВт [2].

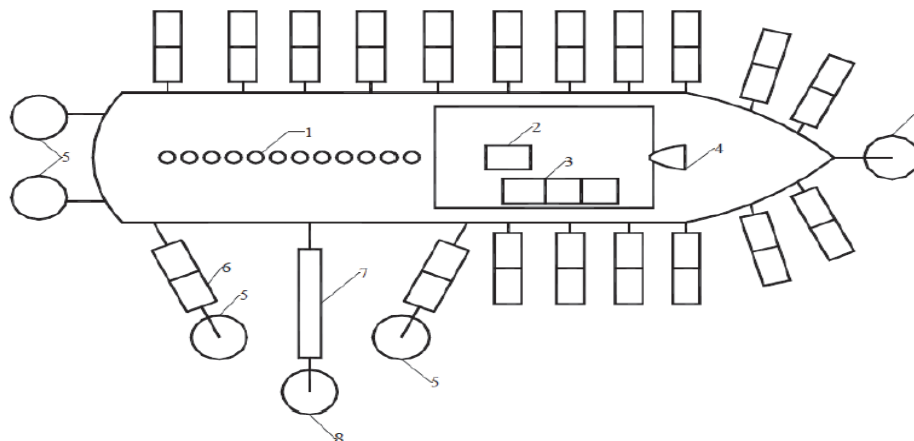


Рис. 1. Схема установки светотехнического оборудования для лова сайры на судах СТР:
 1 – гирлянда дополнительного освещения; 2 – коммутатор для включения люстр;
 3 – пульт управления световым потоком; 4 – прожектор промышленный ПП-90;
 5 – люстра обводная 9 кВт (6 ламп КГП белых); 6 – две люстры по 3 лампы КГП-1500 в каждой;
 7 – люстра увеличенной мощности (18 кВт); 8 – люстра концентрирующая
 (3 лампы белых 4,5 кВт + 3 лампы красных 4,5 кВт)

При лове рыбы на свет ее перевод в зону действия орудия лова осуществляют путем постепенного отключения светильников на борту судна. Отсутствие регулятора не позволяет в достаточной степени регулировать световой поток, вследствие чего за счет уменьшения освещения имеет место частичный уход рыбы от борта судна, что в конечном счете ограничивает промысловые возможности судна.

В последнее время рассматривается вопрос о применении на промысле светодиодных излучателей.

В таблице представлено сравнение ламп КГП и LED со световым потоком 26 000 люмен [3].

Сравнительная таблица ламп

КГП 220-1500	CREE 260 Вт
Срок службы, ч	
700	50 000
Цветовая температура, К	
3 200	2 600–8 300
Световой поток, лм	
26 000	26 000
Потребляемая мощность, лм	
1 000	260

По своим характеристикам светодиодные лампы во много раз превышают показатели ламп КГП, и это еще не предел.

Установка светодиодных излучателей, размещаемых попарно один за другим на нижней поверхности кронштейна (при этом один из них имеет холодный спектр излучения, а другой теплый спектр излучения), позволяет плавно регулировать спектры излучения и создавать суммарный (результатирующий) спектр излучения, обеспечивающий привлечение гидробионтов определенного вида в зону проведения исследований (наблюдения).

В системе промышленного рыболовства при постройке судов стоит проблема обеспечения рыболовных судов достаточной мощностью электроснабжения, что в свою очередь создает повышенный расход топлива и сокращает автономность. Применение промыслового светодиодного технического оборудования позволит использовать электростанцию меньшей мощности, чем применяемую в настоящее время электростанцию при существующей промысловой эффективности, и, как следствие, снижение стоимости выловленной продукции при сохранении ее качества.

Размещение источников питания на нижней поверхности кронштейна уменьшает нагрев от близко расположенных светодиодных излучателей и улучшает охлаждение, следствием чего является возможность применение мощных светодиодов, т. е. диапазон регулирования спектра

увеличивается, что обеспечивает возможность плавной регулировки световых параметров, способствующих привлечению гидробионтов различных видов.

Наличие токовых регуляторов позволяет оперативно изменять силу тока на источниках питания светодиодных излучателей, что в результате позволяет создавать необходимый суммарный спектр излучения, обеспечивающий привлечение гидробионтов в рабочую зону [4].

Изобретение иллюстрируется общим видом люстры (рис. 2) и схемой размещения светодиодных излучателей (рис. 3).

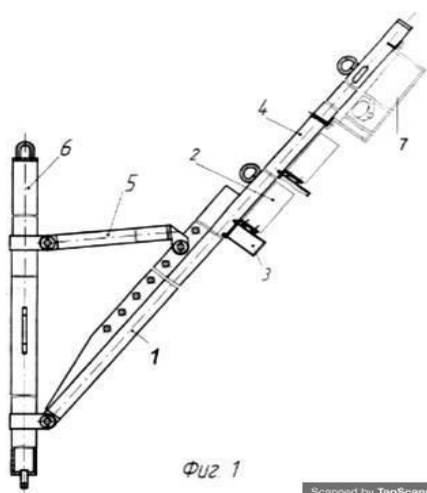


Рис. 2. Общий вид люстры со светильниками:
1 – кронштейн, 2 – светодиодные излучатели,
3 – блок питания, 4 – перфорированная планка,
5 – подкос, 6 – стойка, 7 – люстра с лампами накаливания

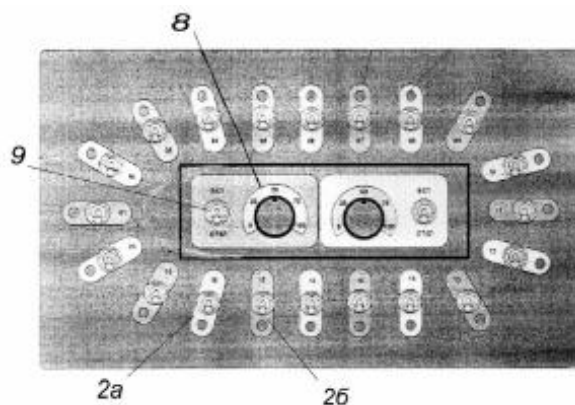


Рис. 3. Схема размещения светодиодных излучателей:
2а – светодиодный излучатель холодного
спектра излучения, 2б – светодиодный излучатель
теплого спектра излучения, 8 – токовый регулятор,
9 – тумблер включения-выключения

Анализируя сравнение ламп, можно сделать вывод, что использование светодиодных ламп на промысле будет намного эффективней и экономически выгодно, чем использование ламп КГП. А также применение светодиодного излучателя позволит поймать максимальное количество улова, при этом не подорвав промысловые запасы на последующие годы.

Литература

1. Тихоокеанская сайра: Научно-информационное обеспечение промысловой экспедиции / В.Н. Филатов, А.В. Старцев, Е.И. Устинов, Ю.В. Еремин. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. – 120 с.
2. Юдович Ю.Б. Опытный лов сайры при помощи электросвета // Рыбное хозяйство. – 2009. – № 8. – 298 с.
3. Князян М.М., Кузнецова С.Н. Рациональная эксплуатация биоресурсов Мирового океана // Энергосберегающие технологии на промысле сайры (Дальрыбвтуз, 17–18 апреля 2018 г.). – Владивосток, 2018. – С. 24–28.
4. Способ привлечения гидробионтов, положительно реагирующих на свет: Патент России № 2710988 / Еремин Ю.В., Будоянов Д.А., Балло А.В. 2019. Бюл. № 2.

УДК [639.22/.23+639.27/.29]:639.2.081.7

М.Ю. Кузнецов, В.И. Поляничко, В.И. Шевцов, И.А. Убарчук

*Тихоокеанский филиал
Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО),
Владивосток, 690091
e-mail: mikhail.kuznetsov@tinro-center.ru*

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОМЫСЛА РЫБ И КАЛЬМАРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

С использованием результатов гидробионического моделирования средств звукового воздействия на гидробионтов и экспериментальных исследований разработаны способы их применения на траловом, кошельковом, ставном неводном, джиггерном и других видах промысла. Представлены способы использования звукоизлучающих устройств в рыбозащитных целях.

Ключевые слова: управление поведением рыб, гидроакустический излучатель, имитатор звуков рыб, имитатор звуков дельфинов, способы лова и рыбозащиты.

M.Y. Kuznetsov, V.I. Polyanichko, V.I. Shevtsov, I.A. Ubarchuk

*Pacific branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO),
Vladivostok, 690091
e-mail: mikhail.kuznetsov@tinro-center.ru*

DEVELOPMENT OF METHODS FOR INTENSIFICATING CATCHES OF FISH AND SQUID WITH HYDROACOUSTIC DEVICE USE

The results of hydrobionic modeling of sound effects on aquatic organisms and experimental studies were used. Methods for using hydrobionic sonic action on aquatic organisms for use in trawling, seine-net fishing, pound net fishing, jigging and other types of fishing have been developed. Methods of using sound emitting devices for fish protection purposes are presented.

Key words: fish behavior control, hydroacoustic emitter, fish sound simulator, dolphin sound simulator, methods of fishing and fish protection.

Уникальные свойства подводного звука в части дистанционных возможностей, скорости передачи информации и энергозатрат представляют акустический канал привлекательным не только для пассивного наблюдения за рыбными косяками, но и для активного воздействия на поведение гидробионтов через их слуховые рецепторы. Другие каналы связи и соответствующие им физические поля (световые и электрические), а также химическая форма рецепции (хеморецепторный канал) имеют в воде гораздо меньшие дистантные возможности и служат в основном для ближней ориентации гидробионтов.

Одним из прикладных направлений научных исследований Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО) является разработка принципов и методов использования гидроакустических полей для управления поведением водных биологических ресурсов в процессе лова. Целью исследований является биофизическое обоснование и разработка новых наукоемких, энергосберегающих и экологически безопасных технологий лова рыб и кальмаров с использованием гидроакустических средств их привлечения и удержания.

Применение разработок, реализующих способы дистанционного управления движением гидробионтов, даст возможность снижения затрат при добыче традиционных объектов лова (интенсификации промысла) и экономически выгодного освоения недоиспользуемых и труднодоступных объектов промысла, в том числе разреженных подвижных скоплений в открытых зонах Мирового океана. С другой стороны, ухудшение состояния водных биологических ресурсов

в большинстве случаев связано с совокупным влиянием промыслового пресса и неблагоприятными условиями нереста и инкубации, особенно объектов, нерестующих в прибрежных районах. Поэтому для восстановления естественных популяций гидробионтов в условиях изменения среды обитания под действием антропогенных факторов особое значение приобретает возможность пространственного регулирования ресурсов и правильно организованная защита мест нагула и нереста рыб.

Предыдущие исследования позволили оценить параметры акустических стимулов, перспективных для дистанционного воздействия на поведение рыб [1]. Методами гидробионики разработаны конструкции гидроакустических излучателей, имитирующих биологические сигналы открытопузырных рыб различного размерного и видового состава, в частности лососей, сельди, сардины, анчоуса (привлечение). Разработана техническая модель гидроакустического излучателя для направленного перемещения и удержания рыбных косяков, имитирующего характерные низкочастотные частотно-модулированные крики дельфинов-косаток во время охоты на рыб (отпугивание).

На Межотраслевом научном полигоне морских биотехнологий (о. Русский) были проведены экспериментальные исследования по оценке реакции рыб в садке на сигналы гидроакустических излучателей привлекающего и отпугивающего действия с использованием инструментальных методов и средств наблюдений [2]. Действие стимулов оценивалось по оборонительной реакции на высокоамплитудные сигналы технических моделей гидроакустических излучателей – имитаторов звуков дельфинов или реакции приближения (привлечение) к имитаторам звуков рыб. В результате этих и других экспериментов определены параметры звуковых полей и границы диапазона расстояний, на которых можно вызвать направленные реакции у рыб.

С использованием результатов гидробионического и технического моделирования звукоизлучающих устройств, натурных исследований и испытаний макетов акустических манипуляторов двигательного поведения рыб разработаны способы их применения на промысле.

Траловый лов. В основу способа положены результаты исследований акустического поведения дельфинов и двигательных реакций рыб на сигналы хищников. Как показали экспериментальные исследования в садке, сигналы гидроакустического излучателя (ГИ) имитатора звуков дельфинов-косаток вызывают перемещение рыб в дальнюю от излучателя зону, а также уплотнение и заглубление стаи на расстояниях до 180 м от источника [1].

Цель использования ГИ – расширение зоны облова трала путем направления и удержания в зоне облова скоплений рыб, находящихся выше верхней подборы трала, за зоной действия траловых досок или в шумовом поле судна без увеличения тягово-скоростных характеристик судна и габаритов трала. ГИ – имитаторы звуков дельфинов-косаток могут быть выполнены в виде двух буксируемых устройств (БУ) правого и левого борта, оснащенных ресивером сжатого воздуха, отводителем-заглубителем и исполнительным блоком для дистанционного запуска излучателей с судна. При обнаружении косяков рыб за пределами зоны облова тралового комплекса или в зоне действия шумового поля судна подается управляющий сигнал, производящий запуск ГИ и излучение в воду серии импульсов, сходных с биологическими сигналами дельфинов и косаток. Защитная реакция подвижных косяков на акустические сигналы хищников сопровождается уходом рыб от источника и их уплотнением в зоне облова трала. Такой способ лова имеет определенное сходство с механизмом группового поведения и взаимодействия дельфинов и косаток при поимке рыбы [1].

В зависимости от поведения объекта лова предлагаются две технологические схемы использования ГИ: для направления и концентрации в зоне облова трала быстрых пелагических рыб (ставрида, скумбрия, сардина) и для уплотнения разреженных скоплений вертикально мигрирующих рыб (минтай, сельдь).

Кошельковый лов. Способ интенсификации кошелькового лова беспозвоночных и рыб включает процедуру предварительного привлечения и концентрации гидробионтов на намеченной для кошелькования акватории путем создания под водой биошумового поля, имитирующего сигналы акустически активной стаи рыб: анчоуса, сардины, лососей – объекта лова или питания объекта лова (тунцы, кальмары). Для этого используются ГИ – имитаторы звуков рыб, которые формируют в воде сигналы, вызывающие реакцию привлечения к их источнику. Имитаторы звуков рыб размещаются на судне-подсветчике или на автономном плавсредстве (плоту) с источником сжатого воздуха и дополнительно оснащаются устройством дистанционного запуска ГИ,

средствами эхолокации, позволяющими оценивать степень концентрации гидробионтов на намеченной акватории, источником автономного питания и системой обратной связи с судном.

На этапе кошелькования используются ГИ – имитаторы звуков дельфинов-косаток с системой питания сжатым воздухом и дистанционного управления запуском. ГИ устанавливаются в местах возможного выхода рыбы из зоны облова (на пятном, бежном урезах, на нижней подборе, под килем судна) для направленного воздействия на поведение косяков рыб, обметываемых кошельковым неводом. Система питания позволяет осуществлять управляемый запуск ГИ. Излучатель создает мощные импульсные сигналы взрывного характера, имитирующие удары хвоста, и частотно-модулированные крики дельфинов-косаток, чем обеспечивает удержание косяков рыбы в зоне облова кошелькового невода.

Ставной неводной лов. Управление поведением рыб осуществляется комплексом автономно работающих групп ГИ – имитаторов звуков рыб. Расстановка (размещение) ГИ в районе ставного невода производится с учетом особенностей стайного поведения объекта лова и акустических характеристик сигналов имитаторов. Комплекс должен обеспечить создание перемещающегося в пространстве бишумового поля, имитирующего сигналы движущихся косяков открытопузырных рыб, и их направление в ловушку невода. Сначала озвучивается акватория мористее ловушки невода (рис. 1). Затем с помощью программируемого устройства последовательно включаются другие группы ГИ, имитируя смещение источников сигналов (косяков рыб) от периферии к крылу невода и в ловушку. Поочередное включение и отключение излучателей стимулирует направленное движение косяков и концентрацию рыб в зоне действия орудия лова. Объекты промысла – преднерестовые лососи, преднерестовые и нагульные скопления сельди, сардины, анчоуса, кальмара и др.

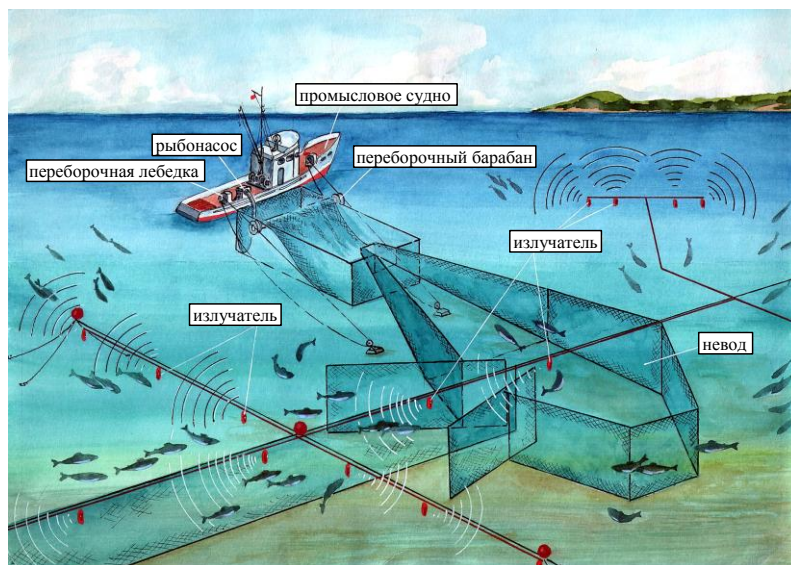


Рис. 1. Применение ГИ – имитаторов звуков рыб на ставном неводном лове лососей

Джиггерный лов тихоокеанского кальмара. Результаты экспериментальных исследований легли в основу способа интенсификации лова кальмаров на джиггеры, согласно которому для привлечения к судну вместе со светом используют сигналы мелких открытопузырных рыб (сардины, анчоуса, корюшки), являющихся объектами питания кальмара. Максимальная слуховая чувствительность этих головоногих приходится на частоту 600 Гц и совпадает с основной частотой спектра сигналов рыб [3].

Для создания излучения используются ГИ – имитаторы звуков анчоуса. Один из вариантов их размещения и функционирования в составе пневмоакустической системы (ПАС) на кальмароловном судне представлен на рис. 2. ПАС обеспечивает одновременно воздействие на слуховые рецепторы кальмара путем создания в диаметральной плоскости судна перемещающегося бишумового поля, имитирующего горизонтальные и вертикальные перемещения рыб – объектов питания кальмаров, и зрительное восприятие перемещающихся к поверхности пузырьков воздуха, образующихся при периодическом включении ГИ, что дополнительно стимулирует

пищевую (поисково-трофическую) активность кальмаров и их броски на джиггерные снасти. Кроме этого, при истечении воздуха из ГИ под корпусом судна формируется завеса пузырьков, которая частично поглощает шум кальмароловного судна. В результате уменьшается расстояние, с которого кальмары воспринимают шум судна. Одновременно вокруг судна распространяется биошумовое поле, имитирующее сигналы мелких открытопузырных рыб и оказывающее привлекающее воздействие на кальмаров, находящихся в удалении. Это позволит активизировать процесс поимки кальмара вертикальными ярусами в течение всего периода промысла.

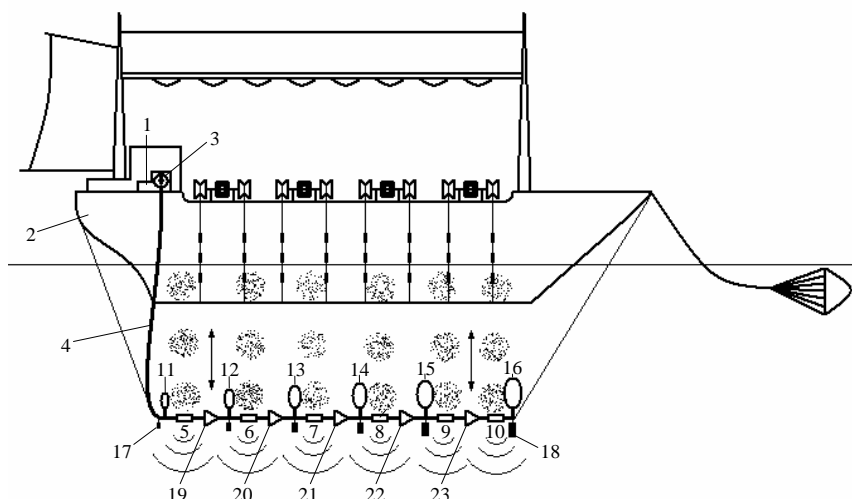


Рис. 2. Применение ГИ – имитаторов звуков рыб на джиггерном лове кальмара:
 1 – источник сжатого воздуха; 2 – судно; 3 – ПБУ; 4 – трубопровод; 5–10 – ГИ; 11–16 – ресивер;
 17, 18 – груз-углубитель; 19–23 – предельный обратный клапан

Другие способы лова. Гидроакустические средства могут быть использованы для привлечения и удержания рыб и кальмаров в любых других (пассивных и активных) способах лова, например ставными и дрейфтерными сетями, ярусами, бортовыми ловушками и подхватами, рыбонасосами, а также в рыбоводных хозяйствах. Это может быть предварительная концентрация рыб для их последующего облова активными орудиями лова или привлечение рыб в зону облова пассивных орудий лова. В рыбоводстве ГИ могут быть использованы для привлечения и концентрации рыб – объектов выращивания в определенную зону с последующим выловом, например, закидным неводом, ловушкой или сетями. Возможны и другие варианты использования ГИ – имитатора звуков дельфинов-косаток, например, отпугивание ластоногих, в частности тюленей ларга и сивучей, блокирующих работу тральщиков и ставных неводов.

Рыбозащита и искусственные нерестилища. В этом аспекте задачей является использование гидроакустических средств дистанционного управления движением рыб для защиты рыбных ресурсов (например, управляемого нереста, ограждения заморных участков, селективности лова).

Сущность одного из способов заключается в том, что для направления рыбы в зону с благоприятными гидрологическими и кормовыми условиями в водную среду излучают гидроакустические сигналы, имитирующие звуки хищных китообразных, в частности дельфинов, издаваемые ими при нападении на рыб. Для удержания рыб на благоприятных для нагула и нереста участках водной акватории используются ГИ – имитаторы звуков рыб. Акваторию или водоем целесообразно оснастить эхолокационными устройствами, позволяющими вести дистанционный акустический мониторинг объектов.

ГИ – имитаторы звуков рыб – могут быть использованы в качестве средства для привлечения производителей рыб ценных видов на искусственные нерестилища со стерильным субстратом и благоприятными условиями нереста. На рис. 3 предложен один из способов функционирования ГИ на управляемом искусственном нерестилище проходных рыб. ГИ обеспечивают эффект привлечения и концентрации производителей сельди вблизи садка с подготовленным «стерильным» субстратом.

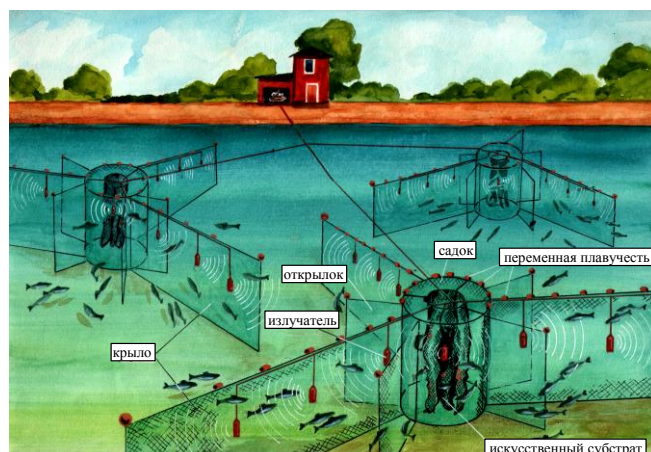


Рис. 3. Применение ГИ – имитаторов звуков рыб на искусственном нерестилище (вариант)

Еще одним способом применения средств звукового воздействия в рыбозащитных целях является создание акустического барьера для предотвращения гибели и повреждения рыб на водозаборах и водосливах различного назначения. Для создания заграждения используется система ГИ – имитаторов звуков дельфинов-косаток и пневмопушка, устанавливаемые перед водозабором с функцией дистанционного управления запуском. Излучатели создают импульсные сигналы высокой интенсивности в области низких и инфранизких частот, чем обеспечивают отпугивание рыб от охраняемого участка и их перемещение в водоем (рис. 4).

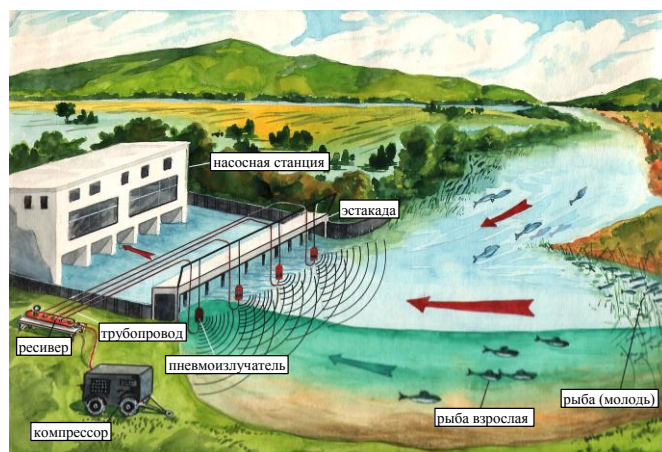


Рис. 4. Схема применения ГИ на водозаборе

В ближайшие годы планируется проведение натурных исследований и экспериментов по оценке промысловой эффективности разработанных гидроакустических средств и технологий дистанционного управления поведением гидробионтов, по результатам которых будут разработаны рекомендации по их совершенствованию и дальнейшему использованию при добыче и защите рыбных ресурсов.

Литература

1. Кузнецов М.Ю., Кузнецов Ю.А. Гидроакустические методы и средства оценки запасов рыб и их промысла. Ч. 2. Методы и средства промысловой биоакустики // Известия ТИНРО. – 2016. – Т. 184. – С. 264–294.
2. Межотраслевой научный полигон морских биотехнологий как средство эффективного решения актуальных рыбопромысловых проблем / А.А. Байталоюк, А.В. Адрианов, В.Н. Акулин, И.В. Дюйзен, М.Ю. Кузнецов, Ю.А. Кузнецов // Труды ВНИРО. – 2020. – Т. 181. – С. 16–32.
3. Кузнецов М.Ю. Обоснование параметров акустических стимулов для дистанционного воздействия на поведение тихоокеанского кальмара и технологии его лова с использованием звука // Известия ТИНРО. – 2010. – Т. 161. – С. 278–291.

УДК 639.2.081.117.21

И.С. Меньшенин, С.Ю. Труднев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: i.menshenin@bk.ru*

ГЕНЕРАТОР УДАРНОЙ МОЩНОСТИ

Материал посвящен исследованию работы генератора ударной мощности. Произведен обзор режима генератора, рассмотрен принцип работы. Разработана структурная схема подключения к высоковольтному оборудованию. Дано математическое описание работы холостого хода и нагрузки.

Ключевые слова: генератор, трансформатор, напряжение, обратная мощность, возбуждение.

I.S. Menshenin, S.Y. Trudnev

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

GENERATOR IMPACT OF POWER

The study of the shock power generator operation is described in the article. The generator mode is reviewed and the operating principle is considered. A block diagram of connection to a high-voltage equipment has been developed. A mathematical description of the idle and load operation is given.

Key words: generator, transformer, voltage, reverse power, excitation.

Конструирование высоковольтных аппаратов с новыми, повышенными параметрами основывается в значительной мере на результатах испытаний выполненных образцов.

Одним из источников мощности для испытания высоковольтных аппаратов является специальный синхронный генератор, так называемый *генератор ударной мощности*, или кратко – *ударный генератор*. Последний работает в схеме, представленной на рисунке. Испытуемый объект включается либо через трансформатор, как это показано на рисунке, либо на него непосредственно подается напряжение ударного генератора. Иногда в цепь статора машины включается активное сопротивление для регулирования коэффициента мощности. При наличии двух или более ударных генераторов, работающих в испытательной лаборатории, практикуется их параллельная работа. Синхронизацию машин обычно производят на холостом ходу.

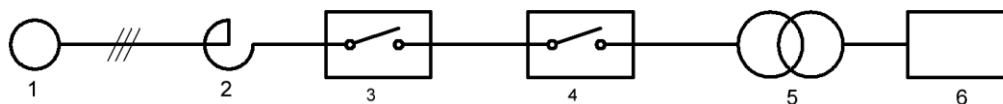


Схема включения ударного генератора:

*1 – ударный генератор, 2 – токоограничивающий реактор, 3 – защитный выключатель,
4 – короткозамыкатель, 5 – трансформатор, 6 – испытуемый аппарат*

Следует отметить, что в настоящее время применяются и синтетические схемы для испытания аппаратов: ударный генератор в таких схемах является источником тока, а в качестве источника напряжения используется колебательный контур.

Наиболее тяжелые режимы работы высоковольтных аппаратов – отключение цепи при внезапном коротком замыкании и повторное ее включение – характеризуются весьма большими

токами и малой продолжительностью. Поэтому при испытании высоковольтного аппарата на включающую и отключающую способность и электродинамическую устойчивость ударный генератор должен создать огромные токи в течение лишь нескольких периодов промышленной частоты (обычно не более 3–8 периодов). Для этого в схеме, приведенной на рисунке, генератор в режиме холостого хода возбуждают до номинального напряжения, а затем в цепи его статора устраивают внезапное короткое замыкание, которое отключается через указанный выше весьма малый промежуток времени [1–3].

Другой возможный режим, когда цепь статора невозбужденного генератора предварительно замыкается через испытательный аппарат, а затем форсируется возбуждение генератора, применяется редко из-за ряда присущих ему недостатков.

При внезапном коротком замыкании ударного генератора в цепи статора появляются периодическая и аperiodическая составляющие тока. При испытании аппаратов наибольшую роль играет первая из них. Вместе с тем наличие аperiodической составляющей в токе значительно увеличивает и без того огромные механические усилия, испытываемые обмоткой статора генератора. Поэтому наиболее тяжелые режимы рекомендуется проводить без аperiodической составляющей тока. Ударный генератор выполняется трехфазным, поэтому он позволяет проводить испытания как в условиях пофазного питания, так и трехфазного короткого замыкания, происходящего на холостом ходу генератора. При отсутствии затухания:

$$I_k = \frac{U_0}{x_d'' + x_{вн}}, \quad (1)$$

где U_0 – напряжение генератора в исходном режиме холостого хода; x_d'' , $x_{вн}$ – индуктивные сопротивления соответственно генератора и всей цепи между зажимами генератора и испытуемого объекта.

При трехфазном коротком замыкании непосредственно на зажимах ударного генератора вместо (1):

$$I_k = \frac{U_0}{x_d''}. \quad (2)$$

Мощность ударного генератора S условно определяется током I_k (1), напряжением перед коротким замыканием U_0 (мощность включения):

$$S = mU_0I_k. \quad (3)$$

Принято также указывать мощность S_n обычного генератора с такой же охлаждающей средой и такими же основными размерами (диаметр расточки статора и его длина) и скоростью вращения, какими обладает ударный генератор. Это так называемая *типовая мощность* ударного генератора, по которой вычисляют относительные значения его параметров.

Из (1)–(3) видно, что мощность данного ударного генератора тем больше, чем меньше величина сопротивления $x_{вн}$. По этой причине стремятся обойтись без трансформатора в схеме, изображенной на рисунке. Для этого ударный генератор проектируется с возможно большим числом значений напряжений статора, получаемых комбинированием включения параллельных ветвей и сопряжения фазных обмоток, так как понижение напряжения за счет потока возбуждения связано с уменьшением мощности генератора. Поэтому понятно стремление выполнить ударный генератор на наиболее высокое напряжение, достигающее в отдельных машинах 20–22 кВ. Вместе с тем запас прочности изоляции у рассматриваемых генераторов должен быть выше, чем у нормальных машин, из-за больших механических усилий, испытываемых обмоткой статора. Обычно рабочее напряжение ударного генератора составляет 6–16 кВ.

Учитывая кратковременность работы ударного генератора, допускают повышенные значения его электромагнитных нагрузок: плотность рабочего тока в статоре доходит до 80–100 а/мм², а поток возбуждения на 20% и более повышен по сравнению с нормальной машиной. Вследствие этого ударный генератор может находиться в возбужденном состоянии 1–2 мин, а после короткого замыкания возбуждение его уменьшается.

Ударные генераторы выполняются в виде трёхфазных, двух-, реже четырехполосных турбогенераторов. (Известен ударный генератор явнополюсного типа мощностью 4300 МВ·А с вось-

миполусным исполнением). У нормальных турбогенераторов $x_d'' \approx 0,1$. При такой величине сопротивления x_d'' относительное значение мощности ударного генератора, равное, как это видно из (2) и (3), $S / S_n = S = U_0 I_k = U_0^2 / x_d''$, а при номинальном напряжении $1 / x_d''$ недостаточно велико. Поэтому с помощью специальных мер доводят сопротивление x_d'' до значений 0,025–0,03 (насыщенное значение), а мощность S – до 33–40. Уменьшение сопротивления x_d'' достигается за счет: а) повышения основного потока в машине; б) уменьшения высоты паза статора (в 1,7–2,5 раза по сравнению с нормальными машинами); в) уменьшения полей рассеяния лобовых частей обмотки статора на 25–30%. Последнее осуществляется путем установки массивных деталей, изготовленных из меди и латуни, закрепляющих обмотку статора в лобовых частях и экранирующих потоки рассеяния.

На роторе ударного генератора, помимо обмотки возбуждения, укладывается достаточно мощная демпферная обмотка: она размещается в пазах обмотки возбуждения, а также в специальных пазах, находящихся в большом зубе ротора. Такая обмотка увеличивает постоянную времени затухания сверхпереходной составляющей тока в статоре и тем самым способствует увеличению мощности генератора при отключении короткого замыкания.

Обмотка статора весьма прочно крепится в лобовой части. Несмотря на это, деформация ее при внезапных коротких замыканиях приводит с течением времени к нарушению целостности изоляции в месте выхода обмотки из пазов статора. В настоящее время эта часть обмотки статора выполняется с повышенной изоляцией.

Возбуждение ударного генератора обычно осуществляется от отдельного агрегата, состоящего из асинхронного двигателя и одного или двух генераторов постоянного тока. На валу агрегата располагается маховик, ограничивающий снижение скорости вращения возбуждителя при форсировании возбуждения ударного генератора.

Применение ударного генератора позволяет производить диагностику оборудования, работающего на высоком напряжении. Проведенный обзор работы генератора в специфическом режиме дает возможность не только более глубоко изучить принцип работы генераторного агрегата, но и рассмотреть его работу под другим углом.

Литература

1. *Важнов А.И.* Основы теории переходных процессов синхронной машины / А.И. Важнов. – М.: Госэнергоиздат, 1960. – 362 с.
2. *Горев А.А.* Переходные процессы синхронной машины. – Л.: Наука, 1985. – 502 с.
3. Справочник по расчетам судовых автоматических систем. – Л.: Судостроение, 1989. – 408 с.
4. *Марченко А.А., Онищенко О.А., Труднев С.Ю.* Исследование модели асинхронного двигателя // Вестник АГТУ. Морская техника и технология. – 2014. – № 29. – С. 17–24.

УДК 004.09:639.2.081.117.21

А.А. Недоступ, А.О. Ражев, П.В. Насенков, В.В. Сысенко, Д.В. Аскарков

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

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ТРАЛОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ГИДРОКАНАЛЕ ОАО «МАРИНПО» –
ООО «ФИШЕРИНГ СЕРВИС»**

Приводится методика проведения экспериментальных исследований по определению геометрических и гидродинамических характеристик разноглубинных траловых конструкций в гидроканале ОАО «МариНПО» – ООО «Фишеринг Сервис». Экспериментальные исследования с разноглубинными тралами (моделями) в гидроканале ОАО «МариНПО» – ООО «Фишеринг Сервис» проводятся по методу: система модель трала – голые концы – кабели – лапки – раздвижные ножи (с помощью угломеров замеряются: вертикальное и горизонтальное раскрытие устья трала, и с помощью датчика измеряются усилия в кабелях и голых концах). Первая модель трала N-MWT-m1 спроектирована с учетом 1/4 масштаба линейных характеристик натурального трала N-MWT для лова ряпушки (*Coregonus albula*) с привязкой к озеру Виштынецкое. Вторая модель трала N-MWT-m2 спроектирована с учетом 1/8 масштаба линейных характеристик натурального трала N-MWT.

Ключевые слова: методика, эксперимент, траловая конструкция, гидроканал.

A.A. Nedostup, A.O. Razhev, P.V. Nasenkov, V.V. Sysenko, D.V. Askarov

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

**METHODOLOGY DEVELOPMENT FOR CONDUCTING EXPERIMENTAL STUDIES
TO DETERMINE HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS OF TRAWL STRUCTURES
IN HYDRAULIC CHANNEL OF JSC “MARINPO” –
LLC “FISHERING SERVICE”**

The methods of experimental research to determine the geometric and hydrodynamic characteristics of mid-water trawl in the hydraulic channel of JSC “MariNPO” – LLC “Fishing Service” is presented. Experimental studies with mid-water trawls (models) in the hydraulic channel of JSC “MariNPO” – LLC “Fishing Service” are carried out according to the method: the system “trawl model – bare ends – cables – legs – sliding knives” trawl, (with the help of protractors, the vertical and horizontal opening of the mouth of the trawl is measured, and with the help of a sensor, the forces in the cables and bare ends are measured). The first model of the trawl N-MWT-m1 was designed taking into account the 1/4 scale of the linear characteristics of the full-scale trawl N-MWT for fishing *Coregonus albula* with reference to Lake Vishtynetskoeye. The second model of the trawl N-MWT-m2 was designed taking into account the 1/8 scale of the linear characteristics of the full-scale trawl N-MWT.

Key words: methodology, experiment, trawl structure, hydraulic channel.

Существует несколько методик экспериментальных исследований для определения геометрических и гидродинамических характеристик траловых конструкций. Общая идея которых – провести эксперимент с подобной моделью трала и получить данные, которые можно будет использовать в дальнейших процессах моделирования и корректирования конструкций трала [1].

Экспериментальные исследования с траловыми конструкциями в гидроканале ОАО «МариНПО» – ООО «Фишеринг Сервис» (рис. 1) могут проводиться следующими методами [2]:

1) система «модель трала – голые концы – кабели – лапки – траловые доски – ваера» (с помощью угломеров замеряются: горизонт хода верхней подборы, горизонт хода досок, вертикальное и горизонтальное раскрытие устья трала, расстояние между траловыми досками, и с помощью датчика измеряются усилия в ваере, кабелях и голых концах) (рис. 3);

2) система модель трала – голые концы – кабели – лапки – раздвижные ножи (с помощью угломеров замеряются: вертикальное и горизонтальное раскрытие устья трала, и с помощью датчика измеряются усилия в кабелях и голых концах) (рис. 4).

Эти методики позволяют нам собирать данные с проведенных экспериментов, системы по своей природе похожи, но разносторонний подход к проведению экспериментов и дальнейшей обработке информации позволяет нам получать более точные данные (рис. 2).

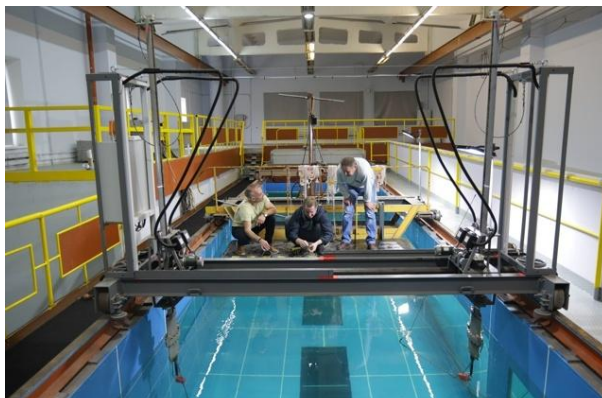


Рис. 1. Гидроканал ОАО «МариНПО» – ООО «Фишеринг Сервис»
(https://klg.aif.ru/society/v_kaliningrade_otkryli_centra_podgotovki_rybakov)



Рис. 2. Смотровое окно гидроканала ОАО «МариНПО» – ООО «Фишеринг Сервис»
(https://klg.aif.ru/society/v_kaliningrade_otkryli_centra_podgotovki_rybakov)

Надежнее и ценнее всего оказывается эксперимент, проведенный с натурным орудием рыболовства в натуральных условиях, но при этом необходимо всегда знать точность полученных данных в подобных экспериментах, не говоря о стоимости таких исследований. Построение физической модели, подобной натурному орудию рыболовства в уменьшенном масштабе, относительно недорогой, в которой интересующие явления будут протекать подобно явлениям в оригинале, и затем изучение этих явлений на полученной таким образом модели составляет метод физического моделирования, который позволяет относительно легко преодолевать указанные выше трудности.

В статье рассмотрена методика проведения экспериментальных исследований с моделями тралов N-MWT-m13,3/12,0 м и N-MWT-m2 1,65/6,0 мв гидроканале ОАО «МариНПО» – ООО «Фишеринг Сервис»: система модель трала – голые концы – кабели – лапки – раздвижные ножи (рис. 4). Первая модель трала N-MWT-m13,3/12,0 м спроектирована с учетом 1/4 масштаба линейных характеристик натурального трала N-MWT для лова ряпушки (*Coregonus albula*) с привязкой к озеру Виштынецкое [3]. Вторая модель трала N-MWT-m2 1,65/6,0 м спроектирована с учетом 1/8 масштаба линейных характеристик натурального трала N-MWT [3].

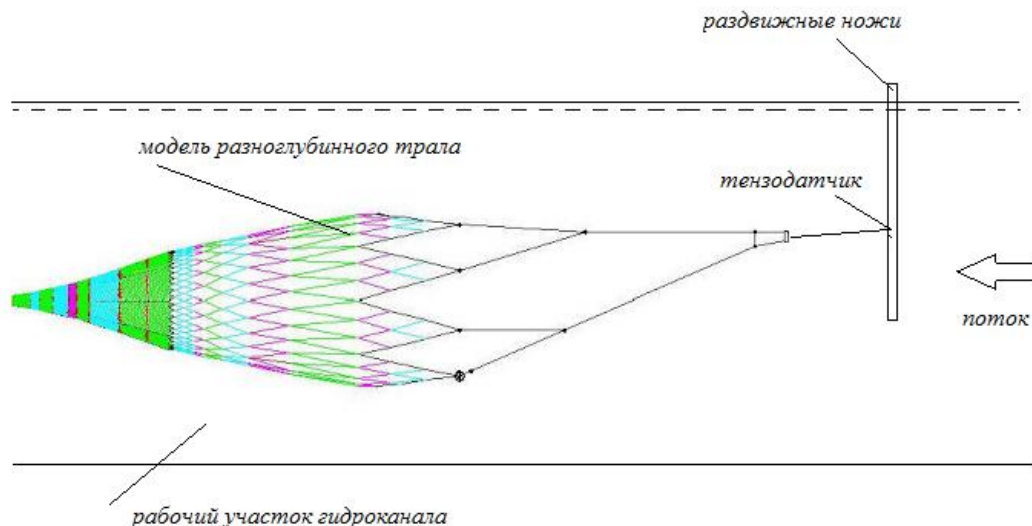


Рис. 3. Система модель трала – голые концы – кабели – лапки – траловые доски – ваера

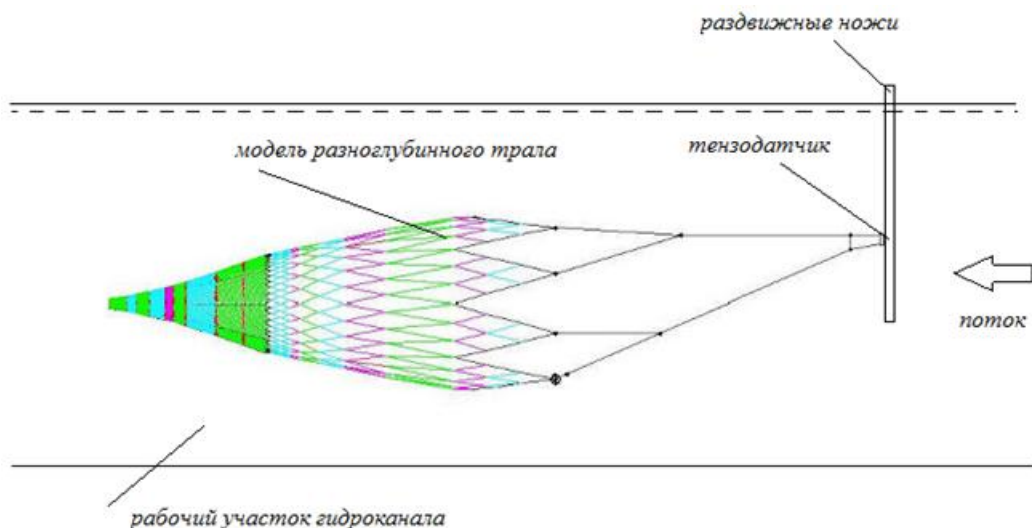


Рис. 4. Система модель трала – голые концы – кабели – лапки – раздвижные ножи

Для физического моделирования используем модели разноглубинного трала N-MWT-m13,3/12,0 м и N-MWT-m2 1,65/6,0 м. Рассмотрим поэтапно методику экспериментального исследования моделей разноглубинного трала N-MWT:

- определяем геометрические характеристики моделей разноглубинного трала;
- рассчитываем геометрические и силовые характеристики моделей разноглубинного трала;
- разрабатываем чертежи моделей разноглубинного трала;
- изготавливаем модели разноглубинного трала;
- оснащаем модели разноглубинного трала;
- проводим эксперименты;
- сравниваем расчетные и экспериментальные данные.

Определяем геометрические характеристики разноглубинного трала, исходя из равенства:

$$L_{тс} = L_t + l_{г/к} + l_k + l_l + l_b = L_p, \quad (1)$$

где $L_{тс}$ – длина траловой системы (первый метод); L_t – длина трала (второй метод); $l_{г/к}$ – длина голого конца; l_k – длина кабеля; l_l – длина лапки; l_b – длина ваера; L_p – длина рабочего участка гидроканала ОАО «МариНПО» – ООО «Фишеринг Сервис». Хордой траловой доски пренебрегают в расчете (1).

На основании метода расчета силовых и геометрических характеристик разноглубинного трала [4–6], а также теории подобия [7] были определены конструктивные, геометрические и силовые характеристики моделей трала N-MWT-m13,3/12,0 м и N-MWT-m2 1,65/6,0 м, которые занесены в табл. 1.

Таблица 1

Расчетные конструктивные, геометрические и силовые характеристики моделей трала N-MWT-m1 3,3/12,0 м и N-MWT-m2 1,65/6,0 м

Модель трала	Скорость потока, v (м/с)	Сплошность, F_o	Площадь ниток и канатов, $F_{НК}$ (м ²)	Горизонтальное раскрытие устья трала по гужу, L (м)	Вертикальное раскрытие устья трала по гужу, H (м)	Коэффициент сопротивления канатно-сетной части трала, (c_x)	Сопротивление канатно-сетной части трала, R_a (Н)
N-MWT-m1 3,3/12,0 м	2,5	0,06	0,88	2,15	1,6	0,1	290,5
N-MWT-m2 1,65/6,0 м	2,97	0,06	0,225	1,1	0,8	0,1	107,0

Разрабатываем чертежи моделей разноглубинного трала N-MWT-m1 3,3/12,0 м (рис. 5) и N-MWT-m2 1,65/6,0 м. Оснастка моделей трала подбиралась с учетом масштаба сил, равно $C_R = 0,354$ при масштабе геометрических характеристик $C_l = (1/8) / (1/4) = 0,5$.

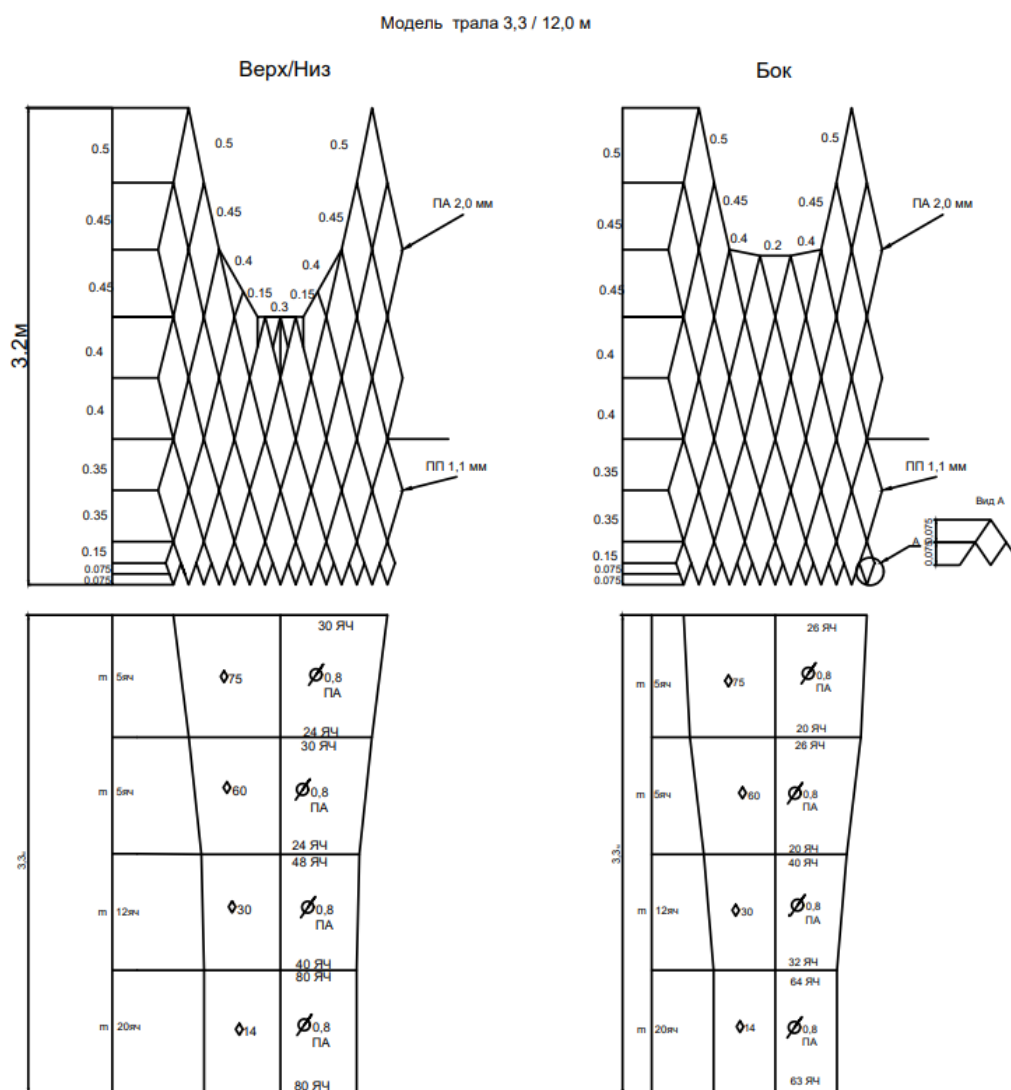


Рис. 5. Канатно-сетные части модели разноглубинного трала N-MWT-m1 3,3/12,0 м

В табл. 2 приводятся расчетные значения масштабов динамического подобия модели трала N-MWT-m2 1,65/6,0 м, исходя из данных табл. 1.

Таблица 2

Расчетные значения масштабов динамического подобия тралов модели трала N-MWT-m2 1,65/6,0 м

Масштаб скорости потока C_v	Масштаб сплошности C_{Fo}	Масштаб площади ниток и канатов C_l^2	Масштаб горизонтального раскрытия устья трала по гужу C_l	Масштаб вертикального раскрытия устья трала по гужу C_l	Масштаб коэффициентов сопротивления канатно-сетной части трала C_c	Масштаб силы сопротивления канатно-сетной части трала C_R
1,19	1,0	0,256	0,512	0,5	1,0	0,368

Расчетные отклонения δ значений масштабов рассчитывались по общепринятой методике [8]. Расчетные отклонения δ значений масштабов динамического подобия модели трала N-MWT-m2 1,65/6,0 м приведем в табл. 3.

Таблица 3

Расчетные отклонения δ значений масштабов динамического подобия модели трала N-MWT-m2 1,65/6,0 м

Отклонение масштаба скорости потока $\delta_{C_v}, \%$	Отклонение масштаба сплошности $\delta_{C_{Fo}}, \%$	Отклонение масштаба площади ниток и канатов $\delta_{C_l^2}, \%$	Отклонение масштаба горизонтального раскрытия устья трала по гужу $\delta_{C_l}, \%$	Отклонение масштаба вертикального раскрытия устья трала по гужу $\delta_{C_l}, \%$	Отклонение масштаба коэффициентов сопротивления канатно-сетной части трала $\delta_{C_c}, \%$	Отклонение масштаба силы сопротивления канатно-сетной части трала $\delta_{C_R}, \%$
0,0	0,0	2,4	2,4	0,0	0,0	4,0

Вывод. Максимальное значение расчетного отклонения масштаба силы сопротивления канатно-сетной части трала δ_{C_R} составляет 4,0%, а расчетное отклонение масштаба площади ниток и канатов трала $\delta_{C_l^2}$ и расчетное отклонение масштаба горизонтального раскрытия устья трала по гужу δ_{C_l} составляют 2,4%. Данные значения расчетных ошибок δ свидетельствуют о достаточной точности расчетных параметров, которая не менее 96%. При этом ее необходимо сравнить со значениями, которые будут получены на основе экспериментов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Калининградской области в рамках научного проекта № 19-48-390004.

Литература

1. Недоступ А.А. Физическое моделирование орудий и процессов рыболовства: Монография. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2012. – 375 с.
2. Недоступ А.А. Механика орудий рыболовства: методические указания к лабораторным работам в гидроканале ЗАО «МариНПО» для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 111000.62 – Рыболовство. – Калининград: КГТУ, 2008. – С. 53.
3. Разработка правил физического подобия траловых конструкций при их больших форма-изменениях в гидроканале ОАО «МариНПО» – ООО «Фишеринг Сервис» / А.А. Недоступ, А.О. Ражев, Е.Е. Львова, В.В. Макаров, В.В. Сысенко // Сборник материалов IV Нац. науч.-техн. конф. «Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации». – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2021. – С. 105–109.
4. Недоступ А.А. Методы расчета сетных активных орудий прибрежного и океанического рыболовства. Методы расчета донных и разноглубинных тралов: Монография. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2011. – 156 с.
5. Розенштейн М.М., Недоступ А.А. Механика орудий рыболовства. – М.: Моркнига, 2011. – 528 с.
6. Недоступ А.А. Экспериментальная гидромеханика орудий рыболовства. – М.: Моркнига, 2014. – 363 с.
7. Недоступ А.А. Критерии и масштабы динамического подобия физических процессов рыболовства // Известия КГТУ. – № 28. – 2013. – С. 227–235.
8. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Физ.-мат. лит-ра, 1962. – 564 с.

УДК 004.09:639.2.081.117.21

А.А. Недоступ, А.О. Ражев

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

МУЛЬТИФИЗИЧЕСКОЕ ПОДОБИЕ ТРАЛОВОГО КОМПЛЕКСА

Синтез соотношений физического и математического моделирования позволит проводить исследования с траловой системой в ее целостности, объединить данные, полученные с различных дисциплин (гидромеханики, электродинамики, термодинамики, акустики, оптики и др.), привести к возникновению новых постулатов и законов, обосновать возможность применения технологий искусственного интеллекта для задач предсказательного моделирования поведения траловой системы в процессе лова на самообучающейся нейронной сети. На основании теории подобия авторами получены масштабы механических, гидродинамических, грунтодинамических, трибологических, электродинамических, термодинамических, акустических, световых, оптических величин. Синтезированы физическое, математическое и компьютерное моделирование процессов, протекающих в траловой системе. В статье приводятся силовые масштабы мультифизического подобия физических величин – математической базы для выполнения динамического подобия сложной технической системы – разноглубинного трала и рыболовного судна (судно-трал).

Ключевые слова: подобие, траловый комплекс, искусственный интеллект, предсказательное моделирование.

A.A. Nedostup, A.O. Razhev

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

MULTIPHYSICAL TRAWL COMPLEX SIMILARITY

Synthesis of the relationships of physical and mathematical modeling will allow to study the trawl system in its entirety, to combine the data obtained from different disciplines (mechanics, electrodynamic, thermodynamic, acoustics, optics, etc.), to lead to new postulates and laws that will allow to justify the possibility of using artificial intelligence for predictive modeling task behavior trawl system in the process of fishing on a self-learning neural network. Based on the similarity theory, the scales of mechanical, hydrodynamic, ground-dynamic, tribological, electrodynamic, thermodynamic, acoustic, light, and optical quantities were obtained. The physical, mathematical and computer modeling of the processes occurring in the trawl system were synthesized. The force scales of the multiphysical similarity of physical quantities - the mathematical basis for performing the dynamic similarity of a complex technical system - a multi-depth trawl and a fishing vessel (a trawl vessel) are presented in the article.

Key words: similarity, trawl complex, artificial intelligence, predictive modeling.

В общетеоретическом смысле физическое моделирование означает воспроизводство на физической модели процессов, присущих природе, т. е. если в натуральных траловых системах имеет место быть гидродинамический процесс, то и на модели должен быть воссоздан гидродинамический процесс при условии равенства критериев подобия [1, 2]. Физическое моделирование получило широкое распространение при исследовании сложных инженерных сооружений, для которых описать мультифизические процессы невозможно по причине сложного их определения, а также влияния процессов друг на друга, к примеру, акустического и гидродинамического и т. д. Особо важная роль принадлежит физическому моделированию орудий рыболовства, в частности тралам [3–8].

В настоящее время с помощью дифференциальных уравнений описаны гидродинамические процессы, протекающие в ставных орудиях внутреннего и прибрежного рыболовства. Но что

касается активных орудий океанического рыболовства, то чисто аналитическое исследование является, как правило, только принципиальной возможностью, фактически не реализуемой из-за большой сложности возникающих задач и высоких требований к точности и детальности решения. Вычислительный эксперимент возможен только для определения общих закономерностей [9, 10]. Синтез соотношений физического и математического моделирования позволит проводить исследования с траловой системой в ее целостности, объединять данные, полученные с различных дисциплин (гидромеханики, электродинамики, термодинамики, акустики, оптики и др.), привести к возникновению новых постулатов и законов, синтезируя научные знания, необходимые для самообучающейся нейронной сети управления процессом тралового лова. Это и есть междисциплинарность изучаемого процесса, которая позволит обосновать возможность применения технологий искусственного интеллекта для задач предсказательного моделирования поведения траловой системы в процессе лова на самообучающейся нейронной сети.

Большинство существующих методов моделирования мультифизических процессов опирается на большие наборы данных, промаркированных вручную. Разработка методов, способных предсказывать перемещение без меток, имеет приложения в задачах распознавания действий и прогнозирования, а также при изучении предсказательной модели, которая затем может быть использована для планирования и принятия решений. Однако обучение предсказанию физических явлений ставит перед нами множество задач, так как реальные физические явления в реальном мире не всегда могут быть описаны математически. Взаимодействия, как правило, являются сложными и стохастическими, и обучение требует предварительной обработки входных, выходных и промежуточных данных в реальном времени.

На основании теории подобия физических величин [3, 6, 11, 12] получены масштабы сил: механических величин; гидродинамических величин; грунтодинамических величин; трибологических величин; электродинамических величин; термодинамических величин; акустических величин; световых величин; оптических величин, или

– механический процесс

$$C_R, \quad (1)$$

– гидродинамический процесс

$$C_R, \quad (2)$$

– грунтодинамический процесс

$$C_R, \quad (3)$$

– трибологический процесс

$$C_R, \quad (4)$$

– электродинамический процесс

$$C_R = C_I, \quad (5)$$

где C_I – масштаб силы тока;

– термодинамический процесс

$$C_R = C_K, \quad (6)$$

где C_K – масштаб разности конечной и начальной температур;

– акустический процесс

$$C_R = C_{Q\chi}, \quad (7)$$

где $C_{Q\chi}$ – масштаб спектральной плотности звуковой энергии;

– световой процесс

$$C_R = C_{Q_s}, \quad (8)$$

где C_{Q_s} – масштаб спектральной плотности световой- и радиоэнергии излучения;

– оптический процесс

$$C_R = C_{Q_e}, \quad (9)$$

где C_{Q_e} – масштаб спектральной плотности энергии излучения.

Таким образом, выраженные масштабы сил C_R для всех процессов в рамках ТС обеспечивают мультифизическое подобие тралового комплекса, а также междисциплинарность и когнитивность, так как

$$C_R = C_l^{3/2}, \quad (10)$$

где C_l – масштаб геометрических размеров траловой системы.

Выбор масштаба геометрических размеров C_l траловой системы обеспечивает подборку силового масштаб C_R . При этом масштаб C_l подбирается из расчета рабочего участка гидроканала или гидрлотка, а если моделируется траловая конструкция на полигоне, то тогда из расчета тяги на гаке судна рассчитывается силовой масштаб C_R и определяется из выражения (10) геометрический масштаб

$$C_l = C_R^{2/3}. \quad (11)$$

На рис. 1 изображена траловая система. Опишем физические величины процессов: механических величин (натяжение в ваерах, кабелей, голых концах, подборах, канатных связях, веревках, нитках и др. элементах; крутящий момент на валу промысловых механизмах); гидродинамических величин (сопротивление траловой системы и ее элементов); грунтодинамических величин (грунтодинамическое сопротивление грунтотрапа и др.); трибологических величин (трение о слип рыболовного судна тралового мешка, фрикционное взаимодействие элементов траловой системы с поверхности промыслового механизма и др.); электродинамических величин (параметры промысловых механизмов, сила тока, напряжение и др.); термодинамических величин; акустических величин (звуковая волна от датчиков и ее характеристики; характеристики гидролокатора и эхолота); световых величин (световые характеристики под водой); оптических величин (видимость траловой системы под водой).

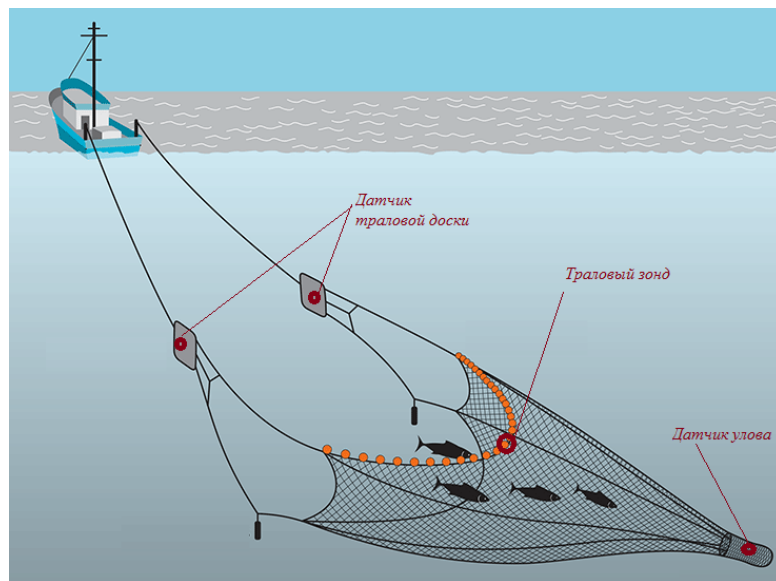


Рис. 1. Разноглубинная траловая система

Мультифизическое подобие возможно при обеспечении подобия: механических величин; гидродинамических величин; грунтодинамических величин; трибологических величин; электродинамических величин; термодинамических величин; акустических величин; световых величин; оптических величин. Только в этом случае можно прийти к определению ряда зависимостей физических величин, установить систему отношений, выражающих основные количественные закономерности параметров траловых систем (донной и разноглубинных).

Для решения поставленной задачи синтезированы физическое, математическое и компьютерное моделирование процессов, протекающих в траловой системе. Для разработки правил мультифизического подобия траловых систем с применением предсказательного моделирования на нейронной сети разработана компьютерная программа «Масштабы мультифизического подобия процессов рыболовства» (рис. 2).

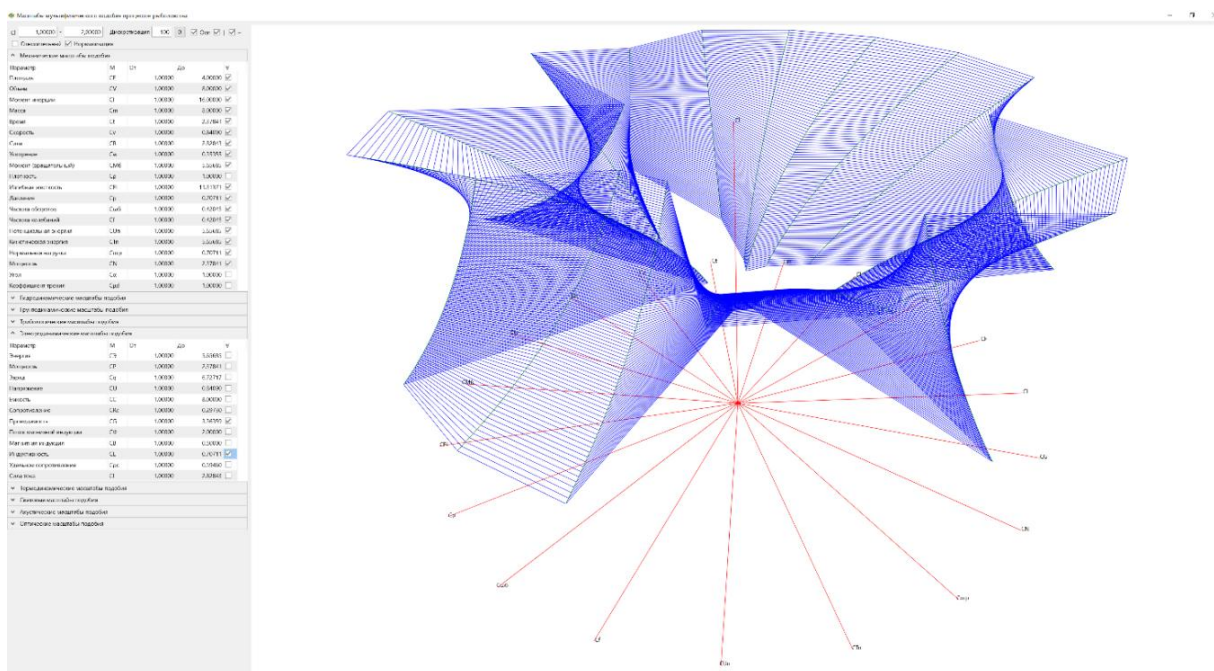


Рис. 2. Компьютерная программа «Масштабы мультифизического подобия процессов рыболовства»

Компьютерная программа «Масштабы мультифизического подобия процессов рыболовства» предназначена для анализа зависимостей между масштабами подобия в мультифизической области (механическими, гидродинамическими, грунтодинамическими, трибологическими, электродинамическими, термодинамическими, световыми, акустическими, оптическими) применительно к процессам рыболовства, в том числе визуального в трехмерном представлении. Зависимости мультифизических величин отображаются в цилиндрической системе координат, вертикальная ось (ось высоты) которой соответствует масштабу C_1 , расстояние на ортогональной проекции от центра координат до точки на поверхности графика соответствует масштабу подобия мультифизической величины, а углу на ортогональной проекции ставится в соответствии номер мультифизической величины.

Смоделировать работу тралового комплекса, а именно трала в сложной ситуации (штормовые условия, боковые течения, аварийная ситуация), или установить график работы систем управления, предвидеть поведение гидробионтов в зоне действия трала – для решения этих и многих других задач можно использовать предсказательное моделирование. В данной статье приводятся силовые масштабы мультифизического подобия физических величин – математической базы для выполнения динамического подобия сложной технической системы – разноглубинного трала и рыболовного судна (судно-трал).

Литература

1. Новик И.Б. Моделирование сложных систем. – М.: Мысль, 1965. – 315 с.
2. Хорафас Д.Н. Системы и моделирование. – М.: Мир, 1967. – 414 с.
3. Недоступ А.А. Физическое моделирование гидродинамических процессов движения орудий рыболовства // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – № 3(19). – Томск, 2012. – С. 55–67.
4. Недоступ А.А. Физическое моделирование орудий и процессов рыболовства: Монография. Калининград: Издательство ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2012. – 375 с.
5. Недоступ А.А., Ражев А.О. К теории электродинамического подобия промысловых механизмов // Известия КГТУ. – 2020. – № 56. – С. 61–70.
6. Недоступ А.А., Ражев А.О. К теории термодинамического подобия установок замкнутого водоснабжения для выращивания гидробионтов // Известия КГТУ. – 2020. – № 57. – С. 40–53.
7. Обоснование правил подобия разрывной нагрузки рыболовных крученых изделий / А.А. Недоступ, П.В. Насенков, А.О. Ражев, К.В. Коновалова, С.В. Федоров // Вестник Астрахан-

ского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – Астрахань: АГТУ, 2020. – № 1. – С. 38–45.

8. Обоснование правил подобия изгибной жесткости рыболовных крученых изделий / *А.А. Недоступ, К.В. Коновалова, П.В. Насенков, А.О. Ражев, С.В. Федоров* // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – Астрахань: АГТУ, 2020. – № 1. – С. 77–85.

9. *Недоступ А.А., Ражев А.О.* Моделирование орудий и процессов рыболовства. Часть I: Учебное пособие. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019. – 433 с.

10. *Недоступ А.А., Ражев А.О.* Моделирование орудий и процессов рыболовства. Часть II: Учебное пособие. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019. – 444 с.

11. *Недоступ А.А., Ражев А.О.* К теории термодинамического подобия установок замкнутого водоснабжения для выращивания гидробионтов // Известия КАТУ. – № 57. – 2020. – С. 40–53.

12. *Недоступ А.А., Ражев А.О., Хрусталева Е.И.* Обоснование масштабов подобия световых величин установок замкнутого водоснабжения для выращивания гидробионтов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – Астрахань: АГТУ, 2020. – № 3. – С. 61–69.

УДК 004.09:639.2.081.117.21

А.А. Недоступ, А.О. Ражев

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

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ЗАДАЧ ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАЛОВОГО ЛОВА

При помощи тралов добывается около 40% мирового улова. Сегодня траловый лов сталкивается с рядом проблем: высокий расход топлива, низкая экологичность, повреждение морского дна, траловой системы, прилов, сдавливание рыбы, трудности с контролем курса и глубины нахождения трала. Улучшенная управляемость траловым комплексом могла бы сделать возможным прицельный лов косяков рыб, а также улучшенное маневрирование вблизи препятствий и контроль формы трала для оптимизации эффективности лова. Применение возможностей технологий искусственного интеллекта для решения задач управления тралового комплекса является перспективным и важным научным исследованием. В статье рассмотрены существующие решения. Авторами предлагается использовать нейронную сеть, входными данными которой будут предполагаемые район промысла, время года и дня, характеристики траловой системы, условия шторма, климатические и др. условия, а выходными – оптимальные место лова, маршруты подхода, транспортировки, оценка объема улова, затрат и степени достоверности прогноза. Результаты исследования позволят увеличить эффективность и производительность тралового лова, уменьшить себестоимость морепродуктов, могут быть использованы при разработке «цифровых двойников» траловых систем в тренажерных комплексах.

Ключевые слова: трал, искусственный интеллект, предсказательное моделирование.

A.A. Nedostup, A.O. Razhev

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

PROBLEM STATEMENT POSSIBILITIES OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES FOR PREDICTIVE MODELING OF TRAWL FISHING

With the help of trawls, about 40% of the world's catch is extracted. Today, trawl fishing faces a number of problems: high fuel consumption, low environmental friendliness, damage to the seabed, the trawl system, by-catch, squeezing fish, difficulties in controlling the course and depth of the trawl. Improved handling of the trawl system could make it possible to target shoals of fish, as well as improved maneuvering near obstacles, and control of the shape of the trawl to optimize fishing efficiency. The application of the artificial intelligence technologies capabilities to solve the management problems of the trawl complex is a promising and important scientific research. The existing solutions are discussed in the article. It is proposed to use a neural network, the input data of which will be the expected fishing area, time of year and day, characteristics of the trawl system, storm conditions, climatic conditions, etc. conditions, and the output data will be the optimal fishing location, approach routes, transportation, assessment of the catch volume, costs and the degree of forecast reliability. The results of the study will increase the efficiency and productivity of trawl fishing, reduce the cost of seafood and can be used in the development of “digital twins” of trawl systems in training complexes.

Key words: trawl, artificial intelligence, predictive modeling.

Сегодня траловый лов сталкивается с рядом проблем. К ним относятся высокий расход топлива, повреждение морского дна и траловой системы, а также трудности с контролем курса и глубины нахождения трала. Кроме того, прилов – непреднамеренный отлов нецелевых видов – определяется Всемирным фондом дикой природы как серьезная угроза морской жизни и биоразнообразию.

Траловый лов сегодня имеет большое значение как для экономики, так и для продовольственной безопасности России. При помощи тралов добывается около 40% мирового улова. По данным ФАО общий объем добычи рыбы достиг 94,8 млн т, что является самым высоким показателем за всю историю. Экологическую эффективность траления можно определить как отношение величины улова к величине воздействия на окружающую среду. Воздействие рыболовного судна на окружающую среду в основном связано с расходом топлива и отходами от эксплуатации, в то время как траловые снасти могут привести к удалению и повреждению такого бентоса, как кораллы и губки. Улучшенная управляемость траловым комплексом могла бы сделать возможным прицельный лов косяков рыб, а также улучшенное маневрирование вблизи препятствий, и контроль формы трала для оптимизации эффективности лова.

Сегодня сходят со стапелей современные траулеры. В Санкт-Петербурге состоится торжественный выход судна «Баренцево море» на промысловые испытания [1]. С ходового мостика траулера-процессора «Баренцево море» осуществляется управление траловым комплексом. Судно может работать одним или двумя тралами одновременно. На данном судне реализована автоматизированная система управления промысловым оборудованием.

Применение возможностей технологий искусственного интеллекта (далее ИИ) для задач предсказательного моделирования (далее ПМ) тралового лова на самообучающейся нейронной сети является перспективным и важным научным исследованием. Так, к примеру, норвежская компания «STØ Technology» прорабатывает на уровне стартапа технологию роботизированного тралового промысла гидробионтов Trawl 2.0 (рис. 1) с применением робототехники [2].

Траловый комплекс будет использовать автономные дроны для повышения эффективности тралового промысла. При этом констатируется, что данное решение будет реализовано в промышленных масштабах, оно способствует снижению расхода топлива при одновременном повышении качества улова. Проблемой тралового лова является высокий расход топлива, повреждение морского дна, прилов и повреждение рыбы. Продолжительное траление вызывает сдавливание рыбы. Между тем более короткие интервалы траления делают промысел менее эффективным и более трудоемким. Trawl 2.0 – новое запатентованное решение, которое в настоящее время находится в стадии разработки, для использования автономных подводных аппаратов (АНПА) для траления.

Другой норвежской компанией «ECO Trawl» предложено использовать вместо траловых досок при облове разноглубинным тралом электрических подруливающих устройств [3]. Чтобы сделать траление более устойчивым, компания «ECO Trawl» разработала новую концепцию траления. Компания планирует разместить мощные электрические подруливающие устройства там, где у традиционных тралов есть траловые доски. Электрические подруливающие устройства, или гребные винты, смогут контролировать курс трала и глубину хода трала и таким образом более точно ориентироваться и наводиться. Боковые и глубинные рули будут управлять гребными винтами вместе с системой управления, собирающей сенсорные данные. Электроэнергия будет обеспечиваться бортовым генератором траулера. Компания «ECO Trawl» в настоящее время проводит технико-экономическое обоснование, чтобы определить, как добиться оптимальной маневренности от подруливающих устройств (рис. 2).

Нужно отметить, что похожие изобретения и рационализаторские предложения были в СССР, а также существуют в России, что подтверждается данными Роспатента. При этом не все изобретения и предложения доводятся до масштабов использования их на промысле. Сегодня в странах применяется технология стартапов. Возможности стартапов более широкие, подкреплены госпрограммами. Например, стартап «Разработка системы автоматизированного проектирования орудий промышленного рыболовства» выполняется при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе «Старт – Цифровые Технологии» А.О. Ражевым, А.А. Недоступом и Е.Е. Львовой. В первом полугодии 2021 г. завершается первый этап проекта [4].

Важно сегодня переосмыслить методы и пути повышения эффективности тралового лова и обосновать, подготовить материальную базу, рассчитать экономический эффект и просчитать риски, уменьшить повреждение морского дна и снизить прилов. Это поможет увеличить объем улова и снизить расход топлива. Все это дает возможность решить задачу внедрения ИИ в технологию тралового лова.

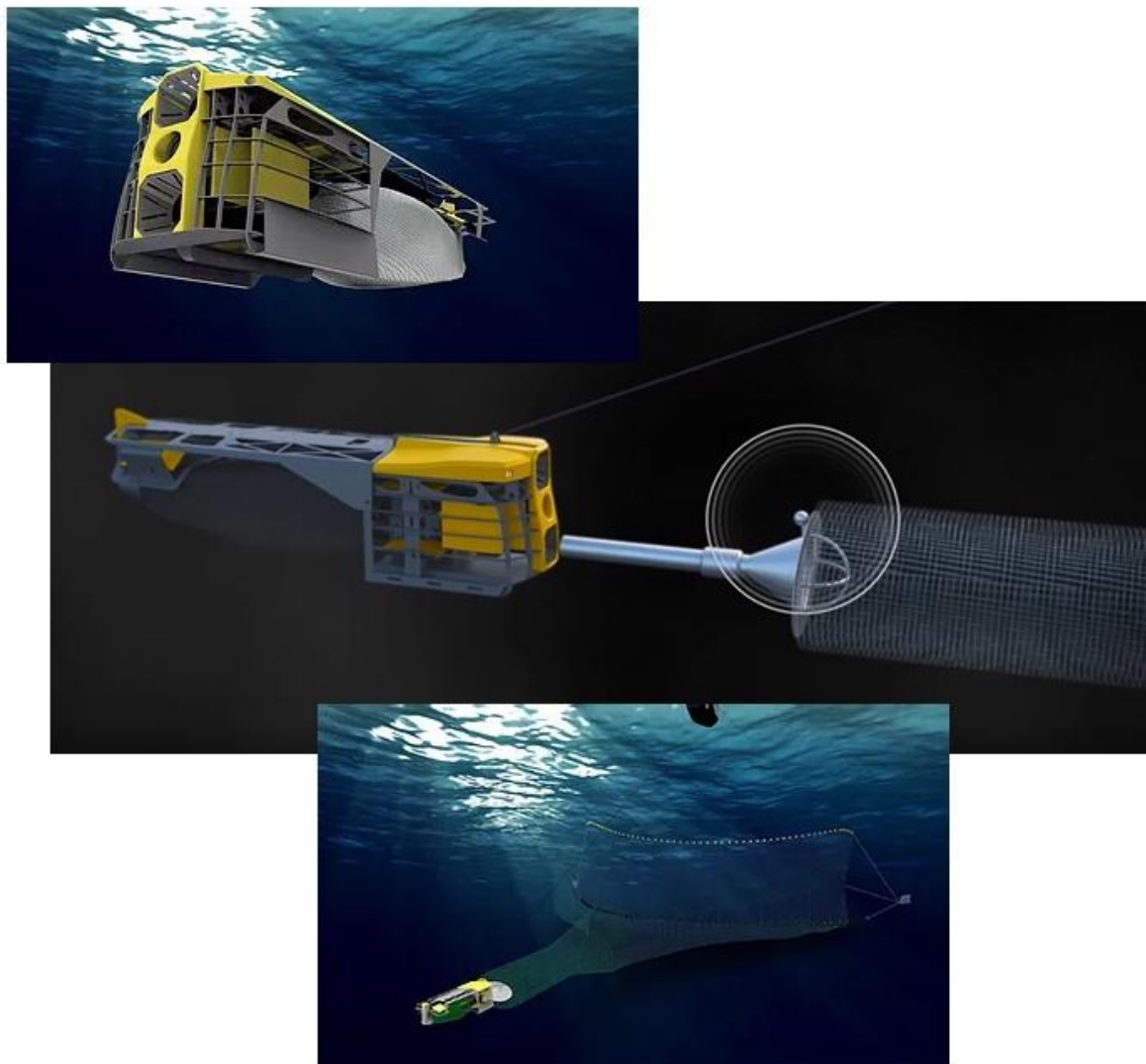


Рис. 1. Разноглубинный траловый комплекс TRAWL 2.0 с технологией роботизированного промысла гидробионтов

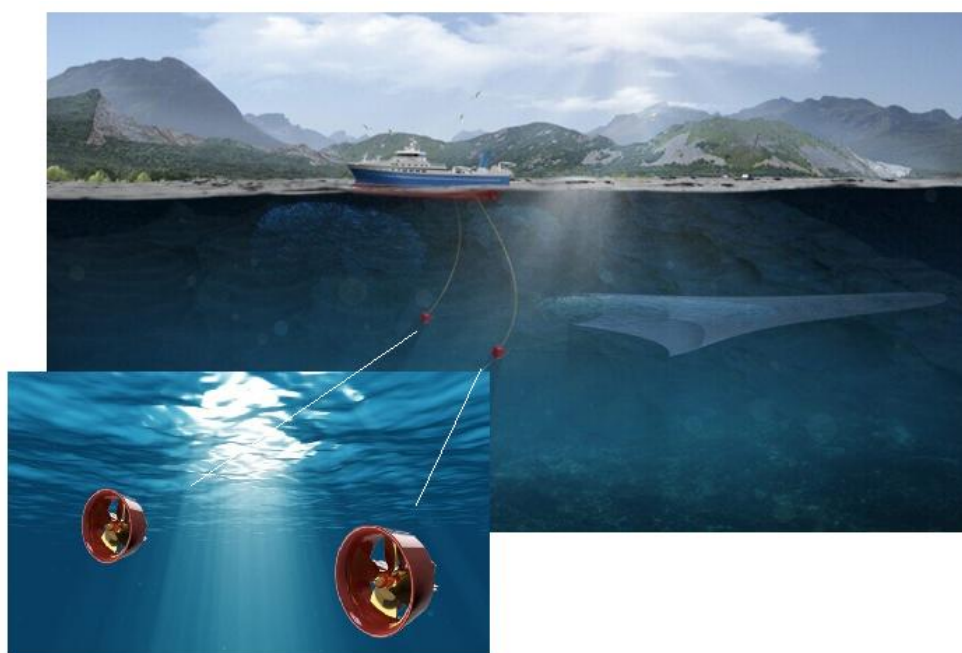


Рис. 2. Разноглубинный траловый комплекс с электрическими подруливающими устройствами

Так, нами предлагается, чтобы в режиме прогнозирования входными данными для локальной нейронной сети (функционирующей на судне) служили предполагаемые район промысла, время года и дня, характеристики траловой системы, условия шторма, климатические и др. условия. На выходе нейронная сеть будет предлагать оптимальные места лова, маршруты подхода, транспортировки, оценивать возможный объем улова, затраты и степень достоверности прогноза.

В процессе промысла все данные о процессе лова будут накапливаться в локальной базе данных (на судне). В дальнейшем эти данные будут переноситься в централизованную базу данных (общую для множества добытчиков гидробионтов) и использоваться в процессе обучения централизованной нейронной сети. Доступ к централизованным ресурсам будет осуществляться посредством сети Интернет.

В процессе обучения централизованная нейронная сеть будет использовать информацию о месте промысла, времени года и дня, характеристиках траловой системы, условиях шторма, климатических и др. условиях, а также данные об объеме улова, производительности лова, данные с судна о расходе топлива, пройденному пути времени подхода к месту лова, траления и транспортировки добытой продукции.

Научная новизна работы заключается в применении технологий искусственного интеллекта для автоматизации сбора статистики уловов, процесса тралового лова, поддержки централизованной базы данных тралового промысла.

Актуальность исследования определяется:

- Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации (1 февраля 2010 г.);
- Постановлением Правительства РФ от 26 декабря 2017 г. № 1642 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации “Развитие образования”»;
- Национальным проектом «Образование» с 2019 по 2024 гг.;
- Национальным проектом «Производительность труда и поддержка занятости» с 2019 по 2024 гг.;
- Постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 314 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса»;
- Стратегией развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 г.;
- Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 г., а также необходимостью развития инновационной деятельности ФГБОУ ВО «КГТУ»; создания наукоемких технологий и производств на их основе; интеграции научной, научно-технической и образовательной деятельности на основе различных форм участия преподавателей, студентов, бакалавров, магистров, аспирантов, докторантов КГТУ в научных исследованиях и экспериментальных разработках, а также необходимостью импортозамещения.

Результаты исследования позволяют увеличить эффективность и производительность тралового лова, уменьшить себестоимость морепродуктов. Полученные результаты в виде вычислительных алгоритмов и структур данных могут быть использованы при разработке «цифровых двойников» траловых систем виртуальной и дополненной реальности, в тренажерных комплексах для обучения студентов, курсантов и добытчиков гидробионтов.

Литература

1. Колокольчиков А. 4 февраля 2021 года, Санкт-Петербург. «Баренцево море» – первый в новейшей российской истории крупнотоннажный траулер-процессор, построенный на российской верфи по программе инвестиционных квот, – выходит на промысловые испытания [Электронный ресурс] / Объединенная пресс-служба Росрыболовства, 2021. – URL: <http://fish.gov.ru/obiedinennaya-press-sluzhba/novosti/32936-anons-4-fevralya-2021-goda-sankt-peterburg-barentsevo-more-pervyj-v-novejshej-rossijskoj-istorii-krupnotonnazhnyj-trauler-protssessor-postroennyj-na-rossijskoj-verfi-po-programme-investitsionnykh-kvot-vykhodit-na-promyslovye-isyptaniya-2> (дата обращения: 02.02.2021).

2. Ражнев А.О., Недоступ А.А., Львова Е.Е. Разработка и испытания опытного образца комплекса программно-технических средств системы автоматизированного проектирования орудий промышленного рыболовства на примере трала: Сведения о начинаемой НИОКТР. – 2019. – Рег. № АААА-А19-119121590003-8.

3. Making trawling more efficient and environment-friendly [Электронный ресурс] // The Explorer: Official marketplace for green tech from Norway. – URL: <https://www.theexplorer.no/solutions/eco-trawl-making-trawling-more-efficient-and-environment-friendly> (дата обращения: 02.02.2021).

4. Rebooting the trawl industry using underwater drones [Электронный ресурс] // The Explorer: Official marketplace for green tech from Norway. – URL: <https://www.theexplorer.no/solutions/rebooting-the-trawl-industry-using-underwater-drones> (дата обращения: 02.02.2021).

УДК 639.3(571.6)

С.М. Русяев

*Магаданский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (МагаданНИРО),
Магадан, 685000
e-mail: lpb@magadanniro.ru*

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ ТОВАРНОГО РЫБОВОДСТВА ИНДУСТРИАЛЬНОГО ТИПА НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

Анализ вылова тихоокеанских лососей и гольцов в регионах Северо-Востока России показал недостаточную обеспеченность этим ресурсом населения. В поиске резерва для повышения обеспеченности населения этих регионов качественной рыбопродукцией изучены аспекты развития предприятий товарного рыбоводства. На ряде общеэкономических показателей ключевых отраслей Магаданской области и Чукотского автономного округа (энергетика, горнорудная отрасль) показана целесообразность внедрения индустриального типа рыбоводства.

Ключевые слова: Чукотский автономный округ, Магаданская область, рыбоводство, эффективность, устойчивость, продовольственная безопасность, загрязнение окружающей среды, генерация.

S.M. Rusyaev

*Magadan branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
(MagadanNIRO),
Magadan, 685000
e-mail: lpb@magadanniro.ru*

REGIONAL PREMISES FOR DEVELOPING COMMERCIAL FISH FARMING OF INDUSTRIAL TYPE IN THE NORTH-EAST OF RUSSIA

The analysis of the catch of Pacific salmon and char in the regions of the Russian north-east showed insufficient provision of population. The aspects of the development of fish farming enterprises have been studied in order to increase the provision of these regions population with high-quality fish products. Based on a number of general economic indicators of the key sectors of Magadan Region and Chukotka Autonomous Okrug (energy, mining) the expediency of introducing an industrial type of fish farming is shown.

Key words: Chukotka Autonomous Okrug, Magadan Region, fish farming, efficiency, sustainability, food security, environmental pollution, generation.

Развитие товарного рыбоводства (аквакультуры) России, получившее после принятия Федерального закона № 148 «Об аквакультуре» и приказа Минсельхоза России «Об утверждении отраслевой программы “Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015–2020 годы”», значительный импульс в большинстве федеральных округов России. Росрыболовство проводит активную работу по выделению участков под рыбоводство, разрабатывает и внедряет меры поддержки рыбоводного бизнеса.

Однако эти мероприятия в наименьшей степени находят отклик у бизнеса в регионах Северо-Востока РФ, где развитие экстенсивного рыбоводства испытывает наибольшие трудности, обусловленные объективными инфраструктурными и природно-климатическими условиями. Единственные представители рыбоводства в регионе – заводы «Главрыбвода» Магаданской области за 30 лет работы так и не показали высокой эффективности [1].

В то же время необходимость развития этого сектора рыбного хозяйства на Северо-Востоке РФ находит новые аргументы. Ряд факторов снижают численность естественных популяций лососей или увеличивают амплитуду межгодовых колебаний их уловов в Магаданской области [2]. В ЧАО существующая проблема продовольственной безопасности [3] может усугубляться в связи с планами развития крупных индустриальных проектов [4].

Наличие обстоятельств, связанных с необходимостью улучшения обеспеченности населения этих регионов качественной рыбой, требуют поиска современных решений, в том числе и в части повышения устойчивости регионального рынка продовольствия. В связи с этим была поставлена цель работы: провести обзор и выявить особенности регионов Северо-Востока РФ, способствующие развитию индустриального товарного рыбоводства.

Сведения по объему вылова тихоокеанских лососей и гольцов в регионах Дальнего Востока получены из источников [5–8], имеющих различный временной ряд, что некритично влияет на демонстрацию величины среднемноголетнего вылова. Для расчета объема рыбопродукции из лососей в качестве эталона использована доля ее выхода от массы рыбы для филе горбуши [9].

Данные по численности населения субъектов Федерации на 1 января 2020 г. [10], объемам добычи драгоценных металлов [11, 12], загрузке энергетических мощностей электростанций [13], средней производственной загрузке мощностей (по типам электростанций) [14] получены из электронных источников, находящихся в открытом доступе.

Инфраструктурные условия – приоритетный фактор выбора типа рыбоводства. Значительная удаленность многих населенных пунктов ЧАО и Магаданской области, низкая обеспеченность дорожным покрытием прибрежных территорий являются серьезными ограничителями для экстенсивного типа хозяйствования в рискованной зоне рыбоводства (пастбищное морское или озерное выращивание рыбы). Очевидно, для рассматриваемого региона наиболее подходящей моделью рыбоводства может являться его индустриальный тип, опирающийся на устойчивый цикл подачи воды, электричества и тепла энергетической отрасли (ГЭС, ГРЭС, АЭС), обеспеченной подъездными дорогами, населением обслуживающих поселков. Объектом товарного выращивания, заменяющим тихоокеанских лососей в этом регионе, могут стать те же лососевые: радужная форель или арктический голец [15].

Красная рыба – элемент продовольственной безопасности. Как известно, жирная рыба для северян – необходимый и значимый продукт питания [16]. К таковой можно уверенно отнести кету и горбушу – традиционную пищу жителей Северо-Востока России. Рассмотренная обеспеченность населения этой рыбой северо-восточных регионов, увы, невысока. Так, ранее нами выявлена недостаточная обеспеченность рыбной продукцией населения Западной Чукотки [17]. Обзор статистических данных в этом исследовании (табл. 1), показывает, что на территории ЧАО и Магаданской области доля лососевых в питании населения ниже, чем южного региона – Сахалинской области. Низкая обеспеченность красной рыбой в Хабаровской области компенсируется более мягкими климатическими условиями для проживания населения, надежными логистическими связями с Сахалинской областью, имеющей избыточный объем вылова лососевых, более развитым сельским хозяйством, чем у северных соседей.

Таблица 1

Вылов, выход продукции из тихоокеанских лососей и гольцов на 1 человека по регионам ДФО [5–10]

Регион	Среднемноголетний вылов рыбы, тыс. т	Численность населения, тыс. чел.	Объем вылова рыбы на 1 чел., кг	Объем продукции (филе), на 1 чел., кг
Камчатский край	~200,0*	311,6	641	147
Сахалинская область	55,2	485,6	114	26
Чукотский автономный округ	2,3	49,5	46	11
Магаданская область	5,1*	139,0	37	8,5
Хабаровский край	43,0	1 301,1	33	7,6

* Расчеты автора.

Следует отметить, что тихоокеанские лососи и гольцы как рыбная продукция у населения северных регионов имеют предпочтительное положение. Вероятно, при снижении обеспеченности населения лососевыми компенсирующим продуктом является также морская и пресноводная рыба высокой жирности: для Чукотки – это сига озера и рек, для жителей Магаданской области, очевидно, сельдь. Однако эти продукты не могут в полной мере компенсировать снижение вылова лосося. Так, рыбы семейства сиговых в водоемах Чукотки как объект промысла характеризуются невысокой доступностью, что снижает их вылов [18], а социально-экономические

процессы в этом регионе не способствуют устойчивости в добыче рыбы ее коренным населением [19]. Что касается сельди, добываемой в Магаданской области, то данный ресурс в силу традиций подвергается солению, что ограничивает его потребление.

Таким образом, в исследуемых регионах не существует резерва для восполнения качественной пищи населения – жирной рыбы. Поэтому, учитывая привозной характер большинства продуктов питания в эти регионы и вероятность увеличения населения, создание рыбоводного хозяйства по выращиванию товарной рыбы может рассматриваться как частичное решение проблемы продовольственной безопасности.

Загрязнение окружающей среды. Для этих регионов Дальнего Востока имеется другой фактор, который может влиять на продовольственную безопасность в части качества пищи. В Магаданской области существенно ускорились темпы развития горнорудной промышленности (табл. 2), что увеличивает антропогенную нагрузку на водные ресурсы, а значит, увеличивается риск ухудшения состояния условий обитания рыбы внутренних водоемов.

Таблица 2

Объем добычи драгоценных металлов недропользователями на Северо-Востоке РФ, т [11, 12]

Регион добычи металла	Год					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Магаданская область (золото и серебро)	38,4	39,3	Нет данных	42,8	53,5	55,3
Чукотский автономный округ (золото)	32,1	28,8	25,3	Нет данных	24,5	24,4

Косвенным подтверждением наличия этого фактора является заключение из отчета Министерства экологии и природопользования Магаданской области за 2019 г.: «...загрязнение водных объектов центральных районов Магаданской области обусловлено, в основном, деятельностью предприятий, ведущих добычу рассыпного золота, жилищно-коммунального хозяйства, поверхностным стоком с территорий 22 нарушенных работами предприятий золотодобычи населённых пунктов в периоды таяния снега и интенсивных дождей, природными факторами формирования состава поверхностных вод и с гидрохимическим фоном, обусловленным составом пород, слагающих русло».

Несмотря на стагнацию добычи драгоценных металлов в Чукотском автономном округе, следует иметь в виду, что в Билибинском районе Чукотки (примыкает к Магаданской области) реализуется крупнейший проект на территории России и Евразии – разработка Баймской рудной зоны [20]. Экологические последствия от таких крупных проектов, несмотря на наличие государственной экологической экспертизы и всесторонний контроль, увы, имеют повышенную вероятность, что, например, подтвердил случай Норильской аварии 2020 г.

В связи с проблемой загрязнения создание индустриального рыбоводного хозяйства, например, с использованием технологии установок замкнутого водообеспечения (УЗВ), – это не только выращивание товарной рыбы в контролируемых условиях, обеспечивающих высокие стандарты санитарной безопасности для потребителей (в отличие от выловленной рыбы из загрязненных водоемов), но и дополнительная возможность выращивания молоди ценных пород рыб для компенсации ущерба горнодобывающих предприятий.

Производственная нагрузка локальной электрогенерации. Одним из важных условий, способствующих созданию и успеху индустриального предприятия по производству товарной рыбы, является его близость к тепловой и электрической генерации (АЭС, ГЭС, ГРЭС, ТЭЦ). Электростанции являются источником не только более дешевой электроэнергии для находящихся рядом объектов, но и устойчивым поставщиком теплой воды [21]. Тепловой ресурс электростанций стал важным фактором устойчивости ряда рыбоводных предприятий в России.

Несмотря на относительно небольшой объем потребления энергии рыбоводными индустриальными предприятиями, их развитие рядом с объектами энергетики – вполне ясный и устойчивый вариант повышения производственной загрузки энергетических мощностей. С этих позиций необходимо отметить, что на территории Магаданской области и ЧАО энергетическая генерация характеризуется избыточными мощностями, что отражает отраслевой показатель коэффициента использования установленной мощности – КИУМ (табл. 3).

Производственная нагрузка некоторых объектов генерации Северо-Востока России [13,14]

Регион	Электростанция	Статус	Текущий КИУМ, %	Средний КИУМ для станций аналогичного типа генерации в РФ, %
ЧАО	ПАТЭС «Академик Ломоносов»	В эксплуатации	5*	82
	Эгвекинотская ГРЭС	В эксплуатации	31	47
Магаданская область	Аркагалинская ГРЭС	В резерве	3,3	47
	Усть-Среднеканская ГЭС	В частичной эксплуатации	13,7*	43

* Расчеты автора.

Товарное рыбоводство – элемент целостной системы современного рыбного хозяйства.

Особенностью рыбного хозяйства Чукотки и Магаданской области является значительная сезонная цикличность хозяйственной деятельности, обусловленная суровыми зимними условиями. Еще одна особенность рыбохозяйственного комплекса этих регионов – ограниченный рынок сбыта: на Чукотке и в Магаданской области проживает наименьшее количество жителей Дальнего Востока (исключение – Еврейский автономный округ), что делает нецелесообразным развитие масштабной переработки и содержание флота. Эти обстоятельства серьезно ухудшают условия ведения рыбного бизнеса в этих регионах. Так, в период с 2010 г. по мере развития бизнеса большая часть магаданских компаний покинули регион, изменив регистрацию (порт приписки) своих судов. Кроме того, географическое положение этих регионов фактически устраняет их и от стратегических логистических маршрутов и крупных перевалочных транспортных узлов (г. Петропавловск-Камчатский, г. Владивосток).

Товарное индустриальное рыбоводство может укрепить местный рыбный бизнес, тем самым способствуя повышению невысокой [22] конкурентоспособности рыбохозяйственного комплекса этих регионов. В частности, встраивание товарного рыбоводства со стабильным объемом производства увеличит временной горизонт планирования переработки и сбыта циклического продукта рыболовства – тихоокеанских лососей.

Очевидно, что для рыбохозяйственных комплексов Чукотки и в Магаданской области может быть обоснована собственная траектория развития, опирающаяся на небольшой внутренний рынок, где ключевой характеристикой будет являться не рост абсолютных показателей (развитие флота, увеличение добычи), а эффективность, основанная на максимальной синергии внутренних элементов. В этом контексте товарное индустриальное рыбоводство в Магаданской области может стать необходимым звеном, прямо и косвенно повышающим эффективность рыбохозяйственного комплекса, исчерпавшем возможности экстенсивного развития [23].

Природно-климатические и инфраструктурные условия ограничивают развитие неиндустриальных типов рыбоводства (пастбищное, садковое озёрное) на Северо-Востоке РФ.

Отсутствие резерва увеличения вылова тихоокеанских лососей при недостаточно эффективной работе заводов по воспроизводству ресурсов и одновременно интенсивное загрязнение естественной среды обитания ценных пород рыб, происходящее из-за развития горнодобывающей промышленности на Северо-Востоке России, повышают актуальность развития товарного выращивания рыбы как одного из решений для повышения региональной продовольственной безопасности.

Недостаточная производственная нагрузка электростанций Северо-Востока России подразумевает межотраслевое взаимодействие: размещение рядом с энергетическими мощностями рыбоводных индустриальных предприятий, для которых требуется устойчивый цикл ресурса тепла и воды.

Индустриальное предприятие товарного рыбоводства для регионов, имеющих ограниченный и сезонный цикл рыболовства, может стать решением, дополняющим внутриотраслевые связи, повышая внутреннюю эффективность и конкурентоспособность региональных рыбохозяйственных комплексов Северо-Востока России.

Литература

1. Сафроненков Б.П. Состояние лососеводства в Магаданской области. Обзор 30-летней деятельности // Отчетная сессия ФГУП «МагаданНИРО» по результатам научных исследований 2013 года: Материалы докладов. – 2014. – С. 142–154.

2. *Марченко С.Л.* О причинах снижения запасов тихоокеанских лососей в Магаданской области // Бюллетень № 8 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – Владивосток, 2013. – С. 91–94.
3. *Шарыпова О.А., Вальцева Н.В.* Продовольственная обеспеченность в регионах Северо-Востока России в 2005–2018 гг.: особенности и тенденции // Региональная экономика: теория и практика. – 2020. – Т. 18, № 9 (480). – С. 1712–1737.
4. *Леонов С.Н., Заостровских Е.А.* Потенциал восточной Арктики как катализатор развития Дальнего Востока России // Арктика: экология и экономика. – 2019. – № 4 (36). – С. 4–15.
5. Биологическая характеристика, состояние запасов и промысел кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) в Магаданской области в начале XXI века / *В.В. Волобуев, М.Н. Горохов, А.М. Коршукова, И.С. Голованов* // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. – 2020. – № 3. – С. 66–74.
6. СахНИРО: РУЗы, реки и горбуша [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sakhniro.vniro.ru/page/20120801RUZ/>.
7. На Чукотке в 2018 году подходы кеты сохраняются на уровне среднемноголетнего / Федеральное агентство по рыболовству [Электронный ресурс]. – URL: <http://fish.gov.ru/obiedinennaya-press-sluzhba/novosti/20955-na-chukotke-v-2018-godu-podkhody-kety-sokhranyatsya-na-urovne-srednemноголетнего> (дата обращения: 22 марта 2021).
8. ХабаровскНИРО: Итоги лососёвой путины в Хабаровском крае в 2020 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://khabarovsk.vniro.ru/ru/novosti/item/99-itogi-lososevoj-putiny-v-khabarovskom-krae-v-2020-g> (дата обращения: 22 марта 2021).
9. Единые нормы отходов, потерь, выхода готовой продукции и расхода сырья при производстве пищевой продукции из морских гидробионтов: Инструкция (утв. Госкомрыболовством РФ 29.04.2002).
10. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2021 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения: 22 марта 2021).
11. Сравнительные показатели по добыче драгоценных металлов недропользователями Магаданской области Министерства природных ресурсов и экологии Магаданской области [Электронный ресурс]. – URL: <https://minprirod.49gov.ru/activities/reports> (дата обращения: 22 марта 2021).
12. Добыча золота в Чукотском АО // Золотодобыча. Добыча золота, технологии, оборудование [Электронный ресурс]. – URL: <https://zolotodb.ru/article/11257> (дата обращения: 22 марта 2021).
13. Каталог электростанций России [Электронный ресурс]. – URL: <https://energybase.ru/power-plant> (дата обращения: 22 марта 2021).
14. Основные характеристики российской электроэнергетики / Министерство энергетики. [Электронный ресурс]. – URL: <https://minenergo.gov.ru/node/532> (дата обращения: 22 марта 2021).
15. *Русяев С.М., Есин Е.В.* Арктический голец – перспективный объект товарного выращивания в Ямало-Ненецком автономном округе // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 1. – С. 44–48.
16. *Хаснулин В.И.* Здоровье, северный тип метаболизма и потребность рыбы в рационе питания на севере // Проблемы сохранения здоровья в условиях Севера и Сибири: Труды по медицинской антропологии / Российская академия наук, Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН, РАМН, Сибирское отделение, НИИ медицинских проблем Севера; ответственный редактор: В. И. Харитонова. – М., 2009. – С. 58–77.
17. *Русяев С.М., Заделёнов А.В., Щербакова Ю.А.* Инновационное рыболовное предприятие для Норильского промышленного района: синергия в рыбном хозяйстве региона и возможность для применения современных практик управления // Культура. Наука. Производство. – 2020. – № 5. – С. 68–73.
18. *Баранов С.Б., Дьячкова Ю.А.* Современное состояние промысла полупроходных и пресноводных рыб на Чукотке // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра). – 2014. – Т. 179. – С. 32–44.
19. *Гальцева Н.В., Коломиец О.П., Фавстрицкая О.С.* Социально-экономическое положение коренных малочисленных народов Чукотского автономного округа: состояние и перспективы // Уровень жизни населения регионов России. – 2017. – № 2 (204). – С. 90–94.
20. *Соколова А.А., Тарасова О.В.* Оценка устойчивости проектов Чукотского акваториального производственного комплекса к изменению внешних условий // Российские регионы

в фокусе перемен: Сб. докладов со спец. мероприятий XII Междунар. конф. 16–18 ноября 2017 г. / М-во обр. и науки РФ, Уральский фед. ун-т им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Высш. шк. экон. и менеджмента. – Екатеринбург, 2018. – С. 131–137.

21. *Зимницкая Т.В., Бобыльская В.А., Леценко С.И.* Перспективы использования отработанных вод тепловых электростанций для тепловодного рыбного хозяйства // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2014. – № 1–2. – С. 357–359.

22. *Акулич О.В.* Сравнительный анализ конкурентоспособности рыбохозяйственных комплексов регионов Дальнего Востока // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2011. – № 5. – С. 70–74.

23. *Акулич О.В.* Жизненный цикл рыбной отрасли Магаданской области // Проблемы современной экономики. – 2011. – № 1 (37). – С. 286–290.

СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ – УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ И ИХ АДРЕСА

Научно-исследовательские организации

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, д. 4
Тел.: 8 (423) 240-09-21; факс: 8(423) 230-07-51
E-mail: tinro@vniro.ru

Камчатский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, д. 18
Тел., факс: 8 (415-2) 41-27-01
E-mail: kamniro@vniro.ru

Государственный природный биосферный заповедник федерального значения имени С. В. Маракова

684500, Камчатский край, Алеутский район, с. Никольское, ул. 50 лет Октября, д. 31
Тел.: +7(41547) 22-225
E-mail: eumetopias@mail.ru

Полярный филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

183038, г. Мурманск, ул. Академика Книповича, д. 6
Тел.: 8 (8152) 47-31-81, 8(8152)40-26-01; факс: 8 (8152) 47-33-31
E-mail: pinro@vniro.ru

Отдел Северный Полярного филиала ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

163002, г. Архангельск, ул. Урицкого, д. 17
Тел.: +7 (8182) 63-38-33
E-mail: sevpinro@pinro.ru

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

107140, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17
Тел.: +7 (499) 264-93-87; факс: +7(499) 264-91-87
E-mail: vniro@vniro.ru

Магаданский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

685000, г. Магадан, ул. Портовая, д. 36/10
Телефон: 8 (4132) 60-71-86; факс: 8 (4132) 60-74-19
E-mail: magadanniro@magadanniro.ru

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН»

344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, д. 41
Тел.: (863) 250-98-29; факс (863) 266-56-77
E-mail: ssc-ras@ssc-ras.ru

Камчатский филиал ФГБУН «Тихоокеанский институт географии ДВО РАН»

683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Партизанская, д. 6
Тел.: (415-2) 42-34-57; факс: (415-2) 41-24-64
E-mail: korostelevs@mail.ru

ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук»
117997, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 36
Тел.: +7 (499) 124-59-96; факс: +7 (499) 124-59-83
E-mail: office@ocean.ru

Сахалинский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
107140, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, д.17
Тел.: +7 (4242) 45-67-79
E-mail: sakhniro@vniro.ru

ФГБНУ «Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»
684033, Камчатский край, с. Сосновка, ул. Центральная, д. 4
Тел.: +7 (41531) 3-62-45
E-mail: khasbiullina@kamniish.ru

ФГБУН «Мурманский морской биологический институт Российской академии наук»
183010, г. Мурманск, ул. Владимирская, д. 17
Тел.: +7 (8152) 25-39-63
E-mail: mmbi@mmbi.info

Институт продовольственных ресурсов Национальной академии аграрных наук Украины
02002, Украина, г. Киев, ул. Евгения Сверстюка, д. 4А
Тел.: +380 (44) 517-17-16

Образовательные организации

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»
690922, Приморский край, о. Русский, п. Аякс 10, кампус ДВФУ.
Тел.: 8 (423) 265-24-29; 8 (423) 243-34-72; факс: 8 (423) 243-23-15
E-mail: rectorat@dvfu.ru

ФГБОУ ВО «Северо-Восточный государственный университет»
685000, г. Магадан, ул. Портовая, д. 13
Тел.: 8 (4132) 63-93-43
E-mail: rector@svgu.ru

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, д. 52б
Тел.: (423) 244-03-73; факс: (423) 244-24-32
E-mail: festfu@mail.ru, dalrybvtyz@mail.ru

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»
199034, г. Санкт-Петербург, ул. Университетская наб., д. 7–9
Тел.: +7 (812) 328-20-00
E-mail: spbu@spbu.ru

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1
Тел.: +7 (495) 939-10-00
E-mail: info@rector.msu.ru

ФГБОУ ВО «Самарский государственный социально-педагогический университет»
443099, г. Самара, ул. М. Горького, д. 65/67
Тел.: +7 (846) 207-44-00
E-mail: rectorat@sgspu.ru

ФГБОУ ВО «Мурманский государственный технический университет»

183010, г. Мурманск, ул. Спортивная, д. 13

Тел.: +7 (8152) 40-32-01

E-mail: office@mstu.edu.ru

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

Тел.: +7 (499) 976-04-80

E-mail: info@rgau-msha.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

236022, г. Калининград, Советский проспект, д. 1.

Тел.: 8 (4012) 99-59-01; факс: 8 (4012) 99-53-46

E-mail: rector@klgtu.ru

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»

675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, д. 86

Тел.: +7 (4162) 99-99-98

E-mail: info@dalgau.ru

Другие организации

КГУП «Камчатский водоканал»

683009, г. Петропавловск-Камчатский, пр. Циолковского, д. 3/1

Тел.: (4152) 21-86-10; факс.: (4152)21-86-29

E-mail: Priemnaya@pkvoda.ru

ЗАО «Курильский рыбац»

694535, Сахалинская область, Курильский р-н, с. Рейдово

Тел.: 8 (42454) 9-92-71

E-mail: ribak555@yandex.ru, jiharevan@mail.ru

Филиал № 2 Федерального государственного казенного учреждения «1477 Военно-морской клинический госпиталь» Министерства обороны Российской Федерации

683015, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Аммональная Падь, д. 1А

Тел.: +7 (4152) 244-783

E-mail: vmkg6@mail.ru

ФГБУ «Центральное управление по рыбохозяйственной экспертизе и нормативам по сохранению, воспроизводству водных биологических ресурсов и акклиматизации»

125009, г. Москва, Большой Кисловский пер., д. 10, стр. 1

Тел.: +7 (495) 697-45-15

E-mail: tsuren@tsuren.ru

Ответственный за выпуск Т.А. Ключкова

**ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ОХРАНА,
ПРОМЫСЛОВОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Материалы XII Национальной (всероссийской) научно-практической конференции
(28–29 апреля 2021 г.)*

Часть II

В авторской редакции
Верстка, оригинал-макет Е.Е. Бабух
Фото на обложке С.О. Очеретяна

Подписано в печать 05.10.2021.
Формат 60*84/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman
Авт. л. 14,33 Уч.-изд. л. 14,82. Усл. печ. л. 17,67
Тираж 200 экз. Заказ № 10

Издательство
Камчатского государственного технического университета
Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35