

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

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

*Материалы X Национальной (всероссийской) научно-практической конференции  
(19–21 марта 2019 г.)*



Петропавловск-Камчатский  
2019

УДК 504  
ББК 20.1  
П77

Ответственный за выпуск:

*Н.Г. Клочкова,*  
доктор биологических наук

Члены редколлегии:

*В.И. Карпенко, д.б.н.; А.А. Бонк, к.б.н.;  
М.В. Ефимова, к.б.н.; Н.А. Ступникова, к.б.н.;  
В.А. Швецов, д.х.н.; Н.С. Салтанова, к.т.н.; О.А. Белавина, к.х.н.;  
О.В. Ольхина; А.А. Седельникова; Р.Г. Болотова*

**П77 Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование** : материалы X Национальной (всероссийской) научно-практической конференции (19–21 марта 2019 г.) / отв. за вып. Н.Г. Клочкова. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2019. – 244 с.

ISBN 978-5-328-00395-7

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 978-5-328-00395-7

© КамчатГТУ, 2019  
© Авторы, 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

### Секция 1. СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

<b>Афейчук Л.С.</b> Результаты мониторинга промыслового скопления анадары Броутона ( <i>Anadara broughtonii</i> ) Амурского залива (залив Петра Великого, Японское море) по материалам 2018 года.....	6
<b>Баширова Р.Ф., Егорова Е.В., Клочкова Т.А., Климова А.В.</b> Ростостимулирующая активность водных экстрактов камчатской бурой водоросли <i>Alaria esculenta</i> .....	11
<b>Бойцов А.Н., Лисненко С.В., Вальков В.Е., Осипов Е.В.</b> Динамика численности и распределение дальневосточной сардины-иваси, прогноз промысла .....	15
<b>Жилин А.Ю., Плотицына Н.Ф.</b> Хлорированные углеводороды в крабе-стригуне <i>Chionoecetes opilio</i> Баренцева моря .....	19
<b>Исаева О.М., Касумян А.О., Оань Л.Т.К.</b> Поиск вкусовых стимулов для управления пищевым поведением баррамунди ( <i>Lates calcarifer</i> ) – важного объекта аквакультуры Южного Вьетнама.....	24
<b>Кашутин А.Н., Климова А.В.</b> Культивирование проростков у камчатской бурой водоросли <i>Fucus distichus</i> subsp. <i>evanescens</i> (Phaeophyceae, Fucales) в условиях низкой солености .....	31
<b>Лаптева А.М., Плотицына Н.Ф.</b> Микроэлементы в крабе-стригуне <i>Chionoecetes opilio</i> Баренцева моря .....	35
<b>Лукерин А.Ю., Ронжина Т.О., Романенко Г.А., Сурков Д.А.</b> Продуктивность реки Обь в границах Алтайского края .....	40
<b>Мурашева М.Ю., Токранов А.М.</b> Биологическая характеристика бурого морского петушка <i>Alectrias alectrolophus</i> (Stichaeidae) из прибрежных вод острова Старичков (Авачинский залив) .....	45
<b>Ноздричкина К.А., Карпенко В.И.</b> Опыт обнаружения гольца Крогиус в бассейне реки Паратунка при использовании морфометрических показателей.....	50
<b>Перервенко О.В., Меджидова Х.М., Кашутин А.В.</b> Адаптивные изменения в работе иммунной системы у жителей Камчатки и изучение возможности иммунокоррекции с использованием морской бурой водоросли <i>Fucus distichus</i> .....	54
<b>Пгашкина Е.М., Седова Н.А.</b> Качественный и количественный состав креветочного меропланктона в восточной части Охотского моря в 2015 году.....	59
<b>Ронжина Т.О., Сурков Д.А.</b> Современное состояние популяции галофильного рачка артемии в озерах Новосибирской области.....	63

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

<b>Арчибисов Д.А., Швецов В.А.</b> К вопросу создания морской испытательной станции для натуральных исследований судовых протекторов .....	66
<b>Балькин П.А.</b> Уловы в прикамчатских водах на фоне глобального потепления .....	71
<b>Белов О.А.</b> Антикоррозионные мероприятия как фактор экологической безопасности на морском транспорте.....	76

<b>Белов О.А., Зайцев С.А.</b> К вопросу оценки безопасности морских судов камчатского флота.....	80
<b>Колотев Д.А., Суконнов А.В.</b> Влияние циклических нагрузжений на износ рыболовных нитей.....	84
<b>Ланчиков В.В., Каримов И.К.</b> Комбинированный подход охраны удаленного объекта.....	89
<b>Недоступ А.А., Насенков П.В., Ражев А.О., Аникин А.А., Коновалова К.В., Никифорова М.В.</b> Постановка динамической задачи исследования физико-механических свойств нитевидно-веревочных изделий .....	93
<b>Недоступ А.А., Насенков П.В., Ражев А.О., Аникин А.А., Коновалова К.В., Никифорова М.В.</b> Обоснование правил подобия физико-механических свойств нитевидно-веревочных изделий при динамической постановке задачи .....	96
<b>Суконнов А.В., Чеусов Н.А., Скуратов Н.А.</b> Оценка способов подъема уловов на палубу судна для различных промысловых схем тралового лова.....	100

### **Секция 3. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ**

<b>Конева М.Н., Ступникова Н.А.</b> Санитарное состояние водотоков г. Петропавловска-Камчатского по микробиологическим показателям .....	104
<b>Кривопускова Е.В.</b> Предварительная оценка взаимосвязи концентрации общего фосфора и концентрации хлорофилла «а» в озере Виштынецком в летний период .....	107
<b>Лозицкая Е.А., Цупикова Н.А., Берникова Т.А.</b> Сравнительный анализ изменения гидрохимических показателей пруда Карповского в 1990 и 2018 годах .....	111
<b>Опрышко Б.А., Швецов В.А., Белавина О.А.</b> Оценка перспектив расширенного использования малого группового водозабора села Центральные Коряки .....	115
<b>Позолотина Л.А., Климов А.В., Клочкова Н.Г.</b> Содержание микроэлементов у камчатских красных водорослей <i>Neoptilota asplenioides</i> и <i>Palmaria stenogona</i> .....	119
<b>Ступникова Н.А., Голованева А.Е.</b> Оценка устойчивости экосистемы озера Халактырского к эвтрофированию .....	124
<b>Цупикова Н.А., Меньшенин А.С.</b> Оценка состояния пруда Шенфлиз (г. Калининград) по гидрохимическим показателям в 2018 году .....	128
<b>Чермошенцева А.А., Шулюпин А.Н.</b> Опыт математического моделирования пароводяных течений в геотермальных скважинах и наземных трубопроводах .....	133
<b>Швецов В.А., Пахомова В.В., Белавина О.А.</b> Совершенствование метода контроля качества капелей в пробирном анализе золотосодержащих руд.....	139
<b>Яниславский В.В., Климова А.В., Клочкова Н.Г.</b> Влияние солей свинца и кадмия на морфогенез проростков <i>Fucus distichus</i> subsp. <i>evanescens</i> на стадии формирования кладомного таллома .....	144

### **Секция 4. НОВЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

<b>Благонравова М.В.</b> Органолептическая оценка печенья, приготовленного с использованием нерафинированного сахара и кленового сиропа.....	150
--	-----

<b>Благонравова М.В., Дученко А.С.</b> Использование съедобных пленок в технологии низкотемпературного посола гольцов .....	154
<b>Благонравова М.В., Запороцкий И.В.</b> Обоснование целесообразности использования пряных смесей при посоле горбуши низкотемпературным способом .....	158
<b>Благонравова М.В., Самохин А.В.</b> Использование кальмара при производстве хлебцев хрустящих .....	163
<b>Ефимов А.А., Новицкий Н.И.</b> Влияние ягодного пюре в составе кексов на процесс их черствения .....	168
<b>Захаров А.В.</b> Использование камчатских дикоросов в пресервах-пастах из лососевых рыб .....	173
<b>Ильницкая А.М., Чернова А.В.</b> Обоснование выбора водных биологических ресурсов для создания персонализированных продуктов питания .....	177
<b>Ключко Н.Ю., Стручкова А.В.</b> Использование <i>Laminaria japonica</i> для обогащения сливочного масла.....	181
<b>Коржавина Ю.Н., Сингаев В.И., Альшевский Д.Л.</b> Маркетинговые исследования к разработке рецептуры рыбных колбасок для гриля с применением имитационного шпика .....	186
<b>Крехнова А.П., Ворошилова О.А.</b> Влияние добавления синезеленых водорослей на качество булочных изделий .....	189
<b>Крехнова А.П., Ефимов А.А.</b> Влияние добавок из бурых и красных водорослей на пищевую ценность сдобного печенья.....	194
<b>Крылова И.В., Ефимова М.В., Ефимов А.А.</b> Влияние добавления овсяной муки на показатели качества макаронных изделий с кукумарией.....	199
<b>Кузьмичев Ю.В., Чмыхалов Б.А., Ефимова М.В.</b> Применение ступенчатого понижения температуры при производстве икры лососевой зернистой замороженной .....	204
<b>Куприц В.А., Чмыхалова В.Б., Крылова И.В.</b> Проблема дефицита нутриентов и возможность ее решения путем обогащения макаронных изделий .....	209
<b>Мустафаева В.М., Ефимова М.В.</b> Обоснование рецептуры сосисок рыбных с ягодами .....	214
<b>Петрова А.В., Коржавина Ю.Н., Сингаев В.И., Альшевский Д.Л.</b> Исследование органолептических показателей качества и реологических характеристик отдельных компонентов заливного из формованного фарша карпа .....	219
<b>Салганова Н.С., Мищенко О.В.</b> Влияние водорослевого геля на хлебопекарные свойства пшеничной муки и технологические свойства дрожжевого теста .....	223
<b>Салганова Н.С., Клочкова Н.Г., Клочкова Т.А., Седельникова А.А.</b> Обоснование технологии получения альгинатсодержащего продукта из камчатской бурой водоросли <i>Saccharina bongardiana</i> .....	228
<b>Чмыхалова В.Б., Иванова Р.Г.</b> Обоснование технологии соленой деликатесной икры сельди тихоокеанской .....	233
<b>Чмыхалова В.Б., Васюкова Н.В.</b> Обоснование технологии икры тресковых с растительными добавками .....	238
Список организаций – участников конференции и их адреса .....	242

## Секция 1. СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

УДК [639.27:594.1](265.54)

**Л.С. Афейчук**

*Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО),  
Владивосток, 690091  
e-mail: larisa.afeychuk@tinro-center.ru*

### **РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ПРОМЫСЛОВОГО СКОПЛЕНИЯ АНАДАРЫ БРОУТОНА (*ANADARA BROUGHTONII*) АМУРСКОГО ЗАЛИВА (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ) ПО МАТЕРИАЛАМ 2018 ГОДА**

В работе дано описание состояния промыслового скопления анадара Броутона Амурского залива по результатам мониторинга 2018 г. Суммарная численность моллюсков в скоплении на площади 136,94 км<sup>2</sup> составляет около 62 млн экз. Общий запас насчитывает 11,6 тыс. т, промысловый – 9,1 тыс. т. Эксплуатируемая часть скопления находится на уровне 6,2 тыс. т. Состояние скоплений оценено как относительно стабильное.

**Ключевые слова:** анадара Броутона, скопление, Амурский залив, распределение, уловы, размерный состав, эксплуатируемая часть, промысловый запас, освоение ресурсов.

**L.S. Afeychuk**

*Pacific branch of VNIRO (TINRO),  
Vladivostok, 690091  
e-mail: larisa.afeychuk@tinro-center.ru*

### **OBSERVATION ON COMMERCIAL AGGREGATION OF THE ARC CLAM (*ANADARA BROUGHTONII*) IN THE AMUR BAY (PETER THE GREAT BAY, JAPAN SEA) IN 2018**

The description of commercial aggregation of the Ark clam in the Amur Bay based on the study conducted in 2018 is given. The total number of mollusks in the aggregation on the area of 136,94 km<sup>2</sup> amount about 62 million individuals. The total clam stock is estimated 11,6 thousand tons, and the commercial stock is 9,1 thousand tons. The harvested amount of the aggregation is at level of 6,2 thousand tons. Stock condition is considered as relatively stable.

**Key words:** Ark clam, aggregation, the Amur Bay, distribution, catches, size composition, harvested amount, commercial stock, resource exploitation.

#### **Введение**

Двустворчатый зарывающийся моллюск анадара Броутона (*Anadara broughtonii* Schrenck, 1867) (рис. 1) обитает в Приморье на севере ареала вида. Первое по величине промысловое скопление моллюска в Приморье находится в Амурском заливе. Промысел анадары в заливе ведут дражным способом, начиная с 2000-х годов.

Практически вся выловленная анадара направляется на экспорт в Японию.

Исследованию состояния промыслового скопления анадары Амурского залива в межгодовой динамике был посвящен ряд работ [1–5].

*Целью данной работы* является описание результатов мониторинга состояния первого по величине промыслового скопления анадары Амурского залива по материалам 2018 г.



Рис. 1. Анадара Броутона

## Материалы и методы

Научно-исследовательские работы в Амурском заливе были проведены на специализированном мотоботе дражным способом с июня по октябрь 2018 г. Учетные драгирования протяженностью около 200 м располагали на глубинах от 2 до 10 м согласно стандартной сетке станций. Для каждого драгирования фиксировали количество анадары в штучном и весовом выражении. Анализ уловов и промеры моллюсков проводили на борту судна. В пределах исследованной площади, составляющей 136,94 км<sup>2</sup>, было выполнено 155 учетных драгирований, промерено 3 717 особей анадары. Все выловленные моллюски после промеров выпущены в среду обитания в живом виде. Материалы были обработаны с помощью пакетов программ Statistica, MapInfo Professional и Microsoft Office Excel.

Расчет численности и биомассы, а также оценку общего и промыслового запасов скоплений моллюска проводили традиционными методами. В ходе обработки полученных материалов был использован площадной метод и метод полигонов (ячейки Дирихле-Вороного или полигоны Тиссена) с применением ГИС MapInfo. Для сопоставления результатов оценки запасов был проведен пересчет ресурсных параметров скопления на площади 100 км<sup>2</sup>. В расчетах был принят коэффициент уловистости (КУ), равный 0,25.

Расчет численности и биомассы, а также оценку общего и промыслового запасов скоплений моллюска проводили традиционными методами. В ходе обработки полученных материалов был использован площадной метод и метод полигонов (ячейки Дирихле-Вороного или полигоны Тиссена) с применением ГИС MapInfo. Для сопоставления результатов оценки запасов был проведен пересчет ресурсных параметров скопления на площади 100 км<sup>2</sup>. В расчетах был принят коэффициент уловистости (КУ), равный 0,25.

## Результаты и обсуждение

*Распределение плотности и удельной биомассы.* В скоплении анадары Амурского залива наблюдалась мозаичная картина распределения моллюсков аналогичная ежегодной.

Участки с повышенной концентрацией моллюсков сменялись более разреженным пространством (рис. 2, 3).

С учетом КУ = 0,25 средняя плотность скопления составляла 0,64 экз/м<sup>2</sup>, удельная биомасса – 121,6 г/м<sup>2</sup>, что находится на уровне показателей прошлых лет [1–5]. Максимальные значения этих показателей зафиксированы на глубинах от 3 до 7 м. Отмечено, что глубже семиметровой изобаты концентрация анадары резко снижается. Очевидно, что промысел анадары осуществляют в пределах продуктивных зон скопления на глубинах от 3 до 7 м (промысловый район), несмотря на присутствие препятствий на дне в виде устричников, мелей, кекуров и пр., что особенно характерно для восточной акватории залива вблизи п-ова Де-Фриз.

В промысловом районе на площади около 80 км<sup>2</sup> плотность особей составила в среднем 0,8 экз./м<sup>2</sup>, удельная биомасса была на уровне 139 г/м<sup>2</sup>, средний улов на учетное драгирование не превышал 12 кг (68 экз.), что сопоставимо с данными предыдущих лет.

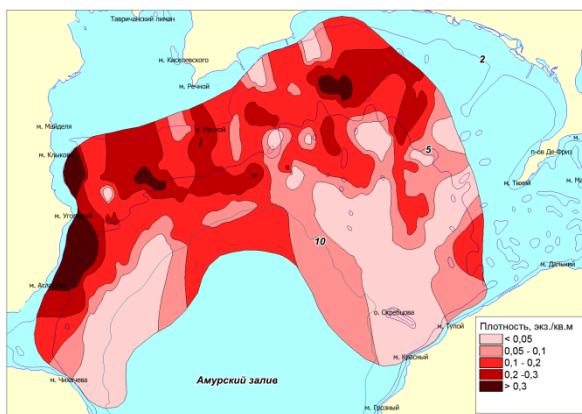


Рис. 2. Распределение плотности поселения анадары (КУ = 1)

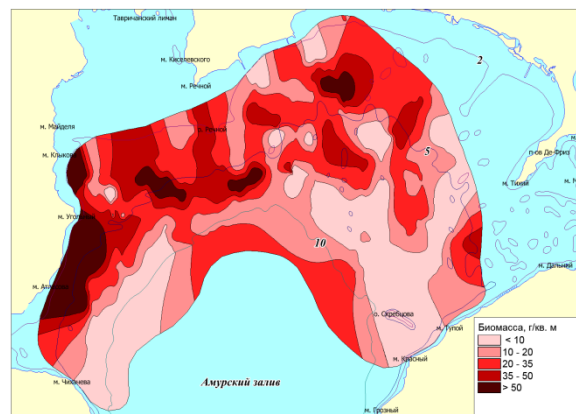


Рис. 3. Распределение удельной биомассы поселения анадары (КУ = 1)

**Размерный состав.** В размерном составе присутствовали моллюски длиной раковины от 11 до 140 мм, высотой – от 15 до 100 мм, толщиной – от 7 до 86 мм. Средние размеры анадары составляли: длина раковины –  $89 \pm 13,6$  мм; высота –  $68 \pm 9,6$  мм; толщина  $56 \pm 9,2$  мм (рис. 4).

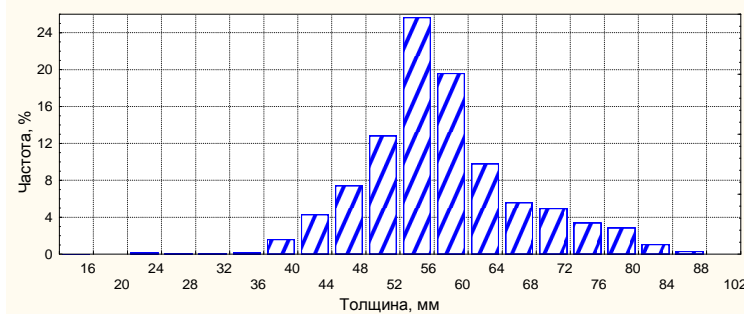
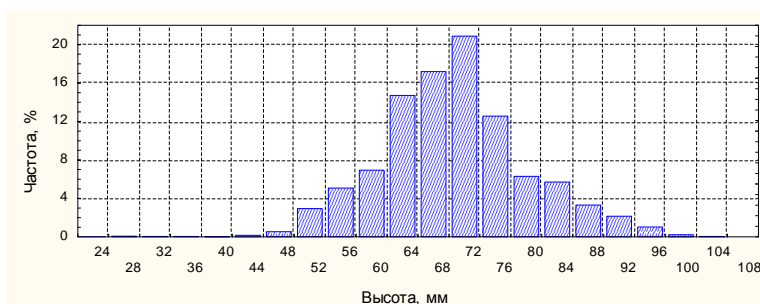
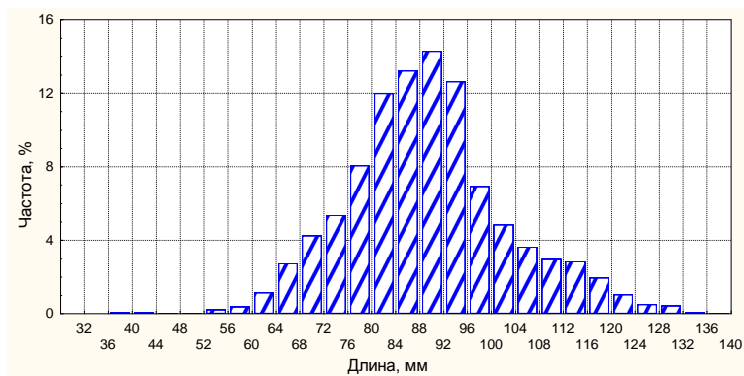


Рис. 4. Размерный состав скопления анадары Амурского залива

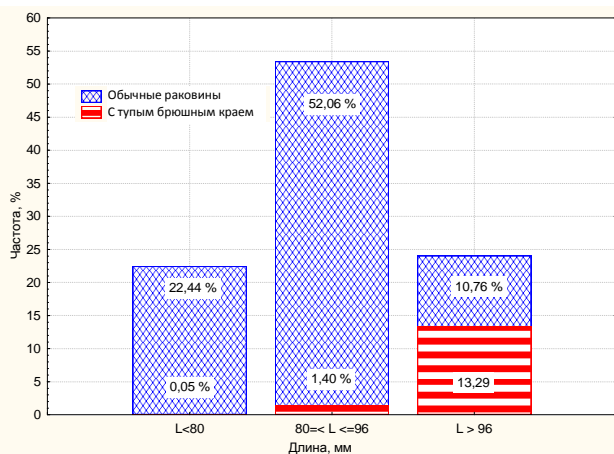


Рис. 5. Соотношение разных размерных групп в скоплении анадары

Важной характеристикой моллюсков в промысловом отношении является длина раковины. В соответствии с Правилами рыболовства для Дальневосточного бассейна промысловый размер анадары принят 80 мм по длине раковины моллюска.

Для гистограммы частотного распределения длины раковины моллюсков характерно численное совпадение таких статистических характеристик, как медиана и мода, которые составили 88 мм. Эти характеристики приближаются к среднему значению длины раковины. Распределение длины раковины на гистограмме относительно симметрично и близко к нормальному, что обусловлено балансом пополнения и смертности особей в скоплении.

В размерном составе скопления моллюсков залива многочисленны особи с длиной раковины от 72 до 100 мм, их доля составляла около 73% от общей численности. Промысловых особей в скоплении было около 78%, что находится на уровне показателей 2016, 2017 гг.

В размерном составе скопления анадары следует выделять эксплуатируемую (вылавливаемую) часть, в которую входят моллюски с длиной раковины от 80 до 96 мм, востребованные на международном рынке, их в скоплении насчитывалось около 53%. Моллюсков более крупного размера в основном возвращают в среду обитания, реже направляют на внутренний рынок (рис. 5).

В скоплении Амурского залива доля моллюсков из эксплуатируемой части наибольшая, по сравнению с другими рассматриваемыми категориями. Доля

непромысловых моллюсков сопоставима с относительным количеством промысловых особей с длиной раковины свыше 96 мм. В данной категории преобладают особи с тупым брюшным краем, который образуется у моллюсков в основном на поздних стадиях онтогенеза. Влияние



промысла, при котором у моллюсков может наблюдаться преждевременное торможение роста с образованием закругления брюшного края и полости зияния между створками при относительно малых размерах, в скоплении Амурского залива не отмечено.

**Запасы.** По данным мониторинга состояния скопления анадары Амурского залива на исследованной площади 136,94 км<sup>2</sup> в 2018 г. насчитывалось 61,7 млн экз. моллюсков, общий запас оценен в 11,6 тыс. т, промысловый – 9,1 тыс. т. Эксплуатируемая часть скопления находится на уровне 6,2 тыс. т.

С целью сопоставления результатов мониторинга для оценки запасов моллюска был проведен пересчет ресурсных параметров скопления на площади 100 км<sup>2</sup>. На данной площади обитает 45,1 млн экз. анадары, ее общий запас составляет 8,5 тыс. т, промысловый – 6,6 тыс.т. Эксплуатируемая часть скопления составила 4,5 тыс. т.

Рассматривая распределение ресурсов анадары в батиметрическом аспекте, следует отметить, что основные ресурсы анадары находятся на глубинах от 3 до 7 м.

В скоплении Амурского залива на глубинах от 3 до 7 м концентрируется около 90% запаса анадары по численности и биомассе (рис. 6, 7).

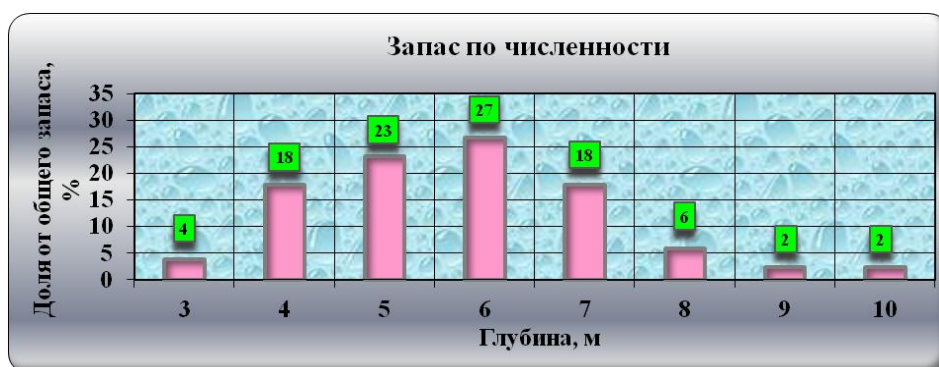


Рис. 6. Батиметрическое распределение запасов анадары в скоплении Амурского залива по численности



Рис. 7. Батиметрическое распределение запасов анадары в скоплении Амурского залива по биомассе

**Освоение ресурсов.** Основная нагрузка добычи анадары приходится на скопление Амурского залива, в котором сосредоточено около 80% промыслового запаса моллюска в Приморье. По данным ресурсных исследований, проведенных в кутовой части Амурского залива в 2018 г., возможно изъятие порядка **303 т** анадары (продукция – 769 т; элиминированная биомасса – 466 т; прирост – 303 т). Ежегодный вылов анадары составляет около 90% от выделяемой квоты.

### Заключение

В результате мониторинга состояния первого по величине промыслового скопления анадары Амурского залива, проведенного в 2018 г., было выявлено, что оно находится в относительно стабильном состоянии. На площади 136,94 км<sup>2</sup> насчитывалось 61,7 млн экз. моллюсков, общий запас оценен в 11,6 тыс. т, промысловый – 9,1 тыс. т. Эксплуатируемая часть скопления находится на уровне 6,2 тыс. т. Рекомендовано к изъятию около 300 т анадары, что составляет около 3,3% от промыслового запаса или 4,8% от эксплуатируемой части моллюсков скопления.

Как показывает практика, изъятие моллюсков в данном объеме не наносит ущерба скоплению Амурского залива.

Следует подчеркнуть актуальность мониторинга состояния промыслового скопления анадары Амурского залива, находящегося на краю ареала с присущими нестабильными экологическими условиями для существования вида, отличающиеся от более южных районов обитания моллюска пониженными зимними температурами, когда особи перестают питаться и расти, впадая в состояние, близкое к анабиозу. Для акватории залива характерны межгодовые перепады температурного режима в весенне-летний период года, что обуславливает нестабильность нереста и выживания личинок. Кроме того после летних тайфунов существует риск заморных явлений моллюсков, как в личиночной стадии развития, так и особей во взрослом состоянии.

### Литература

1. Afeychuk L.S. Preservation, management and rational exploitation of anadara (*Anadara broughtonii*, Schrenck, 1867) resources in Primorye region of Russia. Life-Supporting Asia-Pacific Marine Ecosystems, Biodiversity and Their Functioning. – Responsible Editor: WANG Haiguang, 2017. – P. 8–12.

2. Афейчук Л.С. Ресурсы и современное состояние промысловых скоплений анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) в заливе Петра Великого (Японское море) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке (12–14 апреля 2017 г.). Часть 1. – Петропавловск-Камчатский, 2017. – С. 29–33.

3. Афейчук Л.С. Состояние ресурсов анадары Броутона (*Anadara broughtonii*, Schrenk, 1867) из скопления Амурского залива (Японское море) в батиметрическом аспекте // IV Международная научно-техническая конференция «Научно-практические вопросы регулирования рыболовства». (Владивосток, 18–19 мая 2017 г.): Материалы. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. – С. 70–75.

4. Афейчук Л.С. Динамика ресурсов промысловых скоплений анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) залива Петра Великого (Японское море) // Вторая всероссийская конференция с международным участием, приуроченная к году экологии в России «Дальневосточные моря и их бассейны: биоразнообразие, ресурсы, экологические проблемы (Владивосток, 3–4 октября 2017 г.): Сборник материалов. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2017. – С. 8–11.

5. Афейчук Л.С. Межгодовая динамика ресурсов анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) в промысловых скоплениях залива Петра Великого (Японское море) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (20–22 марта 2018 г.). – Петропавловск-Камчатский: КГТУ, 2018. – С. 15–19.

УДК 582.272.46

**Р.Ф. Баширова, Е.В. Егорова, Т.А. Клочкова, А.В. Климова**

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

### **РОСТОСТИМУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ КАМЧАТСКОЙ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *ALARIA ESCULENTA***

Приведены данные по применению водных экстрактов *Alaria esculenta* f. *latifolia* при выращивании семян пшеницы озимой и салата листового. Установлено, что 10%-ные экстракты пластин увеличивают энергию прорастания семян пшеницы на 23%. Экстракты жилок аларий способствуют ускоренному развитию полноценных проростков салата и приводят к повышению их энергии прорастания на 42%. Ламинариевая водоросль *Alaria esculenta* f. *latifolia* является перспективным сырьем для производства биостимуляторов роста наземных растений, особенно в климатических условиях Камчатского края.

**Ключевые слова:** бурые водоросли, *Alaria esculenta* f. *latifolia*, водорослевые экстракты, энергия прорастания, юго-восточная Камчатка.

**R.F. Bashirova, E.V. Egorova, T.A. Klochkova, A.V. Klimova**

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

### **GROWTH STIMULATING ACTIVITY OF KAMCHATKA BROWN ALGA *ALARIA ESCULENTA* WATER EXTRACTS**

The data on the application of *Alaria esculenta* f. *latifolia* water extracts in cultivation of winter wheat and leaf lettuce seeds are given in the article. It was found that 10% extracts from plates stimulate winter wheat seeds growth by 23%. Extracts from *Alaria* ribs accelerate the development of leaf lettuce seedlings and increase their germination energy by 42%. Kelp *Alaria esculenta* f. *latifolia* is a promising raw material in producing growth biostimulants for land plants, especially in the climatic conditions of Kamchatsky Krai.

**Key words:** brown algae, *Alaria esculenta* f. *latifolia*, seaweed extracts, germination energy, south-eastern Kamchatka.

#### **Введение**

За последнее десятилетие в мире было опубликовано достаточно много работ, посвященных изучению возможности использования экстрактов из морских водорослей в растениеводстве [1–3]. Их получают из представителей разных групп, используя методы щелочного гидролиза и ферментации. По подсчетам специалистов, ежегодно в мире используется более 550 тыс. т водорослей для изготовления удобрений и биостимуляторов наземных сельскохозяйственных культур [4]. Однако, несмотря на существование доказательной базы по уникальной, высокоспецифичной и сложной функциональности различных молекул, содержащихся в водорослевых экстрактах, способы их наиболее эффективного воздействия на наземные растения все еще остаются недостаточно изученными.

В экстрактах морских водорослей были идентифицированы многие фитогормоны, вызывающие стимуляцию или ингибирование роста и морфогенеза растений, такие как ауксины, цитокинины, этилен, гиббереллины, абсцизовая кислота и др. [1, 5]. Так, в ходе специальных экспериментов была выявлена способность жидких водорослевых экстрактов индуцировать развитие целых растений из каллуса, и было показано, что их влияние на растения вполне сопоставимо с воздействием на них специфических растительных гормонов [2].

В России использование водорослей в сельском хозяйстве является новым направлением исследований и практически еще только зарождается [6]. Это обуславливает необходимость накопления дополнительных научных знаний, разработки удобрений и биостимуляторов из отечественного водорослевого сырья. Это, в свою очередь, требует проведения лабораторных и полевых испытаний на сельскохозяйственных культурах.

В настоящей работе представлены результаты определения влияния ростостимулирующей активности водных экстрактов камчатской ламинариевой водоросли *Alaria esculenta* f. *latifolia* на семена пшеницы озимой и листового салата.

### Материалы и методы

Источником для получения водного водорослевого экстракта послужил массовый вид ламинариевых водорослей Авачинского залива – *Alaria esculenta* f. *latifolia*, собранный в бух. Завойко в июле 2018 г. В ходе камеральной обработки собранные растения промывали от песка. Предварительно у них удаляли ризоиды и стволы, для последующих экспериментов использовали пластину, жилку и спорофиллы.

Вещества, содержащиеся в аларии, экстрагировали деионизированной водой в течение 4 ч при температуре 40°C. Соотношение измельченных водорослей и дистиллированной воды составляло 1 : 10 w/v. Полученный концентрированный водорослевый экстракт использовали для дальнейшего биотестирования, его начальную концентрацию принимали за 100%. Разбавлением деионизированной водой получали рабочие растворы – 1,5% и 10%.

Полученные водные экстракты аларии тестировали на семенах пшеницы озимой сорт «Лагуна» (*Triticum durum* Desf.) и семенах салата листового сорт «Азарт» (*Lactuca sativa* L.). Микрофенологические фазы прорастания зерновых семян определяли по шкале Я. Задокса: 0 – сухая зерновка, I – набухание, II – наклеивание и появление зародышевого корешка, III – появление coleoptilya, IV – появление полноценного проростка [7]. Энергию прорастания семян определяли согласно ГОСТ 12038-84 на 4-е сутки [8]. В качестве контрольной группы использовали семена, пророщенные в дистиллированной воде. Контроль за увлажнением семян и определение микрофенологических фаз их прорастания проводили ежедневно. Все наблюдения и подсчеты были проведены в трехкратной повторности.

### Результаты и обсуждение

Результаты изучения воздействия водорослевых экстрактов, полученных из *Alaria esculenta*, на развитие проростков пшеницы озимой представлены на рис. 1. К моменту определения энергии прорастания семян, т. е. на четвертые сутки, все испытываемые группы включали образцы с разной микрофенологической фазой прорастания. Среди них встречались сухие зерновки (0), набухшие семена (I), проклюнувшиеся и имеющие зародышевый корешок (II), имеющие coleoptilya (III). Появление полноценного проростка (фаза IV) было отмечено только на 5-е сутки проращивания семян пшеницы.

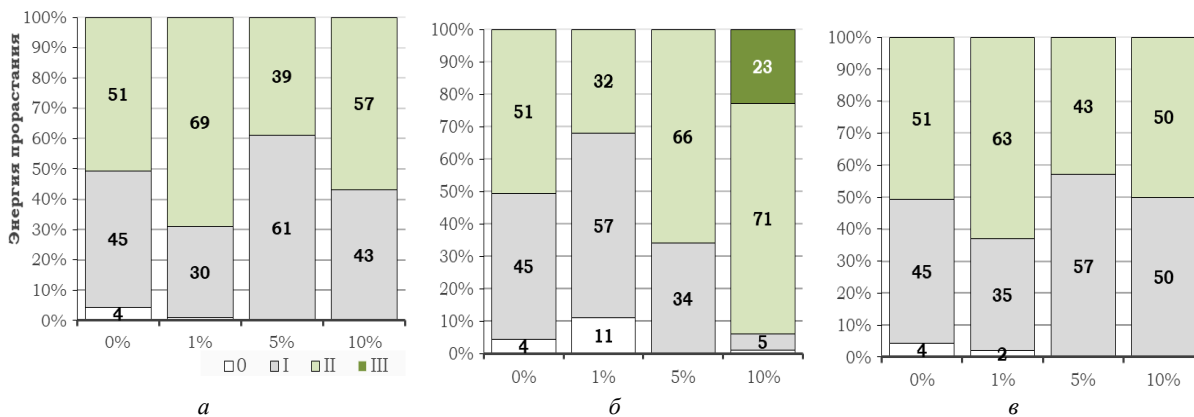


Рис. 1. Энергия прорастания семян пшеницы озимой при использовании водных экстрактов спорофиллов (а), пластин (б) и жилок (в) *Alaria esculenta* f. *latifolia*. Микрофенологические фазы прорастания семян отмечены разной цветовой заливкой: 0 – сухая зерновка, I – набухание, II – наклеивание и появление зародышевого корешка, III – появление coleoptilya

Наибольшая ростостимулирующая активность наблюдалась в 10%-ных водных экстрактах из пластин аларии (рис. 1, б). Только в этой группе у 23% семян на четвертые сутки развились coleoptили, т. е. их фенологическое развитие проходило наиболее интенсивно. В остальных группах семена еще находились в фазах набухания (I) и наклеывания, и появления зародышевого корешка (II). В целом для всех вариантов экстрактов из пластин аларии ростостимулирующая активность возрастала с увеличением их концентрации. Интересно отметить, что у 1%-ного экстракта из пластин аларии энергия прорастания семян пшеницы была минимальной, на 7% более низкой, чем в контрольной группе.

Показатели энергии прорастания семян пшеницы под воздействием экстрактов из жилков и спорофиллов *A. esculenta* имели общие особенности и их значения были практически равными (рис. 1 а, в). Здесь в отличие от семян, выращенных на растворе экстракта из пластин аларии, лучший результат оказался у 1%-ных экстрактов. Более 60% семян в этих группах имели развитые зародышевые корешки. У всех семян, обработанных экстрактами из жилки и спорофиллов аларии, энергия прорастания была выше, чем в контрольной группе (0%, т. е. у семян, проращиваемых в дистиллированной воде). Однако общее количество семян с зародышевыми корешками, развивавшимися в 5%-ных экстрактах было минимальным, на 8–12% меньше, чем в контрольной группе.

В целом всхожесть семян пшеницы при их обработке экстрактами из разных частей слоевища *A. esculenta* не отличалась друг от друга и во всех случаях была на 2–4% выше, чем в контрольной группе. Необходимо отметить, что после 4 суток процентное соотношение проросших и непроросших семян, увлажнявшихся растворами экстрактов с разной концентрацией, не менялось.

Применение водных экстрактов *A. esculenta* при проращивании семян салата листового выявило больший положительный эффект, чем у семян пшеницы озимой. Так, семена салата во всех вариантах водорослевых экстрактов к концу 4-х суток имели полноценные проростки, в то время как в контрольной группе coleoptили только начали развиваться (рис. 2). Стоит отметить, что у всех семян салата всхожесть составила 100%.

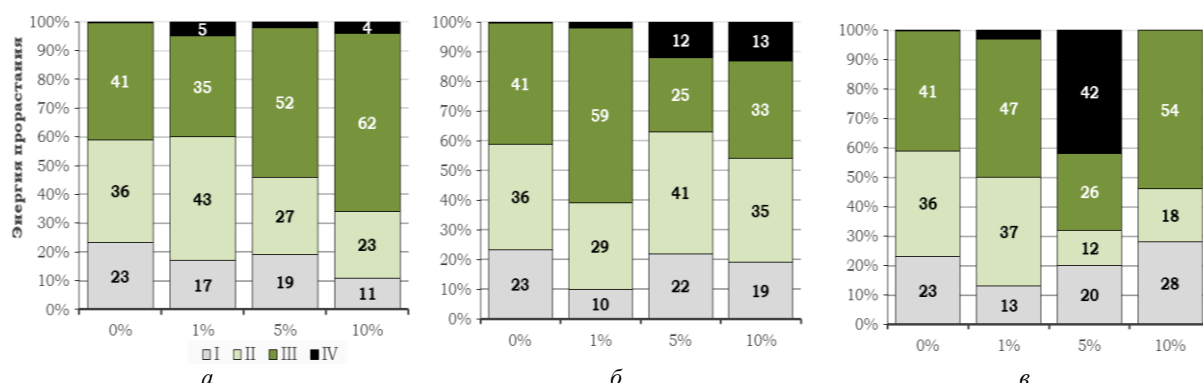


Рис. 2. Энергия прорастания семян салата листового при использовании водных экстрактов спорофиллов (а), пластин (б) и жилков (в) *Alaria esculenta* f. *latifolia*. Микрофенологические фазы прорастания семян отмечены разной цветовой заливкой: I – набухание, II – наклеывание и появление зародышевого корешка, III – появление coleoptили, IV – появление полноценного проростка

Наибольшая ростостимулирующая активность наблюдалась в 5%-ных водных экстрактах из жилков аларии (рис. 2, в). К моменту определения энергии прорастания в этой группе 42% семян сформировали полноценные проростки. Однако в 10%-ных экстрактах из жилков семена развивались медленнее, чем во всех остальных группах, включая контрольную, у них выявлено самое максимальное значение семян в фазе II – 28%. В 1%-ном экстракте из жилков, напротив, в этой фазе развития находилось всего 13% семян, большая часть уже сформировала coleoptили (47% семян) и у 3% появились полноценные проростки.

Энергия прорастания семян при использовании экстрактов из спорофиллов и пластин *A. esculenta* имела наилучшие показатели при 5% и 10%-ном разведении (рис. 2, а, б). Количество полноценных проростков на 4-е сутки проращивания семян варьировало от 2 до 5% в экстрактах из спорофиллов и от 2 до 13% в экстрактах из пластин. В контрольных группах их появление было отмечено на 5-е сутки. В основном повышение концентрации водорослевого экстракта увеличивало долю семян, находящихся в III и IV фазах развития.

### Заключение

Полученные нами предварительные результаты позволяют утверждать, что для экстрактов, полученных из разных частей ламинариевой водоросли *A. esculenta* характерны различающиеся показатели ростостимулирующей активности. Вероятно, это отражает разную функциональную роль отдельных частей слоевища. Кроме того их воздействие также зависит от выбранной сельскохозяйственной культуры. Применение экстрактов аларии способствует повышению энергии прорастания семян пшеницы на 23%, у семян салата на 42%. Таким образом, использование *A. esculenta* в качестве биостимуляторов роста сельскохозяйственных культур перспективно в климатических условиях Камчатского края.

### Литература

1. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development / W. Khan, U.P. Rayirath, S. Subramanian, M.N. Jithesh, P. Rayorath, D.M. Hodges, A.T. Critchley, J.S. Craigie, J. Norrie, B. Prithiviraj // Journal of Plant Growth Regulators. – 2009. – Vol. 28. – P. 386–399.
2. Craigie J.S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture // Journal of Applied Phycology. – 2011. – Vol. 23. – P. 371–393.
3. Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. Agricultural uses of plant biostimulants // Plant Soil. – 2014. – Vol. 383. – P. 3–41.
4. Nayar S., Bott K. Current status of global cultivated seaweed production and markets // World Aquaculture. – 2014. – Vol. 45. – P. 32–37.
5. Stirk W.A., van Staden J. Comparison of cytokinin- and auxin-like activity in some commercially used seaweed extracts // Journal of Applied Phycology. – 1997. – Vol. 8. – P. 503–508.
6. Сравнительное изучение химического состава этанольных экстрактов бурых водорослей и их влияние на рост проростков и урожайность сои *Glycine max* (L.) Merr. / Т.И. Имбс, Е.Л. Чайкина, Л.А. Дега, А.П. Ващенко, М.М. Анисимов // Химия растительного сырья. – 2010. – № 1. – С. 143–148.
7. Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak C.F. A decimal code for the growth stages of cereals // Weed Research. – 1974. – Vol. 14. – P. 415–421.
8. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12038-84. – М., 2011. – 64 с.

УДК 639.222.5

**А.Н. Бойцов, С.В. Лисиенко, В.Е. Вальков, Е.В. Осипов**

*Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
Владивосток, 690087  
e-mail: vlvalkov@yandex.ru*

### **ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ САРДИНЫ-ИВАСИ, ПРОГНОЗ ПРОМЫСЛА**

Сегодня перед дальневосточными рыбопромышленниками стоит стратегическая задача по возобновлению промысла дальневосточной сардины-иваси и выводу его на высокий уровень для достижения целевых установок по обеспечению продовольственной безопасности Российской Федерации и эффективной реализации государственной политики по импортозамещению. В этой связи сегодня у рыбопромышленников имеется целый комплекс нерешенных проблем для полнообъемного возобновления промысла дальневосточной сардины-иваси и огромные перспективы наращивания уловов.

**Ключевые слова:** дальневосточная сардина-иваси, промысел, промысловые запасы.

**A.N. Boitsov, S.V. Lisienko, V.E. Valkov, E.V. Osipov**

*Far Eastern State Technical Fisheries University,  
Vladivostok, 690087  
e-mail: vlvalkov@yandex.ru*

### **ABUNDANCE DYNAMICS AND THE FAR EASTERN SARDINE (IWASI) DISTRIBUTION, FISHING FORECAST**

Today the Far Eastern fishermen are faced with the strategic task to renew the fishery of the Far Eastern sardine (iwasi) and to increase its level in order to ensure the food security of the Russian Federation and effectively implement the state policy on import substitution. In this regard, today the fish industry has a whole range of unsolved problems to renew of the Far Eastern sardine (iwasi) fishery in full volume and enormous prospects for increasing catches.

**Key words:** Far Eastern sardine (iwasi), fishery, commercial stock.

Дальневосточная сардина-иваси или, как ее еще называют жители тихоокеанского побережья, «ма-иваси» («дитя Курошио») в течение 16 лет, в период с 1976 по 1992 гг., была важным объектом отечественного специализированного промысла и в значительной степени задавала вектор экономического развития рыбной промышленности всего Дальнего Востока и страны в целом.

С 1976 по 1983 гг. сардиновый промысловый район Японского моря сохранял доминирующее значение. Здесь добывалось до 70% отечественного вылова сардины. Промысловый район в Японском море оставался основным до конца 80-х годов. Остальная рыба вылавливалась у южных Курильских островов и в Охотском море. Численность иваси в этот период была на пике, тогда уловы достигали почти 1 млн т. Это очень крупные уловы. Потом она просто исчезла, ушла в никуда.

Сегодня перед дальневосточными рыбопромышленниками стоит стратегическая задача по возобновлению промысла дальневосточной сардины-иваси и выводу его на высокий уровень для достижения целевых установок по обеспечению продовольственной безопасности Российской Федерации и эффективной реализации государственной политики по импортозамещению.

Иваси – цикличная рыба, причем ее цикл составляет больше 30 лет. Численность иваси может то угасать, то увеличиваться, причем в разы. Вылова не было около 25 лет из-за исчерпания запасов. Полностью промысел иваси был прекращен в начале 90-х годов, когда численность этого вида сардины резко упала. Сейчас дальневосточные ученые фиксируют как раз массовый приход этой рыбы [1].

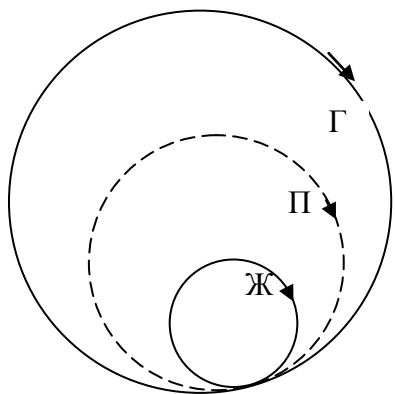


Рис. 1 Модель вложенности процессов, связанных с жизненным циклом дальневосточной сардины

Динамика численности и распределение дальневосточной сардины определяется взаимно вложенными процессами, где процесс жизненного цикла (Ж) вписан в более высокие процессы, связанные с объектами ее питания (П): зоопланктон и фитопланктон. В свою очередь, на распределение объектов питания влияют более высокие процессы гидрологии (Г) – течения, прогрев водных масс и т. д. (рис. 1).

На всех стадиях жизненного цикла колебания динамики численности дальневосточной сардины-иваси в зависимости от процессов (Г) и (П) имеют циклический, повторяющийся характер. Из этого следует, что исследования динамики численности дальневосточной сардины-иваси в среднесрочной и долгосрочной перспективах (например, на период до 2035 г.) могут быть спрогнозированы на основе имеющихся исследовательских данных.

В начальный период роста численности популяции дальневосточной сардины-иваси, в 70-е годы прошлого столетия, преобладала быстрорастущая иваси крупных размеров, которая обладала высокой плодовитостью и, следовательно, возможностью увеличения численности в максимально короткие сроки, но в тоже время была и более требовательной к условиям обитания.

Быстро растущая сардина начинала миграции на север к Приморью по ответвлению течения Куроисио в Японское море при температуре 8°C и обладала хорошей реакцией на свет, что в свою очередь позволяло вести ее промысел «на подсветку».

В СССР масштабный промысел этого вида рыбы начался в 1974 г. в Тихом океане, в 1976 г. начали ловить в Японском море и успешно продолжали вылов иваси в течение 80-х годов прошлого века. Максимальные уловы дальневосточной сардины-иваси в объемах от 700 до 880 тыс. т были зафиксированы в период 1986–1991 гг. (рис. 2).

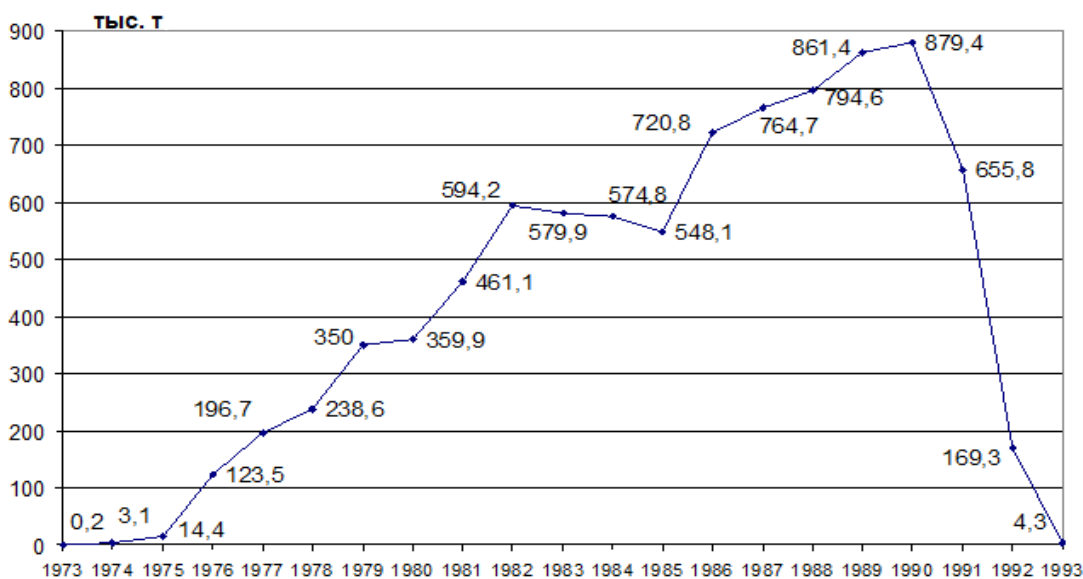


Рис. 2. Вылов дальневосточной сардины-иваси в Тихоокеанской зоне и Японском море, тыс. т

Промысел дальневосточной сардины-иваси производился в экспедиционной форме, малотоннажным и среднетоннажным добывающим флотом с использованием кошельковой технологии промысла. После его завершения, связанного, прежде всего, с биологическим состоянием промыслового объекта, большое количество таких судов было переоборудовано под другие технологии промысла, не сочетающиеся с технологией кошелькового лова, например под ярусный, крабовый, креветочный и т. д. Орудие рыболовства – кошельковый невод, в связи с окончанием промысла, потеряло свою актуальность и сегодня не изготавливается в промышленных масштабах ни на одной из фабрик по постройке орудий рыболовства. Кроме того в период 90-х годов прошлого века большой урон был нанесен обрабатывающему флоту: плавучим базам и заводам, кото-



рые были практически полностью выведены из эксплуатации по разным причинам. Это не позволяет во многих случаях использовать на промысле экспедиционную форму его организации.

В этой связи сегодня у рыбопромышленников имеется целый комплекс нерешенных проблем для полнообъемного возобновления кошелькового промысла дальневосточной сардины-иваси. Тем не менее предусмотренный Стратегией развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации до 2030 года комплекс государственных мер, включающих модернизацию и обновление добывающего флота, в т. ч. малотоннажного и среднетоннажного, создание мощных рыбоперерабатывающих заводов и развитие вспомогательных производств, таких как цеха и фабрики по производству орудий лова, создает потенциальную возможность успешного возобновления кошелькового лова дальневосточной сардины-иваси в среднесрочной перспективе [1].

По данным ТИПРО-Центра, общий запас популяции сардины-иваси в 2018 г. оценивался в 3–4 млн т, на период 2019–2020 гг. прогноз по запасам данного промыслового объекта оценивается 4–4,7 млн т. Таким образом, можно рассчитывать на продолжение роста запасов дальневосточной сардины-иваси в среднесрочной перспективе, а также есть возможность без угрозы для состояния ресурса вылавливать не менее 700 тыс. т в год [2].

Предварительный сценарий среднесрочной перспективы показывает, что даже при наличии увеличения промысловой смертности, запас дальневосточной сардины-иваси будет поддерживаться на более высоком уровне, чем в 2016 и 2017 гг. Численность нерестового запаса может уменьшиться в 2019 г., но будет выше, чем в период 2016–2018 гг., а предельный уровень изъятия на 2019 г. определяется в 800 тыс. т.

При проведении исследований популяции и промысловых запасов данного объекта вылова было установлено, что наибольший улов дальневосточной сардины, полученный с использованием традиционного научного трала, составляет более 10 т за 30 мин траления. Потенциальный вылов на замет кошелькового невода на скоплении такой плотности мог бы дать по самой осторожной оценке до 20–25 т. В целом это соответствует средним результатам работ, которые проводились в этом районе во второй половине 1970-х гг., когда средний вылов составлял 11–15 т на замет [3].

Иваси – сложный объект промысла, отличающийся большой цикличностью. В период первой промысловой путины иваси, с середины июля по сентябрь 2016 г., было выловлено около 5 тыс. т. Во время второй промысловой путины дальневосточной сардины-иваси, с середины июля по сентябрь 2017 г., уже было выловлено порядка 16 тыс. т. Еще три года назад никто не верил в возможность такого промысла, а сейчас дальневосточная сардина-иваси является перспективным объектом промысла и может стать основой для прироста вылова. По факту, за промысловый период 2018 г. освоено около 60 тыс. т сардины-иваси, что почти в 4 раза больше показателя вылова 2017 г. (рис. 3). По прогнозам на 2019 г., вылов дальневосточной сардины-иваси может достигнуть 100–150 тыс. т.

Наметившаяся, начиная с 2010 г. тенденция ежегодной положительной динамики численности дальневосточной сардины-иваси, и ежегодное увеличение вылова данного объекта промысла, позволяет спрогнозировать увеличение ее объемов до уровня в 2,12 млн т, при доле нерестового запаса 891 тыс. т, что в свою очередь создает потенциальный базис и реальную перспективную возможность дальнейшего увеличения объемов промысла.

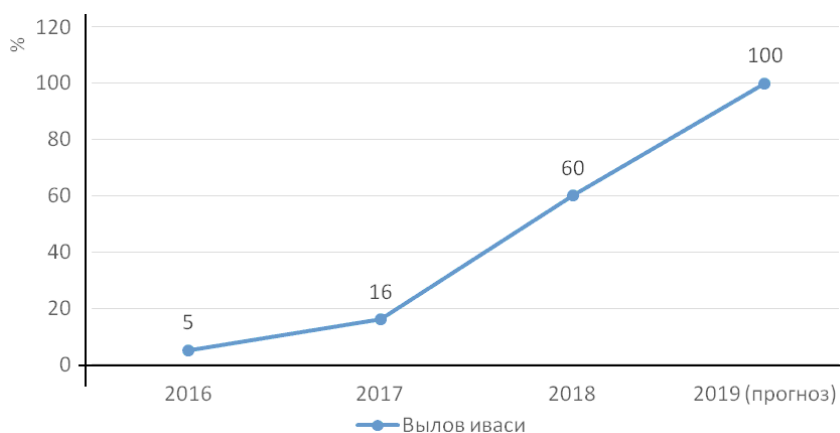


Рис. 3. Вылов сардины-иваси в период 2016–2018 гг. и прогноз на 2019 г.

Увеличение объемов добычи обязательно приведет к использованию на промысле дальневосточной сардины-иваси, помимо возобновляемого кошелькового промысла, и других технологий промышленного рыболовства, таких как технологии ставного неводного лова и технологии близнецового лова, а также вовлечение в промысел малотоннажных и среднетоннажных добывающих судов «нового поколения». Реализация современных технологий и форм организации промысла дальневосточной сардины-иваси, а также ставка на возможные перспективные технологии промысла позволят дальневосточным рыбопромышленникам эффективно решать задачи продовольственной безопасности страны и успешной реализации национальной политики импортозамещения.

### **Литература**

1. «Сельдь иваси» возвращается из СССР // Взгляд: Деловая газета [Электронный ресурс]. – 13.07.2016. – URL: <http://www.vz.ru/economy/2016/7/13/821307.html>
2. Освоение запасов пелагического рыбного комплекса – сайра, скумбрия, сардина-иваси – ближайший резерв роста вылова на Дальневосточном бассейне. Новый «старый» промысел сардины и скумбрии – первые результаты: Информация ТИНРО-Центра [Электронный ресурс] / А.А. Байталюк, А.Н. Старовойтов, А.Ю. Жигалин, Н.М. Мокрин. – 25.07.2016. – URL: <http://www.tinro-center.ru/home/novosti/>
3. Барышко М.Е. Промысел скумбрии и сардины-иваси на Дальнем Востоке: Монография. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2009. – 472 с.

УДК 595.384.2(268.45)

**А.Ю. Жилин, Н.Ф. Плотицына**

*Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ПИНРО им.Н.М. Книповича),  
Мурманск, 183038  
e-mail: zhilin@pinro.ru*

### **ХЛОРИРОВАННЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В КРАБЕ-СТРИГУНЕ *CHIONOECETES OPILIO* БАРЕНЦЕВА МОРЯ**

Определены хлорированные углеводороды в 12 пробах мышц и гепатопанкреаса взрослых самцов краба-стригуна *Chionoecetes Opilio*, отобранных донным тралом в трех промысловых районах на востоке Баренцева моря. В нерыбных объектах промысла (в том числе ракообразных) не нормируется содержание хлорорганических пестицидов и полихлорбифенилов, но, тем не менее, они присутствуют в мышцах и гепатопанкреасе краба-стригуна *C. Opilio*. Полученные результаты указывают на низкий уровень загрязнения краба-стригуна *C. Opilio* Баренцева моря хлорированными углеводородами.

**Ключевые слова:** Баренцево море, краб-стригун, мышцы, гепатопанкреас, хлорорганические пестициды, полихлорбифенилы, токсичность.

**A.Yu. Zhilin, N.F. Plotitsyna**

*Polar branch of "VNIRO" (PINRO named after N.M. Knipovich),  
Murmansk, 183038  
e-mail: zhilin@pinro.ru*

### **CHLORINATED HYDROCARBONS IN THE SNOW CRAB *CHIONOECETES OPILIO* OF THE BARENTS SEA**

Chlorinated hydrocarbons in 12 samples of muscle and hepatopancreas of adult males of the snow crab *Chionoecetes Opilio*, sampled by bottom trawl in the three fishing areas in the East of the Barents Sea were determined. The content of organochlorine pesticides and polychlorobiphenyls is not normalized in non-fish objects of fishery (including crustaceans), but nevertheless they are present in the muscles and hepatopancreas of the snow crab. The results indicate a low level of contamination of the snow crab of the Barents Sea with chlorinated hydrocarbons.

**Key words:** the Barents Sea, snow crab, muscles, hepatopancreas, organochlorine pesticides, polychlorobiphenyls, toxicity.

Хлорированные органические пестициды (ХОП) и полихлорированные бифенилы (ПХБ) – стойкие органические загрязнители (СОЗ) глобального распространения, природные аналоги которых отсутствуют. Длительное время они широко применялись без контроля использования. В результате это привело к накоплению этих соединений в различных компонентах наземных и морских экосистем [1]. Известно, что распределение хлорорганических соединений в морских организмах отличается неоднородностью и их повышенным содержанием в органах депонирования и тканях с высоким содержанием жира [2].

В работе использованы пробы краба-стригуна *Chionoecetes Opilio*, отобранные донным тралом в трех промысловых районах на востоке Баренцева моря: Гусиной банке, части Новоземельского мелководья и Вайгачском районе. На рис. 1 представлена схема станций отбора проб краба-стригуна в Баренцевом море в июне 2018 г. Отбор, пробоподготовка и аналитические измерения выполнены в соответствии с методическими руководствами ИКЕС и ФАО [3–5]. Всего выполнено определение хлорорганических пестицидов и полихлорбифенилов в 12 пробах мышц и гепатопанкреаса взрослых самцов краба-стригуна *C. Opilio*.

Хлорированные органические пестициды [ $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -гексахлорциклогексан (ГХЦГ), гексахлорбензол (ГХБ), *цис*-, *транс*-хлордан, *цис*-, *транс*-нонахлор, оксихлордан, изомеры и метаболиты

дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) и полихлорированные бифенилы (конгенеры с номерами IUPAC 28, 31, 52, 99, 101, 105, 118, 138, 153, 156, 180)] были определены методом газовой хромато-масс-спектрометрии с использованием спектрометра GCMS-QP2010 Plus производства «Shimadzu» с капиллярной кварцевой колонкой HP-5MS ( $l = 30$  м). Индивидуальные соединения идентифицировались в режиме выбранных ионов (SIM).

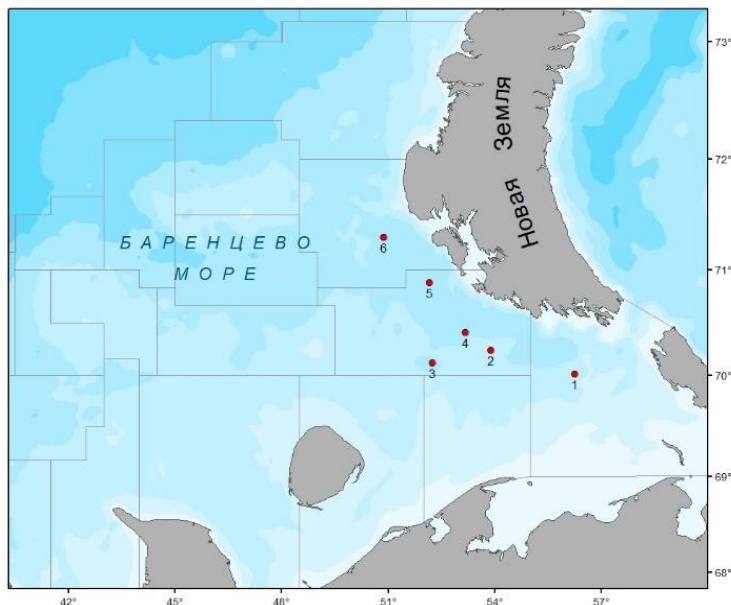


Рис. 1. Схема станций отбора проб краба-стригуна в Баренцевом море (НИС «Профессор Бойко», рейс № 50, июнь 2018 г.)

Калибровочные растворы готовили из сертифицированных индивидуальных кристаллических веществ фирмы «Sigma-Aldrich». Результаты анализа обрабатывались автоматически с использованием программного обеспечения «GCMSolution 2.5». Контроль качества аналитических измерений проводили с использованием сертифицированного стандартного образца NISTSRM 2974a (Organochlorines in freeze-dried mussel tissue).

Среднее содержание в органах краба-стригуна изомеров ГХЦГ ( $\Sigma$ ГХЦГ), ГХБ, суммы изомеров хлордана и суммы изомеров и метаболитов ДДТ ( $\Sigma$ ДДТ) показаны на рис. 2.

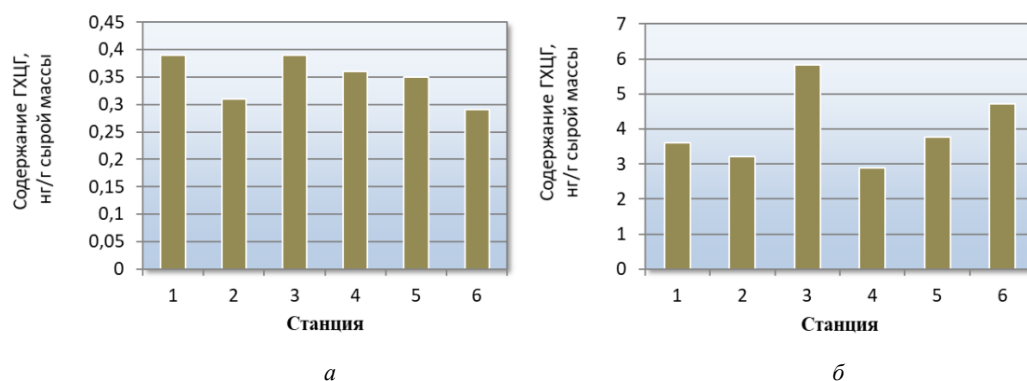


Рис. 2. Среднее суммарное содержание изомеров ГХЦГ в мышцах (а) и гепатопанкреасе (б) краба-стригуна Баренцева моря

Отношение содержания более стабильного изомера  $\alpha$ -ГХЦГ к менее стабильному изомеру  $\gamma$ -ГХЦГ ( $\alpha$ -ГХЦГ /  $\gamma$ -ГХЦГ > 1) в мышцах краба-стригуна *C. Opilio* говорит о давнем поступлении этого пестицида в морскую среду.

Суммарное содержание метаболитов  $o,p'$ -ДДЕ,  $p,p'$ -ДДЕ,  $o,p'$ -ДДД и  $p,p'$ -ДДД в исследованных мышцах находилось на уровне свыше 80% от  $\Sigma$ ДДТ, что превышало содержание изомера  $p,p'$ -ДДТ в 8–10 раз. Это подтверждает длительный процесс трансформации ДДТ в более стойкие метаболиты и говорит о давности загрязнения окружающей среды этим пестицидом [6, 7].

Наибольшее суммарное содержание изомеров ГХЦГ обнаружено в мышцах краба-стригуна (0,39 нг/г сырой массы), выловленного на ст. 1 в Вайгачском промысловом районе. Максимальное содержание ГХБ определено в мышцах краба-стригуна (0,60 нг/г сырой массы) из промыслового района южной части Новоземельского мелководья (ст. 2) (рис. 3).

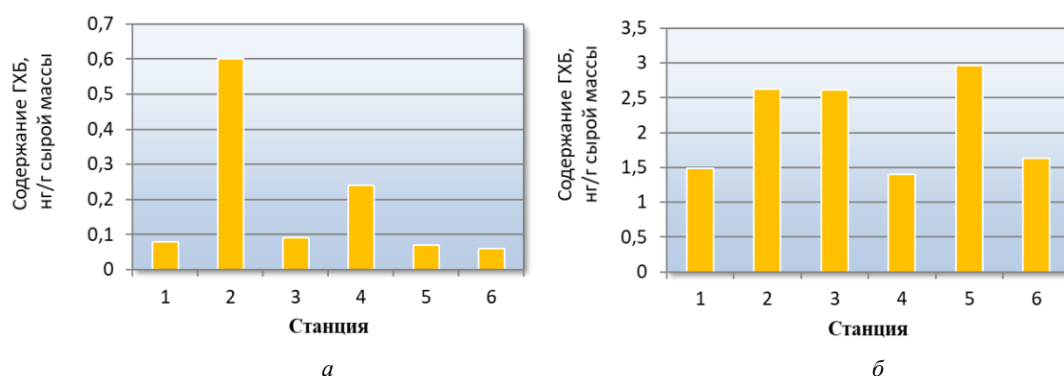


Рис. 3. Среднее содержание ГХБ в мышцах (а) и гепатопанкреасе (б) краба-стригуна Баренцева моря

В СССР, а позднее и в Российской Федерации изомеры хлордана в качестве пестицидов никогда не применялись, зато широко использовались в странах Евросоюза и Соединенных Штатах Америки. В водных массах Баренцева моря эти соединения идентифицируются в очень малых концентрациях, в основном в водах Северо-Атлантического течения, однако в результате накопления при передаче по пищевой цепи их содержание в водных организмах заметно возрастает. Самое высокое содержание суммы изомеров хлордана определено в мышцах краба-стригуна (0,88 нг/г сырой массы), выловленного донным тралом в промысловом районе южной части Новоземельского мелководья (ст. 3). В мышцах всех исследованных проб краба-стригуна доминировал *транс*-нонахлор.

Остаточные количества хлорорганических пестицидов в гепатопанкреасе краба-стригуна были значительно выше, чем в мышцах. У краба-стригуна *S. Opilio* гепатопанкреас – это орган системы пищеварения, который совмещает функции поджелудочной железы и печени, поэтому содержание хлорированных углеводов в нем было значительно больше по причине того, что в печени, как органе депонирования, накопление загрязняющих веществ осуществляется в первую очередь. Наряду с этим, гепатопанкреас содержит значительное, в сравнении с мышечной тканью, количество жира, а все хлорорганические соединения имеют липофильные свойства, т. е. легко растворяются в жирах [2]. Среднее содержание жира в гепатопанкреасе исследованных крабов составляло  $10,3 \pm 2,4\%$ , а в мышцах –  $0,52 \pm 0,05\%$ . Самое значительное содержание суммы изомеров ГХЦГ (5,83 нг/г сырой массы) найдено в гепатопанкреасе краба-стригуна, выловленного на ст. 3 части Новоземельского мелководья (рис. 2). Максимальное количество ГХБ (2,97 нг/г сырой массы) определено в гепатопанкреасе краба-стригуна со ст. 5 части Новоземельского мелководья (рис. 3). Самое значительное содержание суммы изомеров хлордана (2,51 нг/г сырой массы) изомеров и метаболитов ДДТ (20,9 нг/г сырой массы) найдено в гепатопанкреасе краба-стригуна со ст. 3 из того же района (рис. 4, 5).

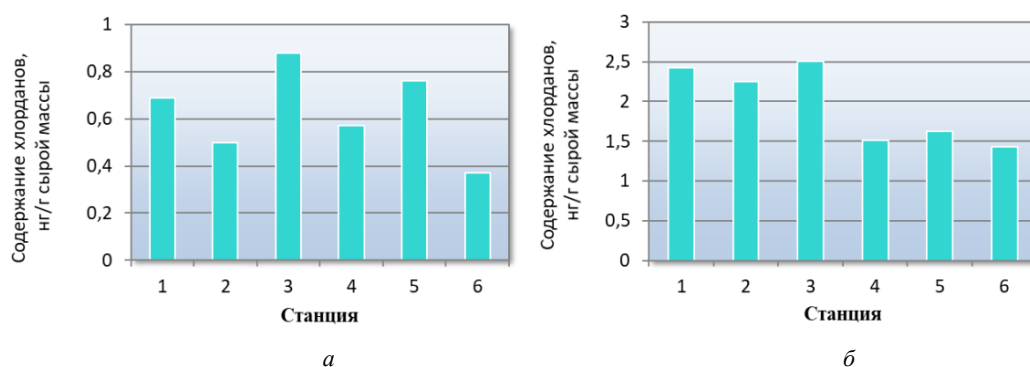


Рис. 4. Среднее суммарное содержание изомеров хлордана в мышцах (а) и гепатопанкреасе (б) краба-стригуна Баренцева моря

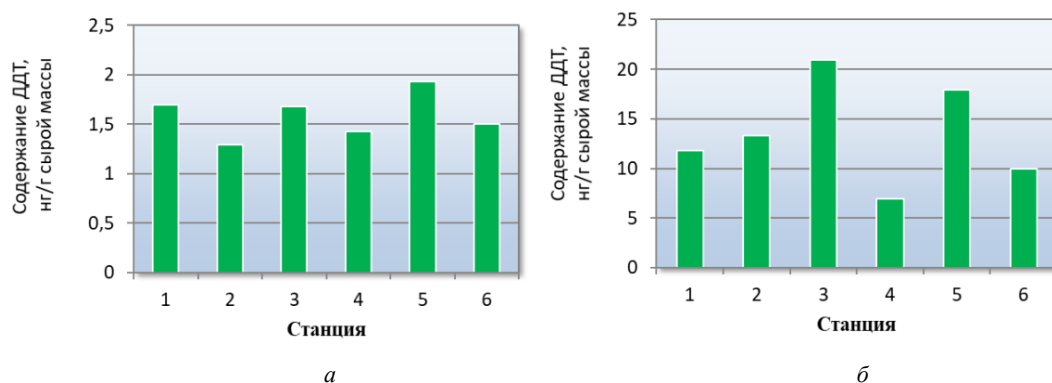


Рис. 5. Среднее суммарное содержание изомеров и метаболитов ДДТ в мышцах (а) и гепатопанкреасе (б) краба-стригуна Баренцева моря

Отношение содержания изомеров ГХЦГ, а также изомеров и метаболитов ДДТ в гепатопанкреасе исследованных крабов показало давний характер загрязнения этими пестицидами морской среды.

На рис. 6 представлено среднее содержание суммы конгенов полихлорированных бифенилов в мышцах и гепатопанкреасе краба-стригуна Баренцева моря.

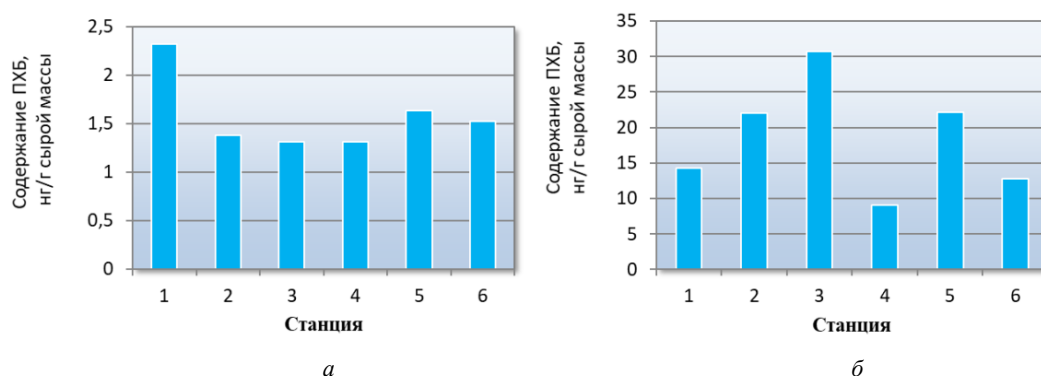


Рис. 6. Среднее суммарное содержание конгенов ПХБ в мышцах (а) и гепатопанкреасе (б) краба-стригуна Баренцева моря

Среднее содержание суммы конгенов ПХБ в мышечной ткани исследованных крабов варьировало от 1,31 до 2,32 при среднем значении  $1,58 \pm 0,35$  нг/г сырой массы, в гепатопанкреасе – от 9,11 до 30,7 при среднем значении  $18,5 \pm 7,2$  нг/г сырой массы. По причине высокой жирности содержание ПХБ в гепатопанкреасе крабов почти в 12 раз превышало их содержание в мышечной ткани. В исследованных мышцах и гепатопанкреасе краба-стригуна преобладали конгены с номерами по номенклатуре IUPAC: 118, 138 и 153, составляющие в среднем более 70% от  $\Sigma$ ПХБ (рис. 7), что свидетельствовало о техногенной составляющей загрязнения среды их обитания коммерческими смесями ПХБ типа Aroclor, российскими аналогами которых являются конденсаторное масло «Совол» и трансформаторное масло «Совтол-10». Основными полихлорбифенилами, входящими в состав «Совтола» или «Совола», являются соединения с номерами 52, 101, 118, 138 и 153, содержание которых в мышцах краба-стригуна составляло в среднем  $86,1 \pm 4,0$  %, а в гепатопанкреасе –  $87,2 \pm 2,0$  % от  $\Sigma$ ПХБ (рис. 7).

Самое высокое содержание полихлорированных бифенилов (30,7 нг/г сырой массы) найдено в гепатопанкреасе самца краба-стригуна, выловленного в южной части Новоземельского мелководья на ст. 3. В соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01 в нерыбных объектах промысла и продуктах их переработки (в том числе и ракообразных) не нормируется содержание ХОП и ПХБ [8], тем не менее они присутствуют в мышцах и гепатопанкреасе краба-стригуна *Scyllarus barbatus* Баренцева моря.

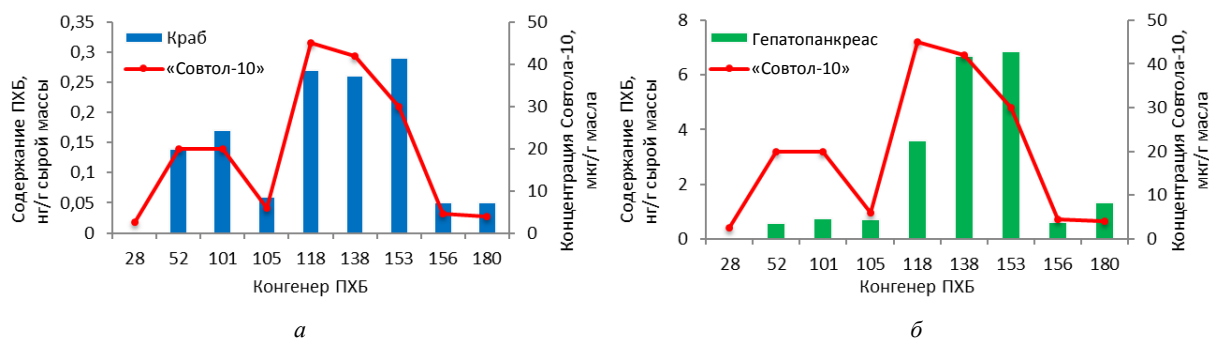


Рис. 7. Содержание конгенов ПХБ в «Совтоле-10», а также в мышцах (а) и гепатопанкреасе (б) краба-стригуна Баренцева моря (ст. 2)

Некоторые хлорированные углеводороды, к которым относятся ПХБ и пестициды, являясь диоксиноподобными соединениями, имеют те же токсические свойства, что и диоксины, а механизмы их действия на живые организмы идентичны. В международной шкале факторов эквивалентной токсичности (I-TEF) за эталон токсичности принимается наиболее сильный по своей биологической активности и хорошо изученный 2,3,7,8-тетрахлордибензо-*p*-диоксин (2,3,7,8-ТХДД). Его фактор эквивалентной токсичности принимается за 1. Так, для конгенов полихлорбифенилов с номерами 105, 118, 156 и 180, обнаруженных в органах и тканях исследованных образцов краба-стригуна, факторы эквивалентной токсичности составляют 0,0001, 0,0001, 0,0005 и 0,00001 ед. соответственно, а для пестицида гексахлорбензол – 0,001 ед. [9]. Средняя токсичность по сумме диоксиноподобных хлорированных углеводородов в мышцах краба-стригуна, выраженная в единицах токсического эквивалента, варьировала от 0,11 до 0,66 пг ТЭ/г сырой массы при среднем значении  $0,25 \pm 0,19$  пг ТЭ/г сырой массы, а в гепатопанкреасе – от 1,67 до 3,54 пг ТЭ/г сырой массы при среднем значении  $2,63 \pm 0,79$  пг ТЭ/г сырой массы. Средняя суммарная токсичность диоксиноподобных хлорированных углеводородов, обнаруженных в мышцах краба-стригуна, была во всех случаях меньше 1, а в гепатопанкреасе – больше 1. Максимальная величина этого показателя найдена в гепатопанкреасе краба-стригуна (3,54 пг ТЭ/г сырой массы), выловленного в южной части Новоземельского мелководья ст. 5.

Полученные результаты указывают на низкий уровень загрязнения краба-стригуна *C. Opilio* Баренцева моря стойкими органическими загрязнителями, который не может оказывать существенного влияния на состояние запасов этого важного промыслового объекта.

### Литература

1. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. – М.: Наука, 2009. – 532 с.
2. Kelly A.G., Campbell D. Persistent Organochlorine Contaminants in Fish and Shellfish from Scottish Waters // Scottish Fisheries Research Report. – 1994. – № 54. – 26 p.
3. ICES Guidelines for Monitoring Contaminants in Fish and Shellfish and in Sediments / Six Year Review of ICES Coordinated Monitoring Programmes // Coop. Res. Report. – 1984. – № 126. – P. 96–100.
4. 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 p.
5. Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 3. Sampling and Analyses of Biological Material // FAO Fisheries Technical Paper. – 1976. – № 158. – 124 p.
6. Современный уровень загрязнения хлорированными и нефтяными углеводородами донных отложений губы Печенга Баренцева моря / Г.Г. Матишов, В.М. Савинов, С. Дале и др. // Доклады РАН. – 1998. – Т. 361, № 3. – С. 425–427.
7. Баярова М.Д., Лукьянова О.Н. Хлорированные углеводороды в гидробионтах залива Посьета Японского моря // Изв. ТИНРО. – 2006. – Т. 145. – С. 271–278.
8. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М.: Минздрав РФ, 2002. – 164 с.
9. Майстренко В.Н., Ключев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 323 с.

УДК 597.639.3.043:556.33

О.М. Исаева<sup>1</sup>, А.О. Касумян<sup>2</sup>, Л.Т.К. Оань<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 638000  
e-mail: olisa24@bk.ru;

<sup>2</sup> Московский государственный университет,  
Москва, 119899;

<sup>3</sup> Российско-Вьетнамский Тропический научно-исследовательский и технологический центр,  
Приморское отделение,  
Нячанг, Вьетнам, 650000

## ПОИСК ВКУСОВЫХ СТИМУЛОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПИЩЕВЫМ ПОВЕДЕНИЕМ БАРРАМУНДИ *LATES CALCARIFER* – ВАЖНОГО ОБЪЕКТА АКВАКУЛЬТУРЫ ЮЖНОГО ВЬЕТНАМА

Методом поведенческого тестирования определена вкусовая привлекательность четырех классических вкусовых веществ и 21 свободной аминокислоты для баррамунди *Lates calcarifer*. Тестирование выполнено на молоди баррамунди длиной тела от 4–5 до 10 см (TL). Концентрация всех вещества в составе агар-агаровых гранул – 0,1 М. Выяснено, что лимонная кислота обладает высоко привлекательным вкусом для баррамунди и более чем в 2 раза повышает потребление искусственных гранул. Сахароза имеет отталкивающий (аверсивный) вкус, хлорид натрия и хлорид кальция – индифферентный. Установлено, что при снижении концентрации лимонной кислоты в 10 раз (до 0,01 М) ее стимулирующее действие сохраняется, однако сила эффекта снижается.

**Ключевые слова:** баррамунди, вкусовые предпочтения, пищевое поведение, вкусовые стимулы.

О.М. Isaeva<sup>1</sup>, А.О. Kasumyan<sup>2</sup>, L.T.K.Oanh<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
olisa24@bk.ru;

<sup>2</sup> Moscow State University,  
Moscow, 119899

<sup>3</sup> Russian-Vietnam Tropical Scientific and Technological Center, Coastal branch,  
NhaTrang, Vietnam, 650000

## SEARCH FOR TASTE STIMULUS TO CONTROL EATING BEHAVIOR OF BARRAMUNDI *LATES CALCARIFER* AS AN IMPORTANT AQUACULTURE OBJECT OF SOUTH VIETNAM

By the method of behavioral testing, the taste attractiveness of 4 classic flavoring substances and 21 free amino acids for *Lates calcarifer* barramundi was determined. Testing was performed on barramundi fry with a body length of 4–5 to 10 cm (TL). The concentration of all substances in agar-agar granules is 0,1 M. It was found that citric acid has a very attractive taste for barramundi and more than 2 times increases the consumption of artificial granules. Sucrose has a repulsive (aversive) taste, sodium chloride and calcium chloride are indifferent. It was established that when reducing the concentration of citric acid by 10 times (to 0,01 M) its stimulating effect remains, but the strength of the effect decreases.

**Key words:** barramundi, taste preferences, feeding behavior, taste stimulus.

### Введение

В последние годы австралийский окунь, баррамунди *Lates calcarifer* стал модным объектом искусственного разведения: фермы по его выращиванию появляются как в районе Средиземноморья, так и в Юго-Восточной Азии. Распространен от Персидского залива до Индокитая и Австралии. Является объектом промышленного выращивания в странах Юго-Азии, Австралии.



В последнее время данный вид активно выращивают в системах УЗВ в Европе, США и других странах. Быстрый рост и высокое содержание омега-3 жирных кислот сделали баррамунди привлекательным объектом для аквакультуры. Рыба стала широко доступной в супермаркетах и ресторанах во многих странах мира [1–5].

Разведение рыбы в зонах, не подходящих для естественного разведения (например, пустыня, или, наоборот, холодные климатические зоны), требует создания всех жизненно важных условий для оптимального роста рыбы. В таких случаях требуется применение УЗВ (установки замкнутого водоснабжения) или РАС (рециркуляционная аквакультурная система), при этом технология выращивания рыбы очень проста, она ничем не отличается по своим параметрам от обычной осетровой РАС [3].

Естественный рацион баррамунди состоит из мелкой рыбы, беспозвоночных (креветок) и высших водных растений. Таким образом, правильно подобранный рацион для данного вида очень важен в аквакультуре для создания полноценных и высокопитательных искусственных кормов, обеспечивающих быстрый рост, ведь за год баррамунди может достигнуть веса в 1 кг и до 45 см в длину. Знание биологических основ пищевого поведения этой ценной рыбы поможет созданию точных и выверенных кормовых рецептур, а наши первые исследования вкусового поведения баррамунди могут помочь в решении этих проблем [4–7].

Цель работы: исследовать вкусовые предпочтения и пищевое поведение баррамунди как важного объекта искусственного культивирования во Вьетнаме.

Задачи исследования:

- 1) изучить особенности проявления пищевого поведения на искусственные гранулы;
- 2) изучить вкусовые предпочтения к классическим вкусовым веществам.

Мы адаптировали метод, ранее разработанный для изучения вкусовых предпочтений рыб коралловых рифов [8, 9], и затем использовали его для оценки вкусовой привлекательности для баррамунди таких веществ, как классические вкусовые вещества – общепринятые для подобного рода исследований [10–22]. Полученные сведения могут служить основой для проведения в дальнейшем целенаправленных работ по поиску и обнаружению высоко привлекательных вкусовых веществ, которые могут быть использованы в практике культивирования баррамунди для повышения качества искусственных кормов.

### Материал и методика

Лабораторное помещение, в котором проводились эксперименты, расположено в новом лабораторно-аквариальном корпусе Приморского отделения Российско-Вьетнамского Тропического центра. Рыб доставляли в лабораторию на автотранспорте с фермы.

В лаборатории рыб вначале помещали в общий аквариум (55×38, высота воды – 35 см) с внешним биофильтром и постоянной аэрацией. Температура воды в общем аквариуме варьировала от  $28 \pm 1^\circ\text{C}$  (апрель) до  $31 \pm 1^\circ\text{C}$  (май). Рыбы были доставлены в лабораторию, на следующий день вечером часть рыб была рассажена поодиночке в стандартные по размеру и прямоугольные по форме стеклянные аквариумы (29×25×25 см) с объемом воды около 15 л. Аквариумы были объединены в единую замкнутую систему водооборота через внешний биофильтр, размером 60×45×80 см.

Гранулы, применявшиеся для тестирования вкусовых качеств экстрактов и веществ, изготавливали из агар-агарового геля (2%). Гель использовали в качестве субстрата-носителя для вкусовых веществ или для экстрактов гидробионтов. Для приготовления геля порошок агар-агара («Reanal», Венгрия) суспензировали в морской воде. Затем суспензию подогрели при температуре  $70\text{--}90^\circ\text{C}$  до полного растворения агар-агара и после этого вносили предварительно приготовленный экстракт, а также раствор красителя Ponceau 4R ( $5 \mu\text{M}$ ), приготовленный на морской воде.

После тщательного перемешивания горячий раствор агар-агара (10 мл) выливали в пластиковую чашку Петри (диаметр 5 см). Полученный после остывания гель хранили в холодильнике при температуре  $+5^\circ\text{C}$ . Гели с экстрактами после приготовления были использованы для тестирования в течение первых 1–3 сут.

В качестве контроля использовали гранулы, изготовленные из геля, содержащего только краситель Ponceau 4R в указанной выше концентрации.

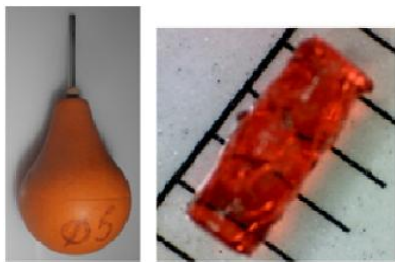


Рис. 1. Раздатчик гранул и вырезанная из геля гранула (1 деление = 1 мм)

Гранулы непосредственно перед опытом вырезали из геля с помощью раздатчика – трубки из нержавеющей стали, соединенной с резиновой грушей (рис. 1). Более подробно методика приготовления агар-агаровых гранул была описана ранее [8–22].

В каждом опыте одиночной рыбе подавали одну только что вырезанную из геля агар-агаровую гранулу, содержащую тестируемый экстракт или тестируемое вещество. В ходе каждого опыта регистрировали число совершенных рыбой схватываний, длительность удержания гранулы в ротовой полости при первом схватывании и суммарно

в течение опыта. Отмечали также разрушена была гранула в процессе тестирования или нет, и была ли гранула рыбой к концу опыта проглочена или отвергнута.

Опыты не учитывали, если рыба не схватывала гранулу в течение 2 мин, или если потребление гранулы нельзя было определить из-за ее разрушения рыбой и образования большого числа фрагментов. Несъеденную гранулу или ее фрагменты из аквариума удаляли. Гранулы подопытным рыбам подавали с интервалом 10–15 мин.

Всего выполнено 933 опыта на 44 особях баррамунди. Данные по числу опытов, выполненных по тестированию вкусовой привлекательности разных групп веществ, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Число опытов, выполненных с гранулами, содержащими разные вещества

Вкусовые стимулы	Число опытов
Классические вкусовые вещества	480
Креветка <i>Litopenaeus vannamei</i>	141
Контрольные гранулы	312

## Результаты и обсуждение

Баррамунди является представителем семейства латовых *Latidae*, входящего в отряд окунеобразных *Perciformes*. Баррамунди распространен в Индо-Западно-Тихоокеанском регионе: от Персидского залива до Индокитая, Тайваня, Папуа Новой Гвинеи и северной Австралии, встречается в прибрежных, морских и солоноватых водах и эстуариях, а также в крупных речных системах, в старицах, рукавах, заводях, отшнуровавшихся от основного русла водоемах, озерах. Достигает длины до 200 см и массы 60 кг. Хищник, питается в основном рыбой и ракообразными. Для баррамунди свойственен каннибализм, который является причиной значительных потерь выращиваемой молоди (баррамунди способен заглатывать рыб, длина которых может достигать 61–67% от собственной длины тела). Легко приучается питаться гранулированным кормом [5, 6].

Размножается в море у устьев рек, приурочивая нерест к максимальным (сизигийным) приливам, которые заносят икру и личинок в эстуарии. Плодовитость высокая – 30–40 млн икринок у самок длиной (*TL*) около 120 см. Молодь остается в эстуарии на протяжении нескольких месяцев, затем мигрирует в реки, где баррамунди живут до половозрелости – 3–4 года. Впервые созревающие рыбы являются самцами, из пресных вод для нереста они уходят в эстуарий. В возрасте 6–8 лет и длине тела 85–100 см они меняют пол и превращаются в самок (протоандрический гермафродитизм). Баррамунди не склонен к протяженным миграциям или перемещениям и образует генетически различающиеся локальные популяции или группировки [6, 7].

**Поведение и адаптация рыб к содержанию в одиночных аквариумах.** Баррамунди в общем аквариуме спокойно держатся (стоят) в толще воды, перемещаются неохотно и на небольшое расстояние. Каких-либо стычек между ними не происходит, несмотря на высокую склонность молоди баррамунди к каннибализму, приводящему к гибели большей части выращиваемых рыб в хозяйствах. В первые дни при приближении наблюдателя к аквариуму рыбы пугались и отходили к противоположной стенке аквариума. Однако уже через 2 дня рыбы ассоциировали приближение к аквариуму с кормлением и уже не отходили, а приближались к передней стенке аквариума, а когда экспериментатор проходил вдоль аквариума, рыбы следовали за ним, как бы сопровождая его.

Все рыбы уже в первый день охотно, но с некоторой опаской, брали корм – мелко нарезанную свежемороженную креветку, подкрашенную красным пищевым красителем Ronseal 4R и подаваемую пинцетом. Рыбы активно хватили кусочки креветки в толще воды, не схваченный здесь корм опускался на дно, и со дна рыбами схватывался редко и неохотно. Испуга или паники на процедуру кормления не было, рыбы по-прежнему сохраняли спокойное плавание. Корм замечали быстро, что говорит о хорошо развитом зрении. Рыбы привыкли к человеку очень быстро, буквально через день стали есть креветку с пинцета.



Рис. 2. Одна из подопытных особей баррамунди. На фото хорошо видна окраска молоди, которая у крупных рыб заменяется монотонно-серебристой окраской, характерной для многих пелагических рыб

Еще через день многие рыбы при кормлении схватывали кусочки креветки с пинцета, но сильного пищевого ажиотажа при поднесении пинцета с кормом к аквариуму не демонстрировали. При кормлении в общем аквариуме мелким гранулированным кормом, взятом в хозяйстве, откуда была привезена рыба, баррамунди активно схватывали этот корм со дна, куда он быстро опускался из-за высокой удельной плотности. Схватывая гранулы корма, баррамунди втягивали их в рот. При этом баррамунди располагался горизонтально дну, практически скользил по нему и мог принимать боковой наклон, что, по-видимому, облегчало схватывание мелкого корма рыбам с очень крупным ртом.

*Вкусовые предпочтения классических вкусовых веществ у баррамунди.* Тестированию были подвергнуты четыре классических вкусовых вещества, вызывающие у человека ощущение кислого, сладкого, соленого и горького вкуса. Это, соответственно, лимонная кислота, сахароза, хлористый натрий и хлористый кальций. Все вещества были протестированы при одной и той же концентрации – 0,1 М. В качестве контроля использованы гранулы, изготовленные из агар-агарового геля с красителем, но без каких-либо иных веществ. Для оценки предрасположенности подопытных рыб к питанию, т. е. для оценки их пищевой мотивации, использовали гранулы, содержащие экстракт креветки.

Выполненные опыты показали, что отношение баррамунди к вкусу классических вкусовых веществ различается. Лимонная кислота оказалась крайне привлекательной по вкусу. Баррамунди потребляли гранулы с лимонной кислотой очень охотно – средний уровень потребления равен 95,4%, что в 2,6 раза выше, чем потребление контрольных гранул. По вкусовой привлекательности лимонная кислота лишь немногим уступает экстракту креветки, гранулы с которым были потреблены рыбами в 100% опытов (табл. 2).

Таблица 2

**Вкусовые ответы баррамунди *Lates calcarifer* на агар-агаровые гранулы с классическими вкусовыми веществами**

Раздражитель	Концентрация, М	Потребление гранул, %	ИВП	Число разрушенных гранул	Число схватываний	Длительность удержания гранулы, сек.		Число опытов
						после первого схватывания	в течение всего опыта	
Лимонная кислота	0,1	95,4 ± 1,7***	44,4	12,5 ± 0,0***	1,3 ± 0,1***	9,6 ± 0,4***	10,8 ± 0,4*	120
Хлористый натрий	0,1	35,0 ± 3,9	-2,4	40,0 ± 4,5	3,8 ± 0,2	3,6 ± 0,3	12,3 ± 0,6	120
Хлористый кальций	0,1	28,8 ± 3,7	-13,0	32,5 ± 4,3	4,1 ± 0,2	3,2 ± 0,3**	12,3 ± 0,6	120
Сахароза	0,1	15,8 ± 2,8***	-39,8	27,5 ± 4,1	4,7 ± 0,2**	2,7 ± 0,2***	12,4 ± 0,5	120
Экстракт креветки	300 г/л	100 ± 0,0***	46,3	0,0 ± 0,0***	1,1 ± 0,0***	9,7 ± 0,4***	10,5 ± 0,4*	70
Контроль	-	36,7 ± 4,0	-	30,0 ± 4,2	3,7 ± 0,2	4,2 ± 0,3	12,2 ± 0,5	120

Примечание: \*, \*\*, \*\*\* – достоверность отличия от контроля соответственно  $p < 0,05$ ;  $0,01$ ;  $0,001$

Хлористый натрий и хлористый кальций оказались индифферентными вкусовыми веществами для баррамунди. Присутствие этих солей в гранулах не влияло на их потребление рыбами – отличия, по сравнению с контролем, незначительные. Вкус же сахарозы оказался неприятным для баррамунди – рыбы в 2,3 раза снижали потребление гранул, по сравнению с контролем. Это различие статистически высоко значимое (табл. 2; рис. 3).

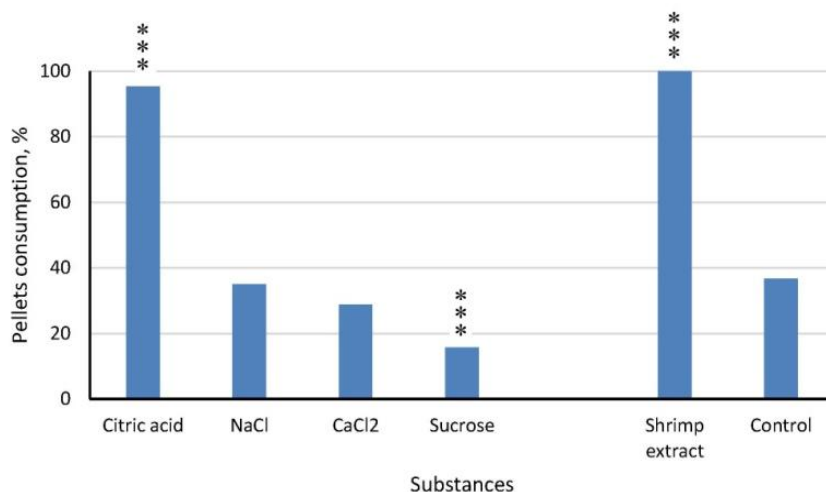


Рис. 3. Вкусовая привлекательность классических вкусовых веществ для баррамунди.  
\*, \*\*, \*\*\* – достоверность отличия от контроля соответственно  $p < 0,05$ ;  $0,01$ ;  $0,001$

Известно, что лимонная кислота стимулирует потребление гранул у многих рыб – у каспийской кумжи *Salmo trutta*, арктического гольца *Salvelinus alpinus*, карпа *Cyprinus carpio*, линя *Tinca tinca*, белого амура *Stenopharyngodon idella*, гуппи *Poecilia reticulata*, трехиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus* и девятииглой колюшки *Pungitius pungitius*. Вкус сахарозы для большинства изученных ранее видов рыб индифферентный, за исключением тех рыб, в питании которых растения составляют значительную часть рациона – белого амура, плотвы *Rutilus rutilus* и гуппи [8–22].

Пищевое поведение, проявляемое баррамунди при тестировании гранул с разными вкусовыми веществами, также различается. Гранулы с индифферентными по вкусу хлоридом натрия и хлоридом кальция разрушались рыбами примерно в 30–40% опытов, т. е. так же, как и контрольные гранулы. Высоко привлекательные по вкусу гранулы с лимонной кислотой рыбы разрушали довольно редко (12%), а с гранулами с экстрактом креветки этого не происходило вовсе (0%). Гранулы с лимонной кислотой и с экстрактом креветки баррамунди обычно не подвергала повторному тестированию, а потребляла в результате первого же схватывания. Гранулы с остальными веществами, а также контрольные, рыбы схватывали в среднем примерно в три раза чаще. Максимальное число схватываний в отдельных опытах достигало 12–14.

Столь же сильным было и отличие в пищевом поведении, проявляемом на разные гранулы, и по длительности удержания гранул в ротовой полости. Выяснилось, что наиболее привлекательные по вкусу гранулы с лимонной кислотой и с экстрактом креветки, которые рыбы лишь изредка подвергали повторным тестированиям, удерживаются в ротовой полости при первом схватывании намного дольше по времени, чем остальные гранулы – примерно в три раза.

Наибольший интерес представляет более детальный анализ пищевого поведения баррамунди на значимые вкусовые стимулы – на гранулы с привлекательной лимонной кислотой (0,1 М) и на гранулы с отталкивающей по вкусу сахарозой (0,1М).

В подавляющем числе опытов гранула с лимонной кислотой схватывалась рыбами всего один раз. Число опытов с большим числом схватываний таких гранул было крайне мало, закономерно снижалось и не превышало семи. Длительность удержания гранул с лимонной кислотой охватывала диапазон от 1 до 26 с, но наиболее частыми были опыты, в которых первое удержание гранулы длилось от 6 до 12 с. Близким было и распределение частот длительности суммарного удержания гранул.

В отличие от лимонной кислоты сахароза обладала отталкивающим вкусом для баррамунди. Разная вкусовая привлекательность этих двух веществ приводит и к разному характеру ответа на гранулы с ними. Распределение частот опытов по числу схватываний гранулы, совершаемых рыбами в ходе ее тестирования, совершенно иное, чем в случае с сахарозой. Рыбы схватывали эти гранулы до 12 раз, причем наиболее распространенным вариантом было шесть схватываний за опыт, тогда как у лимонной кислоты было всего одно схватывание.

Корреляции в проявлении пищевого поведения при тестировании вкусовых качеств гранул. В ходе каждого опыта нами регистрировалось пять параметров ответа рыб на внесенную в аква-

риум агар-агаровую гранулу: дефрагментация гранулы в ходе тестирования (да; нет); число схватываний гранулы; длительность удержания гранулы после первого схватывания; суммарная длительность удержания гранулы в опыте; потребление гранулы (да; нет).

Даже поверхностный анализ данных, представленных в табл. 3, приводит к выводу, что между некоторыми зарегистрировавшимися параметрами существует очевидная связь. Между другими параметрами такую связь сразу же увидеть не удастся. Для количественной оценки взаимосвязей между параметрами пищевого ответа баррамунди нами, на примере данных по вкусовым ответам на свободные аминокислоты, были вычислены величины коэффициента корреляции Спирмена (табл. 3).

Таблица 3

**Коэффициент корреляции Спирмена между параметрами вкусового ответа на гранулы с аминокислотами у баррамунди**

	Разрушение гранул	Схватывания гранул	Первое удержание гранулы	Суммарное удержание гранулы
Потребление гранул	0,059	-0,084	0,940***	0,871***
Разрушение гранул		0,318	-0,022	0,116
Схватывания гранул			-0,181	0,334
Первое удержание гранулы				0,825***

Примечание: «+» – стимулирующее действие, «-» – детергентное, 0 – индифферентное. \*, \*\*, \*\*\* – достоверность отличия от контроля соответственно  $p < 0,05$ ;  $0,01$ ;  $0,001$ .

Полученные значения коэффициента корреляции показывают, что некоторые параметры ответа баррамунди на гранулы с аминокислотами тесно взаимосвязаны между собой. Так, согласно полученным коэффициентам корреляции, чем выше потребление гранул, т. е. чем выше вкусовая привлекательность содержащейся в них аминокислоты, тем дольше такие гранулы удерживаются рыбами в ротовой полости после первого схватывания и суммарно за все время опыта. Эта связь высокозначимая. Последние два параметра – длительность первого удержания и суммарное удержание гранулы также тесно взаимосвязаны между собой. Все остальные варианты парного сравнения зарегистрировавшихся параметров достоверных связей не обнаруживают.

В частности, деструктурирование (фрагментация) гранулы, как оказалось, не связана не только с вкусовой привлекательностью содержащегося в ней вещества, но и с числом повторных схватываний и с длительностью удержания гранулы в ротовой полости при первом схватывании и суммарно за опыт. Иными словами, разрушение гранулы не является следствием большего числа манипуляций с ней (схватываний) или с длительностью («строгостью», «тщательностью») ее оросенсорной оценкой в ходе тестирования. Чем определяется необходимость разрушения гранулы или следствием каких сенсорных процессов, остается пока непонятным. Возможно, разрушение гранулы, оказавшейся во рту у рыбы, отражает стремление рыбы лучше понять ее вкусовые качества. Те же гранулы, вкусовые свойства которых для рыб очевидны, таких действий не вызывают [21, 22].

В результате работы была впервые определена вкусовая привлекательность четырех классических вкусовых веществ для молоди баррамунди *Lates calcarifer*. Выяснилось, что лимонная кислота обладает высоко привлекательным вкусом для баррамунди, а сахароза, напротив, имеет отталкивающий вкус. Хлорид натрия, хлорид кальция и большинство аминокислот обладают безразличным вкусом для баррамунди. Высокая вкусовая привлекательность лимонной кислоты указывает на перспективность поиска эффективных вкусовых стимуляторов для баррамунди среди карбоновых кислот.

Для пищевого поведения баррамунди характерно деструктурирование гранул в процессе тестирования, проявление которого не коррелирует с вкусовой привлекательностью гранул и длительностью их удержания рыбой в ротовой полости. Выявлена высоко значимая связь между потреблением гранул и длительностью их удержания рыбами.

Сбор материала и экспериментальная часть работы осуществлены при финансовой поддержке Совместного Российско-Вьетнамского научно-исследовательского и технологического Тропического центра (Приморское отделение). Обработка первичных данных, анализ результатов и подготовка статьи проведены благодаря поддержке гранта РФФИ (проект № 16-04-00322).

Авторы выражают свою искреннюю благодарность руководству и сотрудникам Приморского отделения Совместного Российско-Вьетнамского научно-исследовательского и технологического Тропического центра за организационную помощь в материально-техническом обеспечении экспериментальных работ.

## Литература

1. Kottelat M., Widjanarti E. The fishes of Danau Sentarum National Park and the Kapuas Lakes Area, Kalimantan Barat, Indonesia // Raffles Bull. Zool. Suppl. – 2005. – V. 13. – P. 139–173.
2. Marnane M.J. Site fidelity and homing behaviour in coral reef cardinalfishes // J. Fish Biol. – 2000. – V. 57. – P. 1590–1600.
3. Rimmer M.A. Barramundi Farming – An Introduction. Brisbane, Australia, Queensland // Department of Primary Industries Information Series. – 1995. – QI 95020. – 26 p.
4. Rimmer M.A. Barramundi // В J.S. Lucas и P.C. Southgate (ред.) Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants. – Оксфорд, Blackwell Publishing, 2003. – Ch. 18. – P. 364–381.
5. Садковая аквакультура – Региональные обзоры и всемирное обозрение // Обзор садковой аквакультуры. – Океания, 2010. – С. 235–249.
6. Химическая защита от рыб у животных и растений коралловых рифов Южного Вьетнама / А.О. Касумян, О.М. Исаева, Т.В. Тинькова, Л.Т.К. Оань, В.Т. Ха // Tạp chí Khoa học và Công nghệ nhiệt đới. – 2017. – Số 14. – P. 154–162.
7. Касумян А.О., Морси А.М.Х. Вкусовая чувствительность карпа к свободным аминокислотам и классическим вкусовым веществам // Вопросы ихтиологии. – 1996. – Т. 36, № 3. – С. 386–399.
8. Касумян А.О., Михайлова Е.С. Вкусовые предпочтения и пищевое поведение трехиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus* популяций бассейнов Атлантического и Тихого океанов // Вопросы ихтиологии. – 2014. – Т. 54, № 4. – С. 446–469.
9. Касумян А.О., Михайлова Е.С., Марусов Е.А. Роль тактильного чувства и других сенсорных систем в регуляции пищевого поведения у гурами рода *Trichopodus* // ДАН. – 2014. – Т. 454, № 3. – С. 362–365.
10. Касумян А.О., Морси А.М.Х. Вкусовые предпочтения классических вкусовых веществ молоди белого амура, *Stenopharyngodon idella* (Cyprinidae, Pisces), выращенной на животном и растительном корме // ДАН. – 1997. – Т. 357, № 2. – С. 284–286.
11. Касумян А.О., Николаева Е.В. Вкусовые предпочтения гуппи, *Poecilia reticulata* (Cyprinodontiformes) // Вопросы ихтиологии. – 1997. – Т. 37, № 5. – С. 696–703.
12. Касумян А.О., Прокопова О.М. Вкусовые предпочтения и динамика вкусового поведенческого ответа у линя *Tinca tinca* (Cyprinidae) // Вопросы ихтиологии. – 2001. – Т. 41, № 5. – С. 670–685.
13. Касумян А.О., Сидоров С.С. Вкусовая чувствительность кеты *Oncorhynchus keta* к основным типам вкусовых раздражителей и аминокислотам // Сенсорные системы. – 1992. – Т. 6, № 3. – С. 100–103.
14. Касумян А.О., Сидоров С.С. Сравнительный анализ вкусовых ответов молоди кумжи *Salmo trutta trutta* популяций Балтийского и Белого морей // ДАН. – 1995. – Т. 343, № 3. – С. 417–419.
15. Касумян А.О., Сидоров С.С. Вкусовая чувствительность молоди озерного гольца *Salvelinus namaycush* (Salmonidae) // Вопросы рыболовства. – 2001. – Приложение 1. – С. 121–126.
16. Doving K.B., Kasumyan A.O. Chemoreception / Fish Larval Physiology. R.N. Finn and B.G. Kapoor (eds.). – Enfield.: Science Publishers, 2008. – P. 331–394.
17. ФАО. 2006. ФАО yearbook, Fishery statistics, Aquaculture Production. – 2004. – Т. 98/2. – 247 с.
18. Kasumyan A.O., Doving K.B. Taste preferences in fish / Fish and Fisheries. – 2003. – V. 4. – P. 289–347.
19. Kasumyan A.O., Nikolaeva E.V. Comparative analysis of taste preferences in fishes with different ecology and feeding // J. Ichthyol. – 2002. – V. 42, Suppl. 2. – P. 203–214.
20. Михайлова Е.С., Касумян А.О. Вкусовые предпочтения и пищевое поведение девятииглой колюшки *Pungitius pungitius* трех географически удаленных популяций // Вопросы ихтиологии. – 2015. – Т. 55, № 5. – С. 539–562.
21. Kasumyan A.O. Behavior and gustatory reception of air-breathing catfishes (Clariidae) // J. Ichthyol. – 2014. – V. 54, № 10. – P. 934–943.
22. Виноградская М.И., Михайлова Е.С., Касумян А.О. Вкусовые предпочтения, оросенсорное тестирование и генерация звуков при питании жемчужного гурами *Trichopodus leerii* (Osphronemidae) // Вопросы ихтиологии. – 2017. – Т. 57, № 3. – С. 324–337.

УДК 582.272.7

**А.Н. Кашутин, А.В. Климова**

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

**КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ПРОРОСТКОВ У КАМЧАТСКОЙ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ  
*FUCUS DISTICHUS* SUBSP. *EVANESCENS* (PHAEOPHYCEAE, FUCALES)  
В УСЛОВИЯХ НИЗКОЙ СОЛЕННОСТИ**

В условиях лабораторного эксперимента изучено влияние низкой солености (0 и 10‰) на жизнеспособность и скорость роста проростков бурой водоросли *Fucus distichus* subsp. *evanescens*. В солоноватой среде (10‰) они продолжали свое развитие в течение всего периода исследований. К концу трех недель культивирования их общие линейные размеры достигали 990 мкм и скорость роста составляла 43,4 мкм/сут. В пресной среде признаки угнетения развития проростков были зарегистрированы на шестые сутки после оплодотворения яйцеклеток, а их окончательная гибель была зафиксирована после 15-суточного содержания в культуральной среде, имеющей нулевую соленость. Проведенный эксперимент помогает объяснить некоторые наблюдаемые у побережья Камчатки особенности размножения и распределения фукуса.

**Ключевые слова:** *F. distichus* subsp. *evanescens*, проростки фукуса, абсолютная скорость роста, соленость, Камчатка.

**A.N. Kashutin, A.V. Klimova**

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

**CULTIVATION OF *FUCUS DISTICHUS* SUBSP. *EVANESCENS* (PHAEOPHYCEAE, FUCALES)  
GERMLINGS IN LOW SALINITY CONDITIONS**

The low salinity (0 and 10‰) effect on the viability and growth speed of brown algae *Fucus distichus* subsp. *evanescens* was studied in a laboratory experiment. Being in the saltish medium (10‰) they continued development throughout the whole research period. By the end of three weeks cultivation, their total linear dimensions reached 990 microns and the growth speed was 43,4 microns/day. The signs of germlings growth inhibition were recorded on the sixth day after eggs fertilization in fresh medium. Their final death was recorded after 15 days keeping in a culture medium with zero salinity. This experiment helps to explain some features of fucus reproduction and distribution which are observed near the coast of Kamchatka.

**Key words:** *F. distichus* subsp. *evanescens*, germlings, absolute growth rate, salinity, Kamchatka.

**Введение**

Одним из важнейших факторов, влияющих на рост и распределение морских водорослей, является соленость воды. Литоральные водоросли более адаптированы к ее изменению, чем сублиторальные, поскольку испытывают постоянное опресняющее воздействие атмосферных осадков. Общей тенденцией для представителей рода *Fucus*, населяющих водоемы с прогрессивно убывающей соленостью, является уменьшение размеров их талломов [1]. Для баренцевоморской популяции *F. distichus* установлено, что в мезогалинных условиях он может существовать только ограниченное время, не более трех недель [2], тогда как *F. vesiculosus* способен выдерживать опреснение до 2,5‰ [3]. Однако соленость ниже критических величин, 0,1–10‰, уменьшает продолжительность их жизни [2].

Несмотря на высокую промысловую значимость и массовое распространение в российских морях Дальнего Востока *F. distichus* subsp. *evanescens*, специального изучения воздействия солености на его развитие не проводилось. У берегов Камчатки, в частности в Авачинской губе,

он нередко встречается в условиях значительного распреснения морских вод. Так, в летний период во время прилива вода, поступающая сюда из Тихого океана и распространяющаяся вдоль восточного побережья, заселенного фукусом, может иметь соленость 31–32‰. В то же время вдоль ее западного берега стекают пресные воды рек Авача и Паратунка. Частично они проникают и в бухты Моховая и Сероглазка [4], в результате этого соленость в поверхностном слое последней из указанных бухт в летний период может снижаться до 4,9‰ [5].

Летнее время является периодом активного размножения фукуса. В ходе изучения биологии развития этого вида в Авачинской губе мы наблюдали достаточно выраженные изменения возрастной структуры и плотности его поселений в местах постоянного воздействия пресных вод. Вопрос о том, как влияют столь значительные перепады солености на раннее развитие проростков *F. distichus* subsp. *evanescens*, до сих пор оставался открытым.

### Материалы и методы

В природной среде влияние солености на развитие микроскопических стадий развития фукуса проследить достаточно сложно. Поэтому для изучения поставленного выше вопроса были проведены исследования в лабораторных условиях с контролируемыми параметрами среды. Исходным материалом для экспериментов послужили зрелые водоросли *F. distichus* subsp. *evanescens*, собранные 6 ноября 2018 г. в литоральной зоне бух. Сероглазка (Авачинская губа). Они представляли собой дихотомически разветвленные кустики с хорошо развитыми концептакулами, их общие линейные размеры варьировали от 18 до 24 см.

Для получения зигот фукуса в лабораторных условиях использовали метод, детально описанный нами ранее [6]. Появившиеся эмбрионы фукуса перемещали в пластиковые чашки Петри, содержащие культуральную среду с заданными значениями солености: пресная – 0‰, солоноватая – 10‰ и морская – 32‰. После этого вели регулярные наблюдения за их ростом и развитием. Все культуральные среды предварительно обогащали микро- и макроэлементами и заменяли каждые три дня. Культуры с проростками фукуса содержали при постоянной температуре 10°C и фотопериоде 12 ч света : 12 ч темноты.

Наблюдения за развитием *F. distichus* subsp. *evanescens* проводили с помощью стереомикроскопа Olympus SZX10 (Olympus, Japan). Фотодокументирование и определение линейных размеров проростков фукуса выполняли в программе CellSens Entry (Olympus, Japan). Измерения проводили через каждые 3–4 дня. Объем выборки в каждой культивируемой группе составлял не менее 30 проростков. Абсолютную скорость роста (AGR, мкм/сут) рассчитывали по стандартной формуле [7]. Общая продолжительность эксперимента составила 21 сутки.

### Результаты и обсуждение

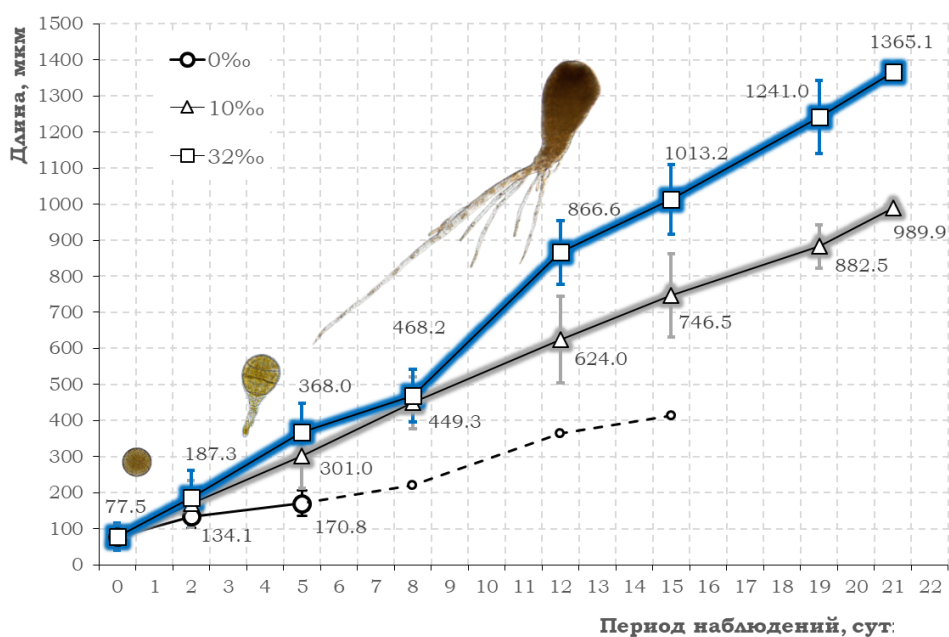
Проростки фукуса во всех чашках Петри развивались из зигот, размер которых составлял 68,5–86,5 мкм. В течение первых двух суток значительных различий в развитии проростков, сохранившихся в среде с соленостью 10 и 32‰, не обнаружено (см. рисунок). К этому моменту все они прикрепилась ко дну чашек Петри и достигали 169,6 и 187,3 мкм длины соответственно (см. рисунок). Их максимальная скорость роста составила 54,9 мкм/сут. Проростки, развивавшиеся в пресной воде, к концу вторых суток к субстрату не прикрепилась. Их размеры едва достигали 135 мкм, значение AGR было вдвое меньше, чем у проростков, развивавшихся при нормальной морской солености.

На пятые сутки проростки, содержащиеся в условиях солености 10 и 32‰, уже имели многоклеточную талломическую часть, как правило, один хорошо сформированный ризоид и несколько дополнительных, меньшего размера. Их общие линейные размеры не превышали 370 мкм. AGR проростков составляла 43,8 мкм/сут (для 10‰) и 60,2 мкм/сут (для 32‰). Кроме того у представителей последней группы в апикальной части талломов начали формироваться гиалиновые волоски. У проростков, содержащихся в пресной воде, было выявлено заметное отставание в развитии. Их талломическая часть представляла собой однослойную пластину, единственный ризоид был слабо выражен и состоял из нескольких сегментов. Скорость роста этих проростков на пятые сутки культивирования существенно снизилась, до 12,2 мкм/сут.

После недели культивирования проростков при солености 10‰ и 32‰ средние значения их линейных размеров практически не различались. У тех и других длина проростков не превы-



шала 500 мкм (см. рисунок). AGR проростков в морской среде снизилась вдвое, тогда как у проростков, растущих при солености 10‰, значения этого показателя возросли до 49,4 мкм/сут. Эти различия можно объяснить тем, что у проростков фукуса, содержащихся при нормальной морской солености, в течение указанного выше времени культивирования активно развивались гиалиновые волоски. Их длина в общий учет линейных размеров не входила. В культурах с соленостью 10‰ волоски стали формироваться только к концу шестых суток. У фукусов, содержащихся в пресной воде, на 8-е сутки стали отчетливо наблюдаться признаки разрушения их клеток. За этот период ни один из проростков не закрепился к поверхности чашки Петри. Количество особей, продолживших развитие без признаков деградации кутикулы и содержимого клеток, резко сократилось. Длина таких проростков не превышала 220 мкм, у них отсутствовали гиалиновые волоски, пластинчатая часть талломов состояла из более мелких, чем у проростков из других культур клеток, ризоиды были плохо развиты.



*Рост Fucus distichus subsp. evanescens в условиях разной солености среды – пресной (0‰), солоноватой (10‰) и морской (32‰). На графике указаны средние значения длины проростков, интервалы средних значений отображают их среднеквадратичное отклонение ( $\pm s$ ). Пунктирной линией выделен период элиминации части проростков*

После 12 сут культивирования фукусов при солености 10 и 32‰ скорость их роста различалась почти в два раза. Их общие линейные размеры составляли 624,0 и 866,6 мкм, соответственно (см. рисунок). При этом у проростков, содержащихся при нормальной морской солености, длина гиалиновых волосков уже превысила общую длину слоевищ. На 12-е сутки культивирования у них наблюдалась максимальная скорость роста за весь период наблюдений – 99,6 мкм/сут. После двух недель культивирования проростков в морской воде их длина превысила 1 мм, значение AGR составило 48,8 мкм/сут. Проростки фукуса к этому времени имели от 3 до 5 хорошо развитых гиалиновых волосков. Длина их ризоидов, как правило, вдвое превышала длину пластинчатой части. Проростки, развивавшиеся при солености 10‰, росли менее активно, их длина не превышала 750 мкм, а скорость роста – 40 мкм/сут. В культурах с пресной водой на 15-е сутки культивирования была отмечена гибель абсолютно всех проростков.

К концу наблюдений (на 23 сут), длина проростков, культивированных при нормальной морской солености, достигла 1,3 мм, в солоноватой среде – 990 мкм (см. рисунок). Их абсолютная скорость роста за весь период наблюдений в среднем составила 56,1 и 43,4 мкм/сут соответственно.

Таким образом, наши эксперименты показали, что ранее развитие *Fucus distichus subsp. evanescens* в пресной воде невозможно. Массовая гибель его эмбрионов в условиях нулевой солености начинается на 6-е сутки культивирования, а полная гибель отмечается на 15-е сутки. При этом они не способны прикрепиться к субстрату. Исходя из этого, можно предположить,

что экстремально низкая и нулевая соленость препятствуют выработке у эмбрионов фукуса адгезивного материала. У проростков фукуса, развивавшихся при солености 10‰, критические изменения в морфофизиологическом состоянии не обнаружены. Однако скорость их роста была на 32,6% ниже, чем таковая у растений, культивированных в воде с нормальной морской соленостью. Результаты, полученные в ходе описанного выше эксперимента, помогают объяснить некоторые наблюдаемые у Камчатки особенности размножения и распределения фукуса. Они могут быть использованы при прогнозировании изменения запасов *Fucus distichus* subsp. *evanescens* в прикамчатских водах.

### Литература

1. Камнев А.Н. Структура и функции бурых водорослей. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 200 с.
2. Малавенда С.В. Влияние солености на фукусовые водоросли Баренцева моря: Автореф. дис.... канд. биол. наук. – Мурманск: Изд. ММБИ КНЦ РАН, 2007. – 27 с.
3. Адаптация и регуляция роста у макрофитов Баренцева моря / Г.М. Воскобойников, М.В. Макаров, С.В. Малавенда, И.В. Рыжик // Вестник Кольского научного центра РАН. – 2015. – № 2(21). – С. 40–48.
4. Исторический обзор исследований и основные результаты комплексного экологического мониторинга Авачинской губы в 2013 г. / Е.В. Лепская, О.Б. Тепнин, В.В. Коломейцев, Е.А. Устименко, Н.В. Сергеенко, Д.С. Виноградова, В.Д. Свириденко, М.А. Походина, В.А. Щеголькова, В.В. Максименков, А.А. Полякова, Р.С. Галямов, С.Л. Горин, М.В. Коваль // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2014. – Вып. 34. – С. 5–21.
5. Капустин А.Н., Климова А.В. Динамика роста *Fucus distichus* subsp. *evanescens* (Phaeophyceae, Fucales) в Авачинской губе в 2017 г. // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. (20–22 марта 2018 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2018. – С. 42–46.
6. Климова А.В., Капустин А.Н. Раннее развитие камчатских представителей *Fucus evanescens* (Phaeophyceae, Fucales) в условиях лабораторного культивирования // Вестник КамчатГТУ. – 2016. – № 37. – С. 50–56.
7. Hunt R. Absolute growth rates // Basic Growth Analysis [Electronic resource]. – Dordrecht: Springer, 1990. – 17–24. – URL: [https://doi.org/10.1007/978-94-010-9117-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-010-9117-6_2).

УДК 582.272.7

**А.М. Лаптева, Н.Ф. Плотичина**

*Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ПИНРО им. Н.М. Книповича),  
Мурманск, 183038  
e-mail: lapteva@pinro.ru*

### **МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В КРАБЕ-СТРИГУНЕ *CHIONOECETES OPILIO* БАРЕНЦЕВА МОРЯ**

Определены микроэлементы группы переходных и тяжелых металлов в 12 пробах мышц и гепатопанкреаса взрослых самцов краба-стригуна *Chionoecetes opilio*, отобранных донным тралом в трех промысловых районах на востоке Баренцева моря. В мышцах нерыбных объектов промысла (в том числе ракообразных) нормируется содержание Pb, Cd, As и Hg. Полученные результаты указывают на незначительное содержание свинца, кадмия и ртути в мышцах краба-стригуна *C. opilio* Баренцева моря. Содержание общего мышьяка в мышцах краба-стригуна опилио превышало установленный норматив в 83% проб.

**Ключевые слова:** Баренцево море, краб-стригун опилио, мышцы, гепатопанкреас, микроэлементы группы переходных и тяжелых металлов.

**A.M. Lapteva, N.F. Plotitsyna**

*Polar branch of "VNIRO" (PINRO named after N.M. Knipovich),  
Murmansk, 183038  
e-mail: lapteva@pinro.ru*

### **TRACE ELEMENTS IN THE SNOW CRAB *CHIONOECETES OPILIO* OF THE BARENTS SEA**

The trace elements of the transition and heavy metals group in 12 samples of muscle and hepatopancreas of adult males of the snow crab *Chionoecetes opilio*, sampled by bottom trawl in the three fishing areas in the East of the Barents Sea were determined. Pb, Cd, As and Hg content is normalized in the muscles of non-fish objects of fishery (including crustaceans). The obtained results indicate the negligible contents of lead, cadmium and mercury in the muscle of snow crab *C. opilio* in the Barents Sea. The content of total arsenic in the muscles of the snow crab exceeded the established standard in 83% of samples.

**Key words:** the Barents Sea, snow crab, muscles, hepatopancreas, trace elements of transition and heavy metals group.

На рубеже XX и XXI веков в Баренцевом море появился новый для этих вод вид ракообразных – краб-стригун опилио *Chionoecetes opilio*. В настоящее время эти крабы в новой для себя экосистеме образовали самовоспроизводящуюся популяцию на северо-востоке моря, активно расширяют свой ареал, увеличивают общую численность и биомассу. Результаты современных генетических исследований особей этого вида, принадлежащих к различным популяциям, указывают на высокую вероятность тихоокеанского происхождения этого вида, успешно осваивающегося в Баренцевом море [1].

Микроэлементы группы переходных и тяжелых металлов по токсикологическим оценкам «стресс-индексов» занимают второе место среди загрязняющих веществ, уступая только хлорорганическим пестицидам и полихлорбифенилам. К числу наиболее распространенных металлов-загрязнителей относятся ртуть, кадмий, свинец, а также другие, так называемые следовые элементы, например, мышьяк. Основными источниками поступления токсичных металлов в морскую среду являются прямое загрязнение и сток с суши. Однако в последние годы признают важную роль атмосферного переноса в загрязнении Мирового океана металлами [2]. Считается, что 90% свинца, 70–80% кадмия и более 30% ртути в атмосфере имеют антропогенное происхождение, причем выбросы этих металлов в атмосферу практически полностью производятся в Северном полушарии [3]. В морской воде многие металлы присутствуют в следовых количествах и играют жизненно важную роль в биологических системах. Наличие или отсутствие того или иного металла во многом определяет направленность метаболических процессов. Изменение

количества тяжелых металлов в гидробионтах вследствие антропогенного воздействия происходит на фоне их природного содержания, а диапазоны, при которых они выступают как микроэлементы или как токсиканты, чрезвычайно узки [4, 5].

Цель настоящей работы – оценить уровни содержания микроэлементов группы переходных и тяжелых металлов в органах и тканях краба-стригуна *Chionoecetes opilio* Баренцева моря.

В работе использованы пробы краба-стригуна *C. opilio*, отобранные донным тралом в трех промысловых районах на востоке Баренцева моря: на мелководье Гусиной банки, в южной части Новоземельского мелководья и в Вайгачском районе. На рис. 1 представлена схема станций отбора пробы краба-стригуна опилио в Баренцевом море в июне 2018 г.

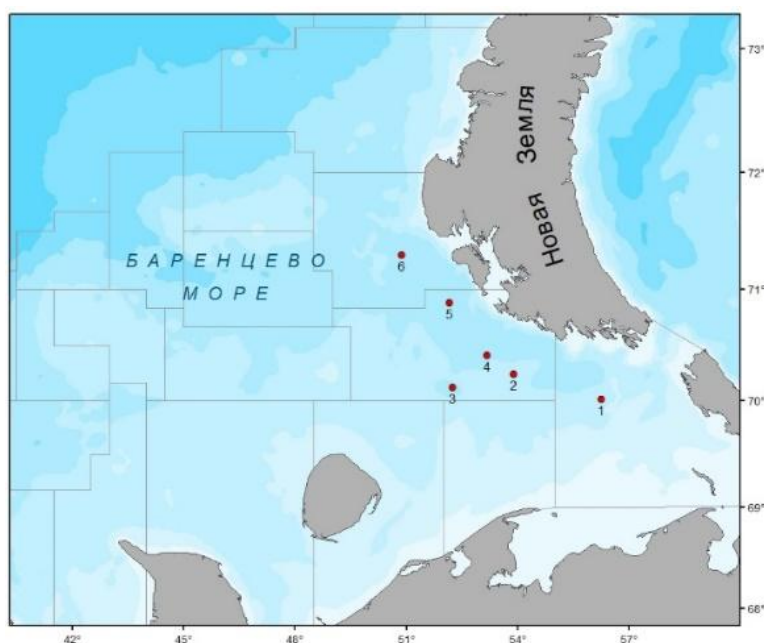


Рис. 1. Схема станций отбора проб краба-стригуна опилио в Баренцевом море (НИС «Профессор Бойко», рейс № 50, июнь 2018 г.)

Микроэлементы (Cu, Zn, Ni, Mn, Co, Fe, Pb, Cd, As, Hg) определялись на атомно-абсорбционном спектрофотометре с гидридной приставкой фирмы «Shimadzu», модель AA-6800 (Япония) методами пламенной и непламенной атомно-абсорбционной спектрофотометрии с использованием многоуровневой калибровки тестовыми смесями, приготовленными из аттестованных стандартных растворов микроэлементов той же фирмы. Всего выполнено определение 10 микроэлементов группы переходных и тяжелых металлов в 12 пробах мышц и гепатопанкреаса взрослых самцов краба-стригуна *C. opilio*. Для внутреннего контроля качества аналитических работ использовались сертифицированные стандартные образцы: IAEA-350 (следовые элементы в мясе тунца), IAEA (Монако) и DORM-4 (следовые элементы в рыбьем жире), NRC (Канада).

Известно, что на формирование микроэлементного состава водных организмов оказывают влияние состав среды обитания, состав потребляемой пищи и их биологические особенности. Результаты атомно-абсорбционного анализа микроэлементов группы переходных и тяжелых металлов в мышечной ткани и гепатопанкреасе краба-стригуна Баренцева моря представлены в табл. 1 и 2.

В мягких тканях краба-стригуна опилио максимальное содержание микроэлементов характерно для Zn, As, Fe, Cu, минимальное – для Hg, Pb, Cd, а величины содержания Ni, Co и Mn занимают промежуточное положение.

Таблица 1

Содержание микроэлементов в мышцах краба-стригуна *C. opilio*, мкг/г сырой массы (июнь 2018 г.)

Элемент	Cu	Zn	Ni	Fe	Mn	Co	Pb	Cd	As	Hg
Min	3,51	32,1	0,06	3,05	0,04	0,06	0,03	0,02	3,94	0,03
Max	4,63	48,4	0,20	7,30	0,13	0,27	0,13	0,06	6,15	0,11
Среднее	4,0±0,4	37,0±5,3	0,15±0,05	5,1±1,7	0,09±0,03	0,12±0,07	0,06±0,03	0,04±0,02	5,4±0,7	0,07±0,03
ЦДУ							10,0	2,0	5,0	0,2

Содержание микроэлементов в гепатопанкреасе краба-стригуна *C. opilio*, мкг/г сырой массы (июнь 2018 г.)

Элемент	Cu	Zn	Ni	Fe	Mn	Co	Pb	Cd	As	Hg
Min	4,3	14,4	0,41	31,6	0,13	0,80	0,14	0,30	4,7	0,01
Max	34,5	49,4	1,30	58,3	0,70	1,75	0,84	0,60	10,4	0,06
Среднее	12,7±10,3	32,1±11,1	0,82±0,30	46,4±9,0	0,33±0,21	1,19±0,32	0,44±0,03	0,51±0,10	8,1±1,8	0,03±0,01

В гепатопанкреасе краба-стригуна максимальное содержание микроэлементов характерно для Fe, Zn, Cu, As, минимальное – для Cd, Pb, Hg, а величины содержания Ni, Co и Mn также занимают промежуточное положение.

У ракообразных гепатопанкреас – это орган системы пищеварения, который совмещает функции поджелудочной железы и печени. Из-за особенностей питания морских организмов гепатопанкреас секретирует большое количество пищеварительных ферментов, обладающих чрезвычайно высокой активностью. Эти ферменты способны расщеплять все классы природных полимеров. Гепатопанкреас является доступным и нетоксичным сырьем для получения ферментных препаратов морского происхождения. Относительно высокое содержание металлов в гепатопанкреасе можно объяснить большим содержанием в этом органе специфических низкомолекулярных белков – металлотионеинов, которые являются концентраторами микроэлементов группы тяжелых металлов, особенно кадмия. Наличие металлотионеиновой системы установлено сейчас у представителей всех основных групп морских организмов [6]. Повышенное содержание какого-либо металла в гидробионте или в его отдельных органах не является свидетельством неблагоприятного воздействия этого металла в таких органах, как печень или почки, а отражает нормальное физиологическое состояние и депонирующую роль этих органов в отношении того или иного микроэлемента [7].

На рис. 2–5 представлено содержание свинца, кадмия, ртути и мышьяка в мышцах и гепатопанкреасе краба-стригуна *C. opilio* Баренцева моря.

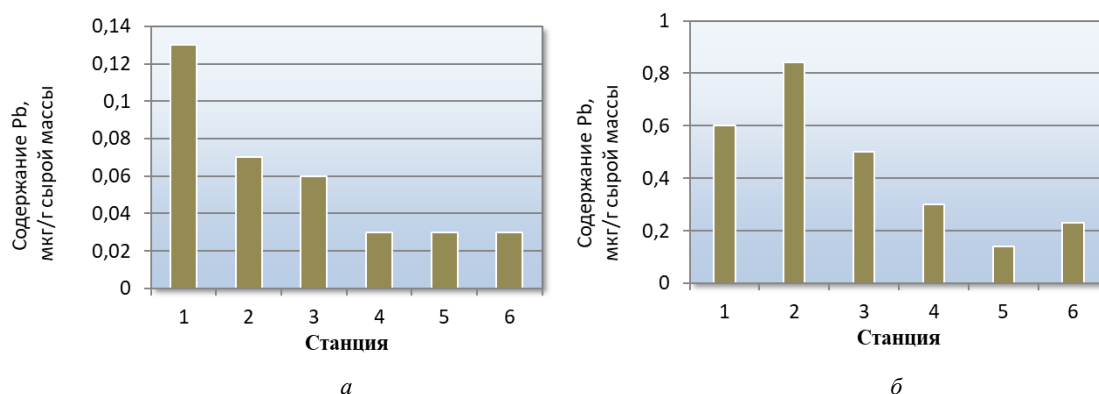


Рис. 2. Содержание свинца в мышцах (а) и гепатопанкреасе (б) краба-стригуна опилио Баренцева моря (июнь 2018 г.)

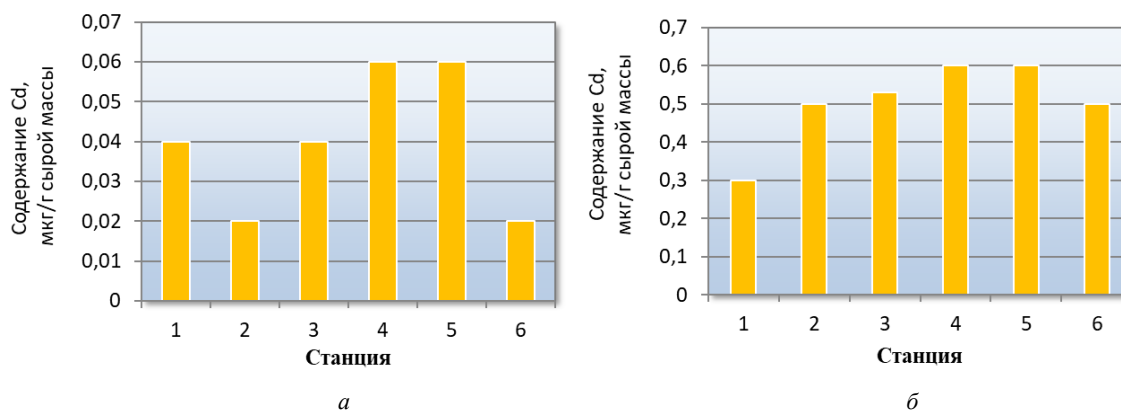


Рис. 3. Содержание кадмия в мышцах (а) и гепатопанкреасе (б) краба-стригуна опилио Баренцева моря (июнь 2018 г.)

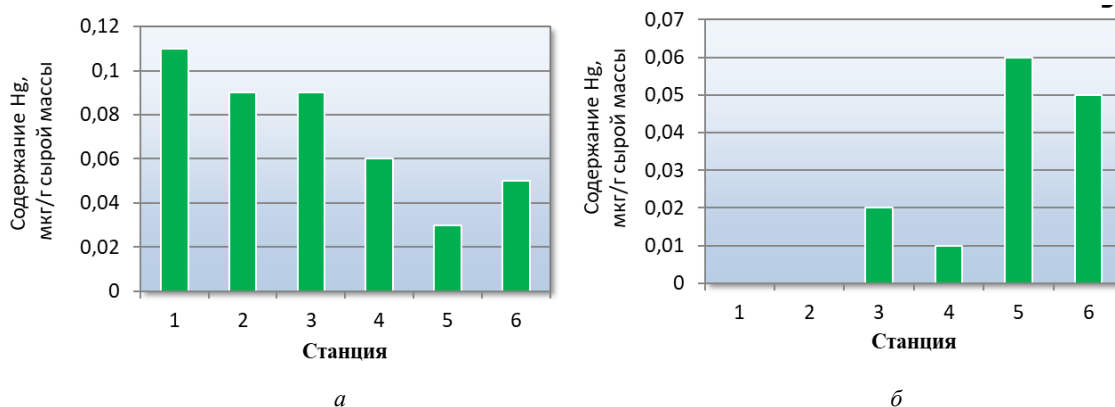


Рис. 4. Содержание ртути в мышцах (а) и гепатопанкреасе (б) краба-стригуна опилио Баренцева моря (июнь 2018 г.)

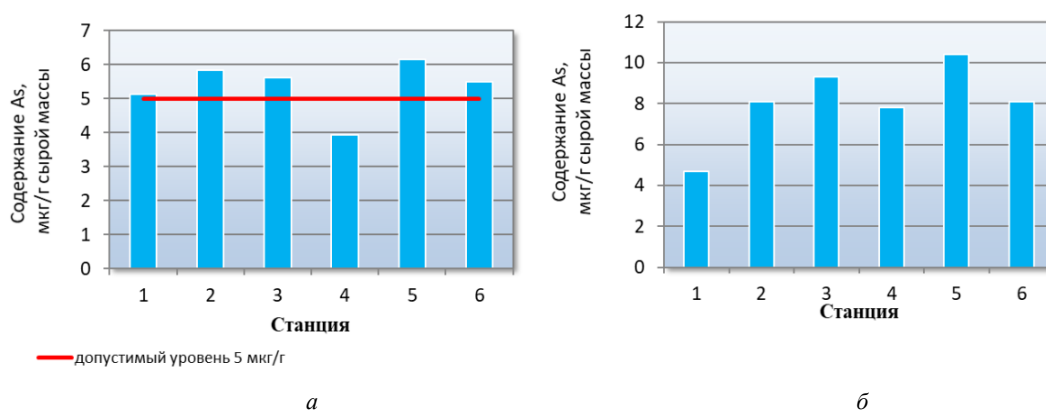


Рис. 5. Содержание мышьяка в мышцах (а) и гепатопанкреасе (б) краба-стригуна опилио Баренцева моря (июнь 2018 г.)

По СанПиН 2.3.2.1078-01, в мягких тканях (мышцах) нерыбных объектов промысла (моллюсков, ракообразных) нормируются только свинец, мышьяк, кадмий и ртуть (10,0; 5,0; 2,0 и 0,2 мкг/г сырой массы соответственно), а в гепатопанкреасе содержание этих токсичных элементов не нормируется [8].

Содержание свинца, кадмия и ртути в мышцах краба-стригуна не превышало предельно допустимых уровней (ПДУ), а содержание мышьяка превышало ПДУ – 5,0 мкг/г сырой массы в 83% проб.

Накопление в органах и тканях морских гидробионтов многих микроэлементов обусловлено их способностью замещать другие, близкие по свойствам микроэлементы. Так, например, арсениты, являясь аналогами фосфатов, определяют в известной степени накопление мышьяка в организме гидробионтов. Мышьяк полноправно участвует в метаболизме гидробионтов, входит в состав металлопротеидов (арсенобетаинов) и всегда присутствует в организмах водных промысловых объектов. Его общее повышенное содержание не имеет ничего общего с техногенным загрязнением. Содержание мышьяка в гидробионтах зависит от сезона и связано с особенностями питания. Следует отметить, что мышьяк поглощается гидробионтами в основном с пищей, и его токсичные неорганические соединения способны быстро образовывать прочные комплексы с низкомолекулярными органическими соединениями, которые не представляют опасности для человека и к тому же быстро выводятся из организма [9]. К сожалению, СанПиН 2.3.2.1078-01 не предусматривает рассмотрение ПДУ содержания органических и неорганических форм мышьяка. Проблема ПДУ содержания мышьяка в морской рыбе и нерыбных объектах промысла давно находится в сфере изучения учеными. Современные нормативные документы по уровням содержания мышьяка в ракообразных затрудняют их реализацию на внутреннем рынке. Проблема предельно допустимых уровней содержания мышьяка в тканях морских организмов остается нерешенной и требует ясности [10]. В 2018 г. подготовлен ГОСТ 34462-2018 по определению содержания неорганического мышьяка методом высокоэффективной жидкостной хроматогра-

фий-масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой в пищевых продуктах, продовольственном сырье и кормах. Дата его введения – 01.10.2019 г. Применение этого ГОСТа вызывает ряд вопросов, так как для определения неорганического мышьяка требуются дорогостоящая импортная аппаратура и метанол [11], к тому же до сих пор отсутствует утвержденный норматив – предельно допустимый уровень содержания неорганического мышьяка в морских рыбах и нерыбных объектах промысла.

### Литература

1. Population genetics – snow crab. Genetic Differentiation around the Arctic Ocean? / S. Dahle, A.- L. Agnalt, E. Farestveit [et al.] // Report from the workshop: Workshop on king- and snow crabs in the Barents Sea. – Tromsø, Norway, 11–12 March 2014. – P. 56–59.
2. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. – М.: Флинта: Наука, 2009. – 532 с.
3. Острогомилский А.Х., Петрухин В.А. Тяжелые металлы в атмосфере: источники поступления и методы оценки их влияния // Мониторинг фонового загрязнения природных сред. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – Вып. 2. – С. 56–70.
4. Мониторинг фонового загрязнения природных сред / Под ред. Ю.А. Израэля, Ф.Я. Ровинского. Вып. 3. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 245 с.
5. Мониторинг фонового загрязнения природных сред / Под ред. Ю.А. Израэля, Ф.Я. Ровинского. Вып. 4. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 384 с.
6. Морозов Н.П., Петухов С.А. Микроэлементы в промысловой ихтиофауне Мирового океана. – М.: Агропромиздат, 1986. – 160 с.
7. Патин С.А., Морозов Н.П. Микроэлементы в морских организмах и экосистемах. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 153 с.
8. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М.: Минздрав РФ, 2002. – 164 с.
9. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния. – М.: Мир, 1987. – 288 с.
10. Наревич И.С., Ковкевдова Л.Т. Микроэлементы (As, Cd, Pb, Fe, Cu, Zn, Se, Hg) в промысловых ракообразных Японского моря // Известия ТИНРО. – 2017. – Т. 189. – С. 147–155.
11. ГОСТ 34462-2018. Продукты пищевые, продовольственное сырье, корма. Определение содержания неорганического мышьяка методом высокоэффективной жидкостной хроматографии-масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. – М.: Стандартинформ, 2018. – 7 с.

УДК 574.55(282.256.1)

**А.Ю. Лукерин, Т.О. Ронжина, Г.А. Романенко, Д.А. Сурков**

*Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (АлтайНИРО),  
Барнаул, 656049  
e-mail: artemiaalt@mail.ru*

### **ПРОДУКТИВНОСТЬ РЕКИ ОБЬ В ГРАНИЦАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

В работе приведены сведения о биологической продуктивности рыбопромысловых участков на р. Обь в границах Каменского района Алтайского края в весенний период 2018 г. Показатели численности и биомассы зоопланктона и зообентоса на всех исследованных точках были невысокими, согласно унифицированной классификации водных объектов по кормности, исследуемые участки проток верховьев Оби в границах Алтайского края относятся к категории «очень низкая». Наиболее многочисленным видом на участке наблюдения (русло реки Обь в границах Каменского района, протоки Нижняя Заломная и Малышевская) отмечен лещ, вторым по численности – плотва. Встречаемость обыкновенного судака и налима минимальна от общей ихтиомассы реки Обь на данном участке.

**Ключевые слова:** река Обь, биологическая продуктивность, зоопланктон, зообентос, ихтиофауна.

**A.Yu. Lukerin, T.O. Ronzhina, G.A. Romanenko, D.A. Surkov**

*Altai branch of "VNIRO" (AltaiNIRO),  
Barnaul, 656049  
e-mail: artemiaalt@mail.ru*

### **PRODUCTIVITY OF THE OB RIVER AT ALTAISKY KRAI BORDERS**

The data on the biological productivity of fishing grounds on the river Ob within the boundaries of Kamensky district of Altaysky Krai in the spring period of 2018 were presented. The numbers and biomass of zooplankton and zoobenthos at all the studied points were low. According to the unified classification of water bodies by feeding the studied sections of the riverheads of the Ob within the boundaries of Altaysky Krai belong to the category "very low". The most numerous species on the observation site (the riverbed of the Ob within the boundaries of Kamensky District, the Nijnyaya Zalomnaya and Malyshevskaya river flow) is marked by bream, the second largest is the roach. The occurrence of common perch and burbot is minimal from the total ichthyomass of the Ob River in this area.

**Key words:** the Ob River, biological productivity, zooplankton, zoobenthos, ichthyofauna.

Рациональное рыбное хозяйство на естественных водоемах должно обеспечивать эксплуатацию экосистемы водного объекта как единого целого. Оно предусматривает использование сложившейся в водоеме экосистемы так, чтобы сохранять репродуктивные характеристики популяций эксплуатируемых видов, обеспечивать наибольший выход их продукции. Для решения поставленной задачи осуществляется всестороннее исследование водного объекта, в результате которого производится разработка модели эксплуатации фаунистического комплекса, наиболее полно использующей продукционный потенциал водотока.

Непринятие мер по целенаправленному регулированию экологической обстановки, а также интенсивности промысла в водоемах неизбежно будет вести к деградации ихтиофауны в сторону малочисленности и тугорослости, к прогрессирующему снижению рыбопродуктивности и полной потере их рыбохозяйственного значения.

Рыбопродуктивность водоемов изменяется во времени, зависит от комплекса биотических и абиотических факторов и во многом определяется степенью эксплуатации водного объекта и формой организации рыбного хозяйства. Для обеспечения высокой и устойчивой рыбопродуктивности водоемов проводятся мониторинговые и прогнозные исследования и, по мере необходимости, осуществляется рыбохозяйственная мелиорация. Рыбохозяйственные мелиоративные



мероприятия заключаются, прежде всего, в регулировании численности и культивировании популяций промысловых рыб с помощью зарыбления и целенаправленных охранных мер, а также на основе рационального промысла селективными орудиями лова.

Сбор материалов для подготовки настоящей работы осуществлялся в весенний период 2018 года на рыбопромысловых участках р. Обь в границах Каменского района Алтайского края. Видовой состав ихтиофауны и распределение рыб в водотоке исследовались методом контрольных обловов набором ставных жаберных сетей с ячейей от 20,0 до 100,0 мм, длина стандартной сети – 25,0 м, общая длина совокупности орудий лова – 275 м. Время экспозиции – 12 ч.

При сборе, обработке и анализе ихтиологического материала применялись общепринятые методики [1, 2]. Определение возраста рыб производилось по годовым кольцам на чешуе, у хищных видов (обыкновенный судак, речной окунь) с мелкой ктеноидной чешуей для определения возраста использовались жаберные крышки. По результатам биологического анализа выявлялась размерно-возрастная и половая структура популяций. У вскрытых рыб определялись пол и стадия зрелости гонад.

Протяженность р. Обь в пределах региона – 458,0 км, проток и пойменных водоемов – 1130,0 км. Площадь водосбора – 20,9 млн га. Долина р. Обь по левому берегу ограничена крутыми склонами Приобского плато, по правому – террасами древней ложбины. Суммарная минерализация воды р. Обь на различных участках в течение года изменяется от 150,0 до 350,0 мг/л, значение водородного показателя (рН) говорит о слабощелочном характере водной среды.

Протока реки Обь – Нижняя Заломная территориально относится к Каменскому и Шелаболихинскому районам Алтайского края. Длина протоки составляет около 32 км, ширина варьирует от 7,0–8,0 до 100,0 м. Средние глубины во время летне-осенней межени составляют 2,0–4,0 м, максимальные до 8,0 м, в весенний паводок уровень воды может повышаться на 2,5–3,0 м. Протока расположена в пойменной низменности, в многоводные годы прилегающие территории подвергаются затоплению, образуя крупнейшие в крае нерестилища для всех весенне-нерестующих видов рыб.

Протока Малышевская территориально относится к Каменскому району Алтайского края и частично Сузунскому району Новосибирской области. Длина протоки составляет 45,5 км, ширина варьирует от 50,0 до 100,0 м. Средние глубины во время летне-осенней межени составляют 2,0–4,0 м, максимальные до 8,0 м, в весенний паводок уровень воды может повышаться на 1,5–2,0 м.

В русле реки коловратки занимают доминирующее положение, в пойменных водоемах, по мере удаления от русла, значение коловраток уменьшается, а ракообразных увеличивается, что значительно повышает кормовые ресурсы водоемов поймы. Среднегодовая биомасса зоопланктона в русловой части Оби и главных притоках не превышает 0,05 г/м<sup>3</sup>, постепенно повышаясь по мере разветвления гидрографической сети и удаленности от основного русла: протоки – 1,18; затоны и старицы – 1,55 и пойменные озера – 2,35 г/м<sup>3</sup> [3].

В 2018 г. на всех обследованных участках показатели численности и биомассы зоопланктона были невысокими. Наибольшие показатели численности отмечены в протоке Малышевская – 18,56 тыс. экз./м<sup>3</sup>, в данном водотоке в численном отношении преобладали коловратки. Наибольшие значения биомассы отмечены в протоке Нижняя Заломная – 0,277 г/м<sup>3</sup>. В данном водотоке основу биомассы составляли веслоногие ракообразные.

Видовой состав и биомасса зообентоса верховьев Оби зависят от структуры донных биотопов. Характер биотопов изменяется по руслу – от истока до Новосибирского водохранилища. Наиболее продуктивны биоценозы илистого и илисто-песчаного грунтов в пойменных озерах, на которых биомасса зообентоса достигает, соответственно, 170,0 и 108,0 кг/га.

В протоках реки Обь – Малышевская и Нижняя Заломная (в границах Каменского района) грунты представлены такими типами, как: песчанистый, заиленный песок и илистый грунт с небольшим присутствием растительных остатков. Из выше перечисленных грунтов преобладающим отмечен илистый грунт. Из большого количества групп зообентоса в протоках от литорали до профундали обитают личинки сем. *Chironomidae*, сем. *Ceratopogonidae* и кл. *Oligochaeta*.

Общая численность зообентоса Малышевская – 0,84 тыс. экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 1,00 г/м<sup>2</sup>; в протоке Нижняя Заломная – 0,80 тыс. экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 1,02 г/м<sup>2</sup>.

На основе полученных данных можно сделать вывод, что исследуемые протоки р. Обь в границах Алтайского края, согласно унифицированной классификации водных объектов по кормности [4], относятся к категории «очень низкая» с показателями биомассы зообентоса от 1,0 до 5,0 г/м<sup>2</sup>.

Река Обь по рыбохозяйственной таксации относится к водоемам высшей категории с обитанием в ней ценных и редких видов рыб. Видовой состав ихтиофауны р. Обь представлен такими видами, как сибирский осетр – *Acipenser baerii* Brandt, 1869, стерлядь – *A. ruthenus* Linnaeus, 1758, обыкновенный таймень – *Hucho taimen* (Pallas, 1773), нельма – *Stenodus leucichthys* (Güldenstädt, 1772), лещ – *Abramis brama* Linnaeus, 1758, плотва – *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), серебряный карась – *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758), обыкновенная щука – *Esox lucius* Linnaeus, 1758, сазан (каarp) – *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, язь – *Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758), налим – *Lota lota* (Linnaeus, 1758), елец – *Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758), обыкновенный ерш – *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758), речной окунь – *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758), обыкновенный судак – *Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758) и головешка-ротан – *Perccottus glenii* Dybowski, 1877. Из них к промысловым видам относятся лещ, плотва, серебряный карась, обыкновенная щука, сазан (каarp), язь, налим, речной окунь, обыкновенный судак и головешка-ротан. Следует отметить, что сибирский осетр, стерлядь, обыкновенный таймень и нельма включены в Красную книгу Алтайского края, и их лов запрещен.

Основу промыслового стада леща р. Обь в границах Алтайского края составляют особи от 5 до 9 лет. Доля рыб как старших, так и младших возрастов незначительна. Перест леща весной 2018 г. проходил при благоприятных условиях. Благодаря тому, что 2018 г. характеризовался высокими, по сравнению со среднемноголетними значениями уровня воды, нагул молодежи в летне-осенний период также проходил при оптимальных условиях.

Основную долю контрольного улова составили особи возраста 6+ со средней массой 927,5 г и средней промысловой длиной 336,7 мм. Особи в возрасте 2+ имели среднюю массу 161,2 г при промысловой длине 193,8 мм. Трехлетки имели среднюю промысловую длину 237,8 мм при средней массе 305,3 г.

В условиях р. Обь лещ достигает половой зрелости на 3–4-м году жизни. С возрастом масса гонад и индивидуальная абсолютная плодовитость у данного вида стабильно увеличивается, относительная варьирует в пределах 1,1–1,2 тыс. икринок на 1,0 г тела самки (табл. 1).

Таблица 1

Плодовитость леща реки Обь в границах Каменского района Алтайского края, 2018 г.

Возраст рыбы	Средняя масса самки, г	Средняя масса гонад, г	Индивидуальная абсолютная плодовитость, тыс. шт.	Индивидуальная относительная плодовитость, тыс. шт./г
7+	1615,0	171,0	204,162	1,19
8+	1971,2	205,2	242,589	1,18
9+	2264,0	266,0	296,324	1,11

В настоящее время плотва занимает в структуре общих уловов второе место. Плотва является короткоцикловым видом, поэтому ее уловы в многолетнем плане отличаются большими колебаниями, что связано в основном с условиями водности.

Промысловое стадо плотвы в 2018 г. образовано шестью возрастными группами от 2 до 7 лет. В уловах преобладали особи пяти лет (44,7%) при средней промысловой длине 214,1 мм и средней массе 211,9 г.

Плотва в р. Обь достигает половой зрелости на третьем году жизни. Масса гонад в возрасте 2+ составляет 13,7 г и абсолютная плодовитость 8,7 тыс. икринок. С возрастом масса гонад, абсолютная и относительная плодовитость растет (табл. 2).

Таблица 2

Плодовитость плотвы реки Обь в границах Каменского района Алтайского края, 2018 г.

Возраст рыбы	Средняя масса самки, г	Средняя масса гонад, г	Индивидуальная абсолютная плодовитость, тыс. шт.	Индивидуальная относительная плодовитость, тыс. шт./г
2+	112,0	13,7	8,699	0,63
3+	199,9	27,2	21,183	0,78
4+	232,8	33,2	27,601	0,83
5+	267,5	38,1	24,466	0,64

Обыкновенный судак – ценный вид, один из доминантов в структуре рыбного населения Новосибирского водохранилища, в речной же сети не образует значительных промысловых запасов. Промысловое стадо судака в 2018 г. было представлено пятью возрастными группами от 2 до 7 лет. Основу стада в контрольных уловах составляют особи в возрасте 3+ (41,6 %) со средней массой тела 1349,8 г и промысловой длиной 446,8 мм. Особи в возрасте 4+ со средней массой 2188,7 г имели среднюю промысловую длину 514,4 мм, а особи в возрасте 5+ 3886,3 г и 619,4 мм, соответственно.

В верховьях Оби судак впервые нерестится в возрасте 4–5 лет. Впервые нерестующие особи в возрасте 3+ имели среднюю массу гонад 70,0 г, абсолютную плодовитость 138,8 тыс. икринок и относительную плодовитость 1,8 тыс. шт/г (табл. 3). С возрастом наблюдалось увеличение репродукционных параметров.

Таблица 3

Плодовитость обыкновенного судака реки Обь в границах Каменского района Алтайского края, 2018 г.

Возраст рыбы	Средняя масса самки, г	Средняя масса гонад, г	Индивидуальная абсолютная плодовитость, тыс. шт.	Индивидуальная относительная плодовитость, тыс. шт./г
3+	1 021,0	70,0	138,810	1,87
4+	2 335,3	170,5	379,831	2,23
5+	2 836,0	277,0	542,762	1,96
6+	3 382,0	239,0	510,026	2,13
8+	4 982,0	470,0	1 446,190	3,08

Контрольный улов сазана в протоках реки Обь в границах Каменского района Алтайского края в 2018 г. был представлен 6 возрастными группами. Наибольшую часть составили особи в возрасте 4+ (40,0%) и имели колебание массы тела от 1 068,0 г до 1 682,0 г, и промысловой длины – от 340,0 мм до 400,0 мм. Наименьшую часть улова составили особи в возрасте 3+ (6,7%), со средней массой 934,5 г, и средней промысловой длиной 332,5 мм.

Половой зрелости самки сазана достигают в возрасте трех лет. При средней массе 477,0 г самки имеют гонады массой 45,3 г, с относительной плодовитостью 0,61 тыс. шт./г (табл. 4). С возрастом наблюдается увеличение всех продукционных параметров. В семилетнем возрасте самки имеют среднюю массу 3348,0 г, масса гонад составляет 918,0 г, относительная плодовитость – 1,12 тыс. шт./г.

Таблица 4

Плодовитость сазана реки Обь в границах Каменского района Алтайского края, 2018 г.

Возраст рыбы	Средняя масса самки, г	Средняя масса гонад, г	Индивидуальная абсолютная плодовитость, тыс. шт.	Индивидуальная относительная плодовитость, тыс. шт./г
2+	477,0	45,3	74,3	0,61
3+	1 024,3	85,2	104,5	0,82
4+	1 359,2	215,4	236,7	0,91
5+	2 138,7	428,3	414,3	1,03
6+	3 348,0	918,0	821,6	1,12

Рыбопромысловые участки, граничащие с зоной выклинивания Новосибирского водохранилища, являются наиболее продуктивными в речной системе Оби в границах региона. По сочетанию климатических, гидрологических, морфометрических и гидробиологических характеристик они являются одним из наиболее оптимальных вариантов для промышленного рыболовства. Ведение регулярного промысла создает предпосылки для успешного использования водных биоресурсов водного объекта и получения востребованной рыбной продукции в объемах, позволяющих поддерживать систему «запас – промысел» в равновесном состоянии.

Периодический мониторинг объемов возможного вылова позволит оптимизировать промысел и положительно скажется на продукционных возможностях рассматриваемых участков.

### **Литература**

1. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). – М.: Пищевая пром-сть, 1966. – 376 с.
2. *Чугунова Н.И.* Руководство по изучению возраста и роста рыб: Методическое пособие по ихтиологии. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1959. – 164 с.
3. *Веснина Л.В., Журавлев В.Б., Новоселов В.А. и др.* Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования. – Новосибирск: Наука, 1999. – 285 с.
4. *Морузи И.В., Пищенко Е.В., Веснина Л.В.* Гидробиология (практикум). – Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2008. – 148 с.

УДК 597.556.331.1(265.52)

**М.Ю. Мурашева, А.М. Токранов**

*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский, 683000  
e-mail: rossiavaslubit@gmail.com*

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БУРОГО МОРСКОГО ПЕТУШКА  
*ALECTRIAS ALECTROLOPHUS* (STICHAEIDAE) ИЗ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД  
ОСТРОВА СТАРИЧКОВ (АВАЧИНСКИЙ ЗАЛИВ)**

Дана биологическая характеристика (размерно-возрастная структура, соотношение полов, состав пищи) бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* из прибрежных вод острова Старичков (Авачинский залив). Приведены сведения о местах его нахождения в приливно-отливной зоне этого острова.

**Ключевые слова:** бурый морской петушок, литораль, остров Старичков, встречаемость, размерно-возрастная структура, состав пищи.

**M.Yu. Murasheva, A.M. Tokranov**

*Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000  
e-mail: rossiavaslubit@gmail.com*

**BIOLOGICAL CHARACTERISTIC OF STONE COCKSCOMB  
*ALECTRIAS ALECTROLOPHUS* (STICHAEIDAE) FROM COASTAL WATERS  
OF STARICHKOV ISLAND (AVACHA GULF)**

The biological characteristic (size-age structure, sexual correlation, food composition) of stone cockscomb *Alectrias alectrolophus* from coastal waters of Starichkov Island is given. The data on occurrence of its species in intertidal zone of this island are presented.

**Key words:** stone cockscomb, intertidal zone, Starichkov Island, occurrence, size-age structure, food composition.

Бурый морской петушок *Alectrias alectrolophus* – типичный представитель литоральных рыб (хотя известны его находки на глубине до 100 м) [1], который постоянно обитает в период открытой воды в приливно-отливной зоне, оставаясь здесь в укрытиях под камнями и в лужах во время отливов [2, 3 и др.]. Во многих районах (например, в Авачинской губе) в галечно-валунных биотопах он считается массовым видом [4–8 и др.]. Согласно имеющимся данным [9], в прибрежных водах о-ва Старичков бурый морской петушок также является доминирующим представителем литоральной ихтиофауны, который в период с мая по сентябрь постоянно встречается в приливно-отливных лужах. Несмотря на это, сведения о его биологии здесь ограничиваются лишь указанием размеров (50–90 мм) выловленных особей [9]. Анализ имеющихся на сегодняшний день в коллекционном фонде Камчатского филиала ТИГ ДВО РАН материалов по бурому морскому петушку позволяет получить представление о его встречаемости, размерно-возрастной структуре и составе пищи в прибрежных водах о. Старичков.

Материалом для настоящего сообщения послужили результаты исследований, выполненных в приливно-отливной зоне о. Старичков сотрудниками КФ ТИГ ДВО РАН в мае – сентябре 1998–2008 гг., а также обловов бурого морского петушка сачком в приливно-отливных лужах, обработанных ротеноном, во время максимальных отливов в мае – июне 1998 г. Выловленных рыб, зафиксированных в 6%-ном формалине, в лабораторных условиях измеряли с точностью до 1 мм (*TL*) и взвешивали с точностью до 0,1 г. Всего биологическому анализу подвергнуто 69 экз. бурого морского петушка. В дальнейшем результаты измерений длины с помощью имеющегося

размерно-возрастного ключа были переведены на возраст. Обработку содержимого желудков всех исследованных особей бурого морского петушка вели количественно-весовым методом в соответствии с «Методическим пособием...» [10]. Статистическую обработку проводили по общепринятой методике [11].

Результаты выполненных в 1998–2008 гг. исследований позволяют сделать вывод, что в период с мая по сентябрь во время отливов бурый морской петушок встречается главным образом в прибрежье с юго-западной стороны острова, наиболее защищенной от волновой деятельности, а также в литоральных лужах отстоящего на некотором удалении от о. Старичков, но соединенного с ним подводной грядой кекура Часовой (рис. 1). Встречаемость бурого морского петушка колебалась от 1–2 до 49 экз. в одной из луж, обработанной ротеноном. Большинство особей было обнаружено на расстоянии до полуметра от уровня максимального отлива.

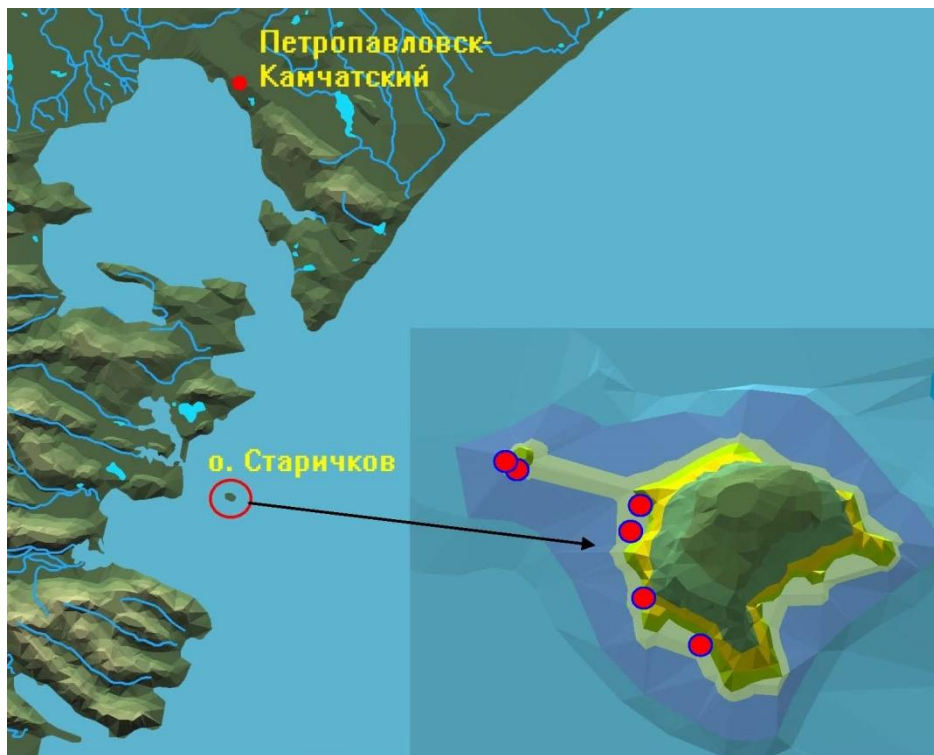


Рис. 1. Места нахождения бурого морского петушка в приливно-отливной зоне о. Старичков в 1998–2008 гг.

Бурый морской петушок – мелкий, короткоцикловый вид сем. Stichaeidae, наибольший зарегистрированный размер которого в Авачинской губе в 1988–2018 гг., по нашим данным, составляет 143 мм, масса тела – 15,9 г, а предельный возраст – 7 лет [12]. В прибрежных водах о-ва Старичков в мае – июне 1998 г. он был представлен особями размером 46–120 (в среднем  $81,2 \pm 2,1$ ) мм с массой тела 0,3–7,7 (в среднем  $2,4 \pm 0,2$ ) г в возрасте от 1 до 6 лет, почти половина из которых (42,6%) являлись трехгодовиками (рис. 2). Причем среди его самцов доминировали двух-трехгодовики (76,4%) длиной 76–85 мм (47,3%), с массой тела 2–3 г (50%), тогда как среди самок – лишь трехгодовики (52,2%), размером 85–90 мм (39,2%) с массой тела 3–4 г (43,5%). Относительное количество первых в прибрежных водах о-ва Старичков, также как в Авачинской [6] и Тауйской губах [13], по нашим данным, выше, чем вторых (соответственно 55,1 и 33,3%). Однако 11,6% исследованных рыб являлись ювенильными особями, пол которых определить не удалось.

Согласно имеющимся в литературе данным, по типу питания бурый морской петушок – бентофаг, использующий в пищу различных мелких донных беспозвоночных, в первую очередь, ракообразных, моллюсков и червей [2, 3, 13–16]. Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что в мае – июне основной пищей бурого морского петушка в приливно-отливной зоне о. Старичков, как и в других районах его обитания [13–16], являются бокоплавы Amphipoda, доля которых составляет 68,5% массы пищи (см. таблицу). Заметную роль (28,3% по массе) играют также многощетинковые черви Polychaeta. Хотя бокоплавы служат главной пищей (от 46,8 до 91,2% по массе) всех особей бурого морского петушка, у самых крупных рыб

(свыше 110 мм) их доля сокращается почти в два раза, по сравнению с молодь (менее 80 мм), однако резко возрастает (с 8,8 до 41,9%) потребление ими многощетинковых червей (преимущественно *Eteone longa*). По данным К.А. Виноградова [2], именно эти многощетинковые черви служили главными кормовыми организмами бурому морскому петушку в Авачинской губе в 1930-е годы. Подобные различия в соотношении потребляемых пищевых объектов (бокоплавов и многощетинковых червей), очевидно, снижают пищевую конкуренцию у особей бурого морского петушка разных размеров, обитающих в одном биотопе.

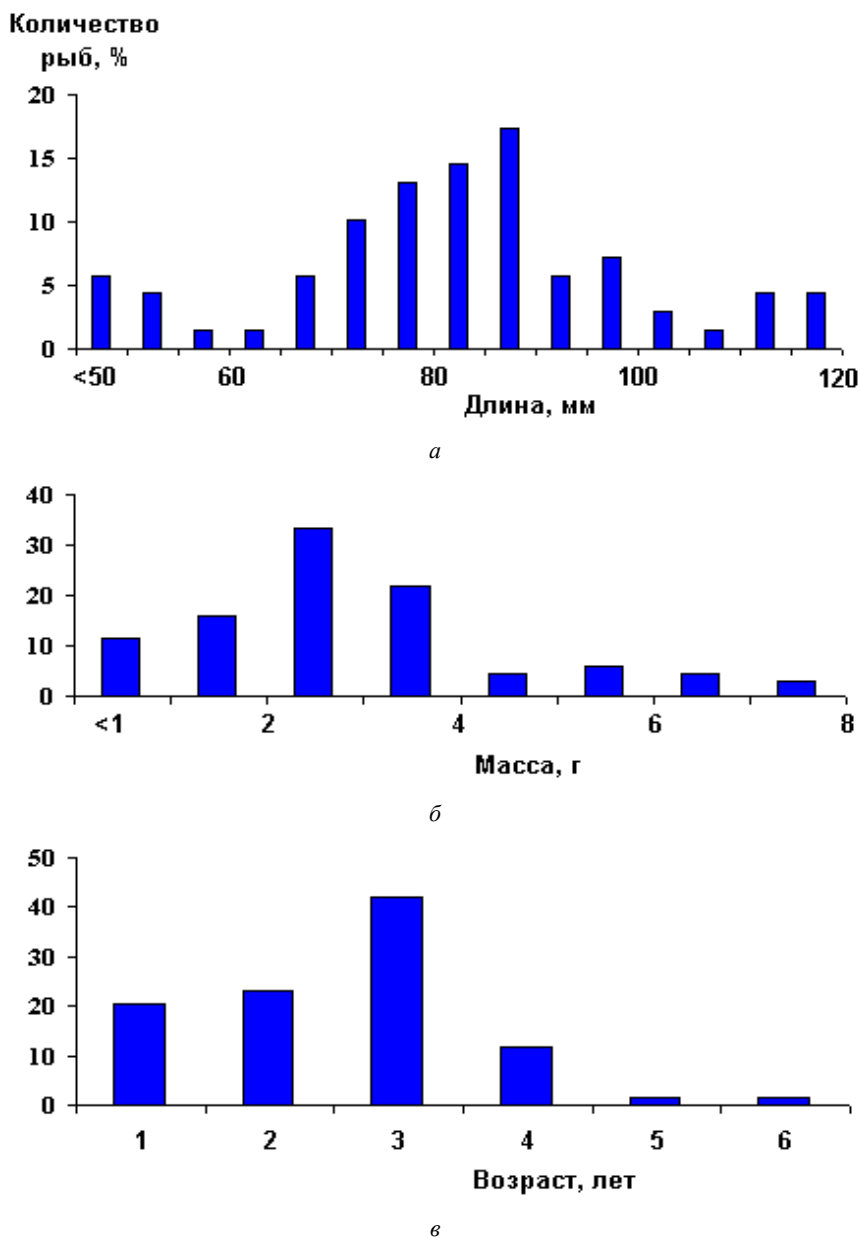


Рис. 2. Размерный (а), весовой (б) и возрастной (в) состав бурого морского петушка в прибрежных водах о. Старичков в мае – июне 1998 г.

Таблица

Состав пищи (в % по массе) бурого морского петушка в прибрежных водах острова Старичков (май – июнь 1998 г.)

Компонент	Длина, мм			В целом
	менее 80	81–110	более 110	
Polychaeta	8,8	32,2	41,9	28,3
Amphipoda	91,2	66,8	46,8	68,5
Прочие	–	1,0	11,3	3,2
Число рыб, экз.	29	34	6	69

Результаты выполненных нами исследований позволяют сделать вывод, что в период с мая по сентябрь бурый морской петушок постоянно встречается в приливно-отливной зоне о. Старичков и мае – июне представлен особями размером от 46 до 120 мм с массой тела 0,3–7,7 г в возрасте от 1 до 6 лет, почти половину из которых (42,6%) составляют трехгодовики длиной 76–90 мм и массой 2–4 г. Причем, как и в других районах обитания, относительное количество самцов этого вида стихеевых рыб в прибрежных водах о. Старичков выше, чем самок (соответственно 55,1 и 33,3%).

Основными кормовыми объектами бурому морскому петушку в приливно-отливной зоне острова Старичков в мае – июне служат бокоплавы (68,5%) и многощетинковые черви (28,3% по массе). Однако по мере увеличения размеров петушка потребление им первых сокращается, тогда как вторых, наоборот, возрастает.

### Литература

1. Шейко Б.А., Федоров В.В. Класс *Cephalaspidomorphi* – Миноги. Класс *Chondrichthyes* – Хрящевые рыбы. Класс *Holocephali* – Цельноголовые. Класс *Osteichthyes* – Костные рыбы // Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий. – Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор, 2000. – С. 7–69.
2. Виноградов К.А. Фауна прикамчатских вод Тихого океана: Дис. ... д-ра биол. наук. – Л.: ЗИН АН СССР, 1946. – 783 с.
3. Андрияшев А.П. Рыбы северных морей СССР. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – 566 с.
4. Матюшин В.М. Изменения литоральной ихтиофауны Авачинской губы как показатель степени антропогенного воздействия // Рац. использ. ресурсов Камчатки, прилег. морей и развит. производ. сил до 2010 г.: Материалы V Регион. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: ДВО АН СССР, 1989. – Т. 1. Сост. природн. комплексов. Природн. ресурсы. Охрана природы. – С. 58–59.
5. Токранов А.М. Некоторые черты биологии бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) Авачинской бухты (Восточная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Тез. докл. XV Межд. науч. конф., посвящ. 80-летию со дня основания Кроноцкого гос. природн. биосферного заповедника (18–19 ноября 2014 г.). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2014. – С. 209–213.
6. Мурашева М.Ю., Токранов А.М. Биологическая характеристика бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) Авачинской губы (Восточная Камчатка) // V Межд. Балтийский морск. форум: Всерос. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов», труды (Калининград, 23–24 мая 2017 г.). – Калининград: ФГБОУ ВО «Калининградский гос. техн. ун-т», 2017. – С. 38–42.
7. Токранов А.М., Мурашева М.Ю. Ихтиофауна литорали Авачинской губы (Юго-Восточная Камчатка) // Вопросы ихтиологии. – 2018. – Т. 58, № 4. – С. 422–427.
8. Попов А.М. Fishes of Avatcha Bay on the Southern Coast of Kamtchatka // Copeia. – 1933. – № 2. – P. 59–67.
9. Токранов А.М., Шейко Б.А. К познанию ихтиофауны прибрежных вод острова Старичков // Биота острова Старичков и прилегающей к нему акватории Авачинского залива / Тр. КФ ТИГ ДВО РАН. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2009. – Вып. VIII. – С. 250–262.
10. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974. – 254 с.
11. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 292 с.
12. Мурашева М.Ю., Токранов А.М. Размерно-возрастная структура бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) Авачинской губы (Восточная Камчатка) // Вестник КамчатГТУ. – 2017. – Вып. 40. – С. 77–85.
13. Чегодаева Е.А. Новые данные по морфологии и биологии морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) Тауйской губы Охотского моря // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы VI науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 29–30 ноября 2005 г.). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2005. – С. 164–168.
14. Цурпало А.П. Трофические характеристики литоральных рыб *Alectrias alectrolophus alectrolophus* и *Stichaeopsis nana* (Stichaeidae) о-ва Шикотан (Курильские острова) // Вопросы ихтиологии. – 1993. – Т. 33. – Вып. 2. – С. 309–312.



15. Колпаков Е.В., Милованкин П.Г. Размерно-возрастной состав, рост и питание бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Pisces: Stichaeidae) из залива Ольга Японского моря // Вопросы ихтиологии. – 2014. – Т. 54, вып. 3. – С. 372–376.

16. Мурашева М.Ю., Токранов А.М. Питание бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) в Авачинской губе (Восточная Камчатка) // Чтения памяти академика К.В. Симакова: Материалы докл. Всерос. науч. конф. (Магадан, 22–24 ноября 2017 г.). – Магадан: ИП Жарикова Т.В., 2017. – С. 157–160.

УДК 597.552.51(282.257.1)

**К.А. Ноздричкина, В.И. Карпенко**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: Ksenia\_Nozdrichkina@bk.ru*

### **ОПЫТ ОБНАРУЖЕНИЯ ГОЛЬЦА КРОГИУС В БАССЕЙНЕ РЕКИ ПАРАТУНКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Проходные, озерно-речные и озерные гольцы, обитающие в бассейне р. Паратунка, имеют различные экологические ниши и различаются фенотипически. В настоящее время имеется предположение, что эндемичный для оз. Дальнего гольц Крогиус исчез из состава ихтиофауны. Настоящее исследование посвящено попытке обнаружения это гольца в оз. Дальнем при использовании морфометрических показателей. На основании исследования 27 признаков установлено, что 6 из них имеют достоверность различий у двух групп гольцов из бассейна р. Паратунка, в состав бассейна которой входит оз. Дальнее. Это позволяет утверждать возможность обитания гольца Крогиус в данном водоеме.

**Ключевые слова:** морфометрия, морфометрические промеры, характеристика, достоверность, гольцы оз. Дальнее и р. Паратунка.

**K.A. Nozdrichkina, V.I. Karpenko**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: Ksenia\_Nozdrichkina@bk.ru*

### **EXPERIENCE OF DETERMINING KROGIUS CHAR IN THE PARATUNKA RIVER BASIN WHEN USING MORPHOMETRIC INDICATORS**

Anadromous, lake-river and lake chars living in the basin of the Paratunka River have different ecological niches and differ phenotypically. Currently, there is an assumption that it is endemic to Lake Dalnee Krogius char disappeared from the ichthyofauna. This study is devoted to an attempt to detect this char in Lake Dalnee when using morphometric indicators. On the basis of 27 features study it was established that 6 of them have the reliability of differences in two char groups from the Paratunka River, which includes Lake Dalnee. This allows assert the possibility of Krogius char habitat in this water reservoir.

**Key words:** morphometry, morphometric measurements, characterization, reliability, chars of Lake Dalnee and the Paratunka River.

В последнее время гольцы рода *Salvelinus* стали привлекать большой интерес разных исследователей как в нашей стране, так и за рубежом. Он определяется важным хозяйственным значением этих многочисленных рыб и возможностью их привлечения в качестве модельного объекта для изучения микроэволюции и формообразования.

Однако большое фенетическое разнообразие и широкое распространение гольцов затрудняет их изучение, и до недавнего времени в литературе имелись лишь небольшие отрывочные сведения о некоторых видах при их высокой изменчивости. На большом ареале гольцы образуют несколько внутривидовых биологических форм – подвидов, морф и пр. [2–4].

Цель данной работы – на основе оценки морфометрических показателей гольцов, обитающих в оз. Дальнее и р. Паратунка, попытаться обнаружить присутствие эндемика этих рыб – гольца Крогиус, который недавно стал считаться исчезнувшим [6]. Для этого использованы особенности биологии и морфобиологическая характеристика гольцов, обитающих в оз. Дальнее и р. Паратунка.

Материалом послужили пробы гольцов, собранные сотрудниками кафедры водных биоресурсов в бассейне р. Паратунка: оз. Дальнее и р. Паратунка в 2015 и 2017 гг. Для их лова на мелководной части глубиной до 1 м использовали мальковый вентерь и мальковый невод.

Биологический анализ гольцов выполняли по общепринятой методике [1]. Измерения рыб проводили при помощи мерной доски и штангенциркуля (обычного и электронного). При этом общая длина рыб и отдельных их частей измерялись стандартно с точностью до 1 мм, а другие признаки (промеры на голове и пр.) – до 0,05 мм.

У каждой рыбы из каждой пробы определены различные морфометрические признаки, для чего была использована схема измерений лососевых рыб по И.Ф. Правдину [1]. Всего биологический анализ выполнен для 126 гольцов, у которых также определены 27 морфометрических признаков.

Для проведения морфометрического анализа использовано 103 гольца из оз. Дальнее, а для их сравнения привлечены данные морфометрии 23 гольцов из р. Паратунка. Все статистические расчеты выполнены в программе Excel 2016.

По результатам промеров рыб, собранных в бассейне р. Паратунка, максимальная длина гольцов из оз. Дальнее составила 20,3 см, минимальная – 7,8 см, средняя – 12,4 см; максимальная масса тела – 92,5 г, минимальная – 4,5 г, средняя – 23,6 г. У особей из р. Паратунка максимальная длина равна 16 см, минимальная – 9,1 см, средняя – 12,1 см; максимальная масса особей из реки составила 39,1 г, минимальная – 9,4 г, средняя – 21 г. (табл. 1).

Таблица 1

Биологическая характеристика гольцов из бассейна р. Паратунка, 2015 и 2017 гг.

Район	Длина АС, см			Масса тела, г			N, экз.
	макс.	мин.	сред.	макс.	мин.	сред.	
оз. Дальнее	20,3	7,8	12,4	92,5	4,5	23,6	103
р. Паратунка «Телячий мост»	16,0	9,1	12,1	39,1	9,4	21,0	23

Проходные, озерно-речные и озерные гольцы, обитающие в бассейне р. Паратунка, имеют различные экологические ниши. Эти формы гольцов заметно отличаются максимальными размерами, возрастным составом, темпом роста, и эти различия очень тесно связаны с образом жизни и характером питания [5]. Все три формы различаются и фенотипически. В тоже время, известно, что озерные гольцы из оз. Дальнее достаточно сильно сходны с гольцами, обитающими в оз. Начикинское [5]. Однако голец Крогиус отличается от других гольцов оз. Дальнее и других озер Камчатки по большинству краниологических признаков [7].

По результатам промеров рыб, собранных в бассейне р. Паратунка, а именно на оз. Дальнее и в р. Паратунка («Телячий мост»), нами были получены данные изменчивости 27 морфометрических признаков, из которых длина головы (рис. 1) и верхнечелюстной кости (рис. 2) максимальны. Гольцы из оз. Дальнее имеют более длинную голову в отличие от гольцов из р. Паратунка.

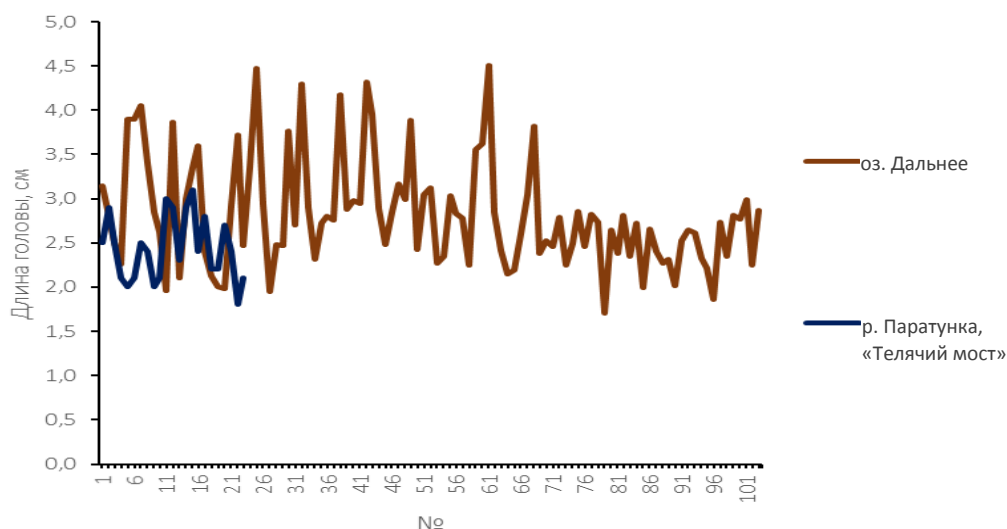


Рис. 1. Длина головы (ао)

Другой морфометрический показатель, а именно длина верхнечелюстной кости также максимален, ее максимальные размеры принадлежат гольцам, обитающим в оз. Дальнее (рис. 2).

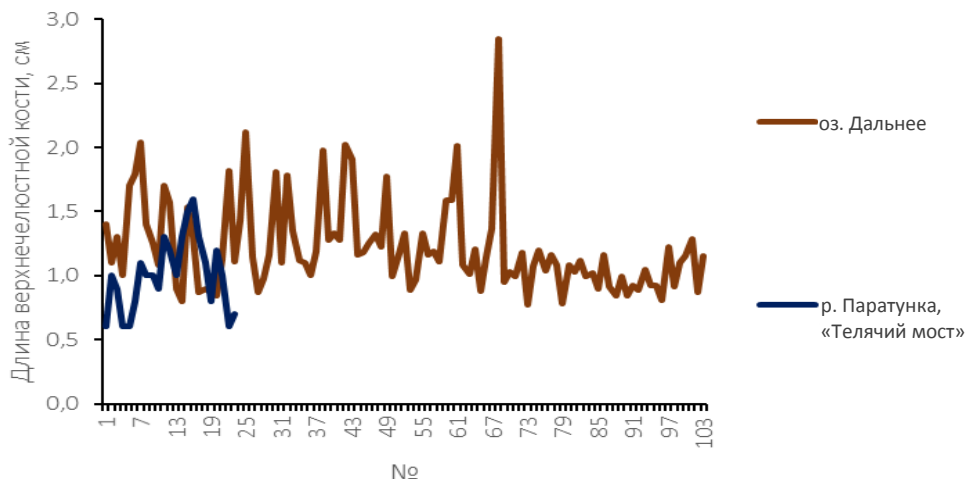


Рис. 2. Длина верхнечелюстной кости ( $ad_6$ )

Для оценки степени достоверности различий в морфометрическом анализе использован критерий Стьюдента, который был определен на основании всех данных, полученных по результатам морфометрических исследований гольцов.

Он показал, что, хотя у гольцов из оз. Дальнее – р. Паратунка («Телячий мост») гораздо меньше значимых признаков, нежели незначимых, но некоторые из них [6] имеют значительные различия среди рыб из двух мест лова (табл. 2).

Таблица 2

Достоверность значений признаков у гольцов из разных мест

Районы	Оценка критерия Стьюдента разных морфометрических признаков	
	значимые ( $> 3$ )	незначимые ( $< 3$ )
оз. Дальнее – р. Паратунка «Телячий мост»	$qh, ik, an, np, ao, po$ $n = 6$	$ab, ac, ad, od, aq, rd, az, ay, fd, qs, fu, yu_1, ej, ox, zz_1, vz, aa_5, lm, ad_6, k_1l_1$ , жаб. тычинки $n = 21$

На основании этой оценки значимыми признаками являются: наибольшая ( $qh$ ) и наименьшая ( $ik$ ) высота тела, длина рыла ( $an$ ), диаметр глаза ( $np$ ), длина головы ( $ao$ ), заглазничный отдел головы ( $po$ ).

Незначимые: длина всей рыбы ( $ab$ ), длина по Смиуту ( $ac$ ), длина без  $C$  ( $ad$ ), длина туловища ( $od$ ), антедорсальное ( $aq$ ) и постдорсальное ( $rd$ ) расстояния, антевентральное расстояние ( $az$ ), антеанальное расстояние ( $ay$ ), длина хвостового стебля ( $fd$ ), длина основания ( $qs$ ) и наибольшая высота  $B$  ( $fu$ ), длина основания ( $yu_1$ ) и наибольшая высота  $A$  ( $ej$ ), длина  $P$  ( $ox$ ), длина  $V$  ( $zz_1$ ), расстояние между  $P$  и  $V$  ( $vz$ ), длина средней части головы ( $aa_5$ ), высота головы у затылка ( $lm$ ), длина верхнечелюстной кости ( $ad_6$ ), длина нижней челюсти ( $k_1l_1$ ) и количество жаберных тычинок.

После проведения морфометрического анализа всех гольцов бассейна р. Паратунка можно предположить, что среди гольцов из оз. Дальнее может присутствовать голец Крогиус, хотя в последние несколько лет он не встречался в уловах местных жителей и контрольных ловах рыб, выполненных сотрудниками КамчатНИРО и КамчатГТУ.

Гольцы имеют большое разнообразие форм, которые установлены на основании 26 пластических признаков и числа жаберных тычинок. Кстати, именно количество жаберных тычинок у некоторых рыб (более 25, 3 экз.) из оз. Дальнее отличало их от всех остальных особей из этой пробы и характеризовало их как гольцов Крогиус (24–29). Хотя в целом для всей пробы, этот признак не имел достоверного различия, отмеченного в табл. 2.

Известно, что дальнеозерский голец обладает массивными головой и челюстями [7]. При изучении гольцов из оз. Дальнее было обнаружено, что ряд исследованных особей из этого озера также обладает достаточно крупными челюстями и головой.

Верхняя челюсть гольцов из оз. Дальнее оказалась намного длиннее нижней, а у дальнеозерского гольца, наоборот, верхняя челюсть незначительно длиннее нижней. Так, помимо сходства всех гольцов, выловленных в оз. Дальнее, с известными параметрами гольца Крогиус, были

обнаружены различия по размерам головы, челюстей и некоторым другим морфометрическим показателям. Для подтверждения видового статуса этого гольца необходимы дополнительные краниологические и генетические исследования.

### Литература

1. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). – М.: Пищевая пром-сть, 1966. – 336 с.
2. *Савваитова К.А.* О систематическом положении камчатских гольцов рода *Salvelinus* // Зоол. журнал. – 1961. – Т. 40, вып. 11. – С. 1696–1703.
3. *Савваитова К.А.* О росте внутривидовых биологических форм арктического гольца *Salvelinus alpinus* (L) Камчатки // Вестник МГУ. – 1963. – 1. – С. 17–23.
4. *Савваитова К.А.* Гольцы (род *Salvelinus*) оз. Начикинское (Камчатка) и некоторые проблемы систематики озерных гольцов Голарктики // Вопросы ихтиологии. – 1976. – Т. 16, № 2. – С. 274–282.
5. *Савваитова К.А.* Арктические гольцы (структура популяционных систем, перспективы хозяйственного использования). – М.: Агропромиздат, 1989. – 223 с.
6. *Токранов А.М.* Золотая рыбка озера Дальнего // Камчатское время – Камчатский рыбак. – 2016. – № 735. – С. 13.
7. Лососевидные рыбы Северо-Востока России / *И.А. Черешнев, В.В. Волобуев, А.В. Шестаков, С.В. Фролов.* – Владивосток: Дальнаука, 2002. – 496 с.

УДК 611.08:582.272.74

**О.В. Перервенко<sup>1,2</sup>, Х.М. Меджидова<sup>1</sup>, А.В. Кашутин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Военно-морской клинический госпиталь,  
Петропавловск-Камчатский, 683015  
e-mail: perervenko2014@gmail.com;

<sup>2</sup> Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003

### **АДАПТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОТЕ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ У ЖИТЕЛЕЙ КАМЧАТКИ И ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИММУНОКОРРЕКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОРСКОЙ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *FUCUS DISTICHUS***

Приводятся результаты изучения иммуномодулирующих свойств водно-спиртового экстракта морской бурой водоросли *Fucus distichus*. В ходе проведенных исследований было показано, что при добавлении в кровь в малых концентрациях он повышает фагоцитарную активность нейтрофильных лейкоцитов (ФАН) и увеличивает их фагоцитарное число (ФЧ). При добавлении в условиях *in vitro* в кровь экстракта фукуса, разбавленного физиологическим раствором в соотношении 1: 50, ФАН увеличивается до  $48,9 \pm 4,2$ , ФЧ – до  $6,3 \pm 0,6$ , а абсолютный фагоцитарный показатель до  $145,6 \pm 9,9$ . Большие концентрации препарата, напротив, снижают все указанные выше показатели. Сделан вывод о том, что экстракты, полученные из камчатской водоросли *F. distichus*, могут быть использованы для коррекции работы иммунной системы и профилактики воспалительных заболеваний.

**Ключевые слова:** иммунная система, иммунитет, адаптация, нейтрофилы, фагоциты, *Fucus distichus*.

**O.V. Perervenko<sup>1,2</sup>, H.M. Medzhidova<sup>1</sup>, A.V. Kashutin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Military marine clinical hospital,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683015  
e-mail: perervenko2014@gmail.com;

<sup>2</sup> Kamchatka state technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003

### **ADAPTIVE CHANGES IN THE IMMUNE SYSTEM OF KAMCHATKA INHABITANTS AND STUDY OF THE IMMUNOCORRECTION POSSIBILITY WITH MARINE BROWN SEAWEED *FUCUS DISTICHUS* USAGE**

The results of the study of the immunomodulatory properties of an aqueous-alcoholic extract of the marine brown seaweed *Fucus distichus* are presented. In the course of the research it was shown that when added to the blood in small concentrations it increases the phagocytic activity of neutrophilic leukocytes (FAN) and increase their phagocytic number (HF). When *in vitro* supplementation with fucus extract diluted with saline in a ratio of 1: 50 FAN increases to  $48,9 \pm 4,2$ , the PSh – to  $6,3 \pm 0,6$ , and the absolute phagocytic index to  $145,6 \pm 9,9$ . Large concentrations of the drug, on the contrary, reduce all the above indicators. It is concluded that extracts obtained from the Kamchatka algae *F. distichus* can be used to correct the immune system and prevent inflammatory diseases.

**Key words:** immune system, immunity, adaptation, neutrophils, phagocytes, *F. distichus*.

Развитие большинства патологических процессов в организме человека обусловлено нарушением функции иммунной системы. В связи с этим в последние годы значительно возрос интерес исследователей к изучению особенностей ее функционирования, особенно в условиях экологического неблагополучия и возрастающей нагрузки неблагоприятных антропогенных факторов. Камчатка относится к районам некомфортного проживания. Постоянные жители полуострова, как и прибывающие сюда мигранты, оказываются в необычной для них среде, характеризующейся суровыми природно-климатическими условиями, непривычным фотопериодизмом, повышенной геомагнитной активностью, недостаточностью солнечной радиации. Многие из проходящих

здесь срочную военную службу молодых людей прибывают на Камчатку из других более южных регионов РФ и попадают в непривычную для них и порой стрессовую обстановку.

Интегральное воздействие негативных факторов среды приводит к напряженному функционированию защитных систем организма и срыву адаптации. На этом фоне наблюдается резкий подъем уровня заболеваемости у разных категорий камчатского населения, в том числе уровня инфекционных болезней. Иммуный ответ на присутствие патогена происходит в широкомасштабной кооперации иммунцитов по типу «cross-talk» с участием рецепторного ансамбля, обеспечивающего взаимодействие наследственной и адаптивной ветвей иммунитета.

Факторы естественной резистентности, обеспечиваемые лейкоцитами, включаются в защиту мгновенно после преодоления возбудителями кожных и слизистых оболочек и внедрения их во внутреннюю среду организма. Их действие продолжается в течение всего периода борьбы организма с инфекцией, но наиболее эффективно они работают в первые 4 часа после проникновения микроорганизмов внутрь. В этот четырехчасовой период лейкоциты являются практически единственными защитниками организма. Другие механизмы его иммунной защиты включаются в работу позже. Реакция нейтрофильных лейкоцитов отражает не только прямое взаимодействие с микробными агентами, но и активацию гуморальных механизмов иммунитета. Поскольку именно эти клетки первыми начинают поражать патогенов путем фагоцитоза, стимуляция их фагоцитарной активности является одним из эффективных методов лечения [1, 2].

Морские бурые водоросли являются источниками уникальных по фармакологическому воздействию химических соединений, среди которых в первую очередь следует отметить группу сульфатированных полисахаридов, известных под общим названием фукоиданы. В настоящее время в ряде работ показана их противобактериальная активность [3–7]. В научной литературе существует немало работ, посвященных изучению антибактериального эффекта водных и спиртовых экстрактов морских водорослей [3, 4, 8, 9], наряду с фукоиданами, содержащими водорастворимые соединения, такие как витамины, гормоноподобные вещества, низкомолекулярные моно- и полисахариды.

Целью настоящей работы являлось изучение влияния *in vitro* водно-спиртового экстракта камчатской водоросли *Fucus distichus* на показатели фагоцитарной активности нейтрофильных лейкоцитов периферической крови.

В исследовании принимали участие постоянно проживающие на Камчатке здоровые лица, согласившиеся принять участие в настоящем исследовании и военнослужащие срочной службы, прибывшие из других регионов России. Общее количество обследованных составило 32 человека.

Количество лейкоцитов в периферической крови и лейкоцитарную формулу определяли общепринятыми методами. Содержание иммуноглобулинов классов *A*, *M*, *G* определяли иммуноферментным методом (Dia Sys Diagnostic Systems, Germany; АО «Вектор-Бест», Россия).

Для оценки фагоцитарной активности лейкоцитов использовали фагоцитарную активность нейтрофилов (ФАН) периферической крови (как соотношение фагоцитирующих клеток к их общему числу после инкубации крови со стафилококком), фагоцитарное число (ФЧ) (как среднее число микробов, поглощенных одной фагоцитирующей клеткой после инкубации крови со стафилококком) и абсолютный фагоцитарный показатель (АФП), как конечный результат фагоцитарной активности нейтрофилов.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием компьютерной программы STATISTICA 6, 10 (BIOSSTAT.EXE) McGraw.Hill, версия 4.0.0.0. на основе методов вариационной статистики. Достоверность различий оценивали по *t*-критерию Стьюдента.

Общее количество (абс.) лимфоцитов, моноцитов и нейтрофилов у обследованных лиц фиксировали на физиологическом уровне (табл. 1). Отметим, что у недавно прибывших на Камчатку лиц была выявлена тенденция к лимфоцитозу и моноцитозу. Показатели гуморального звена, находясь в пределах принятой нормы, у обследуемых групп имели различия, так у постоянно проживающих на Камчатке лиц уровни иммуноглобулинов *IgA* и *IgM* были выше в 1,2 раза, а *IgG* – в 1,4 раза. Однако в связи с малым количеством обследуемых эти данные не следует считать окончательными. Работа в данном направлении продолжается. Для оценки неспецифического звена иммунной защиты необходимо определение качественных показателей работы нейтрофильных лейкоцитов.

Изучение влияния водно-спиртового экстракта *Fucus distichus* проводили у тех же 32 жителей Камчатки. Его иммуномодулирующее действие оценивали по показателям фагоцитарной

активности нейтрофилов. Исследования выполнены на пробах периферической крови *in vitro*. Перед проведением фагоцитарного теста кровь с добавленным в нее физиологическим раствором, содержащим разное количество водно-спиртового экстракта, инкубировали в течение полу-часа. Экстракт *Fucus distichus* добавляли в физиологический раствор в количестве 20; 8; 4; 2; 0,8; 0,4 и 0,2%, что соответствует 500; 200; 100; 50; 20; 10; 5 мкг/мл. В контрольные пробы крови добавляли только физиологический раствор. Добавление в кровь разного количества экстракта фукуса влияло на фагоцитарную активность нейтрофилов по-разному. Наиболее высокой таковая была при разведении 1 : 20 мкг/мл (2%) и 1 : 50 мкг/мл (0,8%), (табл.2).

Таблица 1

Сравнение гематологических значений у обследованных лиц в зависимости от периода проживания

Показатель	Норма	Период проживания на Камчатке	
		до 1 года, n = 15	более 10 лет, n = 17
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	4,0–8,8	7,9 ± 0,6	6,3 ± 0,45
Лимфоциты, %	19–37	34,7 ± 3,1	28,8 ± 2,3
Лимфоциты, абс.	1000–3000	2557 ± 217	2183 ± 197
Моноциты, %	2–6	8,1 ± 0,7	5,3 ± 0,5
Моноциты, абс.	100–600	601 ± 53	359 ± 33
Нейтрофилы, %	43–78	47,1 ± 2,3	50,4 ± 1,8
- п/я, %	1–5	3,9 ± 0,4	2,5 ± 0,4
- с/я, %	42–73	42,2 ± 3,9	47,9 ± 3,4
Нейтрофилы, абс	3000–7000	3748 ± 325	3185 ± 273
Эозинофилы, %	1–5	4,1 ± 0,3	2,9 ± 0,4
Базофилы, %	0–1	0,9 ± 0,1	0,6 ± 0,1
IgA, г/л	0,34–2,5	1,59 ± 0,2	1,85 ± 0,21
IgM, г/л	0,7–4,0	1,01 ± 0,1	1,22 ± 0,11
IgG, г/л	6,8–14,5	8,1 ± 0,7	11,9 ± 0,9

Таблица 2

Сравнение фагоцитарной активности нейтрофилов крови в зависимости от концентрации иммуномодулятора *Fucus distichus*

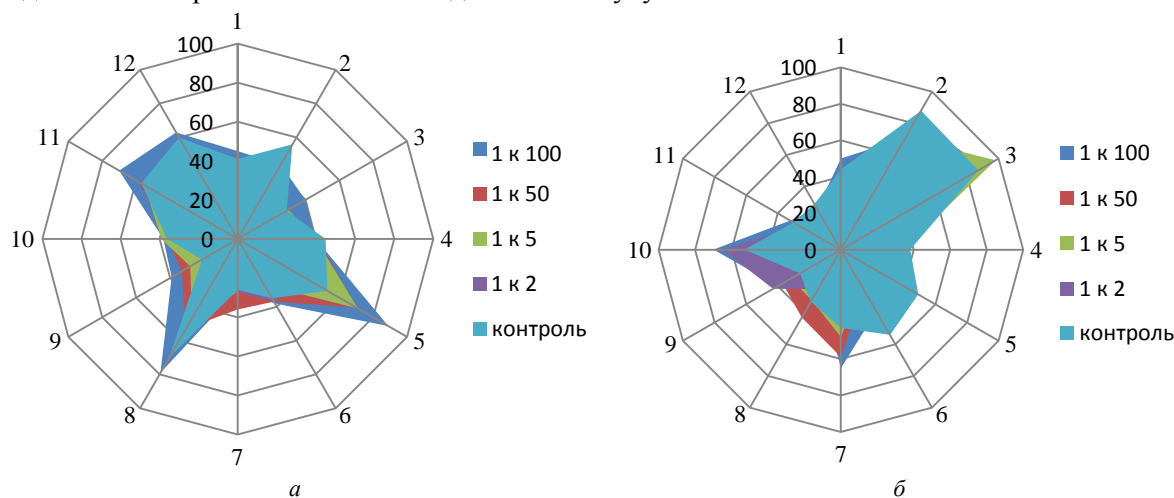
Разведение водно-спиртового экстракта, соотношение экстракт : физраствор, %		Фагоцитарная активность нейтрофилов (ФАН)	Фагоцитарное число (ФЧ)	Абсолютный фагоцитарный показатель (АФП)
1/2	20%	32,38 ± 3,1	3,2 ± 0,24	42,74 ± 4,11
1/5	8%	34,85 ± 3,99	3,11 ± 0,29	40,93 ± 3,96
1/10	4%	40,14 ± 3,25	5,31 ± 0,46	86,28 ± 7,19
1/20	2%	48,21 ± 4,49	<b>7,12 ± 5,09</b>	<b>139,28 ± 12,85</b>
1/50	0,8%	<b>48,89 ± 4,18</b>	6,27 ± 0,58	<b>145,62 ± 9,18</b>
1/100	0,4%	45,33 ± 3,61	6,15 ± 0,55	<b>131,92 ± 12,04</b>
1/200	0,2%	41,51 ± 3,93	5,05 ± 0,31	94,86 ± 8,37
Контроль (физраствор)		41,67 ± 3,28	5,04 ± 0,44	97,25 ± 7,55

Для анализа полученных результатов обследованные лица были разделены на группы с разной продолжительностью проживания на Камчатке: до нескольких месяцев (1), до нескольких лет (2). Проведенный анализ показал, что в первые месяцы нахождения человека в новой для него климатической зоне неспецифическое звено иммунитета не дает полноценного ответа. Среди 12 участников группы лиц, длительно проживающих на Камчатке, адекватный фагоцитарный ответ получен у восьми, нейтральный – у двух и у одного стимуляция нейтрофилов не была отмечена (рис., а). Во второй группе участников, прибывших на полуостров менее шести месяцев назад, было выявлено усиление фагоцитарной активности у четырех человек, нейтральная оценка у двух и у шестерых человек наблюдалось выраженное снижение показателей неспецифического иммунитета (рис., б).

Таким образом, в ходе экспериментов, проведенных *in vitro*, направленных на изучение влияния на фагоцитарную активность нейтрофилов водно-спиртового экстракта *F. distichus*, установлено, что таковая обладает выраженным иммуномодулирующим действием. Фагоцитарный коэффициент нейтрофилов лейкоцитарной массы (ФАН), полученной из крови пациентов, имеет достоверные отличия, по сравнению с таковым в контрольной группе (P < 0,05). Добавление в кровь экстрактов фукуса стимулировало процесс внутриклеточного переваривания фагоцитами



поглощенных микроорганизмов. Биологическая активность экстракта проявлялась лишь при концентрации в инкубационной среде 50 мкл/мл. Однако, по результатам экспериментов *in vitro* по АФП, иммуномодулирующее действие более выражено в пробах с концентрацией экстракта *F. distichus* 50, 20, 10 мкл/мл. Это дает основание говорить о том, что добавление экстракта фукуса в больших дозах угнетает фагоцитарную активность нейтрофильных лейкоцитов, тогда как воздействие на кровь его небольших доз заметно улучшает ФАН и ФЧ.



Влияние разных концентраций экстракта *Fucus distichus* на фагоцитарную активность нейтрофилов крови у постоянно проживающих жителей Камчатки (а) и живущих здесь не более 6 месяцев (б)

В целом же проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Зарегистрированные изменения в иммунной системе у лиц, проживающих на Камчатке менее одного года, указывают на напряжение механизмов иммунной защиты и целесообразность проведения профилактических мероприятий.

2. Водно-спиртовой экстракт из *F. distichus* модулирует функциональную активность нейтрофильных лейкоцитов. Установлено, что в малых концентрациях таковой способен повышать относительное количество фагоцитирующих клеток и их фагоцитарное число. Более высокие дозы снижают показатели фагоцитарной активности нейтрофилов.

3. Полученные результаты могут быть использованы при разработке методов иммунокоррекции у жителей Камчатского края с использованием морских бурых водорослей.

### Литература

1. Особенности фагоцитарной активности и состояния респираторного взрыва нейтрофилов крови у больных распространенным гнойным перитонитом в динамике послеоперационного периода / А.А. Савченко, И.И. Гвоздев, А.Г. Борисов, Д.В. Черданцев, О.В. Первова, И.В. Кудрявцев, А.В. Мошев // Инфекция и иммунитет. – 2017. – Т. 7, № 1. – С. 51–60.

2. Показатели фагоцитарной активности нейтрофилов периферической крови у больных с развившейся нестабильностью эндопротеза в отдаленные сроки после имплантации крупных суставов / Е.И. Кузнецова, М.В. Чепелева, Б.В. Камшилов // Гений ортопедии. – 2011. – № 4. – С. 82–84.

3. Морские бурые водоросли – источник новых фармацевтических субстанций антибактериальной направленности / Н.Н. Беседнова, Т.А. Кузнецова, Т.С. Запорожцев, Т.Н. Звягинцева // Антибиотики и химиотерапия. – 2015. – Т. 60, № 3–4. – С. 31–41.

4. Kolanjinathan K., Stella D. Antibacterial activity of marine macroalgae against human pathogens // Rec. Res. Sci. Technol. – 2009. – Vol. 1, № 1. – P. 20–22.

5. Antibacterial and antioxidant activity of red seaweeds from Kilakarai, Rameswaram, Tamilnadu, India / J. Shanmugam, K. Devi Raman, S. Viswanathan, T. Nallamuthu // Pharm. Biomed. Sci. – 2013. – № 32. – P. 1386–1395.

6. Antibacterial potential of selected red seaweeds from Manapad coastal areas, Thoothukudi, Tamil Nadu, India. / G. Adaikalaraj, R.D. Patric, M. Johnson, N. Janakiraman, A. Babu // Asian Pac. J. Trop. Biomed. – 2012. – № 2 – P. 1077–1080.

7. Antimicrobial and biochemical properties of selected edible brown and red marine macroalgae. / A.A. Hazzani, A.I. Shehata, N.M.S. Moubayed., H.J. Houri // J. Pure Appl. Microbiol. – 2014. – № 8. – P. 1275–1282.

8. Antimicrobial and antioxidant potential of selected seaweeds from Kodinar, Southern Coast of Saurashtra, Gujarat, India / K. Karthikeyan., K. Shweta, G. Jayanthi, K. Prabhu, G. Thirumaran // J. Appl. Pharm. Sci. – 2015. – № 5 – P. 35–40.

9. Synergistic effect of fucoidan with antibiotics against oral pathogenic bacteria / K.Y. Lee, M.R Jeong., S.M. Choi, S.S. Na, J.D. Cha // Arch. Oral Biol. – 2013. – № 58. – P. 482–492.

УДК [591.524.12:595.384.12](265.53)

**Е.М. Пташкина, Н.А. Седова**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: kate\_smiled@mail.ru*

**КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ  
КРЕВЕТОЧНОГО МЕРОПЛАНКТОНА В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ  
В 2015 ГОДУ**

Личинки креветок трех семейств (Crangonidae, Pandalidae, Thoridae) обнаружены над глубинами от 14 до 458 м в 80,2% собранных планктонных проб. Наибольшие их скопления отмечены в северной части района исследования. Преобладали личинки семейств Thoridae и Crangonidae. Средняя численность личинок на одной станции составила 84,1 экз./м<sup>2</sup>. Наибольшие концентрации (до 180 экз./м<sup>2</sup>) образовывали виды *Neocrangon communis*, *Pandalus goniurus* и представители рода *Eualus*. В более ранние сроки в планктоне появлялись личинки родов *Pandalus* и *Eualus*.

**Ключевые слова:** креветка, Crangonidae, Pandalidae, Thoridae, стадия развития, зоэа, род, распределение, численность, Охотское море.

**Е.М. Ptashkina, N.A. Sedova**

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

**QUALITATIVE AND QUANTITATIVE COMPOSITION  
OF THE CROSS-TREATED MEASURANCE PLANTON  
IN THE EASTERN PART OF THE OKHOTSK SEA IN 2015**

Shrimp larvae of three families (Crangonidae, Pandalidae, Thoridae) were found above depths from 14 to 458 m in 80,2% of collected plankton samples. The largest concentrations were observed in the northern part of the studied area. Larvae of the families Crangonidae and Thoridae were dominated. The average number of larvae at one station was 84,1 specimens/m<sup>2</sup>. The greatest concentrations (up to 180 specimens/m<sup>2</sup>) were formed by the types of *Neocrangon communis*, *Pandalus goniurus* and genus *Eualus* representatives. At an earlier period larvae of the genera *Pandalus* and *Eualus* appeared in plankton.

**Key words:** shrimp, Crangonidae, Pandalidae, Thoridae, development stage, zoea, genus, distribution, number, the Okhotsk sea.

Личинки креветок – составляющая часть меропланктона. Они проходят метаморфоз в пелагиали, после чего оседают на дно и превращаются в ювенильную особь. Остальная часть жизненного цикла большинства креветок проходит на дне. Личинки инфраотряда Caridea встречаются летом в планктоне практически всех морей, а в планктоне низких широт их можно встретить круглый год.

Изучение личинок десятиногих ракообразных, их морфологии и распределения по акватории – достаточно важная и интересная задача. Расширяющийся современный креветочный промысел диктует необходимость разведки и введения в ресурсную базу рыболовства новых запасов креветок из малоизученных районов [1–3]. Одним из самых перспективных районов промысла стал западнокамчатский шельф.

Работ по качественному и количественному составу личинок креветок восточной части Охотского моря недостаточно. Отдельные сведения имеются в работах Р.Р. Макарова [4] и Н.А. Седовой [5]. Личинки многих видов креветок, особенно из семейства Thoridae до сих пор

не описаны. На основании планктонных сборов можно судить о районах распространения и размножения промысловых видов и общем состоянии популяции взрослых форм.

Материалом для данной работы послужили сборы планктона, выполненные сотрудниками КамчатНИРО в восточной части Охотского моря летом 2015 г. на НИС «Профессор Кизеветтер». Над глубинами 9–600 м использовали ихтиопланктонную коническую сеть ИКС-80 с диаметром входного отверстия 80 см и шагом ячеи 0,56 мм. Выполняли вертикальный тотальный лов от дна до поверхности. Личинок, фиксированных в 4%-ном формалине, изучали под бинокулярным микроскопом. В каждой пробе определяли таксономический состав личинок и стадии их развития, а также число личинок. Для определения видовой принадлежности личинок использовали определители для прикамчатских вод и статьи с описанием личинок отдельных видов [6–8].

Поскольку зоа креветок держатся преимущественно в эпипелагиали, а после прохождения метаморфоза оседают на дно, мы считаем бессмысленным рассчитывать их количество на всю толщу воды и выражать их численность в экз./м<sup>3</sup>. Поэтому мы посчитали возможным на картах показывать численность в виде данных для отдельных станций без использования методов усреднения данных, принятых в рыбохозяйственных исследованиях.

Для определения средних величин все данные рассчитывали на 1 м<sup>2</sup> поверхности моря. Статистические вычисления производили в программе Excel 2007. Схема станций показана на рисунке.

В пробах было обнаружено более 20 видов, относящихся к семействам Crangonidae, Pandalidae и Thoridae. Большинство из них являются тихоокеанскими широко распространенными бореальными сублиторальными или сублиторально-батиальными видами. Два вида – *Pandalus eous* (Makarov, 1935) и *Pandalus goniurus* (Stimpson, 1860) – являются арктическо-бореальными. *Spirontocaris phippii* (Ktöyer, 1841) имеет циркумполярное распространение. Наиболее массовыми были представители рода *Eualus*, а также виды *Mesocrangon intermedia* (Stimpson, 1860), *Neocrangon communis* (Rathbun, 1899), *P. eous* и *P. goniurus*.

Личинки креветок были обнаружены в 80,2% всех проб над глубинами от 14 до 458 м по всей акватории района исследования (таблица). Наибольшие скопления в северной части района исследования образовали представители семейства Crangonidae и Thoridae. Чаще в пробах встречались личинки видов сем. Pandalidae. Они присутствовали почти во всех пробах, в которых были обнаружены личинки креветок. Средняя численность всех личинок на одной станции составляла 84,1 экз./м<sup>2</sup>.

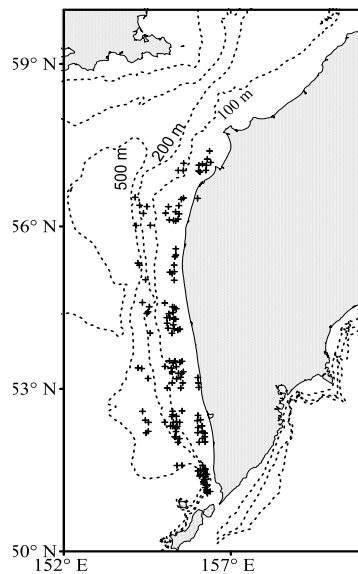


Схема расположения станций

Таблица

Показатели численности и встречаемости для отдельных видов

Таксон	Средняя численность, экз./м <sup>2</sup>	Частота встречаемости, % от всех проб	Средняя глубина, м
Crangonidae	22,0	57,8	61,5
<i>Argis spp.</i>	2,3	3,9	37,9
<i>C. dalli</i>	14,4	6,5	66,25
<i>Rhynocrangon sp.</i>	2,0	4,6	75,3
<i>M. intermedia</i>	11,1	39,7	65,2
<i>N. communis</i>	17,6	41,0	53,3
Pandalidae	27,3	92,9	81,4
<i>P. eous</i>	13,7	64,2	80,4
<i>P. goniurus</i>	26,5	63,7	68,4
<i>P. hypsinotus</i>	2,0	2,0	57,4
<i>P. tridens</i>	3,1	13,0	84,6
Thoridae	34,8	78,6	71,7
<i>Eualus spp.</i>	34,1	63,0	71,4
<i>E. belcheri</i>	2,3	2,0	80,8
<i>E. fabricii</i>	3,7	5,9	58,7
<i>Spirontocaris spp.</i>	11,9	43,6	61,7
<i>S. phippii</i>	2,7	2,0	59,0
Всего	84,1	80,2	66,8

**Семейство Crangonidae.** Из семейства Crangonidae были обнаружены личинки 7 видов: *Argis crassa* (Rathbun, 1899), *Argis lar* (Owen, 1839), *Argis ovifer* (Rathbun, 1902), *Crangon dalli*, *M. intermedia*, *N. communis*, *Rhynocrangon sp.*

Зоэа разных стадий встречались над глубинами от 11 до 430 м по всей акватории района исследования. Наиболее массовым представителем данного семейства был *N. communis* – 56,6% от всех проб крангонид, в меньшем количестве *M. intermedia* – 34,7%.

В пробах единично присутствовали старшие личинки четырех видов рода *Argis*. Они отмечены на шести станциях над глубинами 15–80 м. Большая часть из них поймана в северной части западнокамчатского шельфа.

Основная масса личинок *C. dalli* была сосредоточена в южной части шельфа над глубинами 39–89,5 м. Личинки первой стадии встречались на двух станциях в центральной части шельфа. Максимальная численность самых младших зоэа – 110 экз./м<sup>2</sup>. Личинки третьей и четвертой стадии были пойманы на самом юге.

Личинки *Rhynocrangon sp.* встречались единично, главным образом, в южной части западной Камчатки над глубинами до 145 м.

Один из наиболее массовых видов личиночного планктона – *M. intermedia*. В наших пробах отмечены все пять стадий зоэа. Личинки *M. intermedia* были пойманы на 61 станции (39,7% проб, в которых присутствовали крангониды). Зоэа данного вида встречались равномерно вдоль всего западнокамчатского шельфа над глубинами 15–430 м.

В наших пробах обнаружены все пять стадий зоэа *N. communis*. Всего было поймано 556 экземпляров. Представители *N. communis* были отмечены на 63 станциях (41,0% проб, в которых присутствовали крангониды). Личинки данного вида встречались вдоль всего западнокамчатского шельфа над глубинами 15–247 м. Максимальная численность (150 экз./м<sup>2</sup>) отмечена в южной части района.

**Семейство Pandalidae.** Из семейства Pandalidae в пробах были обнаружены личинки четырех видов: *P. eous*, *P. goniurus*, *P. hypsinotus* (Brandt, 1851), *P. tridens* (Rathbun, 1902). Наиболее массовым был *P. goniurus* – 64,5% от всех проб пандалид, в меньшем количестве *P. eous* – 34,4%. Единично встречались личинки *P. hypsinotus* и *P. tridens*. Зоэа четырех видов креветок из семейства Pandalidae были обнаружены над глубинами от 15 до 458 м по всей акватории района.

Зоэа *P. eous* были пойманы на 99 станциях (64,2% от всех проб, в которых присутствовали пандалиды). Всего было поймано 773 экземпляра. Зоэа этого вида встречались вдоль всего западнокамчатского шельфа. В большом количестве отмечены личинки на III–IV стадии зоэа. Максимальная численность – 76 экз./м<sup>2</sup>.

Зоэа *P. goniurus* были обнаружены на 98 станциях (63,7% от всех проб, в которых присутствовали пандалиды). Личинки этого вида встречались регулярно в большом количестве вдоль всего западнокамчатского шельфа над глубинами 14–430 м. В наших пробах отмечены только шесть стадий зоэа.

Всего три личинки *P. hypsinotus* были пойманы в северной и центральной частях шельфа над глубинами 40–79 м. Личинки *P. tridens* I и II стадий зоэа отмечены на 14 станциях в южной части шельфа над глубинами 30,5–256 м. Максимальная численность на одной станции достигала 8 экз./м<sup>2</sup>. Всего поймано 20 экземпляров данного вида.

**Семейство Thoridae.** В наших пробах обнаружены многочисленные представители семейства Thoridae, относящиеся к двум родам – *Spirontocaris* и *Eualus*. Из них до вида удалось определить только *E. fabricii* (Kröyer, 1841), *E. belcheri* (Bellcher, 1837) и *S. phippisii*. Остальные определены только до рода. Личинки были обнаружены над глубинами от 14 до 430 м по всей акватории района исследования. Наиболее массовым представителем данного семейства оказался род *Eualus* – 63,0% от всех проб торид, в меньшем количестве были встречены представители рода *Spirontocaris* – 43,6%.

В прикамчатских водах обитает не менее девяти видов рода *Eualus*. Личиночное развитие большинства из них не описано. Личинки, относящиеся к роду *Eualus*, были пойманы на 97 станциях (63,0% от всех проб, в которых присутствовали ториды). Они встречались вдоль всего западнокамчатского шельфа. Для рода *Eualus* обнаружены все стадии зоэа. Личинки *E. fabricii* II–IV стадии зоэа были сосредоточены в центральном и южном районах шельфа. Зоэа II стадии отмечены на двух станциях над глубинами 58–75,5 м. Личинки III стадии были сосредоточены в центральной и южной части шельфа над глубинами 28–99 м. Личинки IV стадии были обна-

ружены на юге над глубинами 30,5–75,5 м. Всего поймано 19 экземпляров данного вида. Зоэа *E. belcheri* II–III стадий были обнаружены в южной части шельфа. Личинка II стадии зоэа поймана на одной станции над глубиной 31 м. Третья стадия встречалась на двух станциях над глубинами 31–79 м.

Личинки Pandalidae и Thoridae на последней стадии развития были пойманы, главным образом, на севере района исследования. В северной части западнокамчатского шельфа располагается одна из зон высокой биологической продуктивности, именно здесь отмечены наиболее значительные скопления личинок. Поэтому в данном районе можно обнаружить все стадии развития личинок у представителей этих семейств.

Последние стадии развития личинок Crangonidae были отмечены в южной части района. Зоэа креветок из этого семейства появляются в планктоне на месяц позже, так как они обитают недалеко от берега, где вода прогревается позже. В южной части шельфа гидрологическое лето наступает раньше, поэтому здесь личинки крангонид развиваются быстрее. Не исключено также, что часть из этих личинок заносится сюда с юга.

Видовое разнообразие личиночного планктона в северной части района исследования меньше, поскольку здесь отсутствуют *C. dalli*, *A. crassa*, *A. lar*, *A. ovifer*, *Rhynocrangon sp.* и *P. tridens*. В имеющихся пробах отсутствуют личинки *C. septemspinosa* Say, 1818, отмеченные в восточной части Охотского моря в 1962, 1963 и в 1999–2003 гг. Это связано с более поздними сроками лова планктона в эти годы. Обычно личинки данного вида появляются только во второй половине июля на малых глубинах. В 2015 г. планктон ловили с 6 июня по 16 июля. Личинки креветок рода *Lebbeus* к этому времени уже закончили свое укороченное развитие, поэтому также отсутствовали в пробах. Не попали в пробы также зоэа мелких видов каридных креветок, обитающих у самых берегов на малых глубинах. Отмечено некоторое несоответствие распределения личинок по акватории с таковым, приведенным в более ранних публикациях. Это также можно объяснить разными сроками проведения исследований.

### Литература

1. Иванов Б.Г. Советские исследования по креветкам в 1958–1978 гг. в Северной Пацифике // Тез. докл. XIV Тихоокеанского науч. Конгресса, СССР. Хабаровск. – М., 1979. – С. 221–223.
2. Калашиников Б.К. Изучение биологии северной креветки (*Pandalus borealis*) // Рыбное хозяйство. – 1984. – № 2. – С. 37–42.
3. Кобликов В.Н., Павлючков В.А., Надточий В.А. Бентос континентального шельфа Охотского моря: состав, распределение, запасы // Изв. ТИНРО. – 2002. – Т. 124. – С. 27–38.
4. Макаров Р.Р. Личинки креветок, раков-отшельников и крабов западнокамчатского шельфа и их распределение. – М.: Наука, 1966. – 164 с.
5. Седова Н.А. Распределение личинок креветок в районе западнокамчатского шельфа в 1999 и 2001 гг. // Вопросы рыболовства. – 2004. – Т. 5, № 2 (18). – С. 193–205.
6. Седова Н.А., Григорьев С.С. Ключ для идентификации семейств и стадий развития личинок креветок (Decapoda, Caridea) из прикамчатских и сопредельных вод // Вестник КамчатГТУ. – 2016. – № 37. – С. 77–86.
7. Седова Н.А., Григорьев С.С. Определитель личинок креветок семейства Crangonidae (Decapoda, Caridea), проходящих неукороченное развитие в прикамчатских водах // Вестник КамчатГТУ. – 2017. – № 39. – С. 65–73.
8. Седова Н.А., Григорьев С.С. Ключ к определению личинок креветок семейства Pandalidae (Decapoda, Caridea) из планктона прикамчатских вод // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2017. – № 4. – С. 111–121.

УДК 595.323.1(571.14)

**Т.О. Ронжина, Д.А. Сурков**

*Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (АлтайНИРО),  
Барнаул, 656049  
e-mail: artemiaalt@mail.ru*

### **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ГАЛОФИЛЬНОГО РАЧКА АРТЕМИИ В ОЗЕРАХ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

В работе приведены сведения о продуктивности гипергалинных водоемов Новосибирской области в 2017 г. Все исследованные озера относятся к мелководным, небольшим по площади озерам (до 14,5 км<sup>2</sup>). Минерализация исследованных в 2017 г. водоемов колебалась от 40,0 до 280,0 г/л, в 8 исследованных водоемах минерализация воды не превышала 40,0 г/л, что является нижней критической границей развития артемии. В составе зоопланктона в восьми водоемах артемии не выявлено. В 10 озерах – для цистообразования (150,0–250,0 г/л). В озерах с благоприятными условиями для развития рачка артемии популяции были представлены только самками. Половозрелые самки в минерализованных водоемах Новосибирской области размножались цистами и летними яйцами.

**Ключевые слова:** гипергалинные озера, мониторинг, рачок артемия, циста.

**T.O. Ronzhina, D.A. Surkov**

*Altai branch of "VNIRO" (AltaiNIRO),  
Barnaul, 656049  
e-mail: artemiaalt@mail.ru*

### **MODERN CONDITION OF THE ARTEMIA HALOFIL CRAWLER POPULATION IN THE LAKES OF NOVOSIBIRSKAYA OBLAST**

The information about the productivity of hyperhaline reservoirs of Novosibirskaya Oblast in 2017 is presented. All studied lakes belong to shallow lakes of small area (up to 14,5 km<sup>2</sup>). The mineralization of the studied water bodies in 2017 ranged from 40,0 to 280,0 g/l, in 8 of them the water salinity do not exceed 40,0 g/l, which is the lowest critical limit for the Artemia development. As part of zooplankton there is no Artemia in 8 water bodies. In 10 lakes the salinity was within the optimum for growth and reproduction of crustaceans (90,0–200,0 g/l) and for cyst formation (150,0–250,0 g/l) in 7 lakes. In lakes with favorable conditions for the crustacean Artemia development the population was represented only by females. Mature females in the mineralized reservoirs of Novosibirskaya Oblast were spawning by cysts and summer eggs.

**Key words:** hyperhaline lakes, monitoring, Artemia crustacean, cyst.

Начало исследований сырьевой базы и особенностей биологии жаброногого рачка *Artemia* (Leach, 1819) связано с перспективностью использования его декапсулированных цист в качестве стартового корма при подращивании молоди ценных видов рыб. Коммерческий интерес к цистам рачка обусловил возникновение новой хозяйственной отрасли – использование биокормов водного происхождения. Однако всеобщий интерес к артемии и ее цистам обусловил необходимость разработки основ охранных мероприятий. При использовании биоресурса необходимо сохранить его естественное воспроизводство, обеспечивающее стабильные объемы вылова. Главными составляющими мероприятий по охране среды обитания галофильного рачка являются мониторинговые исследования.

Экспедиционные выезды в 2017 г. совершались ежемесячно (раз в месяц) в период с апреля по сентябрь. Всего обследовано 19 водоемов. Большинство исследованных озер мелководные (от 0,2 до 0,7 м) и малые по площади (от 0,33 до 12,0 км<sup>2</sup>).

Отбор гидробиологических проб, измерения факторов среды и визуальные наблюдения за распределением рачка и микроводорослей по акватории озер проводились по стандартной методике [1, 2] на точках наблюдения, расположенных в разных частях водоема. Для озер Новосибирской области разработаны схемы станций, включающие литоральные участки с разными биотопами, а также в центральной акватории озера.

На каждой станции ежемесячно измерялись температура воды и воздуха, минерализация и прозрачность воды, сопряженные с отбором проб зоопланктона и образцов артемии (на стадии цист).

Обработку материала по зоопланктону проводили по общепринятой методике в камере Богорова под бинокуляром МБС–10, оборудованным окуляр-микрометром. В составе популяции артемии выделяли следующие группы: оргонауплии, метанауплии, ювенильные и предвзрослые особи, половозрелые самки и самцы. Различали также летние тонкоскорлуповые яйца и диапаузирующие (цисты).

Климат Новосибирской области резко континентальный, с холодной и продолжительной зимой и коротким теплым летом. Новосибирская область относится к зоне неустойчивого увлажнения: в центральных районах выпадает около 400 мм в год, а в степи – около 300 мм в год. Более двух третей осадков выпадает в теплый период года.

В 2017 г. минерализация ни в одном озере не превысила верхний критический уровень для рачков артемии. В 10 озерах соленость была в пределах оптимума для роста и размножения рачков (90,0–200,0 г/л) и в 7 озерах – для цистообразования (150,0–250,0 г/л). Водный баланс исследованных озер Новосибирской области весьма напряженный, снижение любых показателей приходной части (приток по протоке, осадки, снег, грунтовое питание и сток с местного водосбора) обуславливает снижение уровня режима. Большинство водоемов мелководные, снего-дождевого питания.

Среди исследованных в 2017 г. водоемов Новосибирской области 8 водоемов имели критически низкую для развития артемии минерализацию (40,0 г/л), зоопланктон в них представлен веслоногими и ветвистоусыми рачками, а также коловратками. В двух водоемах в составе зоопланктона отмечены цисты артемии, вымываемые со дна и нежизнеспособные из-за отсутствия оптимальных условий. Таким образом, в восьми водоемах запасов артемии (на стадии цист) не зарегистрировано: Баганский район, оз. Горькое (в окр. с. Осинники); Купинский район; Чистоозерный район, оз. Галушкина (в окр. д. Цветнополе); оз. Абушкан (в окр. д. Бугриновка); оз. Атаичье (в окр. с. Поляново); оз. Табулга (между п. Ольгино и п. Озерный); оз. Большой Плес (в окр. с. Новокрасное); оз. Соленое (в окр. д. Ишимская); оз. Горькое (в окр. д. Елизаветинка).

В озерах с благоприятными условиями для развития рачка артемии популяция была представлена только самками. Отмечалось развитие 1–2 генераций рачка. В пробах присутствовали все возрастные стадии артемии, а также цисты. Планктонные цисты были выявлены в основном дегидратированные, они составляли 70,0–80,0% от общей численности свободноплавающих цист. Промысловые и непромысловые выбросы артемии (на стадии цист) отмечались в августе – сентябре в прилегающей прибрежной полосе и на поверхности воды (оз. Горькое (Круглое) (в окр. с. Лепокурово), оз. Соленое (в окр. п. Красный Остров), оз. Соленое (в окр. с. Покровка), оз. Горькое (в окр. ур. Барбаши, с. Рождественка), оз. Соленое (Михайловское, в окр. с. Михайловка), оз. Каратаево (в окр. с. Александро-Невское), оз. Горькое (в окр. с. Коневы)).

Половозрелые самки в минерализованных водоемах Новосибирской области размножались цистами и летними яйцами. Доля самок с цистоношением в большинстве озер превышала 80,0%. Плодовитость по водоемам колебалась от 10,0 до 41,5 экз./особь. В августе – сентябре в большинстве исследованных водоемов наблюдалась элиминация самок артемии. Исключение составляли три водоема с преобладанием в составе популяции ранних стадий развития артемии: оз. Горькое (Круглое) (в окр. с. Лепокурово); оз. Соленое (в окр. п. Красный Остров); оз. Каратаево (в окр. с. Александро-Невское). Максимальная численность рачков ( $242220 \pm 103750$  экз./м<sup>3</sup>) отмечена в озере Горькое (Круглое) (в окр. с. Лепокурово), из них 98,6% составляли особи науплиальной стадии развития третьей генерации.

Вследствие морфометрических показателей водоемов, а также численных характеристик популяции рачка артемии на большинстве исследованных озер добыча (вылов) артемии (на стадии цист) может осуществляться преимущественно в летний период (июнь – август). Из перечня гипергалинных водоемов Новосибирской области в 6 озерах в августе – сентябре 2017 г. попу-



ляция артемии находилась в угнетенном состоянии. Добыча артемии (на стадии цист) в этих водоемах возможна преимущественно в июне – июле. Общий запас артемии (на стадии цист) в промышленных гипергалинных водоемах Новосибирской области по состоянию на 2017 г. составил 159,6 т.

#### **Литература**

1. *Киселев И.А.* Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод СССР. – Т. IV, ч. 1. – М.-Л., 1956. – С. 183–265.
2. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – 240 с.

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

УДК 629.5.023:620.19

Д.А. Арчибисов<sup>1</sup>, В.А. Швецов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море,  
Петропавловск-Камчатский, 683031;

<sup>2</sup> Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: d.a.archibisov@mail.ru

### К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ МОРСКОЙ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ ДЛЯ НАТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СУДОВЫХ ПРОТЕКТОРОВ

Показана необходимость проведения натуральных исследований протекторов при разработке средств и методов защиты кораблей и судов от коррозии. Для проведения таких исследований необходимо создавать морские испытательные станции. В качестве естественного стенда для испытаний целесообразно использовать находящиеся в эксплуатации маломерные суда.

**Ключевые слова:** творческий коллектив, коррозионные исследования, протекторная защита, лакокрасочное покрытие, натурные исследования, морская испытательная станция.

D.A. Archibisov<sup>1</sup>, V.A. Shvetsov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kamchatka's directorate for technical support of sea supervision,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683031;

<sup>2</sup> Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: d.a.archibisov@mail.ru

### TO THE QUESTION OF CREATING A MARINE TESTING STATION FOR SHIP PROTECTORS FIELD STUDIES

The necessity of carrying out full-scale studies of protectors in the development of means and methods for protecting ships and vessels from corrosion is shown. To conduct such studies, it is necessary to create marine testing stations. It is advisable to use small vessels in operation as a natural test bench.

**Key words:** creative team, corrosion research, sacrificial protection, paint coating, field studies, marine testing station.

#### Введение

Известно, что борьба с коррозией корпусов кораблей и судов является актуальной задачей для обеспечения безопасности мореплавания, повышения экономической эффективности флота и обеспечения экологической безопасности акваторий [1, 2]. На кафедре «Электрооборудование и радиооборудование судов» (в настоящее время – кафедра «Энергетических установок и электрооборудования судов») КамчатГТУ исследования, посвященные вопросам защиты судов от коррозии, начали проводиться в 2012 г. [3]. В процессе проведения дальнейших исследований по данному направлению сформировался творческий коллектив – научная школа «Защита кораблей и судов от коррозии» [4]. Одним из главных приоритетов нашего коллектива является высокая практическая значимость проводимых исследований. Очевидно, что это может быть достигнуто за счет проведения экспериментов и испытаний в натуральных условиях.

Так, натурные эксперименты широко применялись В.А. Карповым при исследовании проблемы влияния факторов морской среды на коррозию и обрастание материалов. В работе [5] он отмечает, что «во второй половине 20 века в нашей стране теоретические исследования и реализация их результатов тормозились отсутствием комплексной системы исследований и испытаний. Разработки и испытания средств и способов защиты проводились разрозненно из-за отсутствия единой методологии и нормативной базы исследований. После распада СССР в значительной степени оказалась утерянной и экспериментальная база. Перестали применяться и совершенствоваться методы натурных испытаний, без которых не представляется возможным создание современных средств защиты морской техники».

Для решения данной проблемы В.А. Карпов предложил методологию комплексной системы создания противообрастающих и противокоррозионных материалов и покрытий [5]. В основе этой системы лежит сеть испытательных станций в представительных климатических зонах от северных широт до тропиков (в Баренцевом, Черном и Южно-Китайском морях), а также комплекс методов и методик, объединяющий лабораторные, натурные исследования и методы математической обработки результатов. Созданный Лабораторно-экспериментальный комплекс прошел независимую экспертизу и аттестован на техническую компетентность и независимость (Аттестат аккредитации Федерального Агентства по техническому регулированию № РОСС RU0001.21КК04). На основании результатов натурных экспериментов разработан и введен в действие нормативный документ (НД) – ГОСТ РВ 9.412-2001 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные для военной техники. Метод натурных климатических испытаний в морской воде». Рекомендации по допуску к применению на объектах военно-морской техники схем противокоррозионных и противообрастающих покрытий включены в один из основных существующих нормативных документов в области защиты от коррозии – «Руководство по защите корпусов надводных кораблей ВМФ от коррозии и обрастания», РЗК НК-2001.

Таким образом, на примере многолетних исследований видно, что разработка перспективных средств и методов борьбы с коррозией и обрастанием немыслима без создания морских испытательных станций для натурных исследований. При этом ранние исследования российских ученых [5, 6] в большей степени посвящены противообрастающим покрытиям, а не средствам электрохимической защиты от коррозии. Однако, согласно нормативно-технической документации [7, 8], протекторы являются основным средством для защиты стальных корпусов кораблей и судов от коррозии. В связи с этим натурные испытания судовых протекторов приобретают особую актуальность. Цель настоящей работы – обосновать необходимость создания морской испытательной станции для натурных исследований судовых протекторов.

Для достижения цели необходимо провести натурные исследования работоспособности судовых протекторов путем проведения коррозионных испытаний корпуса маломерного судна, на котором они установлены, проанализировать результаты и сделать вывод о целесообразности создания морской испытательной станции для натурных исследований судовых протекторов.

### **Материалы и метод исследования**

Исследования характеристик работы судовых протекторов было решено проводить на подходящем судне-носителе – т. е. судне, оборудованном протекторами, находящемся в рабочем состоянии и используемом по прямому назначению. В качестве судна-носителя (естественного стенда для проведения исследований) выбран катер «РУМ 52-22», судовладельцем которого является ФГБУ «Камчаттехмордирекция». Режим работы судна позволяет в течение навигации без ущерба для производства проводить натурные исследования. Информация о судне и особенностях его эксплуатации представлена в работе [1].

Исследование характеристик работы протекторов проводилось методом натурных коррозионных испытаний корпуса судна с последующим анализом полученных результатов. В свою очередь, натурные коррозионные испытания выполнялись двумя методами – методом измерения защитного потенциала корпуса судна прибором ДВ-2 и методом визуальной оценки состояния корпуса судна и средств его противокоррозионной защиты.

Устройство и принцип работы прибора ДВ-2 представлены в работе [9], технология проведения измерений – в [10] и [11]. Измерения в шести контрольных точках на корпусе судна проводились в период нахождения судна на воде. Первое измерение произведено 12.06.2017 г., последнее за навигацию 2017 г. – 26.10.2017 г. Защитный потенциал корпуса судна замерялся

25 раз, из них: 17 сеансов измерений проведено в месте постоянного базирования судна в Авачинской губе в районе мыса Сигнальный, 5 – в Кроноцком заливе (район Жупановского лимана, бухты Большая Медвежка и Моржовая) и 3 – в Авачинском заливе (бухты Гротовая и Русская). Всего за период проведения исследований проведено 468 измерений защитного потенциала корпуса судна.

Показатели натуральных коррозионных испытаний методом измерений необходимы для получения информации о работоспособности ПЗ судна и состояния его ЛКП. Например, явное падение величины защитного потенциала корпуса судна в одной из контрольных точек показывает, что в этом месте поврежден либо отсутствует протектор. Это приводит к образованию зон значительной коррозии на данном участке корпуса судна.

При проведении натуральных коррозионных испытаний методом визуальной оценки проводилось сравнение результатов органолептической (визуальной и тактильной) оценки состояния лакокрасочного покрытия (ЛКП) и протекторной защиты (ПЗ) судна перед его спуском на воду в начале навигации и после завершения навигации. Результаты осмотра подводной части корпуса судна перед навигацией и после ее завершения фиксировались с помощью цифровой фотографии. Осмотры проводились на берегу в районе стапельной стоянки судна (мыс Сигнальный). Первый осмотр проведен 22.05.2017 г. в начале навигации и перед спуском судна на воду. По завершении навигации, после подъема катера на берег, выполнено несколько осмотров – в декабре 2017 г., в январе и феврале 2018 г.

Визуальная оценка состояния корпуса судна и средств его противокоррозионной защиты дает представление о том, как отработала протекторная защита судна и о качестве его ЛКП в течение навигации. Так, например, при обнаружении биологического обрастания на поверхности протектора можно сделать вывод об отсутствии у него защитной функции [1].

### Результаты и обсуждение

Динамика изменения защитного потенциала корпуса катера «РУМ 52-22» в течение навигации 2017 г. представлена на рис. 1.

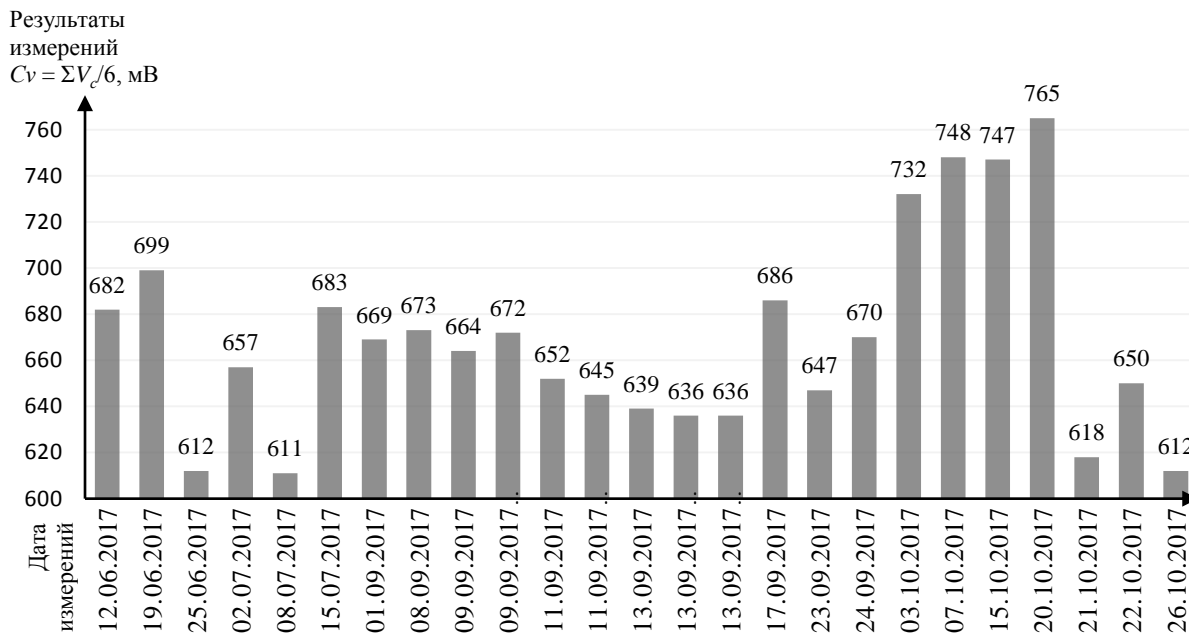


Рис. 1. Динамика изменения защитного потенциала корпуса катера «РУМ 52-22» в течение навигации 2017 года

Из диаграммы видно, что усредненные значения потенциала корпуса катера «РУМ 52-22» в течение навигации 2017 г. находились в пределах от 611 до 765 мВ. То есть, в большинстве случаев были ниже допустимой, в соответствии с ГОСТ 26501-85, величины защитного потенциала – 800 мВ с допустимыми кратковременными колебаниями от 750 до 950 мВ. Также видно, что в период с 03.10.2017 г. по 20.10.2017 г. значения потенциала приближались к допустимому

по ГОСТ 26501-85 нижнему пределу (750 мВ). Возможно, что это обусловлено изменением гидрохимических и гидробиологических факторов прибрежных морских вод в данный период.

Перед началом навигации 2017 г. 2 изношенных протектора П-КОА-5 не соответствовали требованиям НД [12] (их износ составил более 70%) и были заменены новыми (рис. 2, а). Осмотр корпуса судна по завершении навигации 2017 г. показал, что новые (замененные) протекторы обросли толстым (до 10 мм) слоем гидробионтов – мидий и баянусов (*Balanus crenatus*). Металл протектора твердый, при воздействии стальным скребком не отслаивается и не крошится. Это говорит о том, что в период навигации новые протекторы не только не растворялись в морской воде и не выполняли свою защитную функцию, а напротив, они стали центром обрастания на корпусе судна (рис. 2, б). Подробное иллюстрированное описание результатов натурных коррозионных испытаний методом визуальной оценки представлено в работе [1].



Рис. 2. Новый протектор П-КОА-5 на днище в кормовой части катера «РУМ 52-22»: а – перед началом навигации 2017 г.; б – после ее завершения

В таблице результаты измерений защитного потенциала корпуса прибором ДВ-2 для сравнения с результатами визуальной оценки представлены с разбивкой по контрольным точкам (т. е. по участкам обшивки судна) за весь период навигации 2017 г.

Таблица

Усредненные результаты измерений защитного потенциала корпуса катера «РУМ 52-22» с разбивкой по контрольным точкам

№ контрольной точки	Расположение контрольной точки на корпусе судна	Средние значения защитного потенциала в точке за весь период навигации $V_{\text{ср. нав.}}$ , мВ
1	Левый борт, нос	644
2	Правый борт, нос	646
3	Левый борт, середина	639
4	Правый борт, середина	642
5	Левый борт, корма	<b>634</b>
6	Правый борт, корма	<b>637</b>

Из таблицы видно, что наименьшие (наихудшие) значения защитного потенциала корпуса судна получены в контрольных точках, расположенных в кормовой части. Именно в кормовой части размещались два неработоспособных протектора, обросших гидробионтами за время навигации (рис. 2). Таким образом, результаты натурных исследований судовых протекторов методом измерений защитного потенциала и методом визуальной оценки полностью совпали.

### Выводы

Опыт российских ученых в области разработки противообрастающих покрытий, а также исследования по оценке эффективности работы протекторной защиты в эксплуатационных условиях, проводимые ФГБУ «Камчаттехмордирекция» и ФГБОУ ВО «КамчатГТУ», подтвердили актуальность создания морской испытательной станции для натурных исследований судовых протекторов. В качестве естественного стенда для проведения исследований целесообразно использовать эксплуатируемые маломерные суда. Создание испытательной станции для натурных исследований судовых протекторов позволит продолжать работу по установлению эксплуатационных характеристик протекторов, используемых на судах камчатского флота и оценке влияния факторов морской среды на работу судовых средств противокоррозионной защиты в эксплуатационных условиях.

### Литература

1. *Арчибисов Д.А., Швецов В.А.* Контроль качества материалов и работ в ходе ремонта средств противокоррозионной защиты корпуса на маломерных судах // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2018. – Вып. 44. – С. 6–13.
2. *Решняк В.И., Решняк К.В.* Управление экологической безопасностью при эксплуатации судов на внутренних водных путях // Эксплуатация морского транспорта. – 2017. – № 1 (82). – С. 95–99.
3. *Белов О.А.* Проблемы защиты судов камчатского флота от коррозии и пути их решения // Природные ресурсы, их состояние, охрана и техническое использование: Материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. (20–22 марта 2018 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2018. – С. 110–113.
4. Оценка эффективности работы научной школы «Защита кораблей и судов от коррозии» / *В.А. Швецов, С.А. Зайцев, А.Б. Дороганов, А.Ю. Бессонов, Д.А. Арчибисов* // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы VIII Всероссийской науч.-практич. конф. (23–25 мая 2017 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – С. 125–127.
5. *Карпов В.А.* Биокоррозия в морской среде и основы применения защитных покрытий: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М., 2012. – 47 с.
6. *Абачараев И.М.* Разработка методики выбора специальных защитных покрытий и технологий их нанесения с целью повышения эксплуатационных качеств судов: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – СПб., 2007. – 38 с.
7. РД 31.28.10-97. Комплексные методы защиты судовых конструкций от коррозии: Руководящий документ. Утвержден распоряжением Минтранса России от 17.12.2007 № МФ-34/2306. – СПб.: Министерство транспорта РФ, 1997. – 169 с.
8. ГОСТ 26501-85. Корпуса морских судов. Общие требования к электрохимической защите. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 9 с.
9. Устройство для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов: пат. 153280 РФ: МПК (51) G 01 N 17/02 (200601) / *В.А. Швецов, П.А. Белозеров, Д.В. Шунькин, А.А. Диденко, А.А. Луценко, Д.В. Коростылев, О.А. Белавина*; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» – № 2014142289/29; заявл. 20.10.2014; опубл. 10.07.2015, Бюл №19.
10. Совершенствование методики измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / *П.А. Белозеров, В.А. Швецов, А.А. Луценко, О.А. Белавина* // Вестник Астраханского гос. техн. ун-та. Серия Морская техника и технология. – 2014. – Вып. 4. – С. 7–12.
11. Способ контроля режима работы протекторной защиты стальных корпусов кораблей и судов: Пат. 2589246 РФ: МПК (51) G 01 N 17/00 (200601) / *В.А. Швецов, Н.В. Адельшина, П.А. Белозеров, Д.В. Коростылев, О.А. Белавина*; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» – № 2015104363/28; заявл. 10.02.2015; опубл. 10.07.2016, Бюл № 19.
12. ГОСТ. 26251-84. Протекторы для защиты от коррозии. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 25 с.

УДК 639.2.05(265.52)

**П.А. Балыкин**

*Южный научный центр РАН,  
Ростов-на-Дону, 344006,  
e-mail: balykin.pa@rambler.ru*

## **УЛОВЫ В ПРИКАМЧАТСКИХ ВОДАХ НА ФОНЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ**

Выполнен анализ возможного влияния процессов глобального потепления на результаты рыболовства в прикамчатских водах. Вероятно, в ближайшее десятилетие следует ожидать снижения объемов добычи в охотоморских и тихоокеанских водах Камчатки, а позднее – и в западной части Берингова моря. Сделан вывод о необходимости тщательного изучения данного вопроса в целях долгосрочного прогнозирования состояния сырьевой базы рыбной промышленности Дальнего Востока России.

**Ключевые слова:** глобальное потепление, рыболовство, Камчатка, минтай, крабы, тихоокеанские лососи.

**P.A. Balykin**

*Southern scientific centre of Russian Academy of Science,  
Rostov-on-Don, 344006,  
e-mail: balykin.pa@rambler.ru*

## **CATCHES IN KAMCHATKA WATERS ON THE BACKGROUND OF GLOBAL WARMING**

The possible influence of global warming processes on results of the fishery in Kamchatka waters was analyzed. Possibly, the nearest decade we should expect a decrease in production in the Okhotsk sea and the Pacific waters of Kamchatka, and later in the western part of the Bering sea. It is concluded that it is necessary to study this issue thoroughly for to long-term forecasting of the raw material base state of the fishing industry of the Far East of Russia.

**Key words:** global warming, fishery, Kamchatka, Pollack, crabs, Pacific salmons.

### **Введение**

Рыбная промышленность занимает важное место в продовольственном обеспечении нашей страны [1]. В 2018 г. добыто 5,03 млн т водных биоресурсов, что превосходит результаты предшествующих 26 лет. Как и в предыдущие годы, основная доля вылова пришлась на Дальневосточный бассейн – 3,45 млн т, или более 68% суммарного улова. Величины уловов взяты нами из сообщения Росрыболовства от 9 января 2019 г. [2].

Управление эксплуатацией водных биоресурсов осуществляется путем разделения контролируемой акватории на участки. На рис. 1 показана схема рыбопромыслового районирования морей Дальневосточного бассейна [3].

Климат на нашей планете не остается стабильным, одним из самых известных процессов является глобальное потепление. Наиболее заметным проявлением этого явления является сокращение площади арктических морских льдов [4]. Границы сплошных морских льдов сдвигаются все дальше и дальше на север. Также растет температура воды в северных морях. Например, в августе 2017 г. приповерхностные воды в Баренцевом и Чукотском морях оказались на 4°С теплее, чем в среднем [5]. Падение атмосферного давления, усиление циклонической активности и осадков наблюдаются в Восточной Арктике и на Дальнем Востоке России. В северо-западной части Тихого океана увеличилась повторяемость сильных циклонов и штормов. В результате, в последнее десятилетие значительно уменьшилась ледовитость дальневосточных морей [6]. Глобальное потепление могло сказаться и на результатах рыболовства в северо-западной части Тихого океана. Цель нашей работы – характеристика существующего рыбного промысла в пределах прикамчатских вод в XXI веке в связи с процессами глобального потепления. Материалами для статьи послужили сведения о величине и видовом

составе уловов в различных промысловых зонах и подзонах (рис. 1), почерпнутые в выполненных ТИПРО-Центром «Обзорах промысловой обстановки» за период с 2001 по 2017 гг.

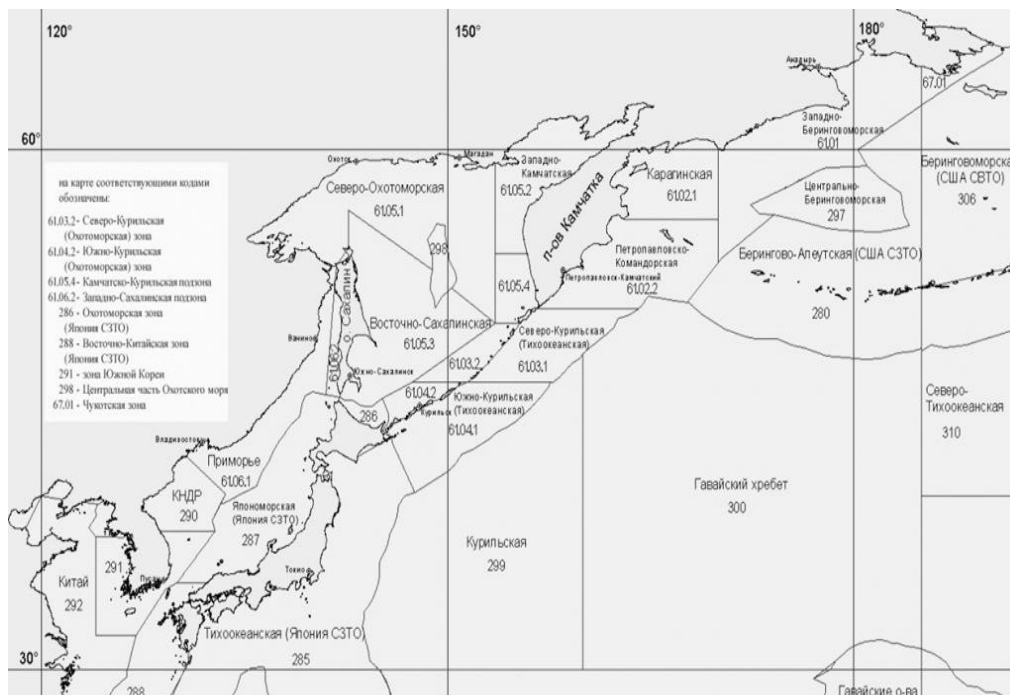


Рис. 1. Схема рыбопромыслового районирования тихоокеанских вод России

### Результаты и обсуждение

В соответствии со «Схемой рыбопромыслового районирования» в тихоокеанских водах, омывающих Камчатку, выделяются следующие промрайоны: Камчатско-Курильский (далее – КК), Западно-Камчатский (ЗК), Петропавловско-Командорский (ПК), Карагинский (Кар), Западно-Берингоморский (ЗБ) (рис.1). Изучение динамики уловов в данных зонах и подзонах, позволит ответить на вопрос о воздействии глобального потепления на рыболовство в прикамчатских водах.

Перечисленные промрайоны вносят заметный вклад в суммарный российский объем добычи на Дальнем Востоке. Так, в 2001–2003 гг. среднегодовой улов рыбы в данных акваториях составил 981 тыс. т, а в 2015–2017 гг. – 1 497 тыс. т. Таким образом, к настоящему времени по сравнению с началом XXI века, объем добычи рыбы увеличился более, чем в 1,5 раза. Рассмотрим динамику этого показателя в отдельных промысловых районах (рис. 2).

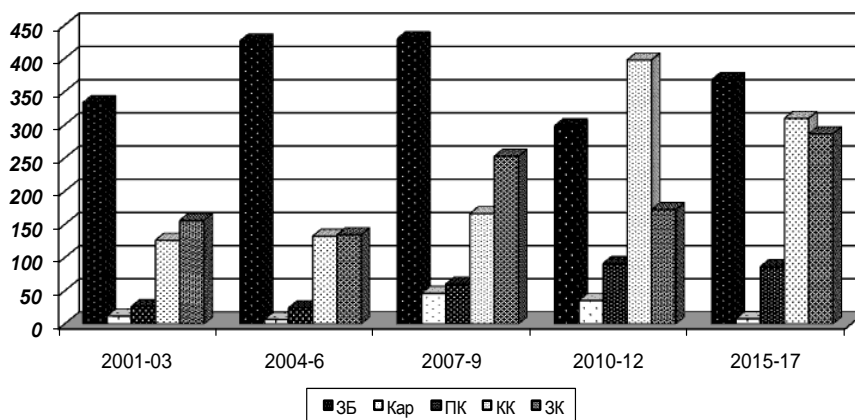


Рис. 2. Динамика средних уловов рыбы (тыс. т) в прикамчатских промрайонах в XXI в.

Уловы были осреднены для 3-летних периодов для лучшего выявления тренда. В среднем за 2001–2017 гг. наименьшие уловы рыбы наблюдаются в зоне Петропавловско-Командорская (120 тыс. т), наибольшие – в зоне Западно-Берингоморская (434 тыс. т). Во всех промысловых



районах, кроме Камчатско-Курильской подзоны, фиксируется выраженная тенденция к росту рыбных уловов. В водах юго-западной Камчатки (КК) рост уловов наблюдался до 2010–2012 гг., после чего произошло их резкое сокращение (рис. 2). Если предположить, что перечисленные изменения уловов – следствие глобального потепления, в ближайшее десятилетие следует ожидать снижения объемов добычи в тихоокеанских водах Камчатки (ПК и Кар), а затем и в зонах Западно-Камчатская (ЗК) и Западно-Берингоморская (ЗБ).

Для выявления возможного воздействия глобального потепления на численность конкретных объектов промысла целесообразно проследить количественную динамику уловов одних и тех же объектов промысла.

Самым многочисленным видом мирового и отечественного рыболовства является минтай [7]. «Пик» добычи минтая в подзоне Петропавловско-Командорская пришелся на 2010–2012 гг., после чего произошло ее уменьшение на несколько тыс. т. В подзоне Карагинская снижение уловов в разы наблюдается с 2007–2009 гг. Начиная с этого же временного отрезка сокращается и добыча минтая в зоне Западно-Берингоморская в масштабе десятков тыс. т (рис. 3, а).

В Курило-Камчатской подзоне максимум уловов минтая пришелся на 2010–2012 гг., затем добыча упала на десятки тыс. т. Севернее, в Западно-Камчатской подзоне, в исследуемый период наблюдалась тенденция к росту уловов минтая (рис. 3, б).

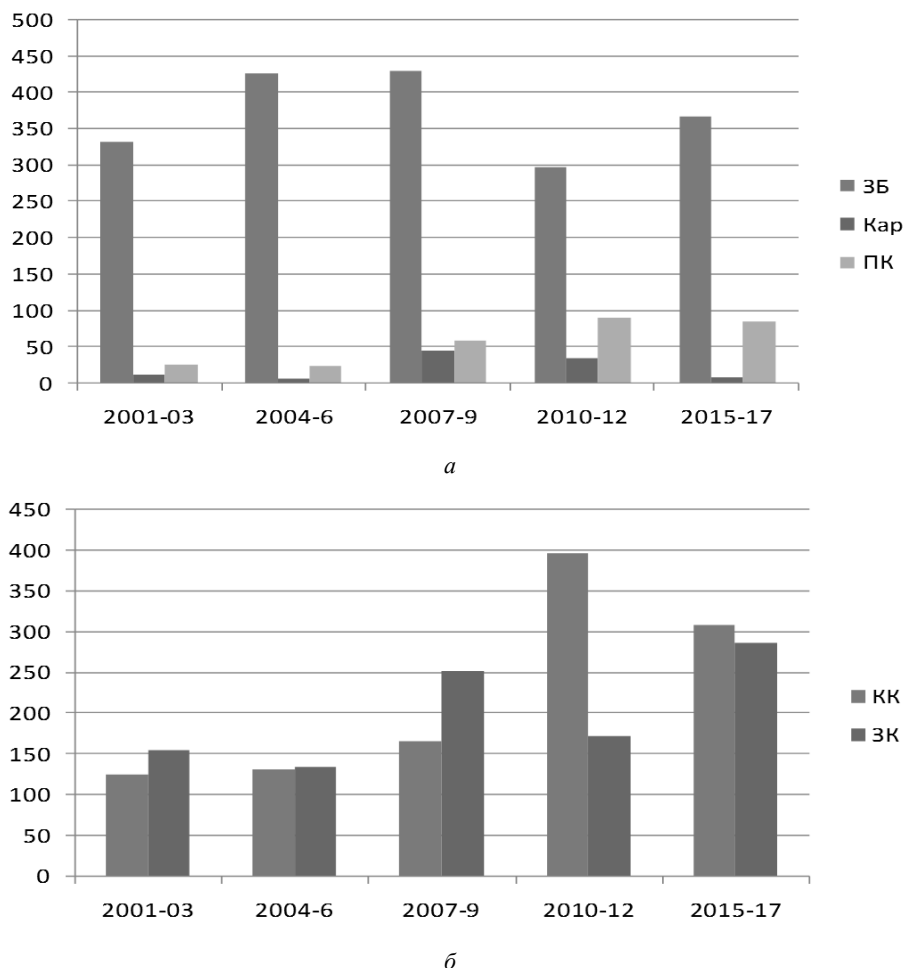


Рис. 3. Динамика уловов минтая (тыс. т) у восточного (а) и западного (б) побережий Камчатки

Наиболее ценными объектами промысла в прикамчатских водах являются тихоокеанские лососи и крабы.

В Петропавловско-Командорской и Карагинской подзонах наблюдался рост уловов лососей, в результате чего, сейчас они примерно в два раза больше, чем в 2001–2003 гг. Сходная динамика уловов лососей зафиксирована для зоны Западно-Берингоморская, не являющейся важным для этого вида промысла районом (рис. 4, а). «Пик» уловов лососей у западной Камчатки отмечался в 2010–2012 гг., после чего они уменьшились (рис. 4, б).

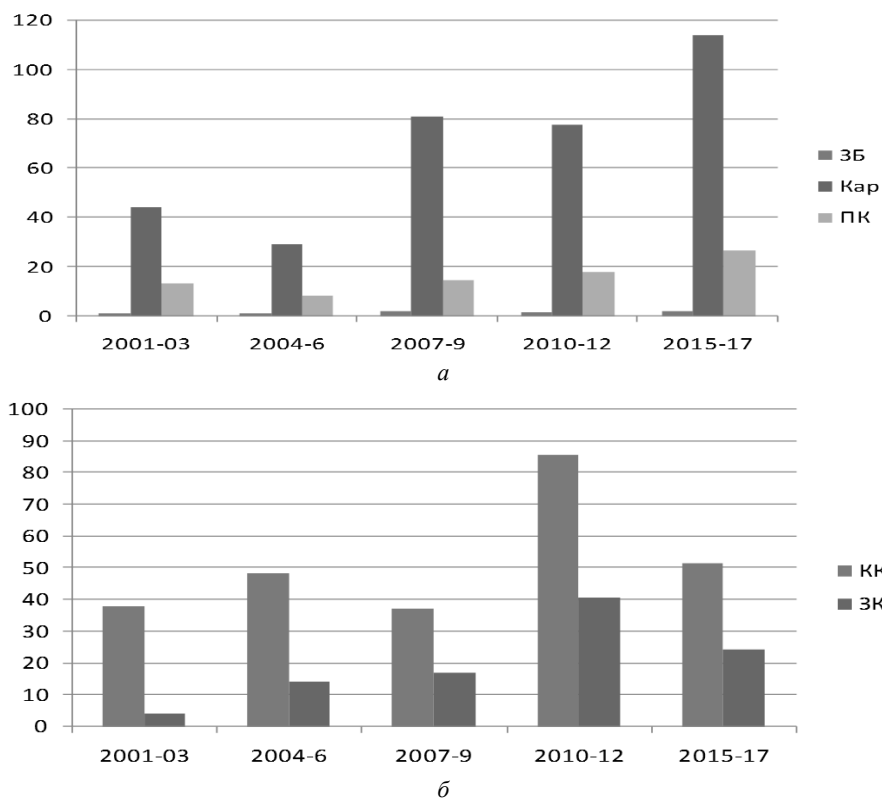


Рис. 4. Динамика уловов лососей (тыс. т) у восточного (а) и западного (б) побережий Камчатки

Тихоокеанские воды Камчатки (подзона Петропавловско-Командорская) характеризуются максимумом вылова крабов в 2001–2003 гг. с последующим уменьшением до уровня нескольких десятков тонн. Максимальная добыча крабов в подзоне Карагинская и зоне Западно-Беринговоморская осуществлялась в 2015–2017 гг., причем в последнем уловы увеличились более, чем вдвое (рис. 5, а).

Столь же значимо увеличились уловы крабов в исследуемый период в подзоне Камчатско-Курильская. В Западно-Камчатской подзоне негативный тренд в 2001–2012 гг. сменился увеличением добычи крабов в 2015–2017 гг. до уровня более 10 тыс. т. (рис. 5, б).

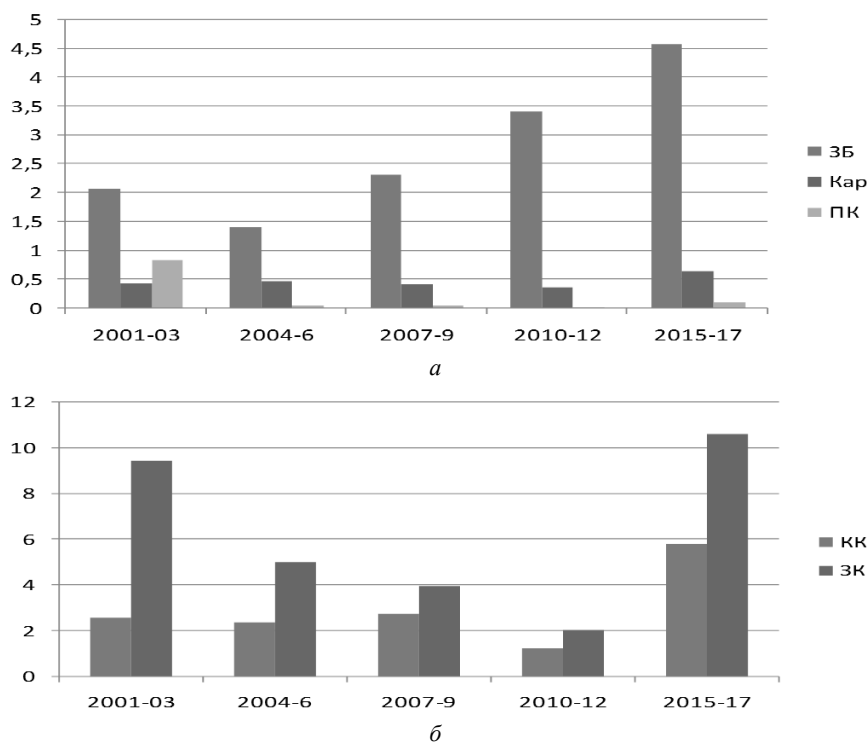


Рис. 5. Динамика уловов крабов (тыс. т) у восточного (а) и западного (б) побережий Камчатки

### Заключение

Анализ результатов рыбного промысла и динамики добычи трех важных его объектов в разных промрайонах прикамчатских вод на протяжении прошедших лет XXI столетия позволил выявить тенденцию к росту уловов в северной части западной Камчатки и во всех трех восточно-камчатских подзонах. Снижение добычи в подзоне Камчатско-Курильская, а также в Японском море и водах Курильских островов [8] позволяет предположить, что в ближайшее десятилетие следует ожидать снижения объемов добычи в подзонах Петропавловско-Командорская и Карагинская, а позднее – и в зонах Западно-Камчатская, Западно-Берингоморская.

Выполненный анализ не претендует на полную репрезентативность, хотя бы в силу недостоверности промысловой статистики [9, 10], однако, свидетельствует о насущной необходимости тщательного изучения данного вопроса с привлечением данных непосредственных научных наблюдений (гидрологических, гидробиологических, ихтиологических и прочих) в целях долгосрочного прогнозирования состояния сырьевой базы рыбной промышленности Дальнего Востока России.

Публикация подготовлена в рамках Государственного задания ЮНЦ РАН (00-19-09, № госрегистрации 01201354245) по теме «Оценка современного состояния, анализ процессов формирования водных биоресурсов южных морей России в условиях антропогенного стресса и разработка научных основ технологии реставрации ихтиофауны, сохранения и восстановления хозяйственно ценных видов рыб».

### Литература

1. Тутикина Е.Н. Продовольственная безопасность и роль рыбного хозяйства в ее обеспечении // Российское предпринимательство. – 2008. – № 12 (2). – С. 118–122.
2. Вылов водных биоресурсов достиг 5 млн тонн [Электронный ресурс]. – URL: <http://fish.gov.ru/press-tsentr/novosti/25642-vylov-vodnykh-bioresursov-dostig-5-mln-tonn> (дата обращения: 29.05.18).
3. Рыболовство в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2013 г. / Н.П. Антонов, Н.В. Кловач, А.М. Орлов, А.В. Датский, В.А. Лепская, В.В., Кузнецов А.А. Яржомбек, А.А. Абрамов, Д.О. Алексеев, С.И., Моисеев Н.А. Евсеева, Д.О. Сологуб // Труды ВНИРО, 2016. – Т. 160. – С. 133–211.
4. Алексеев Г.В. Проявление и усиление глобального потепления в Арктике // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2015. – № 1. – С. 6–21.
5. Глобальное потепление привело Арктику к «новой норме» температур [Электронный ресурс]. – URL: <https://naked-science.ru/article/sci/globalnoe-poteplenie-privelo-arktiku-k> (дата обращения: 29.05.18).
6. Термические условия на поверхности Берингова и Охотского морей в начале 21-го века на фоне полувековой изменчивости / Г.В. Хен, Е.О. Басюк, Ю.Д. Сорокин, Е.И. Устинова, А.Л. Фигуркин // Изв. ТИНРО. – 2008. – Т. 153. – С. 254–263.
7. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – достижение целей устойчивого развития. – Рим: ФАО, 2018. – 226 с.
8. Балыкин А.П. Глобальное потепление и российские уловы на Дальнем Востоке // Использование и охрана природных ресурсов России. – 2018. – № 4.
9. Балыкин А.П. Насущные вопросы российского рыболовства // Изв. ТИНРО. – 2011. – Т. 165. – С. 56–64.
10. Балыкин А.П., Болтнев А.И. Актуальные проблемы сохранения и использования водных биоресурсов // Использование и охрана природных ресурсов России. – 2014. – № 1. – С. 35–39.

УДК 620.19: 656.6:502.5

**О.А. Белов**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail:boa-1@mail.ru*

## **АНТИКОРРОЗИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА МОРСКОМ ТРАНСПОРТЕ**

Базовой основой современной промышленности является металлургия и производство различных металлов и сплавов. Для удовлетворения потребности в металле и его компонентах различных отраслей промышленного производства расходуется большое количество природных ресурсов. Однако в процессе эксплуатации металлические объекты и конструкции подвергаются воздействию коррозии, что приводит не только к снижению прочностных, эксплуатационных и технологических характеристик объектов, но и к безвозвратным потерям металла. В связи с этим защита от коррозии призвана обеспечить не только требования эффективной и безопасной эксплуатации объекта, но и рациональное использование природных ресурсов.

**Ключевые слова:** коррозионные процессы, агрессивная среда, техническая эксплуатация, экологическая безопасность, электрохимическая защита, профессиональная подготовка.

**O.A. Belov**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
boa-1@mail.ru*

## **ANTICORROSION MEASURES AS A FACTOR OF ENVIRONMENTAL SAFETY ON SEA TRANSPORT**

The basis of modern industry is metallurgy and the production of various metals and alloys. A large amount of natural resources is spent to meet the demand for metal and its components in various branches of industrial production. However, during operation, metal objects and structures are exposed to corrosion, which leads not only to a decrease in the strength, operational and technological characteristics of the objects, but also to irretrievable metal losses. In this regard, corrosion protection is designed to ensure not only the requirements for the effective and safe operation of the facility, but also the rational use of natural resources.

**Key words:** corrosion processes, aggressive environment, technical operation, environmental safety, electrochemical protection, professional training.

Термин «коррозия» (от лат. *corrodere* – разъедать, разрушать) применяется к большинству металлов и характеризует как процесс, так и результат разрушения. Наиболее известной формой коррозии является коррозия железа и стали с образованием ржавчины. Коррозия – самопроизвольное разрушение материалов вследствие их физико-химического взаимодействия с окружающей средой [1]. Она имеет глобальный характер. Общие годовые затраты в развитых странах в связи с коррозией составляют 4% валового национального продукта.

В результате коррозионных процессов изменяются свойства материалов. Под действием агрессивной среды большинство металлов, обладающих в реальных условиях термодинамической нестабильностью, переходят в окисленное состояние. Это ведет к разрушению металла, так как окислы не обладают потребительскими свойствами металлов, имеют другую структуру и малую прочность [2, 3]. Конструкция при этом лишается важных технологических, физико-механических свойств: механической прочности, пластичности, твердости, отражательной способности и др. Возникает коррозионный эффект – изменение в любой части коррозионной системы, вызванное коррозией. Коррозионный эффект, несовместимый с назначением металла, среды или технической системы, частью которой они являются, называется коррозионным повреждением.

Коррозия приводит к значительному расходу природных ресурсов, так как безвозвратные потери металла вследствие коррозии составляют 30–35% продукции мировой сталелитейной промышленности. Это требует увеличения производства металла из руд в соизмеримых количествах.

Коррозия наносит вред окружающей среде. Одной из крупнейших экологических катастроф является разлив нефти в Мексиканском заливе в 2010 г. в результате аварии на нефтедобывающей платформе Deepwater Horizon фирмы «British Petroleum».

Коррозия стальных корпусов кораблей и судов – одна из главных причин износа судов, снижения их прочности и безопасности. Коррозия является важнейшим фактором снижения надежности корпусных конструкций и технологического оборудования при эксплуатации судна. Предотвращение активного коррозионного процесса и предупреждение преждевременного износа корпуса судна должно являться повседневной задачей экипажа.

В связи с этим при оценке экологической безопасности и потерь от коррозии используют комплексный подход, включающий рассмотрение всех возможных последствий коррозионных процессов [4–6].

Техническая эксплуатация современных морских судов связана со значительным влиянием на состояние их металлических корпусов, а также технологического оборудования, судовых систем и устройств различных видов коррозии. Наиболее опасным видом коррозии, оказывающим разрушающее воздействие на элементы корпуса, механизмов и систем, является электрохимическая коррозия. Результатом воздействия коррозии является не только снижение эксплуатационных свойств судна, надежности его технических средств и корпуса в целом, но и снижение безопасности плавания судна в море и экологической безопасности в акватории при нахождении судна в режиме длительной стоянки. Данный фактор формирует особенности использования судов по назначению и вызывает необходимость внедрения специальных методов и средств обеспечения защиты судов от коррозии. Необходимость контроля и регулирования электрохимической защиты корпуса связана с различными эксплуатационными свойствами судна и их способностью оказывать значительное влияние на обеспечение безопасности [7–10].

Поддержание заданного уровня электрохимической защиты корпуса в процессе эксплуатации судна требует осуществления комплекса взаимосвязанных инженерно-технических и организационных мероприятий, разработка и внедрение которых основывается на научных исследованиях в области защиты кораблей и судов от коррозии. Необходимость научного подхода к решению данной проблемы объясняется, прежде всего, возрастающими требованиями к антикоррозионной защите, как фактору отрицательного влияния на оборудование судов и окружающую среду [11–15].

Оценка достаточности уровня электрохимической защиты корпуса в процессе эксплуатации морских судов предполагает комплексное использование взаимосвязанных направлений:

- систематический контроль и замеры;
- построение моделей;
- работа с информацией и данными;
- анализ данных;
- разработка мероприятий обеспечения заданного уровня электрохимической защиты.

Систематический контроль и замеры параметров электрохимической защиты корпуса судна обеспечивают объективную оценку фактического уровня электрохимической защиты корпуса, а также эффективности ее работы в условиях воздействия дополнительных физических, химических, биологических и иных факторов, лежащих в основе интенсивности коррозионных процессов.

Задача измерения параметров электрохимической защиты состоит в получении измерительной информации об уровне защиты и интенсивности протекающих коррозионных процессов, которая бы отвечала требованиям, предъявляемым к ней, исходя из целей натурных наблюдений.

В современных научных исследованиях [16–18] активно используется теория планирования экспериментов, которая содержит эффективные методы, позволяющие повысить качество экспериментов с моделями электрохимической защиты корпуса судна и коррозионных процессов.

Решение перечисленных задач позволяет классифицировать, согласовывать и обобщать всю доступную информацию об эффективности электрохимической защиты корпусов судов и интенсивности коррозионных процессов на различных этапах проведения исследований и выработки решений относительно обеспечения защиты корпуса от электрокоррозии.

Анализ данных имеет назначение получения оценок неизвестных величин, характеризующих текущее или прогнозируемое состояние электрохимической защиты корпуса судна и протекающих коррозионных процессов.

В данном направлении осуществляется решение задач комплексного анализа параметров электрохимической защиты корпуса судна и коррозионных процессов путем:

- расчета параметров электрохимической защиты корпуса;
- пересчета параметров электрохимической защиты корпуса;
- идентификации электрохимической защиты корпуса и коррозионных процессов.

Разработка мероприятий обеспечения заданного уровня электрохимической защиты имеет своей целью перевод ее функционала из одного состояния в другое. Основными задачами на данном направлении являются:

– управление уровнем электрохимической защиты и интенсивностью коррозионных процессов;

- управление измерениями защитного потенциала корпуса судна.

Оценка безопасного уровня электрохимической защиты корпуса судна предполагает:

- определение базовых решений относительно функционирования электрохимической защиты;
- определение оптимального варианта, обеспечивающего требуемые свойства электрохимической защиты.

Реализация процесса исследований в области антикоррозийной защиты судов в современных условиях может быть выполнена на основе автоматизированных процедур, в которых оператору отводится роль элемента, формулирующего конкретные задачи исследования, выполняющего анализ результатов их решения и принимающего окончательное решение, а автоматизированной системе – роль инструмента, обеспечивающего качественное решение поставленных задач [19–21].

Использование комплексного подхода при решении задач оценки безопасного уровня электрохимической защиты корпуса в процессе эксплуатации морских судов позволяет обеспечить наибольшую эффективность работы персонала, выполняющего действия относительно оценки соответствия электрохимической защиты корпуса безопасному уровню.

Таким образом, решение задачи эффективной защиты корпусов кораблей и судов от коррозии способствует не только повышению эксплуатационно-технической надежности и долговечности металлов и других конструкционных материалов, но и обеспечивает условия экологической безопасности и экономически выгодного использования природных ресурсов и материальных средств.

### Литература

1. Руководство по защите корпусов надводных кораблей ВМФ от коррозии и обрастания. – М.: Военное изд-во, 2002. – 350 с.
2. Белов О.А. Проблемы защиты судов Камчатского флота от коррозии и пути их решения // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы Девятой Всерос. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 110–113.
3. Белов О.А., Клементьев С.А., Дороганов А.Б. Коррозионные процессы как фактор снижения безопасности эксплуатации морских судов // Инноватика и экспертиза: Научные труды. – 2017. – № 1 (19). – С. 123–126.
4. РД 31.28.10-97. Комплексные методы защиты судовых конструкций от коррозии. Издание официальное. – М.: Стандартинформ, 1998. – 37 с.
5. Белов О.А., Дороганов А.Б. Проблемы методологии контроля электрохимической защиты стальных корпусов кораблей и судов // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 37. – С. 10–13.
6. Белов О.А. Современное состояние организации комплексной защиты металлических корпусов кораблей и судов от коррозии // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2017. № 3. – С. 115–120.
7. Белов О.А., Швецов В.А. К вопросу о повышении экологической безопасности судов при долговременном стояночном режиме // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы Девятой Всерос. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 119–121.

8. Белов О.А. Задачи оценки безопасного уровня электрохимической защиты корпуса в процессе эксплуатации морских судов // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Девятой Всерос. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 17–20.
9. Белов О.А. Оценка безопасности эксплуатации судовых энергетических установок // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2017. – Вып. 42. – С. 6–10.
10. Белов О.А. Задачи исследования электрических полей судов и характеристика методов их решения // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2017. – Вып. 40. – С. 12–17.
11. Пат. RU № 169581. Устройство для контроля протекторной защиты стальных корпусов кораблей и судов / Швецов В.А., Белов О.А., Шунькин Д.В., Белавина О.А., Лысянский С.П., Адельшина В.В.; опубл. 23.03.2017.
12. Пат. RU № 2643709. Способ контроля защищенности стальных корпусов кораблей и судов от электрохимической коррозии и электрокоррозии / Белов О.А., Швецов В.А., Белавина О.А.; опубл. 28.04.2017.
13. Белов О.А., Швецов В.А., Ястребов Д.П. Обоснование оптимальной периодичности контроля работы протекторной защиты стальных корпусов судов // Эксплуатация морского транспорта. – 2017. – № 1 (82). – С. 55–58.
14. . Обоснование возможности исключения внешнего осмотра систем протекторной защиты стальных корпусов судов / В.А. Швецов, О.А. Белов, О.А. Белавина, Д.П. Ястребов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология – 2017. – № 1. – С. 29–38.
15. К вопросу о продолжительности периода эффективной работы систем защиты от коррозии стальных корпусов вспомогательных судов / О.А. Белов, В.А. Швецов, Д.А. Арчибисов, О.А. Белавина // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология – 2017. – № 3. – С. 7–15.
16. Белов О.А., Марченко А.А., Труднев С.Ю. Анализ расчетно-аналитических методов прикладных задач технической безопасности // Вестник Астраханского государственного университета. Серия: Морская техника и технология. – 2015. – № 4. – С. 7–15.
17. Белов О.А. Методология оценки технического состояния электрооборудования при развитии параметрических отказов // Вестник Астраханского государственного университета. Серия: Морская техника и технология. – 2015. – № 3. – С. 96–102.
18. Контроль систем протекторной защиты стальных судов и кораблей: Монография / В.А. Швецов, О.А. Белов, П.А. Белозеров, Д.В. Шунькин. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – 109 с.
19. Белов О.А. Оценка технической готовности системы с учетом влияния человеческого фактора // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский. – 2014. – Вып. 30. – С.11–16.
20. Швецов В.А. Обоснование необходимости подготовки операторов для измерения потенциала стальных корпусов судов и кораблей / В.А. Швецов, О.А. Белов, П.А. Белозеров, О.А. Белавина, В.В. Кириносенко // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский. – 2016. – Вып. 37. – С. 19–24.
21. Белов О.А. Задачи исследования электрических полей судов и характеристика методов их решения // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский. – 2017. – Вып. 40. – С. 12–17.

УДК 620.19: 656.6:502.5

**О.А. Белов<sup>1</sup>, С.А. Зайцев<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail:boa-1@mail.ru;

<sup>2</sup> Российский морской Регистр судоходства,  
Дальневосточный филиал, Северо-Восточное отделение,  
Петропавловск-Камчатский, 683003

## **К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ СУДОВ КАМЧАТСКОГО ФЛОТА**

Эксплуатация сложных технических объектов, к которым, несомненно, относятся и современные суда, требует качественной оценки вопросов безопасности. О необходимости взаимодействия научной среды и производства в этой сфере неоднократно отмечалось на различных правительственных уровнях. Одним из таких направлений в обеспечении безопасности является проблема защиты корпусов кораблей и судов от коррозии. Это обусловлено непосредственным влиянием коррозионных процессов как на экологическую безопасность в местах базирования судов, так и на безопасность мореплавания в целом.

**Ключевые слова:** безопасность мореплавания, экологическая безопасность, коррозия, электрохимическая защита, эксплуатация судна, профессиональная подготовка.

**O.A. Belov<sup>1</sup>, S.A. Zaytsev<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
boa-1@mail.ru;

<sup>2</sup> Russian Maritime Register of shipping,  
Far Eastern branch, North-Eastern branch,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003

## **ASSESSMENT OF SEA SHIPS SAFETY OF KAMCHATKA FLEET**

The operation of complex technical facilities, which undoubtedly include modern ships, requires a qualitative assessment of safety issues. The need for interaction between the scientific environment and production in this area has been repeatedly noted at various government levels. One of these areas, in ensuring security, is the problem of protecting the hulls of ships and vessels from corrosion. This is due to the direct influence of corrosion processes on the environmental safety in the places of basing ships and on the safety of navigation in general.

**Key words:** navigation safety, environmental safety, corrosion, electrochemical protection, vessel operation, professional training.

### **Введение**

Проблема повышения экологической безопасности морских судов является актуальной [1–3]. Только в Авачинской губе затонуло 86 судов, которые превратились в источники загрязнений морских вод [4–6]. Основной причиной затопления судов является коррозионный износ их корпусов. Для защиты корпусов от коррозии на судах используют протекторную защиту и лакокрасочные покрытия. Судовладельцы должны постоянно контролировать качество протекторов и лакокрасочных покрытий и восстанавливать (в случае необходимости) средства защиты судов от коррозии [7–10]. Однако должную работу судовладельцы Камчатского флота не выполняют и тем самым превращают свои суда в источник чрезвычайных ситуаций экологического характера.

*Цель настоящей работы* – оценка состояния средств защиты от коррозии на судах Камчатского флота и степени коррозионного износа корпусов судов.

*Приборы и методы.* Для проведения научных исследований применялись: мультиметры, контрольные электроды, изготовленные на кафедре «Энергетические установки и электрообору-



дование судов» Камчатского государственного технического университета, специализированные устройства ультразвукового контроля толщины металла листов обшивки корпуса судна. Использовались также разработанные на кафедре устройства и методы контроля систем защиты от коррозии [11–15], а также методика ультразвукового контроля, рекомендованная правилами Российского морского Регистра судоходства.

### Результаты исследований и их обсуждение

Изучали режим работы средств защиты судов от коррозии, состояние протекторов (степень износа), состояние лакокрасочного покрытия (степень износа), состояние наружной обшивки (средний износ). Результаты исследований приведены в таблице.

Таблица

Результаты исследований судовых средств защиты от коррозии и состояния наружной обшивки

Судно, дата исследований	Объем освидетельствования РС судна в доке	Борт	Режим работы защиты ЭЛЗ (потенциал)						Состояние протекторов, визуально, износ, %	Состояние лакокрасочного покрытия, износ, %	Состояние наружной обшивки (средний износ по районам замеров ЭЛЗ)		
			Разность потенциалов, <i>mV</i>			Ток корпус – вода, <i>mA</i>					нос	ДП	корма
			нос	ДП	корма	нос	ДП	корма					
«Майборг», 22.04.2016	Очередное (пятилетнее)	ПБ	804	832	815	28,5	27,0	27,0	60	50		5,6	4,2
		ЛБ	825	815	832	29,7	24,0	26,0				5,7	3,8
«Орлица», 03.05.2016	Очередное (пятилетнее)	ПБ	210	170	170	5,2	4,5	4,0	50	50	15,7	14,0	7,0
		ЛБ	200	220	167	5,0	6,0	4,5			10,8	13,3	4,8
«Теплый», 11.05.2016	Очередное (пятилетнее)	ПБ	535	490	550	7,5	6,0	6,5	50	50	5,5	10,5	4,0
		ЛБ	550	532	520	7,5	6,5	6,5			6,5	14,7	3,4
«Предпримчивый» 26.07.2016	Очередное (пятилетнее)	ПБ	495	530	465	8,0	8,0	7,0	80	70	12,2	12,0	5,5
		ЛБ	640	585	540	7,8	10,8	7,7			5,9	8,8	6,0
«Шевелуч», 28.07.16	Очередное (пятилетнее)	ПБ	780	745	840	12,1	12,5	14,0	50	20	0,4	0,8	1,1
		ЛБ	825	900	775	18,0	13,0	13,0			0,6	1,1	1,2
«МРС-225-368», 27.09.2016	Очередное (пятилетнее)	ПБ	580	620	670	4,8	4,6	5,6	55	30	4,3	4,6	5,9
		ЛБ	620	580	730	5,2	4,9	4,2			3,2	3,8	5,0
«МРС-150-145», 27.09.2016	Очередное (пятилетнее)	ПБ	400	500	400	3,5	3,4	3,6	50	30	0,5	6,2	5,0
		ЛБ	500	400	450	3,7	3,4	3,8			8,2	3,5	4,6
«МРС-150-146», 27.09.2016	Очередное (пятилетнее)	ПБ	560	420	600	3,9	3,6	3,9	60	30	1,7	4,3	8,2
		ЛБ	400	520	400	3,7	3,7	4,2			8,0	3,7	5,1
«Кастор», 20.10.2016	Очередное (пятилетнее)	ПБ	840	751	710	8,0	7,5	7,5	50	50			
		ЛБ	670	705	780	7,6	8,0	7,4					
«Св. Николай», 15.11.2016	Очередное (пятилетнее)	ПБ	560	550	560	4,8	4,3	4,4	80	40		6,9	
		ЛБ	584	565	585	4,2	4,2	4,2				7,2	
«Чарьмово», 17.12.2016	Очередное (пятилетнее)	ПБ	490	495	480	3,0	3,5	3,0	70	50	7,3	6,9	8,8
		ЛБ	505	490	485	3,5	3,5	3,0			5,9	9,7	8,0
«ПТР-5031», 13.03.2017	Очередное (пятилетнее)	ПБ	550	540	555	4,6	4,2	4,0	60	40	3,2		
		ЛБ	530	545	530	4,5	4,0	4,0			7,0		
«Денис Ветчинов», 13.05.2017	Очередное (пятилетнее)	ПБ	620	710	705	7,0	7,5	7,0	45	10		2,6	
		ЛБ	680	670	650	7,5	7,5	7,2				2,1	
«Анатолий Карякин», 13.05.2017	Очередное (пятилетнее)	ПБ	550	625	625	5,0	5,5	5,5	45	10		1,5	
		ЛБ	600	590	600	5,5	6,0	6,0				1,5	
«Циклон», 17.06.2017	Очередное (пятилетнее)	ПБ	585	585	550	6,5	6,5	6,5					
		ЛБ	560	560	580	6,0	6,5	6,0					
«Капитан Драбкин», 17.06.2017	Очередное (пятилетнее)	ПБ	625	550	540	6,5	6,0	6,0	50	30	5,3	4,6	7,0
		ЛБ	580	525	610	6,0	6,0	6,0			7,0	3,9	6,8
«СЛВ-313», 15.06.2017	Очередное (пятилетнее)	ПБ	495	540	580	3,5	5,0	5,0	55	35	9,9	10,4	8,4
		ЛБ	535	550	540	5,5	6,0	6,5			10,0	9,9	4,8
«Чистоводное», 12.07.2017	Очередное (пятилетнее)	ПБ	620	630	587	5,6	3,8	6,0	60	70	11,8	15,2	15,3
		ЛБ	586	545	610	5,7	5,4	6,1			14,8	16,1	11,1

Из результатов исследований, приведенных в таблице, следует:

- а) защитные средства большинства судов камчатского флота не соответствуют нормативным требованиям [16–21];
- б) качество судоремонта, выполненного на разных предприятиях, существенно отличается;
- в) средний износ наружной обшивки изменяется в интервале значений 0,4–16,1.

### Заключение

Морские суда камчатского флота являются потенциальными источниками чрезвычайных ситуаций экологического характера. Необходимо совершенствовать систему экологического мониторинга на морских судах камчатского флота.

### Литература

1. Белов О.А., Клементьев С.А., Дороганов А.Б. Коррозионные процессы как фактор снижения безопасности эксплуатации морских судов // *Инноватика и экспертиза: научные труды*. – 2017. – № 1 (19). – С. 123–126.
2. Белов О.А., Швецов В.А. К вопросу о повышении экологической безопасности судов при долговременном стояночном режиме // *Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы Девятой всерос. науч.-практ. конф.* – Петропавловск-Камчатский, 2018. – С. 119–121.
3. Белов О.А. Оценка безопасности эксплуатации судовых энергетических установок // *Вестник Камчатского государственного технического университета*. – 2017. – № 42. – С. 6–10.
4. Белов О.А. Проблемы защиты судов Камчатского флота от коррозии и пути их решения // *Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы Девятой всерос. науч.-практ. конф.* – Петропавловск-Камчатский, 2018. – С. 110–113.
5. Контроль систем протекторной защиты стальных судов и кораблей: Монография / В.А. Швецов, О.А. Белов, П.А. Белозеров, Д.В. Шунькин – Петропавловск-Камчатский: Камчат-ГТУ, 2016. – 109 с.
6. Дороганов А.Б., Белов О.А. Современное состояние методов и средств измерения электрического поля судов и кораблей // *Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф.* – Петропавловск-Камчатский, 2016. – С. 125–127.
7. Руководство по защите корпусов надводных кораблей ВМФ от коррозии и обрастания. – М.: Военное изд-во, 2002. – 350 с.
8. ГОСТ 9.056-75. Стальные корпуса кораблей и судов. Общие требования к электрохимической защите при долговременном стояночном режиме [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200015017> (дата обращения: 20.07.2015).
9. РД 31.28.10-97. Комплексные методы защиты судовых конструкций от коррозии. Издание официальное. – М.: Стандартинформ, 1998. – 37 с.
10. Обоснование необходимости подготовки операторов для измерения потенциала стальных корпусов судов и кораблей / В.А. Швецов, О.А. Белов, П.А. Белозеров, О.А. Белавина, В.В. Кириносенко // *Вестник Камчатского государственного технического университета*. – Петропавловск-Камчатский. – 2016. – Вып. 37. – С. 19–24.
11. Пат. RU № 169581. Устройство для контроля протекторной защиты стальных корпусов кораблей и судов / Швецов В.А., Белов О.А., Шунькин Д.В., Белавина О.А., Лысянский С.П., Адельшина В.В.; опубл. 23.03.2017.
12. Пат. RU № 2643709 Способ контроля защищенности стальных корпусов кораблей и судов от электрохимической коррозии и электрокоррозии / Белов О.А., Швецов В.А., Белавина О.А.; опубл. 28.04.2017.
13. Внедрение усовершенствованного способа контроля систем протекторной защиты стальных корпусов судов камчатского флота / О.А. Белов, В.А. Швецов, Д.П. Ястребов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин // *Вестник Камчатского государственного технического университета*. – Петропавловск-Камчатский, 2017. – Вып. 39. – С. 6–11.
14. Белов О.А., Швецов В.А., Ястребов Д.П. Обоснование оптимальной периодичности контроля работы протекторной защиты стальных корпусов судов // *Эксплуатация морского транспорта*. – 2017. – № 1 (82). – С. 55–58.

15. Обоснование возможности исключения внешнего осмотра систем протекторной защиты стальных корпусов судов / *В.А. Швецов, О.А. Белов, О.А. Белавина, Д.П. Ястребов* // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология – 2017. – № 1. – С. 29–38.

16. *Белов О.А., Дороганов А.Б.* Проблемы методологии контроля электрохимической защиты стальных корпусов кораблей и судов // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 37. – С. 10–13.

17. *Белов О.А.* Современное состояние организации комплексной защиты металлических корпусов кораблей и судов от коррозии // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2017. – № 3. – С. 115–120.

18. *Белов О.А.* Задачи оценки безопасного уровня электрохимической защиты корпуса в процессе эксплуатации морских судов // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Девятой всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский. – 2018. – С. 17–20.

19. Оценка эффективности методик измерения потенциала стальных корпусов рыбопромышленных судов / *В.А. Швецов, О.А. Белов, Д.В. Шунькин, О.А. Белавина, А.Ю. Бессонов* // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский. – 2016. – С. 191–193.

20. *Белов О.А.* Оценка технической готовности системы с учетом влияния человеческого фактора // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2014. – № 30. – С. 11–16.

21. *Белов О.А.* Методология оценки технического состояния электрооборудования при развитии параметрических отказов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2015. – № 3. – С. 96–102.

УДК 639.2.081.1

**Д.А. Колотев, А.В. Суконнов**

*Калининградский государственный технический университет,*

*Калининград, 236022*

*e-mail: anatoly.sukonnov@klgtu.ru*

## **ВЛИЯНИЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЖЕНИЙ НА ИЗНОС РЫБОЛОВНЫХ НИТЕЙ**

В процессе эксплуатации орудия лова подвержены различным видам износа. Практика показывает, что в процессе движения элементы орудия лова в воде в системе судно – трал подвержены периодическим растяжениям, что приводит к потере прочности и разрывам последних. Изучению физики данного процесса и посвящена работа. По данному вопросу имеются исследования в смежных областях, в частности в строительной и швейной, которые подтверждают значимость влияния циклических нагрузжений на потерю прочности изделий. Однако в силу своей специфики применить результаты данных исследований для рыболовных материалов не представляется возможным. Была применена экспериментальная установка и методика проведения испытаний, разработанная авторами.

**Ключевые слова:** циклические нагрузки, износ, промышленное рыболовство, экспериментальная установка.

**D.A. Kolotev, A.V. Sukonnov**

*Kaliningrad State Technical University,*

*Kaliningrad, 236022*

*e-mail: anatoly.sukonnov@klgtu.ru*

## **IMPACT OF CYCLIC LOADING ON FISHING THREADS WEAR**

During operation fishing gears are subjected to various types of wear. Practice shows that the fishing gear elements are subjected to periodic stretchings moving in the water in the vessel-trawl system. It leads to the loss of strength and rupture of the latter. The investigation is devoted to the study of this process physics. There are studies in related areas on this issue, in particular in construction and clothing, which confirm the significance of the impact of cyclic loads on the loss of products strength. However, due to its specificity, it is not possible to apply the results of these studies for fishing materials. An experimental installation and developed test methodology were applied.

**Key words:** cyclic loading, wear, industrial fishing, experimental installation.

Вопросу влияния циклических нагрузжений на прочность материала в процессе эксплуатации было посвящено немало исследований. Например, в соседних с промышленным рыболовством областях таких как, строительная промышленность, машиностроение и швейное производство.

Так, в строительной промышленности были проведены исследования О.Я. Бергом о влиянии циклических нагрузжений на усталостную прочность бетона, которые демонстрируют, что кривая циклических нагрузжений с частотой приложения нагрузки в диапазоне от 10 до 1 000 циклов почти не влияют на максимальную выносливость бетона [1].

В машиностроении разрушение металлов под влиянием знакопеременных нагрузжений называют усталостью. Перед усталостным разрушением происходит накопление материалом повреждений и образование в нем трещин. В то время как деталь изгибается в разные стороны, ее поверхности поочередно подвергаются сжатию или растяжению, что вызывает пластические деформации и деформационное упрочнение материала, в результате чего со временем возникают трещины.

В швейном производстве ниточные швы изделий рассматривают по их устойчивости к многоцикловым растягивающим нагрузкам, которые по своему напряжению меньше разрывных нагрузок, но прилагаются многократно и вызывают разрушение. Нагрузки, которые составляют

70–90% от разрывной при полуцикловом растяжении, считаются недопустимыми, потому что через небольшое количество циклов (10–500) наступает разрушение ниточного соединения. Нагрузки, в диапазоне 50–65% от разрывной, применяемые в ходе использования ниточного соединения циклично, считаются условно-допустимыми, потому что разрушение соединения наступает только после 0,5–2 тыс. циклов. Такие нагрузки являются допустимыми при условии, что за весь период использования число циклических нагружений не превзойдет диапазон от 0,5 до 2 тыс. циклов, и швы можно легко восстановить при ремонте.

Практика показывает, что в орудиях лова в процессе работы также возникают циклические нагружения, которые воздействуют на орудие лова во время его буксировки, выборки, качки судна, приводят к деформации рыболовных материалов, деформации ячей, к изменению раскрытия ячей, к уменьшению уловистости и, в конечном итоге, к необратимым последствиям, таким как порывы и разрывы орудия лова.

Методики, применяемые для изучения процесса циклических нагружений в соседних областях, не могут быть применены к рыболовным материалам из-за специфики последних, а именно, их свойств (вид сырья при изготовлении, способ отделки, крутка, плотность), также неоднородность нитевидного материала. В связи с вышеизложенным была поставлена задача экспериментальным путем оценить влияние циклических нагружений на прочность и износостойкость рыболовных материалов.

Для проведения данных испытаний была разработана методика экспериментальных исследований, разработана и изготовлена экспериментальная установка. Проведены предварительные испытания по оценке работоспособности установки и методики испытаний. Экспериментальная установка оснащена нижеперечисленными элементами (рис. 1) [2]:

- 1) электродвигатель;
- 2) соединительная муфта;
- 3) червячный редуктор;
- 4) маховик;
- 5) кривошипно-шатунный механизм;
- 6) каретка;
- 7) неподвижная траверса.

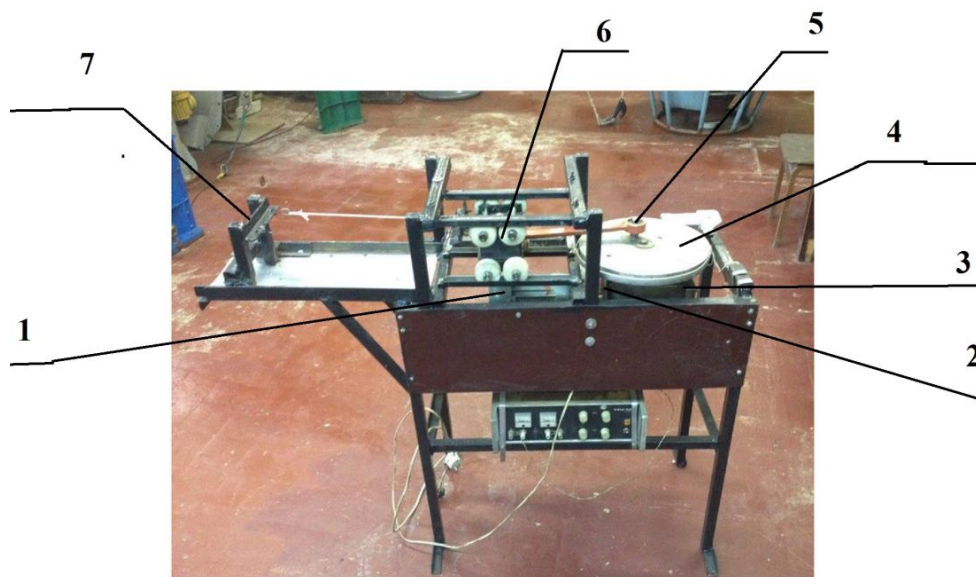


Рис. 1. Экспериментальная установка

*Описание работы экспериментальной установки.* Электродвигатель (1) сообщает вращающий момент при помощи соединительной муфты (2) на входной вал червячного редуктора (3). В червячном редукторе энергия низкого крутящего момента на входном валу и высокой угловой скорости преобразуется, за счет чего увеличивается крутящий момент и уменьшается угловая скорость выходного вала. С выходного вала крутящий момент передается на маховик (4). Маховик (4) сообщает вращательное движение на кривошипно-шатунный механизм. Кривошипно-шатунный механизм (5) образует возвратно-поступательное движение и сообщает его ка-

ретке (6), на каретке установлены образцы для проведения испытаний. Неподвижная траверса (7) необходима для закрепления образцов относительно каретки (6).

Методика выполнения экспериментальных работ заключается в выполнении следующих этапов [3]:

- дооснащение экспериментальной установки контрольно-измерительным оборудованием, представленным в виде электромеханического измерителя циклов;
- выбор разрывного оборудования для определения прочности исследуемых образцов;
- отбор и подготовка образцов (рыболовной нитки);
- порядок проведения испытаний.

Порядок выполнения испытаний содержит установленный перечень действий для получения верных данных и правильной работы установки и состоит в следующем:

- первоначально, на разрывной машине определяется разрывное усилие и удлинение образца, а затем начинается работа на разрывной машине;
- полученные данные удлинения образца ( $\Delta l$ ) необходимо разделить в следующем процентном соотношении: 25% и 50%;
- при помощи шатунного механизма выставляем на маховике выбранное удлинение образца;
- закрепляем четыре образца одной рыболовной нити на каретке и неподвижной траверсе;
- запускаем в работу электродвигатель;
- первый этап испытания – это преодоление 100 циклов на установке, после чего исследуемые образцы проходят испытания на разрывной машине для определения разрывного усилия испытуемого образца;
- полный этап испытаний проводим до 400 циклов ( $N$ ), причем через каждые 100 циклов испытуемые образцы проверяем на разрывное усилие;
- полученные экспериментальные данные разрывного усилия ( $P_o$ ) для каждого количества цикла записываем в таблицу для дальнейшей обработки;
- выполняем обработку всех полученных результатов экспериментов.

*Экспериментальные данные.* Объектом исследования в представленной работе служит полиамидная рыболовная нить диаметром 2,5 мм (ПА-93, 5×2×4×3; ПА-187×4×3), со следующими начальными данными разрывной прочности, равной 1 160 Н и максимальным удлинением, равным 60 мм [4, 5]. Измерения диаметра рыболовной нити проводились с помощью электронного микроскопа согласно стандартной методике. Для оценки точности выполненных измерений диаметра был проведен расчет относительной погрешности измерения диаметра образцов, и получены следующие данные (табл. 1).

Таблица 1

Расчетные данные по диаметру полиамидных ниток

Среднее арифметическое диаметра, $\bar{d}$ , мм	Коэффициент вариации по диаметру, $C$ , %	Относительная погрешность измерения, $\epsilon_{di}$ , %
2,505	0,021	2,364

В процессе выполнения испытаний были получены следующие экспериментальные данные, которые представлены в табл. 2.

Таблица 2

Экспериментальные данные

$N$ , количество циклов	$\Delta l$ , %	$P_o$ , cp/Н
100	25	1 160
200		1 158
300		1 149
400		1 138
100	50	1 159
200		1 146
300		1 120
400		1 100

Для визуального представления полученных данных можно построить график зависимости остаточной прочности образца от количества циклов нагружения при удлинениях, равных 25% и 50% (рис. 2).

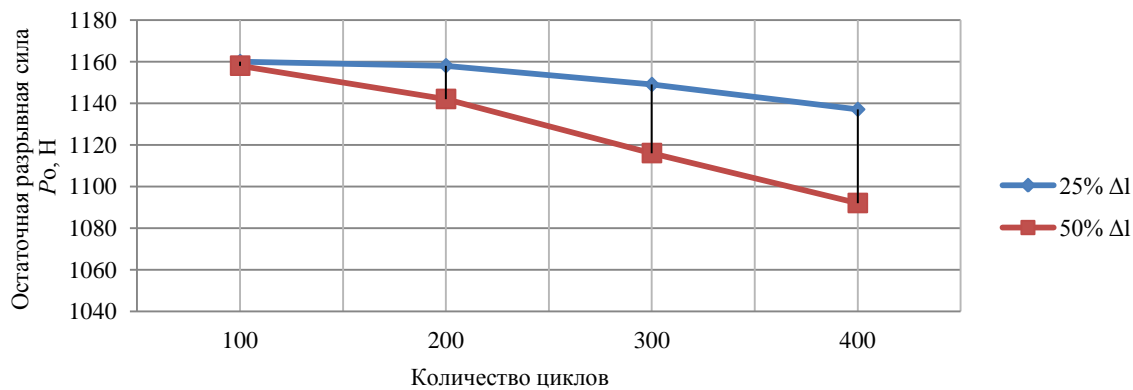


Рис. 2. График зависимости остаточной прочности образца (ПА-187×4×3) от количества циклов

С целью получения математической зависимости была проведена аппроксимация полученных экспериментальных данных, как для 25%, так и для 50% удлинения образца (рис. 3, 4). Аппроксимация проводилась «методом наименьших квадратов».

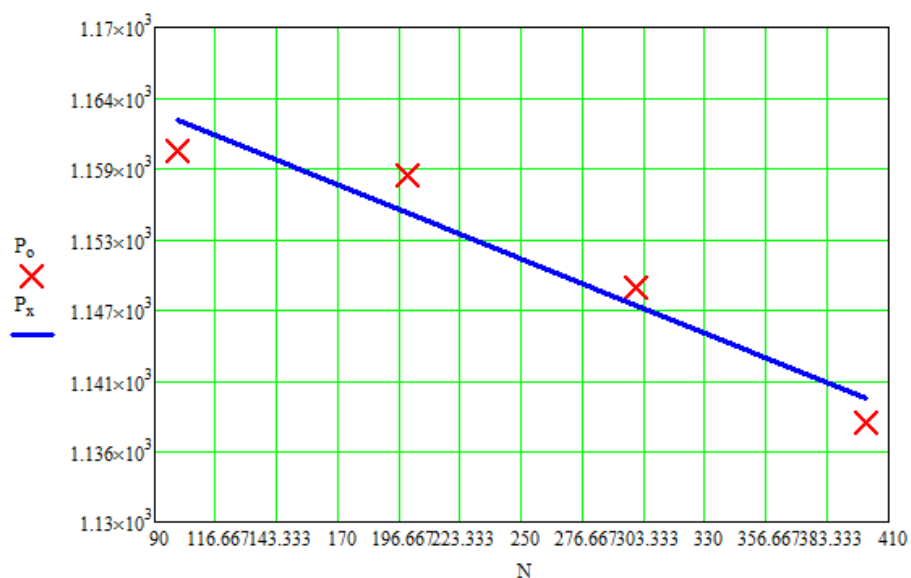


Рис. 3. График зависимости остаточной прочности образца (ПА-187×4×3) от количества циклов, при 25% удлинении («метод наименьших квадратов»)

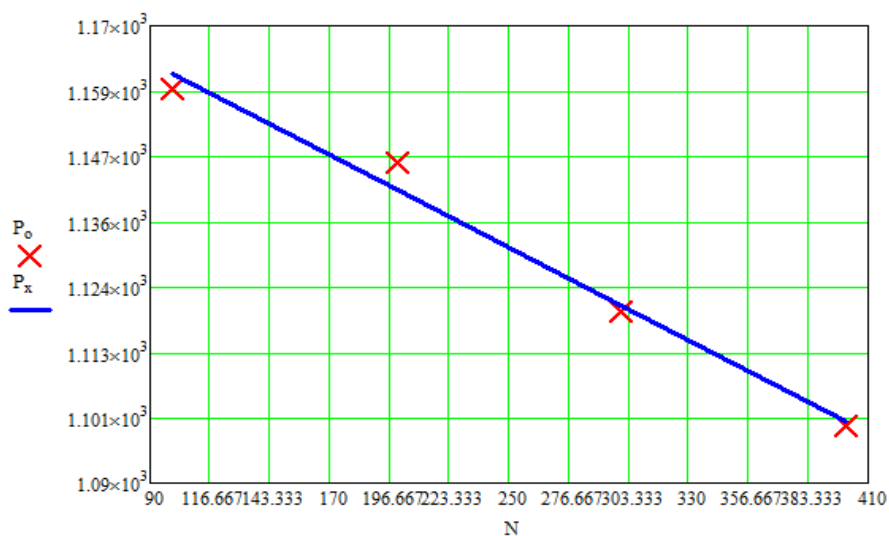


Рис. 4. График зависимости остаточной прочности образца (ПА-187×4×3) от количества циклов, при 50% удлинении («метод наименьших квадратов»)

Отклонения экспериментальных данных от расчетных получились следующими (1), (2):

$$\frac{\overline{P_o - P_x}}{P_x} = \begin{pmatrix} -0,22 \\ 0,26 \\ 0,13 \\ -0,18 \end{pmatrix} \% , \quad (1)$$

$$\frac{\overline{P_o - P_x}}{P_x} = \begin{pmatrix} -0,23 \\ 0,4 \\ -0,1 \\ -0,07 \end{pmatrix} \% . \quad (2)$$

Во время проведения эксперимента было замечено, что при увеличении удлинения образца на 25%, прочность его в диапазоне от 100 до 400 циклов снижается на 2%. При возрастании удлинения образца на 50%, прочность образца в диапазоне от 100 до 400 циклов уменьшается на 6%.

Увеличение удлинения образца с 25% до 50% влечет за собой заметное изменение остаточной разрывной силы на 4%. Это позволяет сделать вывод о том, что прочность рыболовной нити снижается пропорционально заданной величине удлинения.

Полученные зависимости адекватно описывают процесс потери прочности рыболовной нити от количества циклов нагружений и амплитуды удлинения. Погрешность полученных зависимостей не превышает 1%.

### Литература

1. *Берг О.Я.* Физические основы теории прочности бетона и железобетона. – М.: Госстройиздат, 1962. – 98 с.
2. *Шейнблит А.Е.* Курсовое проектирование деталей машин. – М., 1991. – 454 с.
3. Файловый архив студентов [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfiles.net/preview/2893900/page:21/> (дата обращения: 23.11.2018).
4. *Лапина Е.А.* Рыболовные материалы: Методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 311800 «Промышленное рыболовство». – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2004. – 60 с.
5. *Ломакина Л.М.* Технология постройки орудий лова – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 207 с.



УДК 658.512:681.51

**В.В. Ланчиков, И.К. Каримов**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003*

### **КОМБИНИРОВАННЫЙ ПОДХОД ОХРАНЫ УДАЛЕННОГО ОБЪЕКТА**

В работе предложен подход охраны удаленного объекта, позволяющий охранять удаленный объект в период активного проживания работников на объекте, охраны от появления хищников на территории объекта и дистанционной охраны.

**Ключевые слова:** удаленный объект, охрана, видеонаблюдение, автоматизированная система.

**V.V. Lanchikov, I.K. Karimov**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003*

### **COMBINED APPROACH TO THE REMOTE OBJECT PROTECTION**

The approach of the remote object protection, which allows to protect the remote object during the period of active residence of employees at the facility: protection from the appearance of predators and remote security.

**Key words:** remote object, security, video observation, automated system.

Охрана природных объектов – одна из главных задач по сохранению природного богатства Камчатского края. Разработка системы охраны удаленных объектов является важным этапом для продолжения и дальнейшего развития природных ресурсов, находящихся на Камчатском полуострове. Предупреждение вторжения хищников на объект в период нахождения там людей также является основополагающим при разработке, так как защита жизни людей от опасности – это крайне важный элемент концепции охраны в целом.

Создание автоматизированной системы охраны позволит улучшить процесс охраны как при нахождении людей на базе, так и при их отсутствии. Сигнал о тревоге будет передаваться на централизованный пост в городе, что позволит быстро отреагировать, выявить нарушителя и помочь в обнаружении и поимке браконьеров. Также разработка автоматизированной системы охраны позволит снизить бюджет, который уходит на содержание объекта.

Существуют следующие подходы построения систем удаленной охраны [1–3]:

- система с циклическим опросом центральной станцией аппаратуры удаленных объектов охраны;
- система с циклическим опросом центральной станцией аппаратуры удаленных объектов охраны и передачей сигналов тревоги на второй свободной радиочастоте;
- система охраны удаленных объектов с выходом в эфир только для передачи сигнала тревоги от аппаратуры объекта на центральную станцию;
- система охраны удаленных объектов с выходом в эфир аппаратуры объекта для передачи сигналов тревоги, тестовых посылок и сигналов экстренного вызова.

В данной работе предлагается комбинированный подход охраны удаленного объекта, позволяющий охранять в следующих моментах:

- период активного проживания работников на объекте;
- дистанционная охрана;
- охрана от появления хищников на территории объекта.

Структурная схема автоматизированной системы охраны, основанной на комбинированном подходе, представлена на рис. 1.

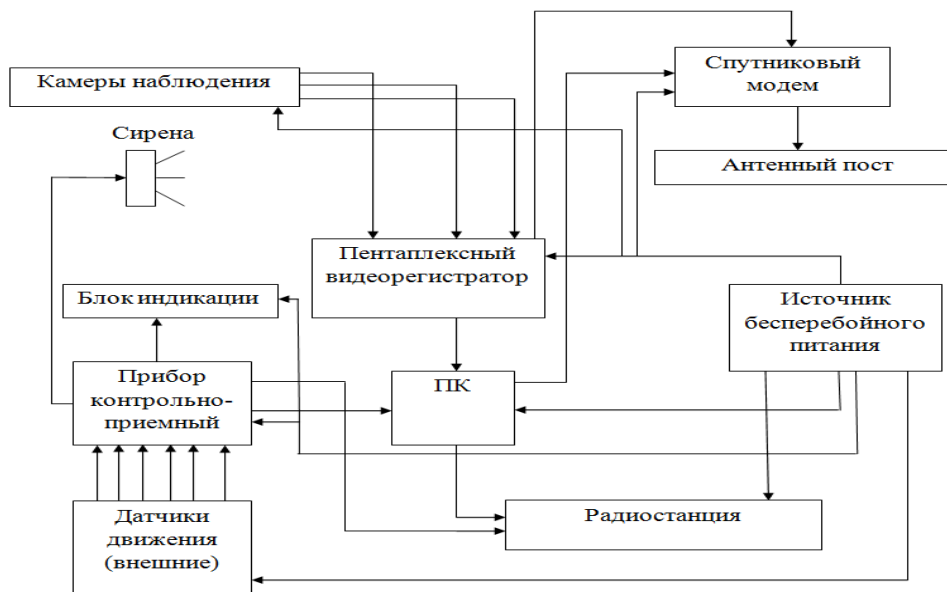


Рис. 1. Структурная схема автоматизированной системы охраны

Работу системы можно представить следующим образом.

*Режим нахождения охранника на посту.* При поступлении информации с внешних датчиков движения о проникновении нарушителя на территорию охраняемого объекта сигнал поступает на контрольно-приемный прибор, который подает сигнал на рабочее место охранника и индицирует тревожный сигнал на панели индикации, происходит включение сирены. Сигнал с камер наблюдения подается на пентаплексный видеорегистратор, при этом на экран монитора персонального компьютера на месте охраны подаются сигналы поочередно от каждой камеры наблюдения, либо по четырем одновременно. Охранник принимает решение о других мерах по предупреждению и ликвидации нарушения на объекте, либо о передаче информации о нарушении по каналам радиосвязи или спутниковой связи самостоятельно. Выключение системы производит охранник объекта.

*Режим автономной работы оборудования.* При поступлении информации с внешних датчиков движения о проникновении нарушителя на территорию охраняемого объекта сигнал поступает на контрольно-приемный прибор, который включает сирену. При обнаружении движения на объекте включаются камеры наблюдения и фиксируют нарушителя. Тревожный сигнал от контрольно-приемного прибора поступает на модуль радиосвязи, сигнал впоследствии будет принят централизованным постом охраны в университете. Начинается передача видеoinформации из видеорегистратора по каналам спутниковой связи. Время отключения сирены и переход после происшествия системы охраны в режим наблюдения производится на этапе программирования системы.

Для контроля работоспособности оборудования оно через определенный интервал времени подает на диспетчерский пост университета тестовые посылки.

Отклик диспетчерского поста на сигнал тревоги, поступающий с объекта. При поступлении сигнала тревоги на диспетчерский пост университета, охранник обязан зафиксировать время поступления сигнала «тревога» в соответствующем разделе контрольного листа.

На этапе программирования времени работы датчиков и охранного оборудования можно указать время, при котором будут определяться виды тревожных сигналов. Так, например, при подаче сигнала «тревога» в течение до 3 мин, такой сигнал будет идентифицироваться как «ложная тревога», так как в местности, на которой расположен охраняемый объект, возможен подход диких животных к ограждению.

Если сигнал тревоги не прекращает поступать и в течение 5 мин, и сигнал с камер наружного наблюдения не поступает (или поступает, и на видео идентифицируется нарушитель) на диспетчерский пост, то охранная организация будет решать вопрос вылета на место.

Если же сигналы и тестовые посылки от оборудования не поступают вообще, значит произошли неполадки с оборудованием, либо оно было отключено или повреждено. В этом случае охранная организация будет решать вопрос вылета на место.

Энергопитание охранной системы. Режим нахождения рабочих групп на базе. Энергопитание может осуществляться путем аккумуляторных установок. Режим автономной работы оборудования. Питание может осуществляться при помощи гибридной установки солнце – ветер.

План расположения внешнего охранного оборудования автоматизированной системы охраны учебной базы «Коль» имеет следующий вид (рис. 2).

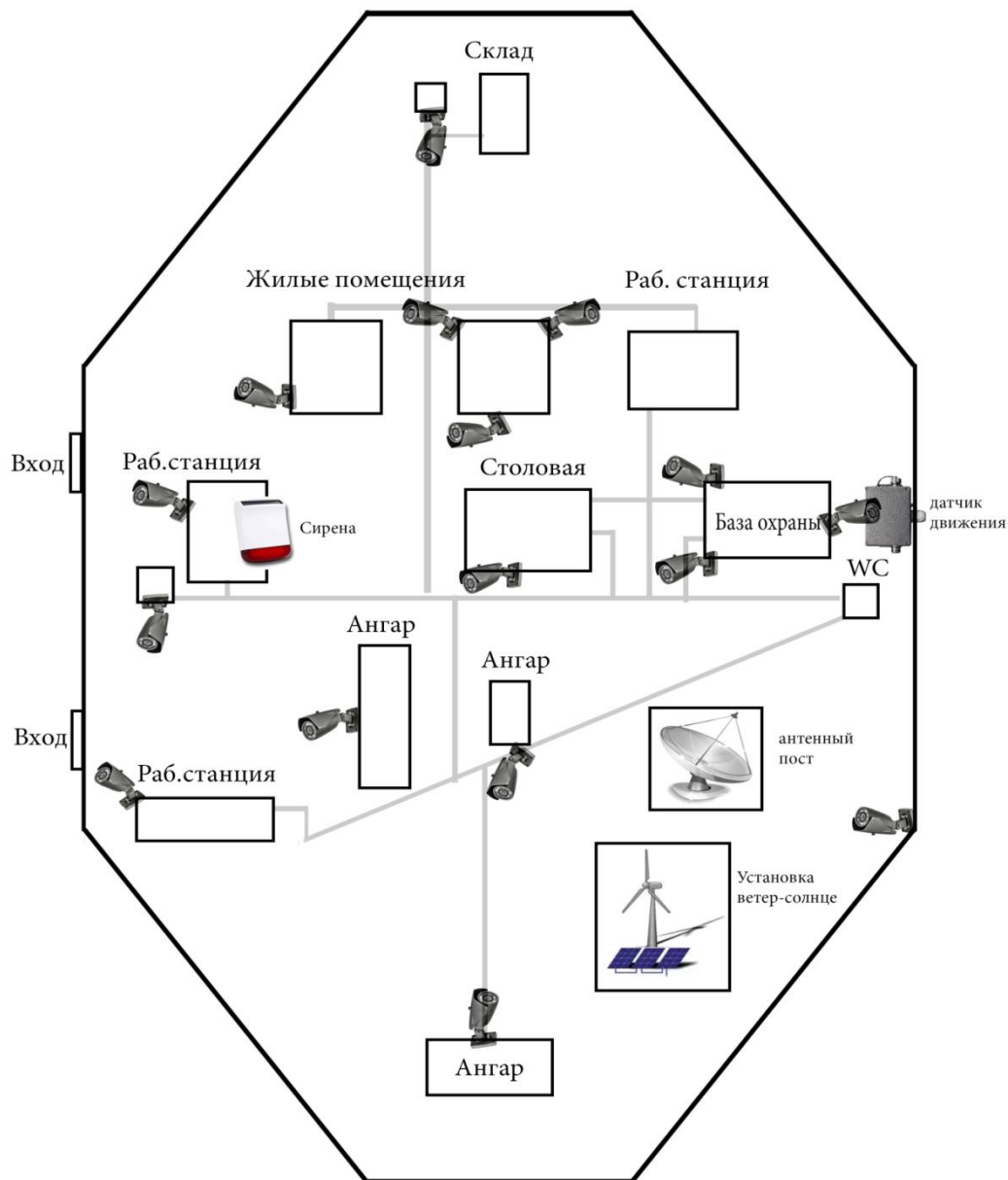


Рис. 2. План расположения внешнего охранного оборудования

Периметр базы огражден забором из сетки-рабицы, на котором устанавливаются чувствительные элементы и трибоэлектрический датчик. Длина периметра забора составляет 210 м. Одного датчика будет достаточно для реализации охраны периметра базы, так как такой датчик позволяет создавать защищенные ограждения длиной до 1 000 м.

Данная система является первым уровнем охраны учебной базы и регистрирует информацию о нарушении структуры ограждения и проникновении на территорию базы.

Доступ на базу организован с помощью двух входов, которые находятся в зоне видимости камер наружного наблюдения. Расположение входов обусловлено близким расположением вертолетной площадки (на плане не отображается).

На объекте имеется 16 камер наблюдения, расположенных так, чтобы охранник в период нахождения на базе учебных групп мог следить за территорией базы. При автономной работе встроенные в камеры наблюдения датчики движения будут фиксировать наличие нарушителей на базе.

Таким образом, автоматизированная система охраны, основанная на комбинированном подходе, позволяет организовать охрану удаленного объекта в следующих ситуациях: охрана от нарушителя и хищников во время присутствия и отсутствия охранника.

### **Литература**

1. Выбор системы видеонаблюдения для загородного дома [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.allremont59.ru/vyibor-sistemyi-videonablyudeniya.html>
2. Радиосвязь. Способы организации радиосвязи для служб охраны [Электронный ресурс]. – URL: <http://catalog.drsva.com/bezlitsenionnye-radiostantsii/radiostantsii-dlya-okhrany>
3. Системы удаленного видеонаблюдения через спутник [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.all-satcom.ru/tag/sistema-peredachi-video-cherez-sputnik/>

УДК 639.2.081.1

**А.А. Недоступ, П.В. Насенков, А.О. Ражев, А.А. Аникин,  
К.В. Коновалова, М.В. Никифорова**

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

**ПОСТАНОВКА ДИНАМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ  
ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
НИТЕВИДНО-ВЕРЕВОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

В данной статье рассмотрена проблема описания исследования процессов деформации, разрушения и прогноза надежности крученых нитевидно-веревочных изделий, применяемых для постройки орудий промышленного рыболовства. Данная проблема требует постановки динамической задачи исследования физико-механических свойств этих изделий.

**Ключевые слова:** нитевидно-веревочные изделия, динамика, физико-механические свойства, исследования.

**A.A. Nedostup, P.V. Nasenkov, A.O. Razhev, A.A. Anikin,  
K.V. Konovalova, M.V. Nikiforova**

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

**FORMULATION OF THE DYNAMIC PROBLEM OF RESEARCH OF PHYSICAL  
AND MECHANICAL PROPERTIES OF THREAD-ROPE PRODUCTS**

The problem of describing the study of the processes of deformation, destruction and prediction of the reliability of twisted thread-rope products used to build industrial fishing gear is discussed. This problem requires the formulation of the dynamic task to study the physical and mechanical properties of these products.

**Key words:** thread-rope products, dynamics, physical and mechanical properties, researches.

Исследование физико-механических свойств (ФМС) нитевидно-веревочных изделий (НВИ) на разрывных машинах становится эффективным инструментом в решении многообразных проблем деформации и разрушения, прогноза надежности и ресурса НВИ, работающих в условиях износа, усталости, динамических и ударных нагрузок, в условиях низких температур и хрупкого разрушения широкого круга материалов, используемых при конструировании орудий промышленного рыболовства. Все предыдущие исследования ФМС базировались на исследованиях статических процессов [1], что в свою очередь не дает общей картины протекания процессов: деформации, разрушения и прогноза надежности НВИ.

Подобные исследования возможны на базе лаборатории рыболовных материалов Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета (ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»). Данная лаборатория имеет универсальные разрывные машины Shimadzu Autograph AGS-X10 настольного типа для физико-механических испытаний различных материалов [2]. На рис. 1 изображено окно компьютера разрывной машины, на котором видны изменения параметров НВИ, а на рис. 2 отображен график зависимости  $T = f(\Delta L)$ , где  $T$  – усилие (Н),  $\Delta L$  – удлинение НВИ (мм).

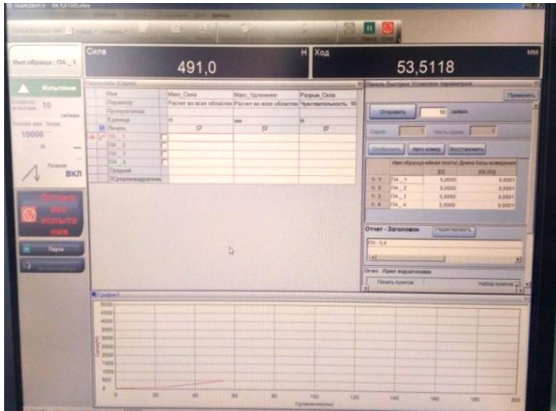


Рис. 1. Окно компьютера разрывной машины

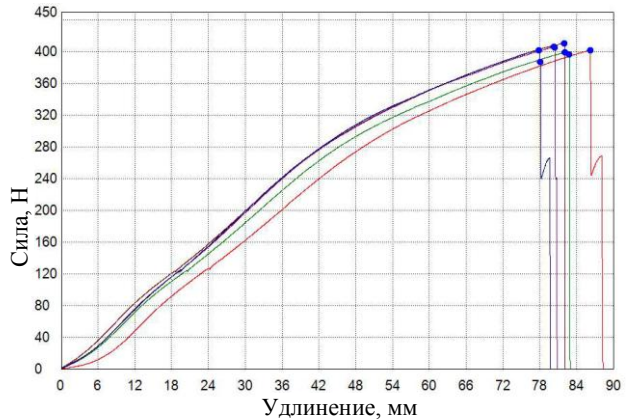


Рис. 2. Графики зависимости усилия от удлинения  $T = f(\Delta L)$

Для постановки динамической задачи исследования ФМС НВИ необходимо ввести ряд безразмерных параметров:

$$\chi = \frac{T}{T_p} \rightarrow (0, \dots, 1); \quad (1)$$

где  $\chi$  – безразмерная сила;  $T_p$  – разрывное усилие НВИ.

$$\lambda = \frac{\Delta L}{L} \rightarrow (0, \dots, \varepsilon); \quad (2)$$

где  $\lambda$  – безразмерное удлинение НВИ;  $L$  – длина НВИ;  $\varepsilon$  – относительное удлинение.

$$\tau = \frac{t}{t_p} \rightarrow (0, \dots, 1); \quad (3)$$

где  $\tau$  – безразмерное время;  $t$  – время;  $t_p$  – время разрыва НВИ.

$$\eta = \frac{v}{v_p} \rightarrow (0, \dots, 1); \quad (4)$$

где  $\eta$  – безразмерная скорость перемещения улитки;  $v$  – скорость перемещения улитки;  $v_p$  – скорость перемещения улитки при разрыве НВИ.

$$\sigma = \frac{\rho}{\rho_p} \rightarrow (1, \dots, \sigma_p); \quad (5)$$

где  $\sigma$  – безразмерная плотность НВИ;  $\rho$  – плотность НВИ;  $\rho_p$  – плотность НВИ при разрыве;  $\sigma_p$  – безразмерная плотность НВИ при разрыве.

$$\delta = \frac{d}{d_p} \rightarrow (1, \dots, \delta_p); \quad (6)$$

где  $\delta$  – безразмерный диаметр НВИ;  $d$  – диаметр НВИ;  $d_p$  – диаметр НВИ при разрыве;  $\delta_p$  – безразмерный диаметр НВИ при разрыве.

Следует отметить, что важными параметрами НВИ являются:

- крутка,  $\xi$ ;
- плетение (для шнуров),  $\zeta$  (в данной статье не рассматриваются ФМС шнуров);
- материал, который будем характеризовать плотностью НВИ,  $\rho$ .

С учетом приведенных формул для постановки динамической задачи исследования ФМС НВИ необходимо получить ряд зависимостей в явном виде:

$$\chi = f(\sigma, \delta, \eta, \tau, \xi); \quad (7)$$

$$\lambda = f(\sigma, \delta, \eta, \tau, \xi); \quad (8)$$

В итоге будет получена явная зависимость для НВИ вида

$$\chi = f(\lambda, \tau); \quad (9)$$

для различных по структуре, крутке и плотности материалов НВИ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Калининградской области в рамках научного проекта № 19-48-390004.

### Литература

1. *Насенков П.В., Суконнов А.В.* Экспериментальная оценка методов определения прочностных характеристик рыболовных плетеных шнуров // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 2. – С. 86–90.
2. *Насенков П.В.* Экспериментальное исследование физико-механических свойств нитевидных-веревочных изделий // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: Материалы V Междунар. науч.-техн. конф. Пленарные доклады (22–24 мая). – Владивосток, 2018. – Ч. 1. – С. 144–147.

УДК 639.2.081.1

**А.А. Недоступ, П.В. Насенков, А.О. Ражев, А.А. Аникин,  
К.В. Коновалова, М.В. Никифорова**

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

### **ОБОСНОВАНИЕ ПРАВИЛ ПОДОБИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НИТЕВИДНО-ВЕРЕВОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОЙ ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ**

В данной статье рассмотрены проблемы математического и физического моделирования при проектировании орудий рыболовства и их отдельных элементов, которыми являются крученые нитевидно-веревочные изделия. Данные проблемы связаны с существенными сложностями проведения натуральных экспериментов, и поэтому для исследований динамических процессов поведения необходимо проведение модельных экспериментов.

**Ключевые слова:** правила подобия, нитевидно-веревочные изделия, НВИ, динамика, физико-механические свойства, ФМС.

**A.A. Nedostup, P.V. Nasenkov, A.O. Razhev, A.A. Anikin,  
K.V. Konovalova, M.V. Nikiforova**

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

### **JUSTIFICATION OF THREAD-ROPE PRODUCTS PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES SIMILARITY RULES IN CASE OF DYNAMIC PROBLEM FORMULATION**

The problems of mathematical and physical modeling in the design of fishing gear and their individual elements, which are twisted thread-rope products are presented. These problems are associated with significant difficulties in carrying out field experiments and it becomes necessary to conduct model experiments related to the dynamic behavioral processes.

**Key words:** similarity rules, thread-rope products, TRP, dynamics, physical and mechanical properties, PMP.

При проектировании орудий промышленного рыболовства часто требуется кроме математического моделирования еще и физическое. В таком случае необходимо, чтобы процессы, протекающие с моделями орудий рыболовства, соответствовали натурным. Это означает, что различные физико-механические свойства (ФМС) нитевидно-веревочных изделий (НВИ), которые имеют место в модели и в реальной системе, должны описываться одинаковыми закономерностями, хотя их численные значения могут существенно различаться. Поэтому необходимо иметь критерии, которые позволяли ли бы «масштабировать» реальную систему. Критерии устанавливаются в теории подобия [1, 2].

Орудия рыболовства имеют довольно сложные формы, которые изменяются в процессе эксплуатации, т. е. конструкции орудий промышленного рыболовства меняют свою форму за счет перераспределения нагрузок в канатно-сетной частях, что сопряжено с перераспределением сил натяжения в нитках, веревках и канатах. Орудия промышленного рыболовства в основном представляют из себя сложные инженерные конструкции, состоящие из набора сетей и элементов. И при этом сетная конструкция орудий лова имеет несимметричные формы. Все эти обстоятельства настолько усложняют силовое воздействие орудия промышленного рыболовства с водой, что ограничиться средствами теоретического анализа при проектировании и расчете не пред-



ставляется возможным. Поэтому основное значение приобретает здесь эксперимент. Причина зависимости эксперимента от теории состоит в том, что эксперимент в механике выполняется обычно не с натурным объектом и не в натуральных условиях, а на модели этого объекта, в условиях, не совпадающих с натурными. При этом эксперимент не только должен воспроизводить изучаемое явление, но и моделировать это явление так, чтобы после этого можно было от данных эксперимента с моделью перейти к натуре.

Натурные объекты, с которыми имеет дело гидромеханика орудий рыболовства (тралы, невода, яруса, сети, промысловые механизмы и т. д.), обладают рядом качеств, затрудняющих их испытания в натуральных условиях. К таким качествам относятся: сложность устройства, большие размеры, высокая стоимость. Помимо этого, различные варианты перечисленных выше натуральных объектов чаще всего необходимо испытывать еще в стадии их проектирования и расчета, т. е. когда самого объекта еще не существует. Эти обстоятельства способствовали распространению и широкому использованию в гидромеханике моделей натуральных орудий рыболовства и испытанию их в лабораторных условиях, которые обнаруживают свои отличия от натуральных и зачастую оказываются довольно далеки от них. Проведение экспериментов происходит на модельных установках, специально создаваемых для этого и моделирующих исследуемые устройства и протекающие в них физические процессы. Исследуемая модель, как правило, имеет меньшие размеры, чем оригинал (натура), и воспроизводит изучаемое явление с сохранением его физической природы.

В свете этого вопроса большое значение имеет теория физического моделирования динамических процессов [3–5]. Согласно ей, необходимо всегда соблюдать пропорциональное подобие модели оригинальному объекту, но в связи с отличием ее размеров и условий проведения испытаний (она может испытываться при других скоростях и в иной среде, например, в воздухе), то силовое взаимодействие со средой будет не таким, как у натурального орудия рыболовства. В связи с этим закономерно стремление охарактеризовать силовое взаимодействие среды и объекта безразмерными величинами или комбинациями, которые не имели бы зависимость от абсолютных размеров объекта, скорости его движения или скорости потока жидкости, вязкости жидкости, плотности среды и других размерных величин.

Исследование физико-механических свойств (ФМС) нитевидно-веревочных изделий (НВИ) на разрывных машинах является эффективным инструментом в решении многообразных проблем деформации и разрушения, прогноза надежности и ресурса НВИ, работающих в условиях усталости, износа, динамических и ударных нагрузок, в условиях низких температур и хрупкого разрушения широкого круга материалов, используемых при конструировании орудий промышленного рыболовства. Все предыдущие исследования ФМС основывались на исследованиях статических процессов [6], что в свою очередь не дает общей картины протекания процессов: деформации, разрушения и прогноза надежности НВИ.

Для обоснования правил подобия ФМС НВИ при динамической постановке задачи воспользуемся теорией динамического подобия А.А. Недоступа [3, 4], т. е. рассмотрим изменение безразмерной силы (усилия)  $\chi$  в НВИ (рис. 1). Определим связь между геометрическими характеристиками  $\lambda$ , безразмерными силовыми  $\chi$  и временем  $\tau$  протекания динамических процессов для натурального орудия рыболовства и его модели [3, 4].

Для постановки динамической задачи исследования ФМС НВИ необходимо ввести ряд безразмерных параметров:

$$\chi = \frac{T}{T_p}; \quad (1)$$

где  $\chi$  – безразмерная сила;  $T$  – натяжение НВИ;  $T_p$  – разрывное усилие НВИ.

$$\lambda = \frac{\Delta l}{L}; \quad (2)$$

где  $\lambda$  – безразмерное удлинение НВИ;  $\Delta l$  – абсолютное удлинение НВИ;  $L$  – длина НВИ.

Отметим, что отношение (2) является относительным удлинением, и в литературе обозначается  $\epsilon$ .

$$\tau = \frac{t}{t_p}; \quad (3)$$

где  $\tau$  – безразмерное время;  $t$  – время;  $t_p$  – время разрыва НВИ.

На рис. 1 изображена зависимость для НВИ вида:

$$\chi = f(\lambda, \tau); \quad (4)$$

для различных по структуре, крутке и плотности материалов НВИ. Данная зависимость для натуральных НВИ и их моделей должна быть идентичной [3], т. е.

$$\chi_n = \chi_m. \quad (5)$$

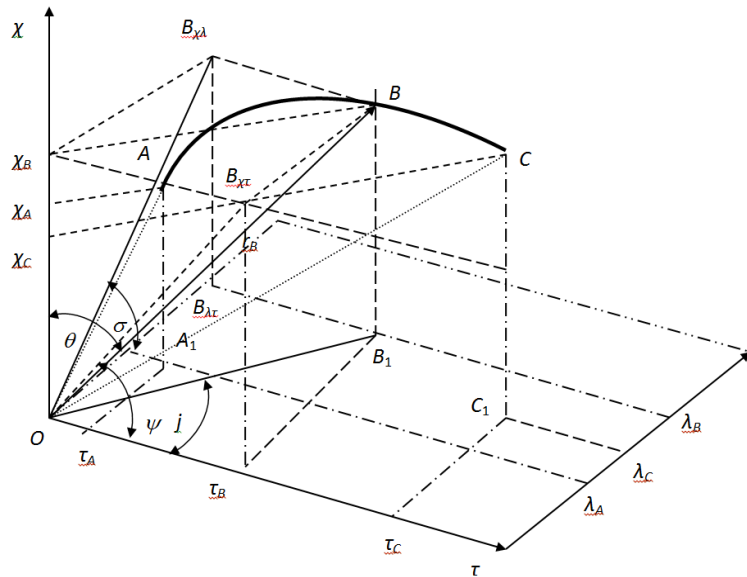


Рис. 1. Зависимость вида  $\chi = f(\lambda, \tau)$

Далее в таблице представлены основные масштабы физических характеристик гидродинамических, механических, грунтодинамических и трибологических процессов, протекающих с НВИ.

Таблица

**Основные масштабы физических характеристик гидродинамических, грунтодинамических, механических и трибологических процессов, протекающих с НВИ при динамическом подобии**

Масштабы физических характеристик		Преобразование через масштаб, $C_l$
Физические характеристики	Обозначение	
Геометрический параметр (длина, диаметр и др.)	$C_l$	$C_l$
Геометрический параметр (объем)	$C_v$	$C_l^3$
Геометрический параметр (площадь)	$C_a$	$C_l^2$
Геометрический параметр (геометрический момент инерции)	$C_I$	$C_l^4$
Масса	$C_m$	$C_l^3$
Время	$C_t$	$C_l^{5/4}$
Скорость	$C_v$	$C_l^{-1/4}$
Сила	$C_R$	$C_l^{3/2}$
Ускорение	$C_w$	$C_l^{-3/2}$
Объемный вес	$C_\gamma$	$C_l^{-3/2}$
Момент (вращательный)	$C_{Mb}$	$C_l^{5/2}$
Плотность	$C_\rho$	1
Изгибная жесткость	$C_{EI}$	$C_l^{7/2}$
Упругость материала	$C_E$	$C_l^{-1/2}$
Частота колебаний	$C_f$	$C_l^{-5/4}$
Давление	$C_p$	$C_l^{-1/2}$
Касательное напряжение	$C_\sigma$	$C_l^{-1/2}$
Нормальная нагрузка	$C_{\sigma D}$	$C_l^{-1/2}$
Поверхностное натяжение	$C_{\sigma n}$	$C_l^{1/2}$
Относительное удлинение	$C_\epsilon$	1
Угол	$C_\alpha = C_{\phi ВН}$	1

При этом определены масштабы динамического подобия гидродинамических, механических, грунтодинамических и трибологических процессов рыболовства (табл.).

Масштаб времени:

$$C_t = C_l^{\frac{5}{4}}. \quad (6)$$

Масштаб скорости:

$$C_v = C_l^{-\frac{1}{4}}. \quad (7)$$

Масштаб сил:

$$C_R = C_l^{\frac{3}{2}}. \quad (8)$$

Масштаб ускорения:

$$C_w = C_l^{-\frac{3}{2}}. \quad (9)$$

Масштаб плотности:

$$C_\rho = 1. \quad (10)$$

Следует иметь в виду, что сколь бы ни был полон перечень критериев подобия, обеспечение полного подобия принципиально невозможно, как невозможно изучение любых явлений или процессов во всей их полноте. И это приводит к ошибке физического моделирования – масштабному эффекту, величину которого предстоит выяснить.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Калининградской области в рамках научного проекта № 19-48-390004.

### Литература

1. Баранов Ф.И. Моделирование рыболовных орудий // Рыбное хозяйство. – 1940. – № 5. – С. 32–33.
2. Фридман А.Л. Методические указания по физическому моделированию канатных тралов (промежуточный отчет) // Отчет по теме: анализ элементов конструкций канатных тралов № 81-1.2. – Калининград, 1981б. – 20 с.
3. Недоступ А.А. Физическое моделирование гидродинамических процессов движения орудий рыболовства // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – Томск. – 2012. – №. 3 (19). – С. 55–67.
4. Недоступ А.А. Физическое моделирование орудий и процессов рыболовства: Монография. – Калининград.: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2012. – 375 с.
5. Недоступ А.А. Экспериментальная гидромеханика орудий рыболовства. Гриф УМО. – М.: Моркнига, 2014. – 363 с.
6. Насенков П.В. Экспериментальное исследование физико-механических свойств нитевидно-веревочных изделий // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: Материалы V Междунар. науч.-техн. конф. Пленарные доклады. (22–24 мая) – Владивосток, 2018. – Ч. 1. – С. 144–147.

УДК 639.2.081.117.21

**А.В. Суконнов, Н.А. Чеусов, Н.А. Скуратов**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: ncheusov@gmail.com*

## **ОЦЕНКА СПОСОБОВ ПОДЪЕМА УЛОВОВ НА ПАЛУБУ СУДНА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ СХЕМ ТРАЛОВОГО ЛОВА**

Исследование посвящено оценке работоспособности способов выливки уловов на рыбопромысловых судах, оснащенных механизированными промысловыми схемами. Рассмотрена работа типовых промысловых комплексов, в частности: голландская схема, подъем трала по слипу и применение рыбонасосной установки. Оценка эффективности рассмотренных промысловых комплексов велась с помощью критериев повреждаемости улова, продолжительности процесса лова, мощности промысловых механизмов, размера промысловой палубы и уровня механизации. Наиболее эффективной отмечена промысловая схема, где выливка улова осуществляется с полным подъемом тралового мешка на палубу по слипу судна, как наиболее оперативная по своему выполнению.

**Ключевые слова:** рыбопромысловые суда, улов, промысловая схема.

**A. V. Sukonnov, N. A. Cheusov, N. A. Skuratov**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: ncheusov@gmail.com*

## **ASSESSMENT OF CATCHES RAISING METHODS FOR VARIOUS FISHING PATTERNS OF TRAWLING**

The efficiency assessing of methods for casting catches on fishing vessels equipped with mechanized fishing schemes is analyzed. The work of typical field complexes, in particular: the Dutch scheme, the lifting of the trawl on the slip and the use of a fish pumping installation is studied. Evaluation of the effectiveness of the considered fishing complexes was conducted using the criteria of catch damage, the duration of the fishing process, the power of fishing gears, the size of the fishing deck and the level of mechanization. The most efficient is the fishing scheme, where the catch is poured with a full lift of the trawl sack onto the deck along the vessel slip, as the most efficient in its implementation.

**Key words:** fishing vessels, catch, fishing scheme.

Эффективность работы любой рыбодобывающей единицы (судна, бригады) зависит от количества и качества пойманной рыбы-сырца и последующей технологической обработки [1]. Как следствие, чем выше работоспособность, тем выше количество и качество уловов.

Как показывает практика рыболовства на промысловых судах, при выборке и во время траления часть рыбы получает повреждения, что сказывается на качестве уловов. Известно, что рыба, пойманная в трал, испытывает колоссальные нагрузки, как во время лова, когда рыба набивается в траловый мешок и погибает без возможности двигаться под постоянным давлением воды [2], что отрицательно сказывается на качестве сырья. Замечено на практике, что наибольший травматизм рыбы (30%) фиксируется во время подъема трала на палубу судна.

*Критерии оценки работоспособности.* Данный анализ проводился с учетом оценки их работоспособности и сохранения качества улова.

Для проведения оценки работоспособности промысловых схем по способам подъема тралов и уловов на палубу судов выберем следующие критерии:

- повреждаемость улова;
- продолжительность процесса;

- мощность промысловых механизмов, затраченная на подъем и выливку;
- геометрические параметры промысловой палубы;
- уровень механизации промысловых операций.

Среди типовых схем нами для оценки были отобраны схемы, широко применяющиеся, как в отечественном, так и в зарубежном рыболовстве:

- подъем по слипам судов;
- бесслиповый подъем улова;
- с применением гидротранспорта.

Исходные данные для проведения оценки работоспособности выбирались из промысловых журналов, рейсовых отчетов судов МариНПО и Атлантрыбфлота.

*Критерии качества улова.* Данные по повреждаемости рыбы в процессе подъема улова в табл. 1 взяты из промысловых журналов, рейсовых отчетов судов МариНПО и Атлантрыбфлота.

Таблица 1

**Критерии качества улова**

Критерий	Способы подъема улова		
	По слипу	Голландская схема	Ротор-М
Повреждаемость рыбы, %	до 30	до 2	до 8

При подъеме улова по слипу процент повреждаемости рыбы является наибольшим. Причина этого заключается в следующем. Пока траловый мешок с уловом находится в воде, рыба имеет положительную плавучесть, которую обеспечивает ее воздушный пузырь. При подъеме мешка по слипу вода оттеживается, и рыба переходит в воздушную среду, где приобретает вес. Верхние слои рыбы начинают давить на нижние и повреждают их. Кроме этого, на рыбу оказывает давление и сеть тралового мешка. Поскольку уловы на больших траулерах составляют 50–60 т, то совместное действие этих факторов приводит к такому высокому проценту повреждаемости рыбы.

В «Голландской схеме» причина повреждаемости рыбы такая же. Но на палубу поднимается не весь улов сразу, а только небольшая отделенная от него часть. И это приводит к десятикратному сокращению повреждаемости рыбы.

В рыбонасосной установке «Ротор-М» рыба повреждается лопастями рыбонасоса. Относительно невысокий процент повреждаемости рыбы позволяет считать этот метод с голландской схемой достаточно эффективным в случае однородного сырья.

*Критерий продолжительности подъема улова на палубу.* Данные по продолжительности процесса подъема улова (табл. 2) были взяты из отчетов промысловых рейсов судов РТСМ «Багратионовск», БМРТ «Навигатор», БМРТ «Гижига».

Таблица 2

**Критерий продолжительности подъема улова на палубу**

Критерий	Способы подъема улова		
	По слипу	Голландская схема	Ротор-М
Продолжительность процесса, ч	0,3	0,4	0,5

При расчете продолжительности времени подъема улова в качестве исходной величины принимаем улов 30 т.

В голландской схеме для выборки 30 т рыбы необходимо проделать 11 дележек, поэтому время выборки увеличивается.

Для рыбонасоса время подъема улова определяется параметром массовой подачи по рыбе. Время проведения операции получено путем пересчета этого параметра.

Для «Ротора-М» и голландской схемы время проведения операции включает в себя также выливку улова, в то время как для подъема улова по слипу выливку надо проводить отдельно.

*Критерий затрачиваемой мощности промысловых комплексов на подъем улова на палубу судна.* Данные по мощности механизмов в процессе подъема улова (табл. 3) выбирались из технических характеристик комплексов, участвующих в данном процессе.

Наиболее энергоемким является метод подъема улова «по слипу». При этом значительная часть мощности затрачивается непродуктивно на преодоление силы трения мешка о слип.

Таблица 3

**Критерий затрачиваемой мощности**

Критерий	Способы подъема улова		
	По слипу	Голландская схема	Ротор-М
Мощность механизмов, кВт	87	65	42

В голландской схеме при проведении операции работают одновременно два вытяжных барабана. При этом один из них, поднимающий мешок на палубу, работает с полной нагрузкой, а второй, вращающий в противоположную сторону и стравливающий сетную часть трала за борт, работает практически без нагрузки. Таким образом, их суммарная потребляющая мощность в процессе операции не превышает энергозатраты первого способа.

Наименее энергоемким в данном случае оказывается «Ротор-М».

*Критерий, характеризующий размер промысловой палубы.* Данные по размеру для промысловой палубы, необходимой для расположения на ней промышленного оборудования по подъему улова приводятся в табл. 4.

Таблица 4

**Критерий величины промысловой палубы**

Критерий	Способы подъема улова		
	По слипу	Голландская схема	Ротор-М
Размер промысловой палубы, м	47	16	23

Как видно из табл. 4, наибольший размер палубы необходим в первом способе. Это связано с затягиванием на палубу судна мешка с уловом. Голландская схема требует наименьшей промысловой палубы. Это стало возможным по двум причинам:

- 1) в процессе проведения операции мешок с уловом находится за бортом;
- 2) все действия на палубе выполняются в основном в вертикальной плоскости с активным использованием портала.

Для «Ротора-М» размер промысловой палубы составляет 23 м, это необходимый размер для расположения оборудования, входящего в рыбонасосную установку.

*Критерий механизации.* Под критерием механизации понимают соотношение числа промысловых операций, выполняемых с помощью механизации к общему количеству промысловых операций процесса подъема улова на палубу судна.

В промысловой схеме, связанной с вытаскиванием мешка с уловом на палубу судна, общее количество промысловых работ составляет – 5, а при гидромеханизированной выливке – 3, в то время как механизированным методом осуществляется – 3, 4, 2, промысловые операции соответственно. Уровень механизации промысловых операций в исследуемых схемах представлен в табл. 5.

Таблица 5

**Критерий механизации**

Критерий	Способы подъема улова		
	По слипу	Голландская схема	Ротор-М
Уровень механизации	60%	80%	67%
Всего операций	5	5	3
Механизированные операции	3	4	2

Для подъема мешка по слипу механизированными являются 60% операций. У этого метода самый низкий уровень механизации.

Голландская схема имеет такое же общее количество операций, однако почти все они механизированные. За счет этого уровень механизации вырастает на 20%.

Уровень механизации «Ротор-М» составляет почти 70%. При этом следует учесть, что этот метод содержит всего три операции, среди которых вручную выполняется только одна вспомогательная операция по подъему шлангов [2].

*Заключение.* В работе рассмотрены три способа подъема улова. Каждый способ обладает рядом преимуществ и недостатков. Оценка методов, проведенная по группе промышленно-технологических критериев, показала, что способ подъема улова дележкой (голландская схема)

обеспечивает наименьшую повреждаемость улова. Из всех критериев повреждаемость улова является самым важным, поэтому голландская схема представляется наиболее приемлемой для лова рыб, превышающих 50 см.

На лове малоразмерных рыб целесообразно использовать «Ротор-М». Поскольку для подготовки его к работе необходимо провести только одну ручную операцию по подключению шлангов. Остальной процесс полностью механизирован.

Голландская схема также имеет высокий процент механизации, однако процесс выборки подразумевает неоднократное повторение операций.

Промысловая схема со слиповым способом подъема улова является наиболее оперативной, поскольку позволяет сразу же начать поиск рыбы и использовать промысловую схему «Дубль». Эта оперативность в некотором роде компенсирует большой, достаточно значимый процент повреждаемости улова.

На протяжении нескольких десятков лет ведутся работы по снижению энергозатрат и повреждаемости рыбных особей при работе слиповым методом, в частности, предлагается установка рольгангов по площади слипового настила, выбор рациональной формы слипа, снижающей пиковые нагрузки на вытяжных концах, покрытие антифрикционными составами настила слипа (пенки, смолы и т. д.).

Однако значительных результатов пока не получено. Надо отметить, что данная схема характерна и широко применяется в отечественном флоте. Применение в последнее время кабельно-сетных барабанов в составе этих схем позволяет снизить остроту вопроса, в частности снижает время подъема трала с мешком.

### Литература

1. Приемка, транспортировка и хранение. Влияние различных факторов на качество рыбы-сырца [Электронный ресурс]. – URL: <http://ribovodstvo.com/books/item/f00/s00/z0000013/st014.shtml> (дата обращения: 01.02.2019).

2. Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации. Материалы I Национальной заочной научно-технической конференции [Электронный ресурс]. – URL: <http://dalrybvvtuz.ru/nfiles/news2/12611.pdf> (дата обращения: 01.02.2019).

### **Секция 3. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ**

УДК 556.531.5(571.66-25)

**М.Н. Конева, Н.А. Ступникова**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003*

#### **САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОТОКОВ г. ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО ПО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

Приводятся результаты оценки санитарного состояния реки Кирпичная, руч. Крутоберега и руч. Кабан, расположенных в пределах г. Петропавловска-Камчатского, по таким санитарно-бактериологическими показателями качества водной среды, как общее микробное число и количество бактерий группы кишечной палочки. Установлено, что исследуемые водотоки имеют неудовлетворительное санитарное состояние, обусловленное антропогенным воздействием.

**Ключевые слова:** санитарное состояние, санитарно-микробиологические показатели, общее микробное число, санитарно-показательные микроорганизмы, фекальное загрязнение.

**M.N. Koneva, N.A. Stupnikova**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003*

#### **SANITARY CONDITION OF PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKY WATERCOURSES DUE TO MICROBIOLOGICAL INDICATORS**

The results of the sanitary condition assessment of the Kirpichnaya River, the Krutobereg Stream and the Kaban Stream located within Petropavlovsk-Kamchatsky are given. The sanitary and bacteriological indicators of the aquatic environment quality such as the total microbial number and the number of bacteria of the group of colon bacillus are analyzed. It is established that the studied watercourses have poor sanitary condition due to the anthropogenic impact.

**Key words:** sanitary condition, sanitary and microbiological indicators, total microbial number, sanitary-indicative microorganisms, fecal contamination.

Санитарное состояние водных объектов характеризуется уровнем биологического загрязнения, которому наиболее подвержены водотоки селитебных территорий вследствие использования их как приемников хозяйственно-бытовых сточных вод населенных пунктов и промышленных предприятий, как объектов рекреации, что способствует появлению в водотоках условно-патогенной и патогенной микрофлоры, которая ухудшает качество их вод и представляет угрозу для здоровья населения.

Основными санитарно-микробиологическими показателями качества водной среды являются общее микробное число (ОМЧ) и количество бактерий группы кишечной палочки (БГКП), которые являются санитарно-показательными микроорганизмами и возможными возбудителями кишечных инфекций [1]. Данные показатели были определены в водах водотоков р. Кирпичная, руч. Крутоберега и руч. Кабан, расположенных в пределах г. Петропавловска-Камчатского, с целью оценки качества их вод и определения степени антропогенного воздействия на водотоки. Данные исследования носили предварительный характер и проводились для обоснования



выбора объектов наблюдения и мест отбора проб с целью дальнейшего проведения экологического мониторинга водных объектов, сменяемость микробиоты в которых во времени и в пространстве очень велика. Поэтому многолетние сезонные исследования вод из разных участков объектов и в разное время позволят более точно определить их биологическую контаминацию.

Исследования проводились в период осенней межени перед ледоставом, в ноябре 2018 г., при температуре воды +5°C, значение которой значительно отличается от оптимальной для развития и жизнедеятельности определяемых микроорганизмов, т. к. они являются мезофилами по температурному фактору.

Пробы воды отбирались в стерильные пластиковые шприцы в местах наибольшего антропогенного воздействия, а также в верхнем и нижнем течении водотоков. Определение численности ОМЧ проводили путем посева 1 мл исследуемой воды в чашки Петри с мясо-пептонным агаром глубинным методом с разведениями. Инкубирование посевов производили в термостате при температуре 37°C в течение 24 ч. Подсчет выросших колоний производился *методом Коха*. ОМЧ выражали в КОЕ/мл [2].

Определение БГКП осуществляли бродильным методом, для этого проводили посев разных объемов исследуемой воды (100 мл, 10 мл, 1 мл и 0,1 мл) в колбы и пробирки с дифференциально-диагностической средой Кода. Посевы культивировали в термостате при 37°C в течение суток. Из пробирок и колб, в которых наблюдалось помутнение среды и газообразование, делали пересев на среду Эндо бактериологической петлей густым штрихом для получения отдельных колоний. Результат анализа выражали в виде коли-титра по специальной таблице [2].

ОМЧ – показатель интенсивности загрязнения водной среды органическими веществами, чем выше этот показатель, тем больше вероятность поступления в водные объекты патогенной микрофлоры. Определение ОМЧ очень важный показатель, поскольку позволяет судить о санитарных достоинствах воды. Результаты по содержанию ОМЧ в исследуемых водотоках представлены в таблице.

Таблица

**Значение ОМЧ в водотоках г. Петропавловска-Камчатского**

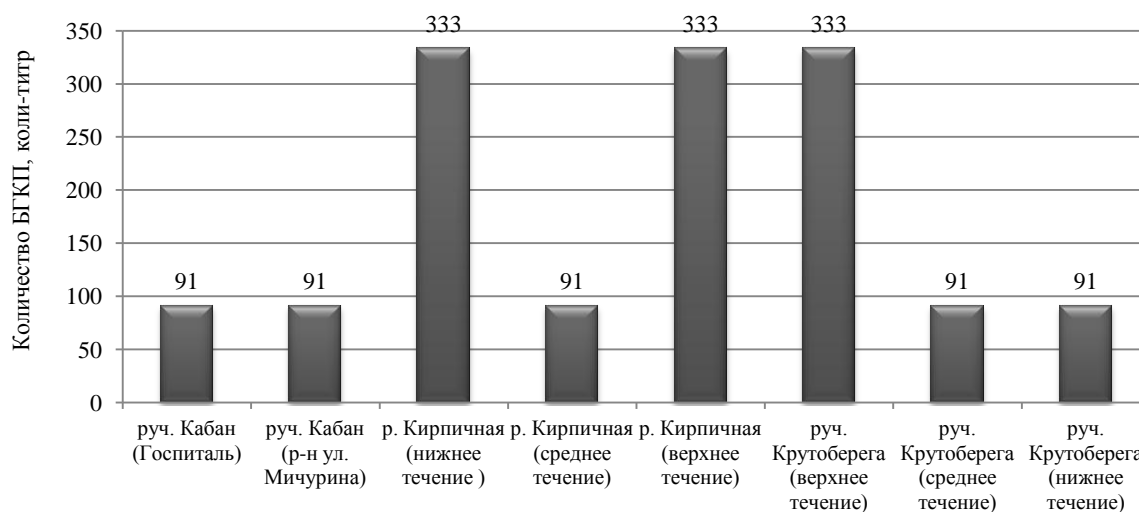
Водоток и станция отбора проб	Показатель ОМЧ, КОЕ/мл
руч. Кабан (Госпиталь)	88
руч. Кабан (нижнее течение, р-н ул. Мичурина)	55
р. Кирпичная (нижнее течение, Халактырское шоссе)	0
р. Кирпичная (ул. Дальняя, р-н Кирпичики)	1 152
р. Кирпичная (верхнее течение, р-н Северо-Восточный)	7
руч. Крутоберега (верхнее течение)	0
руч. Крутоберега (Северо-Восточное шоссе)	6
руч. Крутоберега (нижнее течение, 11 км)	7

Для поверхностных водных объектов показатель ОМЧ не должен превышать 1 000 КОЕ/мл [3]. Превышение ОМЧ свидетельствует о создании условий для размножения патогенных микроорганизмов, что представляет эпидемическую опасность воды. Превышение этого показателя отмечено в среднем течении р. Кирпичная. Данный участок реки характеризуется наибольшим антропогенным прессом, поскольку по берегам водотока расположены гаражи, различные малые предприятия, а также жилые массивы, сбрасывающие канализационные воды, обогащенные органическим веществом, в водоток. Ниже по течению р. Кирпичная наблюдается отсутствие исследуемых микроорганизмов, что, возможно, обусловлено разбавлением и смешением вод, а также неблагоприятными абиотическими факторами среды для функционирования микрофлоры и отсутствием на данном участке значительного антропогенного воздействия.

Вторым из исследуемых водотоков по уровню ОМЧ является руч. Кабан, воды которого имеют незначительное количество микроорганизмов, не превышающее нормативов в среднем и нижнем течении ручья, что характеризует низкую степень загрязнения водного объекта органическим веществом в исследуемый период.

Наименьшее загрязнение органическим веществом по значениям показателя ОМЧ, по сравнению с другими водотоками, наблюдается для руч. Крутоберега, что коррелируется и с меньшим воздействием человеческой деятельности на данный водный объект. В верхнем течении ручья микроорганизмы полностью отсутствуют, а в среднем и нижнем течении обнаружено их небольшое количество.

Присутствие в водном объекте бактерий группы кишечной палочки (БГКП) является показателем его эпидемиологического неблагополучия, т. к. указывает на фекальное загрязнение вод. Содержание данной группы бактерий оценивали по коли-титру, значение которого для доброкачественных вод открытых водоемов должно составлять не менее 111 [3]. Как показывают полученные данные (рисунок), все исследуемые водотоки в определенной мере содержат БГКП. Неблагополучная обстановка сложилась в руч. Кабан, на всех станциях наблюдения которого фиксируется несоответствие требуемым нормативам содержания бактерий группы кишечной палочки. Воды реки Кирпичная в своем верхнем и нижнем течении имеют БГКП, содержание которых не отклоняется от санитарной нормы, в то время как в среднем течении, испытывающем значительную антропогенную нагрузку и загрязненном органическим веществом по ОМЧ, определено наличие бактерий группы кишечной палочки, не соответствующее норме. Ручей Крутоберега также имеет фекальное загрязнение в среднем и нижнем течении, и только воды верхнего течения ручья имеют удовлетворительное состояние в отношении БГКП.



Содержание БГКП в водотоках г. Петропавловска-Камчатского

Обнаружение в данных водных объектах бактерий группы кишечной палочки говорит о присутствии фекального загрязнения, и чем больше оно, тем выше вероятность наличия в воде патогенной микрофлоры, такой как возбудители брюшного тифа, дизентерии и других кишечных инфекций [4].

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют о неудовлетворительном санитарном состоянии руч. Кабан, р. Кирпичная, руч. Крутоберега, что обусловлено их фекальным загрязнением и наличием в водах аллохтонного органического вещества антропогенного происхождения. В связи с этим существует необходимость проведения мониторинговых исследований санитарного состояния данных водных объектов городской среды, поскольку увеличение антропогенной нагрузки на водотоки приведет к росту их биологического загрязнения, что создает вероятность вспышки инфекции и угрозы здоровью населения города. Также на основе большого количества наблюдений можно прогнозировать качество воды водотоков и разрабатывать рекомендации для принятия управленческих решений по охране водных объектов от загрязнений.

### Литература

1. Кондакова Г.В. Санитарная микробиология: текст лекций. – Ярославль: Ярославский гос. ун-т, 2005. – 84 с.
2. Наливайко Н.Г. Руководство к практическим занятиям по микробиологии воды. – Томск.: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2010. – 114 с.
3. Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников: Санитарные правила. СанПиН 2.1.4.544–96. – М.: Информационный центр Госсанэпиднадзора России, 1996. – 26 с.
4. Семерной В.П. Санитарная гидробиология. – Ярославль: Ярославский гос. ун-т, 2002. – 147 с.

УДК 556.551(470.26)

**Е.В. Кривоускова**

*Калининградский государственный технический университет,*

*Калининград, 236022*

*e-mail: katekrivopuskova@gmail.com*

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ КОНЦЕНТРАЦИИ  
ОБЩЕГО ФОСФОРА И КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА «А»  
В ОЗЕРЕ ВИШТЫНЕЦКОМ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД**

Предварительная оценка взаимосвязи концентраций общего фосфора и хлорофилла «а» проводилась в летний период 2016–2018 гг. на озере Виштынецком (Калининградская область). Для оценки использовались данные полевых исследований, собранные в рамках комплексной оценки продукционных особенностей экосистемы озера и оценки его трофического статуса. Полученные результаты показали наличие прямопропорциональной зависимости ( $y = 0,0136x + 0,0222$ ;  $r = 0,91$ ) между рассматриваемыми параметрами как на поверхности водоема, так и с увеличением глубины. Предварительные данные могут быть использованы для создания программ мониторинга состояния озера Виштынецкого.

**Ключевые слова:** озеро Виштынецкое, хлорофилл «а», общий фосфор, коэффициент корреляции.

**E.V. Krivopuskova**

*Kaliningrad State Technical University*

*Kaliningrad, 236022*

*e-mail: katekrivopuskova@gmail.com*

**PRELIMINARY ASSESSMENT OF THE INTERRELATION  
OF THE GENERAL PHOSPHOR CONCENTRATION AND CHLOROPHYLL "A"  
CONCENTRATION IN LAKE VISHTYNETSKY IN SUMMER TIME**

The preliminary assessment of the relationship between concentrations of total phosphorus and chlorophyll "a" in summer time 2016–2018 in the Lake Vishtynetsky (Kaliningrad region) was conducted. The data from field studies collected in frames of comprehensive assessment of the production features of the lake ecosystem and assessment of its trophic status were used. The obtained results showed a directly proportional dependence ( $y = 0,0136x + 0,0222$ ;  $r = 0,91$ ) between the considered parameters both on the surface of the lake and with increasing depth. The preliminary data can be used for creating programs for Lake Vishtynetsky state monitoring.

**Key words:** Lake Vishtynetsky, chlorophyll "a", total phosphorus, correlation coefficient.

**Введение**

Озера как аккумулирующие системы могут отражать в своем накопленном материале особенности функционирования природных и антропогенных комплексов на их водосборе, что в свою очередь может служить источником информации об изменениях, происходящих в этих комплексах [1]. Данное предположение приобретает особое значение в условиях ускоряющихся темпов антропогенной модификации природных экосистем и увеличения источников и объемов поступления органических и биогенных веществ в водные экосистемы.

Наиболее значимую роль в повышении трофности водоемов и водотоков среди всех поступающих биологически активных веществ, по мнению многих исследователей, играют различные формы фосфора, при этом их повышенные концентрации наблюдаются на начальном этапе их накопления в эвтрофирующихся водоемах. Ученые отмечают [1] решающую роль фосфора в контроле роста биомассы фитопланктона как самого по себе, так и в любых сочетаниях с другими питательными веществами (азотом и кремнием). При этом следует отметить, что при кратковременных наблюдениях высокие концентрации минеральных соединений фосфора часто могут быть не установлены из-за быстрого поглощения их фитопланктоном, поэтому при оценке

степени эвтрофикации водоема необходимо, в первую очередь, анализировать концентрации общего фосфора в воде. Поэтому современные исследования уделяют большое внимание зависимости биологических показателей, в особенности биомассы фитопланктона, от концентраций фосфора, особенно в связи с эвтрофикацией.

Озеро Виштынецкое – это крупнейший пресноводный водоем на юго-востоке Калининградской области, по своему генезису входящий в группу озер Мазурского поозерья [2]. Водосборный бассейн исследуемого озера, общей площадью 281,9 км<sup>2</sup> [3], расположен на территории трех государств, что определяет разнообразие источников поступления биогенных веществ в экосистему водоема. Активное использование прибрежных территорий для развития рекреации [4, 5] привело к увеличению количества баз отдыха. В последние несколько лет наблюдается увеличение рекреационной нагрузки на прибрежные территории российской части водосбора, что в свою очередь оказывает влияние на состояния прибрежной экосистемы оз. Виштынецкого [6].

Одним из показателей увеличивающейся антропогенной нагрузки на оз. Виштынецкое являются увеличивающиеся случаи «цветения» воды, при этом еще в начале 2010-х гг. бурное развитие фитопланктона отмечалось в литовской прибрежной части акватории [5]. В настоящее время «цветение» наблюдается на всей территории акватории. Наиболее сильное негативное влияние от бурного развития фитопланктона ощущается в северной части озера, а в особенности в районе истока реки Писсы, так как это единственное место, обеспечивающее проточность озера.

В последние несколько лет для оценки биомассы фитопланктона в оз. Виштынецком используется такой показатель, как концентрация хлорофилла «а» [6, 7], который позволяет в достаточно быстрый срок иметь представление о концентрации водорослей, без длительных и трудоемких лабораторных исследований.

В то же время увеличение объемов поступления общего фосфора за счет внешней нагрузки, в особенности рекреационной нагрузки [4–7], может привести к увеличению сроков «цветения» и негативному влиянию фитопланктона не только на прибрежные воды, но и на открытую часть акватории. Поэтому, данные о зависимости между концентрациями общего фосфора и хлорофилла «а», позволят создавать наиболее точные модели по оценке антропогенной нагрузки на водоем и прогнозированию сроков «цветения».

### Материал и методика



Рис. 1. Схема расположения станций на озере Виштынецком в 2014–2017 гг.

Материалами для исследования послужили данные, полученные в рамках ежегодных мониторинговых исследований, проводимых кафедрой «Ихтиологии и экологии» в период с июня по июль с 2014 по 2017 гг. Пробы для оценки концентраций общего фосфора и хлорофилла «а» отбирались в последнюю неделю июня в поверхностном слое на двадцати одной станции (рис. 1). На глубоководных станциях отбирались глубинные пробы с интервалом в 2 м, расположенных с учетом морфологических и гидрологических особенностей в различных частях озера. Одновременно отбирались пробы для анализа гидрохимического состава, измерялась температура воды, электропроводность, рН и концентрация растворенного кислорода.

Большинство станций взяты в прибрежной части российской акватории озера, в районах непосредственного влияния рекреационной деятельности (ст. 42, 17, 68, 5, 46, 6, 21 и 11), глубина этих станций не превышала 2 м, точки отбора проб располагались на расстоянии 2–5 м от берега (в зависимости от уровня воды и степени зарастания прибрежной акватории высшей водной растительностью).

Для оценки влияния притока воды с водосборного бассейна производится забор проб в районе устья Черницы (ст. 18) и на некотором удалении от него (ст. 18а). Кроме прибрежных, исследовались глубоководные станции вблизи российско-литовской границы (ст. 16, 14, 1, 12, 8).

Отобранный материал отфильтровывался и фиксировался согласно методике, предложенной ГОСТ 17.1.4.02-90 «Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла а». Оп-

ределение концентрации хлорофилла «а» проводилось в лабораторных условиях. Пробы для оценки концентрации общего фосфора обрабатывались в полевой лаборатории согласно методике, предложенной в ПНД Ф 14.1:2.106-97.

### Результаты

Хлорофилл «а» – это главный пигмент фитопланктона, активно участвующий в фотосинтезе, который является уникальным природным маркером, отражающим внутренние процессы в водоеме, такие как образование, миграция и трансформация органического вещества [7]. Данные о качественных и количественных характеристиках фотосинтезирующих пигментов дают представление о механизме взаимодействия процессов продукции и деструкции в разнотипных водоемах и дают возможность прогнозировать последствия антропогенного воздействия на водные экосистемы. Одним из факторов, стимулирующим скорость продукционных способностей в водоеме, является поступление биогенных элементов, а в особенности общего фосфора.

Концентрация хлорофилла «а» изменяется в рассматриваемый период от 0,441 до 6,740 мг/дм<sup>3</sup>. Распределение хлорофилла по акватории озера в разные годы сильно различается. Так, его высокое содержание на глубоководной ст. 1 обнаружено только в 2014 г. (рис. 2). Самая низкая концентрация в районе устья р. Черницы (ст. 18), определившая трофический статус этого участка как олиготрофный, отмечена лишь в 2017 г., в остальные годы содержание хлорофилла «а» здесь было достаточно высоким.

Кроме этого наблюдается увеличение концентрации крупных представителей синезеленых водорослей в толще воды в пределах фотического слоя. Так, в отдельные периоды визуально наблюдались высокие концентрации водорослей на глубине до 7–8 м (слой скачка располагался на уровне 12 м), что в дальнейшем подтвердилось при анализе данных концентраций хлорофилла «а».

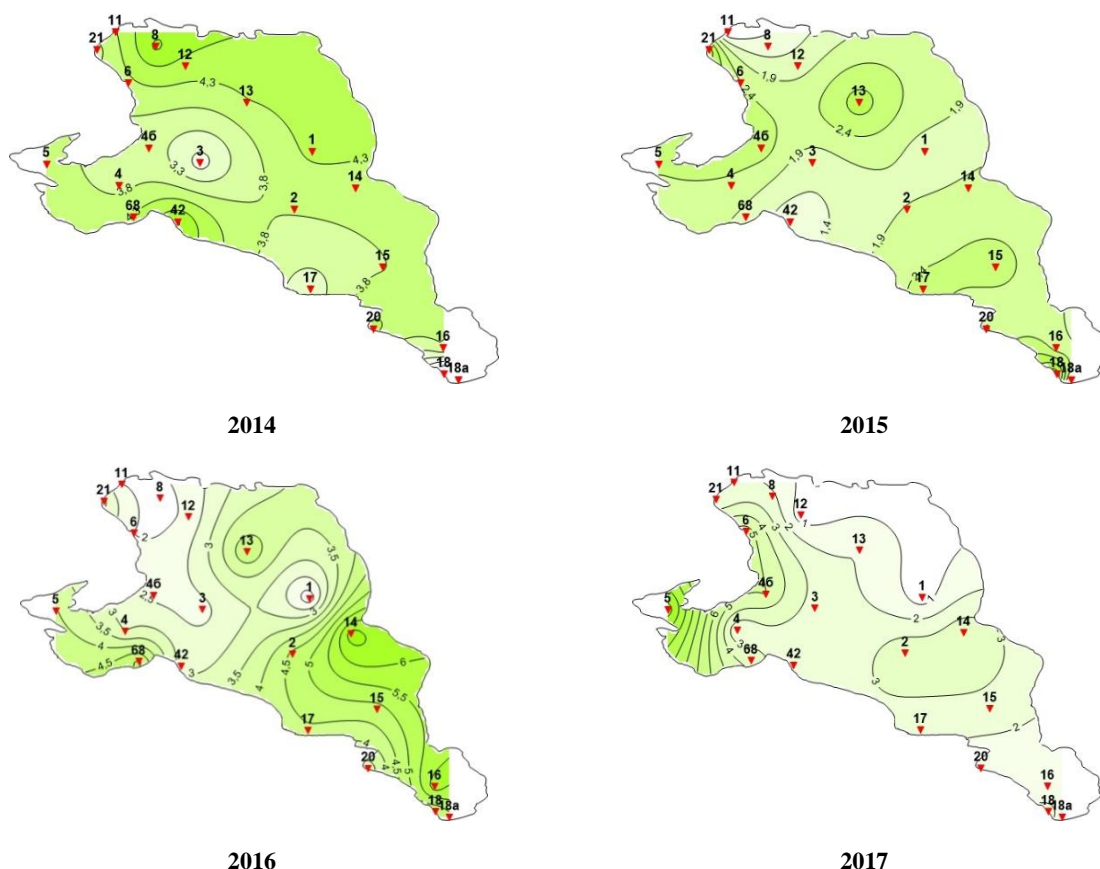


Рис. 2. Концентрация хлорофилла «а», мг/дм<sup>3</sup>, в поверхностном слое оз. Виштынецкого в начале рекреационного сезона

Следует подчеркнуть, что крайне редко прослеживается логичная связь между содержанием хлорофилла «а» и потенциальными источниками загрязнения органическими и биогенными веществами, каковыми являются места организованного отдыха, северо-восточная часть озера, при-

мыкающая к пос. Виштитис, в связи с сильным влиянием ветрового движения водных масс. Аналогичные особенности в распределении были отмечены и для общего фосфора.

Зависимость исследуемых концентраций (рис. 3) – это важный показатель не только продукционных процессов в водоемах, но необходимый параметр для создания функциональных моделей экосистемы озера Виштынецкого.

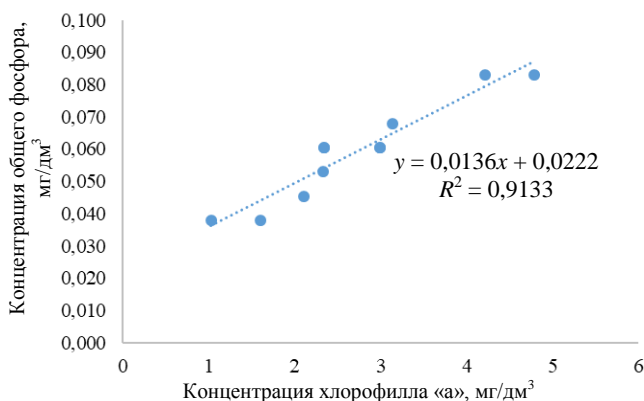


Рис. 3. Корреляционная зависимость между концентрациями общего фосфора и хлорофилла «а»

Полученные данные показали прямо пропорциональную зависимость ( $y = 0,0136x + 0,0222$ ;  $r = 0,91$ ) между рассматриваемыми параметрами как на поверхности водоема, так и с увеличением глубины. Анализ литературных данных показал близость продукционных процессов в оз. Виштынецком к озерам северо-запада России, находящимся в переходном состоянии от олиго- к мезотрофному трофическому статусу [9].

Предварительные данные о зависимости между концентрациями общего фосфора и хлорофилла «а» в дальнейшем могут лечь в основу создания продукционных моделей водной экосистемы и разработки программ мониторинга состояния оз. Виштынецкого с учетом антропогенного воздействия.

делей водной экосистемы и разработки программ мониторинга состояния оз. Виштынецкого с учетом антропогенного воздействия.

## Литература

1. Россолимо Л.Л. Изменение лимнических экосистем под воздействием антропогенного фактора. АН СССР, Ин-т географии. – М.: Наука, 1977. – 144 с.
2. Озеро Виштынецкое / Отв. ред.: К.В. Тылик, С.В. Шибаев. – 2-е изд., исправ. и доп. – Калининград: ИП Мишуткина И.В., 2011. – 144 с.
3. Кривоускова Е.В., Цветкова Н.Н. Предварительная оценка критической фосфорной нагрузки на озеро Виштынецкое (Калининградская область) // Известия КГТУ. – Калининград, 2017. – № 45. – С. 83–92.
4. Кривоускова Е.В. Влияние рекреационной нагрузки на экологическое состояние российской прибрежной части акватории озера Виштынецкого в летний период // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. (20–22 марта 2018). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2018. – С. 50–54.
5. Кривоускова Е.В., Соколов А.В. Источники антропогенной нагрузки на озеро Виштынецкое в пределах его водосборного бассейна // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: Материалы IV Балтийского морского форума, Междунар. науч. конф. (24–25 мая 2015 г.). – Калининград: КГТУ, 2016. – С. 195–198.
6. Кривоускова Е.В., Берникова Т.А., Азаркова Т.С. Оценка экологического состояния озера Виштынецкого (Калининградская область) по гидрохимическим показателям // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: Материалы V Балтийского морского форума, Всерос. науч. конф. Труды. – Калининград: ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет». – 2017. – С. 192–197.
7. Берникова Т.А., Кривоускова Е.В., Цветкова Н.Н. Хлорофилл «а» как показатель трофического статуса озера Виштынецкого // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: Материалы III Балтийского морского форума, Междунар. науч. конф. (26–27 мая 2015 г.). – Калининград: КГТУ, 2015. – С. 151–153.
8. Кириллова Т.В. Растительные пигменты как показатели экологического состояния Новосибирского водохранилища // Мир науки, культуры и образования. – 2009. – № 1 (13). – С. 26–30.
9. Кутаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов = Basic General Limnology for Hydrobiologists and Ichthyologists / Карельский науч. центр Российской акад. наук, Ин-т биологии. – Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2007. – 394 с.

УДК 556.55 "1990" и"2018

**Е.А. Лозицкая<sup>1</sup>, Н.А. Цупикова<sup>2</sup>, Т.А. Берникова<sup>3</sup>**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022*

*e-mail: Lozitskaya.EA@yandex.ru<sup>1</sup>, tsoupikova@klgtu.ru<sup>2</sup>, bernikovy@gmail.com<sup>3</sup>*

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРУДА КАРПОВСКОГО В 1990 И 2018 ГОДАХ**

В основу данной работы положены фондовые материалы кафедры ихтиологии и экологии, накопленные в ходе рейдовых выездов в 1988–1990-е гг., а также результаты ежемесячного гидрохимического мониторинга на пруду Карповском, начатого в мае 2018 г. В целях изучения изменений гидрохимических показателей за прошедший период были взяты сопоставимые материалы за июль и ноябрь соответствующих лет. В работе изучена динамика перманганатной окисляемости, растворенного кислорода, фосфатов, азота аммонийного, нитритов и железа, являющихся ключевыми параметрами при комплексной оценке экологического состояния водоема.

**Ключевые слова:** экологическое состояние, мониторинг, качество воды, гидрохимия.

**E.A. Lozitskaya<sup>1</sup>, N.A. Tsoupikova<sup>2</sup>, T.A. Bernikova<sup>3</sup>**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022*

*e-mail: Lozitskaya.EA@yandex.ru<sup>1</sup>, tsoupikova@klgtu.ru<sup>2</sup>, bernikovy@gmail.com<sup>3</sup>*

### **COMPARATIVE ANALYSIS OF HYDROCHEMICAL INDICATORS CHANGES IN THE KARPOVSKY POND IN 1990 AND 2018**

The archive materials of the Ichthyology and Ecology Chair accumulated during raid observations in 1988–1990, as well as the results of the month hydro chemical monitoring of the Karpovskiy pond, which was begun in May 2018 are presented in the article. The comparable data for July and November were taken to study changes in hydro chemical indicators over the past period. The dynamics of permanganate oxidability, dissolved oxygen, phosphates, ammonium nitrogen, nitrites and iron which are key parameters in a comprehensive assessment of the ecological condition of the water body was studied in the work.

**Key words:** ecological condition, monitoring, water quality, hydrochemistry.

В последние годы численность населения Калининграда и области стабильно растет, так, например, за 30 лет число жителей города увеличилось более чем на 50 тыс. человек [1, 2]. Удовлетворение потребностей растущего населения требует роста производства, под строительство занимаются все большие территории, что неизбежно влечет использование природных ресурсов и загрязнение окружающей среды. С этим во многом связано и усиливающееся антропогенное загрязнение, эвтрофикация городских водоемов, что в наши дни стало повсеместной проблемой. Причиной ухудшающегося состояния озер и прудов являются как промышленные источники, так и бытовые стоки с жилых территорий, часто несанкционированные, и рекреационное воздействие [3].

Для предотвращения эвтрофирования и сохранения возможности дальнейшего использования водоемов необходимо понимать какие факторы влияют на развитие процессов загрязнения конкретных водных объектов, для этого разработаны оптимальные методы и технологии оценки их состояния и реабилитации. В то же время существует общая проблема для многих городов России, в т. ч. Калининграда – недостаточная изученность градоэкологического каркаса природной городской составляющей, частью которой и являются пруды и озера. Все это делает актуальным изучение гидрохимического состояния внутренних водоемов, что и стало целью работы. Пруд Карповский уже более пяти лет включен в число купальных в Калининграде, поэтому важ-

но сопоставить его текущее состояние с ранее наблюдавшимся и взять его в качестве фонового для дальнейшего изучения рекреационной нагрузки.

Объектом исследования выступает пруд Карповский – искусственный водоем, располагающийся в западной части Калининграда, примерно в 500 м к северу от уреза правого берега р. Преголи. В мае 2018 г. на водоеме были определены две поверхностные станции отбора проб



Рис. 1. Схема расположения станций на пруду Карповском в 2018 г.

в восточной и юго-западной части пруда (рис. 1). Отбор материала производится одним из авторов ежемесячно с берега, фиксируется на месте и доставляется в гидрохимическую лабораторию КГТУ для анализа.

В соответствии с программами проведения наблюдений за гидрологическими и гидрохимическими (физическими и химическими) показателями, приведенными в РД 52.24.309-2016 [4], авторами для сравнительного анализа были выбраны шесть ключевых параметров (растворенный кислород, перманганатная окисляемость, азот аммонийный, фосфаты, нитриты, железо общее), входящих в список обязательных показателей и веществ, загрязняющих воду в пунктах наблюдений, оценка которых дает возможность определить экологическое состояние водоема.

Кислород – важнейший индикатор состояния водной экосистемы. Можно отметить, что в пруду складывались благоприятные условия

кислородные условия как в 1988–1990 гг. [5], так и в настоящее время (рис. 2), значений ниже ПДК [6] в период наблюдений не обнаружено. Во все годы в июле, а в 1989 г. и в ноябре (рис. 3), наблюдалось пересыщение, что свидетельствует об интенсивном фотосинтезе. В то же время нельзя не отметить, что в предыдущие годы, особенно в ноябре, кислородные условия были более благоприятными, чем в 2018 г. В ноябре 1989–1990 гг. содержание кислорода на поверхности составило 11,0–9,7 мг/л (соответственно), хотя относительное его содержание из-за низких температур снизилось до 85–74 %, а осенью 2018 г. – до 57% (7,5 мг/л), что близко к дефициту (рис. 3). Наибольшие концентрации отмечались в открытой части водоема, у берегов его значение несколько ниже. Например, в районе ст. 2 в 1990 г. было растворено 8,9 мг/л (102% насыщения), что аналогично современным значениям (8,8 мг/л и 107 %). Кислородные условия относятся к лимитирующим факторам для многих видов рыб и членистоногих, так, например, общим требованием к заселению в водоем раков является, прежде всего, благоприятный кислородный режим [7]. Так как пруд в настоящее время используется для рекреационного рыболовства, и на нем находится рыбное хозяйство, содержание растворенного кислорода играет важную роль для обеспечения оптимальных условий развития икhtiофауны и возможности продолжения подобной рекреационной и хозяйственной деятельности.

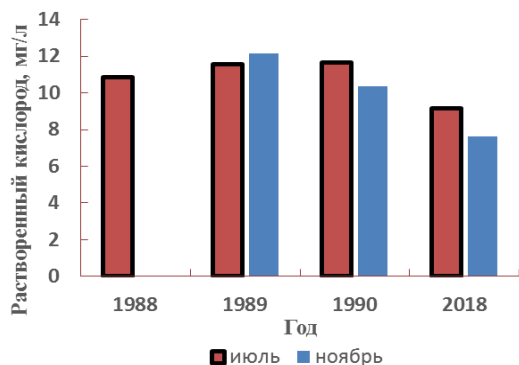


Рис. 2. Содержание растворенного кислорода, мг/л (осредненные значения по всем станциям)

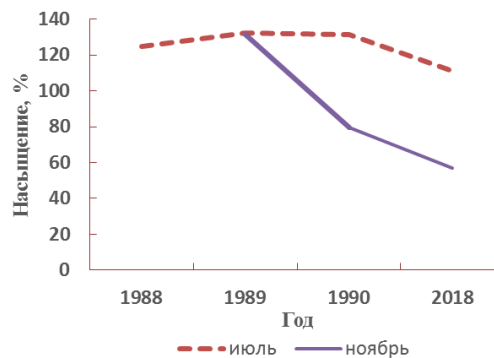


Рис. 3. Насыщение воды кислородом, % (осредненные значения по всем станциям)



Органических веществ в водах пруда в 1990 г. было достаточно много. Перманганатная окисляемость на большей части озера (рис. 4) в июле находилась в пределах 17,0–19,0 мгО/л и несколько снижалась в ноябре (13,9–17,1 мгО/л), т. е. в соответствии с классификацией О.А. Алекина [8] характеризовалась как повышенная. Ее значения понижались у протоки, соединяющей юго-западную часть пруда Карповского с прудом Прегольским (в период наблюдений 2018 г. протока не обнаружена как визуально, так и на спутниковых снимках картографических сервисов «Яндекс. Карты» и «Карты Google»). Следовательно, из пруда Прегольского в тот период поступали воды с меньшим содержанием органических веществ, что не соответствует современной ситуации, т. к. перманганатная окисляемость воды у ст. 2 летом [9] в 2018 г., наоборот, выше, чем на ст. 1. примерно на 2,0 мгО/л. В июле 2018 г. окисляемость находилась в пределах 14,0–16,2 мгО/л, а в ноябре снижалась до 10,7–11,2 мгО/л.

Биогенные элементы в 80–90-е гг. были обнаружены в достаточном или даже большем количестве. Концентрации фосфатов повышались близ берегов, особенно у южного, близко к которому и ранее, и в настоящий момент подступают огородные участки и жилые дома. Из пруда Прегольского поступали воды с наиболее низким содержанием фосфатов. Концентрация колебалась в июле в пределах 0,01–0,09 мгР/л, а в ноябре упала до 0,008 мгР/л. В 2018 г. фосфатов в водоеме стало меньше (0,01–0,04 мгР/л) даже в целом в летние месяцы [9]. Их больше близ рыбного хозяйства и меньше у ст. 2.

Содержание азота аммонийного на поверхности в июле 1990 г. не превышает ПДК [6]. В его распределении прослеживались те же особенности, что и у фосфатов. На поверхности азот аммонийный в ранние годы встречался в количестве 0,09–0,38 мгN/л. В 2018 г. его было значительно больше: 0,20–0,60 мгN/л. Осредненные результаты показывают, что в ноябре 1990 г. концентрация азота аммонийного, по сравнению с июлем, резко (до 0,014–0,021 мгN/л) снизилась, тогда как в 2018 г., наоборот, существенно (до 0,32 мгN/л) возросла (рис. 5), что может свидетельствовать о загрязнении.

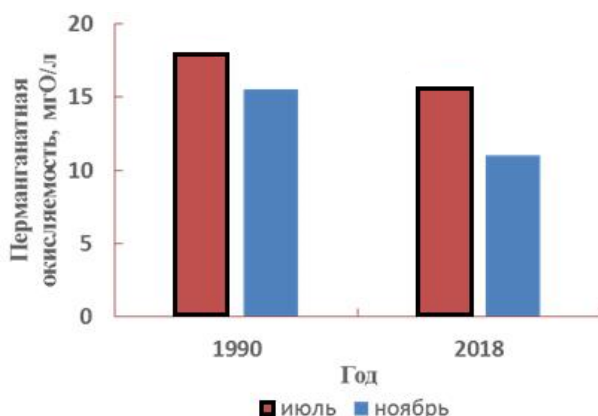


Рис. 4. Величина перманганатной окисляемости, мгО/л (осредненные значения по всем станциям)

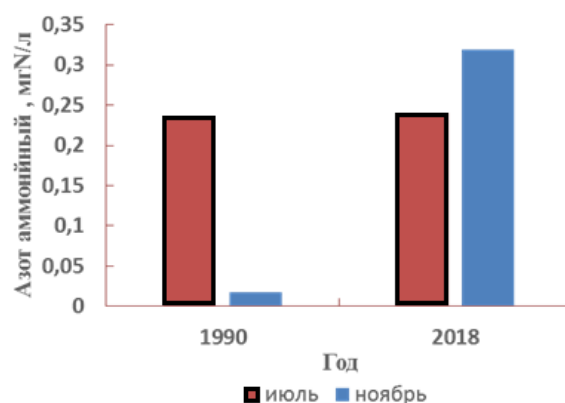


Рис. 5. Концентрация азота аммонийного в 1990 и 2018 гг., мгN/л (осредненные значения по всем станциям)

Нитритов в 2018 г., напротив, стало в несколько раз меньше. Их концентрации и в летний период упали с 0,16–0,39 мг/л в 1990 г. до 0,004–0,054 мг/л в 2018 г.

Интересно, что, несмотря на геологически обусловленное постоянно высокое содержание ионов железа в водных объектах Калининградской области, в пруду Карповском их концентрация в 2018 г. оказалась в разы ниже по сравнению с аналогичным периодом 1990 г. Так, в июле 1990 г. железа обнаружено очень много: 0,51–1,03 мгFe/л, максимум тогда был отмечен у северо-западных берегов и у протоки. В 2018 г. железа также много, больше ПДК [6] в четыре раза, но все же меньше по сравнению с предыдущим периодом. Летом его концентрации находятся в диапазоне 0,07–0,4 мгFe/л, что меньше обнаруженного минимума в 1990 г. Осредненные данные показывают ту же закономерность: в 1990 г. железа в водах пруда содержалось в два раза больше (рис. 6).

Таким образом, изучив изменение гидрохимических показателей в 1990 и 2018 гг., можно отметить, что отчетливо прослеживается снижение содержания многих элементов. В частности, значительно уменьшились концентрации железа, нитритов. Несколько понизилась и величина

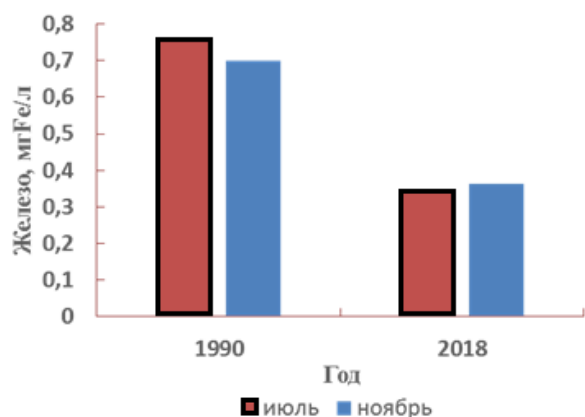


Рис. 6. Концентрация железа в июле в 1990 и 2018 гг., мг/л (средненные значения по всем станциям)

перманганатной окисляемости: от верхней границы к нижней в пределах градации «повышенной» окисляемости. Это указывает на уменьшение содержания органических веществ у поверхности. Однако кислородные условия в 2018 г. заметно ухудшились, особенно в ноябре, относительное содержание кислорода опускалось до 57%, что характерно для загрязненных, мезосапробных вод [10] против 74–85% осенью 1990 г., что соответствовало чистым, олигосапробным водам (на нижнем пределе). Обеспокоенность может вызывать и повышение в водах пруда Карповского концентрации азота аммонийного,

который способен приводить к развитию токсичных видов водорослей или через нитрификацию может переходить в канцерогенные нитриты. Необходимо дальнейшее изучение источников поступления в водоем азота и его накопления в донных осадках.

### Литература

1. Российский статистический ежегодник. 2002: Стат. сб. / Госкомстат России. – М.: Госкомстат России, 2002. – 690 с.
2. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/afc8ea004d56a39ab251f2bafc3a6fce](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/afc8ea004d56a39ab251f2bafc3a6fce) (дата обращения: 11.02.2019).
3. Лозицкая Е.А., Цупкиова Н.А. Некоторые результаты экологического мониторинга пруда Пелавского в 2015–2016 гг. // Вестник молодежной науки. – 2017. – № 1 (8) [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-rezultaty-ekologicheskogo-monitoringa-pruda-pelavskogo-v-2015-2016-gg> (дата обращения: 11.02.2019).
4. РД 52.24.309-2016. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши. Введен в действие приказом Росгидромета от 20.12.2016 № 585. – 103 с.
5. Экологическое изучение внутренних водоемов (озер и водохранилищ) Калининградской области: Отчет о НИР / Калинингр. техн. ин-т рыб. пром-ти и хоз-ва (КТИРПХ); руководитель В.А. Шкицкий; № ГР 01910027713; инв. № 02910053924. – Калининград, 1991. – 190 с.
6. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 г. № 552 [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/71586774/paragraph/53:0> (дата обращения: 11.02.2019).
7. Задорожная Л.А. Разведение рыбы, раков и домашней водоплавающей птицы. – М.: АСТ, 2011. – 320 с.
8. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 443 с.
9. Лозицкая Е.А., Цупкиова Н.А. Результаты гидрохимического мониторинга пруда Карповского летом 2018 г. (г. Калининград) // Актуальные вопросы рыболовства, рыбоводства (аквакультуры) и экологического мониторинга водных экосистем: Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства, ФГБНУ «АзНИИРХ». – Ростов н/Д.: Изд-во ФГБНУ «АзНИИРХ», 2018. – С. 326–329.
10. ГОСТ 17.1.2.04-77. Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200026772> (дата обращения 11.02.2019).

УДК [532.533:627.83](571.66)

**Б.А. Опрышко<sup>1</sup>, В.А. Швецов<sup>2</sup>, О.А. Белавина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Камчатский водоканал,  
Петропавловск-Камчатский, 683009;

<sup>2</sup> Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: BAOpryshko@pkvoda.ru,

## **ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАСШИРЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАЛОГО ГРУППОВОГО ВОДОЗАБОРА СЕЛА ЦЕНТРАЛЬНЫЕ КОРЯКИ**

Оценена перспектива расширенного использования малого группового водозабора села Центральные Коряки Корякского сельского поселения. Показано, что на базе водозабора «Центральный» может быть организовано производство бутилированной воды.

**Ключевые слова:** водоснабжение, водозаборная скважина, дебит, погружной насос, малый групповой водозабор, мониторинг, бутилирование воды.

**B.A. Opryshko<sup>1</sup>, V.A. Shvetsov<sup>2</sup>, O.A. Belavina<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Kamchatsky Vodokanal,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683009;

<sup>2</sup> Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: BAOpryshko@pkvoda.ru,

## **ASSESSMENT OF THE PROSPECTS FOR EXPANDED USE OF SMALL GROUP WATER INTAKE OF CENTRAL KORYAK VILLAGE**

The prospect of extended use of small group water intake in Central Koryaki village of Koryak rural settlement is estimated. It is shown that the production of bottled water can be organized on the basis of the water intake "Central".

**Key words:** water supply, water intake well, flow rate, submersible pump, small group water intake, monitoring, water bottling.

### **Введение**

Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года рассматривает обеспечение гарантированного доступа населения России к качественной питьевой воде как задачу общегосударственного масштаба [1]. Каждый второй житель Российской Федерации вынужден использовать для питьевых целей воду, не соответствующую по ряду показателей установленным нормативам [1]. Некачественную по санитарно-химическим и микробиологическим показателям питьевую воду потребляет часть населения в Приморском крае, Чукотском автономном округе [1]. Краевое государственное унитарное предприятие «Камчатский водоканал» эксплуатирует множество мелких групповых водозаборов и одиночных скважин, характеристики которых недостаточно изучены, а перспективы расширенного использования не оценены.

*Цель работы* – оценить перспективы расширенного использования малого группового водозабора села Центральные Коряки Корякского сельского поселения.

### **Приборы и методы**

Для измерения статического и динамического уровней воды в эксплуатационных скважинах использовали следующие автоматизированные измерительные устройства: а) акустический уровнемер Well Watch 670; б) автономное устройство для измерения уровня и температуры воды Levelogger Edge.

Для корректирования результатов измерений уровня, полученных с помощью Levelogger Edge, использовался автономный прибор для измерения атмосферного давления Barologger Edge. Результаты измерений, полученные с помощью приборов Levelogger и Barologger, обрабатывались на персональном компьютере с помощью программы *Levelogger russian-4.1.1* [2]. Измерения с помощью акустического уровнемера Well Watch 670 выполняли по инструкции [3].

*Экспериментальная часть.* Изучали мелкий групповой водозабор «Центральный», включающий эксплуатационные скважины № 157 и № 159, обеспечивающий питьевой водой село Центральные Коряки Корякского сельского поселения (рис. 1). На водозаборе «Центральный» использована классическая схема водоснабжения, включающая две водозаборные скважины (№ 157 – рабочая, № 159 – резервная), водонапорную башню (рис. 2). Технические характеристики эксплуатационных скважин № 157 и № 159 приведены в табл. 1.

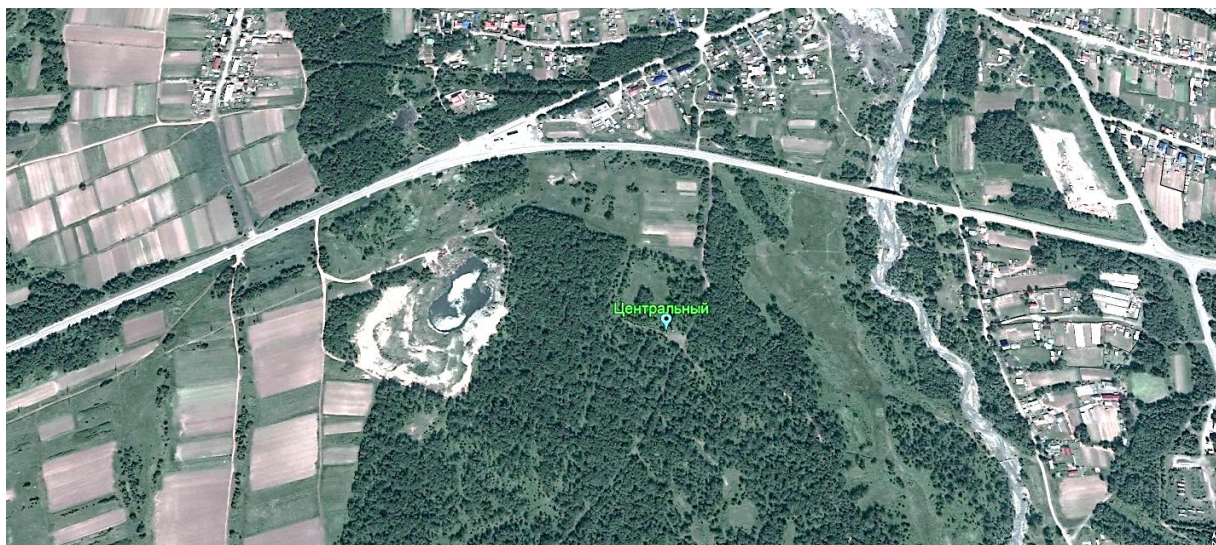


Рис. 1. Местоположение водозабора «Центральный», с. Центральные Коряки, Корякское сельское поселение

Технологическая схема трубопроводов «скважины №№157;159-павильон скважины №158-водонапорная башня». ЦЕНТРАЛЬНЫЙ

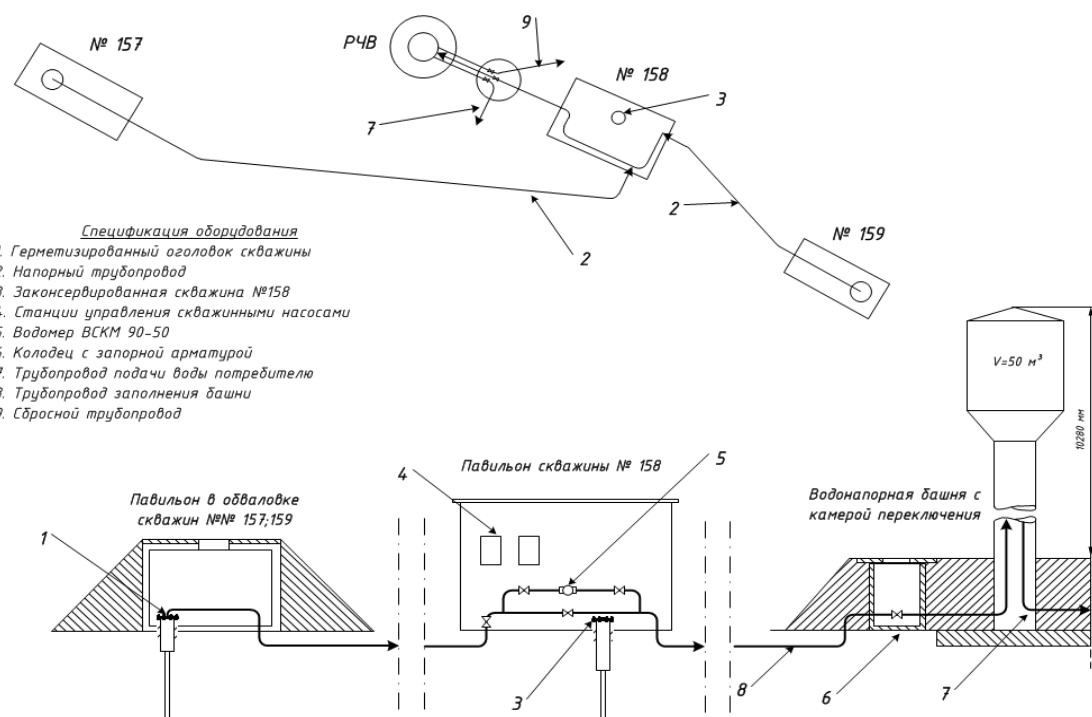


Рис. 2. Технологическая схема малого группового водозабора «Центральный». План и разрез

Технические характеристики скважин

Объект	Геол. № скв. год бурения	Глубина скважины, м	Дебит скважины, м <sup>3</sup> /час	
			понижение, м (на год бурения)	Факт. производительность, м <sup>3</sup> /час понижение, м (на февраль 2019 г.)
Водозабор «Центральный»	157 1983	55,0	24,8 0,8	22 0,4
	159 1983	55,0	29,88 1,2	25 0,65

Измеряли уровень воды в эксплуатационной скважине № 157. Результаты измерений приведены на рис. 3, периодичность измерения уровней воды – одна минута.

Эксплуатационная скважина № 157. Водозабор «Центральный» КСП. 30.1-6.2.19 г

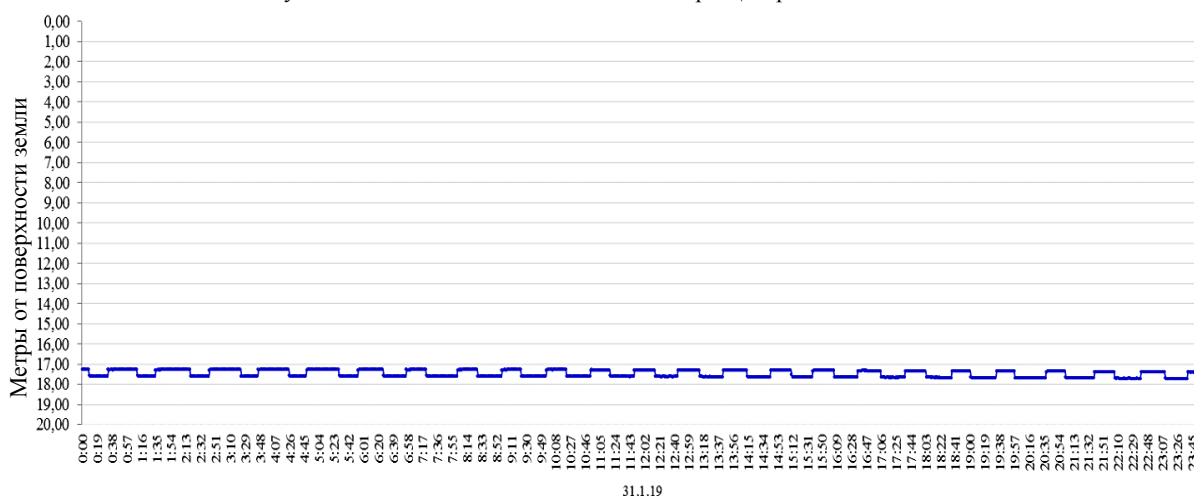


Рис. 3. Режим работы эксплуатационной скважины № 157

Результаты измерений уровня воды в скважине подтверждают гидрогеологические данные [4], представленные в табл. 1, свидетельствуют о значительной водообильности скважины и ее высоком удельном дебите. Они дают возможность обосновать увеличение производительности скважины (при необходимости) в три раза.

Следует отметить, что на сегодняшний день производительность водозабора составляет не более 300 м<sup>3</sup>/сутки. Химические, микробиологические и органолептические показатели качества воды из скважины № 157 приведены в табл. 2. Они соответствуют показателям питьевой воды, отнесенной к высшей категории качества.

Таблица 2

Химические, микробиологические и органолептические показатели качества воды из скважины № 157 (водозабор «Центральный», июнь 2018)

№ п/п	Показатель	Ед. измерения	Результат измерений показателей качества	Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества СанПиН 2.1.4.1074-01, норматив, не более	Питьевая вода. Гигиенические требования воды, расфасованной в емкости. Контроль качества СанПиН 2.1.4.1116-02, норматив, не более	
					первая категория	высшая категория
1	2	3	4	5	6	7
1	Цветность	Градусы (Cr-Co)	<1	20	5	5
2	Мутность	ЕФМ	<1	2,6	1,0	0,5
3	Вкус при 20°С	баллы	0	2	0	0
4	Запах при 20/60°С	баллы	0/0	2	0/1	0/0

1	2	3	4	5	6	7
5	Перманганатная окисляемость	мг/дм <sup>3</sup>	<0,25	5,0	3	2
6	Ион аммония	мг/дм <sup>3</sup>	<0,05	2,56	0,1	0,05
7	рН	ед, рН	7,36±0,20	6–9	6,5–8,5	6,5–8,5
8	Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	47±10	1000,0	1000	200–500
9	Жесткость	Ж <sup>0</sup>	0,55±0,08	7,0	7,0	1,5–7
10	АПАВ	мг/дм <sup>3</sup>	<0,025	0,5	0,05	0,05
11	Нитрит-ион	мг/дм <sup>3</sup>	<0,02	3,0	0,5	0,005
12	Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	<0,005	0,1	0,05	0,01
13	Железо	мг/дм <sup>3</sup>	<0,05	0,3	0,3	0,3
14	Медь	мг/дм <sup>3</sup>	<0,001	1,0	1	1
15	Нитрат ион	мг/дм <sup>3</sup>	2,80±0,50	45	20	5
16	Сульфаты	мг/дм <sup>3</sup>	5,0±1,0	500	250	150
17	Хлорид-ион	мг/дм <sup>3</sup>	<10	350	250	150
18	ОМЧ	КОЕ 37 <sup>0</sup> в 1 мл	0	не более 50	не более 20	не более 20
19	ОКБ	КОЕ в 100 мл	не обнаружено	отсутствие	отсутствие в 300 мл	отсутствие в 300 мл
20	ТКБ	КОЕ в 100 мл	не обнаружено	отсутствие	отсутствие в 300 мл	отсутствие в 300 мл

Следует отметить, что в табл. 2 приведены результаты анализов проб воды, отобранных в июне месяце 2018 г. из эксплуатационной скважины № 157. Известно [4], что май и июнь считаются самыми неблагоприятными месяцами для водопользования (период весенне-летнего половодья).

### Выводы

Из результатов исследования следует, что малый групповой водозабор «Центральный» может быть использован для организации производства бутилированной воды, при этом производительность водозабора может быть увеличена в три раза.

### Литература

1. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 г. [Электронный ресурс]: Утв. распоряжением Правительства Рос. Федерации от 27.08.2009 № 1235-р. – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/2069399/> (дата обращения: 19.01.2019).
2. LTC Levellogger Edge [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.solinst.com/products/dataloggers-andtelemetry/3001-levellogger-series/levellogger-edge/> (дата обращения: 19.01.2019).
3. Well Watch 670. Water Well Management in Real Time using Sonic Sense Technology [Electronic resource]. – URL: <http://www.enoscientific.com/> (дата обращения: 19.01.2019).
4. *Фионов Ю.Н.* Разведка участков Корякский 1–4 и Корякский–6 Центрально-Корякского МППВ (с подсчетом запасов на 31.12.2014 г.). – Петропавловск-Камчатский: Камчатский край. Государственное унитарное предприятие Камчатского края «Петропавловский водоканал», 2015. – 221 с.

УДК 577.118:582.273

Л.А. Позолотина<sup>1,2</sup>, А.В. Климов<sup>2</sup>, Н.Г. Клочкова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003;

<sup>2</sup> Камчатский филиал  
Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии,  
Петропавловск-Камчатский, 683000  
e-mail: Pozolotina84@gmail.com

## СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ У КАМЧАТСКИХ КРАСНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ *NEOPTILOTA ASPLENOIDES* И *PALMARIA STENOLOGONA*

Приведены результаты изучения содержания 12 микроэлементов в слоевищах красных водорослей-макрофитов *Neoptilota asplenioides* и *Palmaria stenogona*. Образцы для изучения были собраны в Авачинской губе (бухта Завойко), характеризующейся высоким антропогенным загрязнением. Для определения накопления водорослями металлов использовали метод кислотного озоления и последующее определение их количественного и качественного состава спектрохимическим методом. Дополнительно изучали содержание тех же элементов в морской воде, собранной в месте сбора биологического материала. Сравнительный анализ данных показал, что у *Neoptilota asplenioides* содержание никеля, хрома, алюминия, бария, стронция, кадмия, кобальта, меди и свинца больше, чем у *Palmaria stenogona*, в связи с чем первый вид предпочтительнее для использования в качестве вида-биоиндикатора металлического загрязнения.

**Ключевые слова:** красные водоросли-макрофиты, Rhodophyta, микроэлементы, антропогенное загрязнение, атомно-эмиссионный спектрофотометр с индуктивно-связанной плазмой (ICP-OES).

L.A. Pozolotina<sup>1,2</sup>, A.V. Klimov<sup>2</sup>, N.G. Klochkova

<sup>1</sup> Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;

<sup>2</sup> Kamchatka Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000  
e-mail: Pozolotina84@gmail.com

## CONTENT OF MICROELEMENTS IN KAMCHATKA RED ALGAE *NEOPTILOTA ASPLENOIDES* AND *PALMARIA STENOLOGONA*

The study results of 12 microelements content in the red algae macrophytes *Neoptilota asplenioides* and *Palmaria stenogona* thallus are presented. The samples characterizing by high anthropogenic pollution were collected in the Avacha Bay (Zavoyko Bay). For this purpose, the method of acid ashing and the subsequent determination of the quantitative and qualitative composition of microelements by the spectrochemical method was used. Additionally, the content of the same elements in seawater withdrawn at the place of biological material collection was studied. Comparative data analysis showed that *Neoptilota asplenioides* contains more nickel, chromium, aluminum, barium, strontium, cadmium, cobalt, copper and lead than *Palmaria stenogona*, and therefore, the first species is more preferable for using it as a species-indicator of metal contamination.

**Key words:** red macrophyte algae, Rhodophyta, microelements, anthropogenic pollution, Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES).

### Введение

Авачинская губа – одна из наиболее изученных в альгофлористическом отношении акваторий восточной Камчатки. До 70-х гг. XX века здесь произрастало более 250 видов водорослей-макрофитов, большую часть из которых составляли багрянки [1]. В течение последующих 30 лет ее биоразнообразие значительно сократилось в основном за счет выпадения красных водорослей. Причиной этого являлось комплексное загрязнение губы. Среди поллютантов, изменивших экологическое состояние водоема, значительное место принадлежит ионам тяжелых металлов.

Они поступают в бухту с промышленными и бытовыми сточными водами, сбросами льяльных вод судов, базирующихся в Авачинской губе. О ее сильном металлическом загрязнении сообщалось в целом ряде работ [2]. Известно, что Авачинская губа характеризуется значительным водообменом с открытыми водами Тихого океана, поэтому судить о состоянии металлического загрязнения по абсолютным показателям содержания их в воде губы невозможно. Полнее об этом дает представление накопление металлов у живых организмов [3], и водоросли, являясь представителями сессильного бентоса, как нельзя лучше подходят для этой роли [4–7]. Наиболее полно основы биологического мониторинга в морских водах с использованием в качестве биоиндикаторов металлического загрязнения водорослей-макрофитов изложены в работе К.С. Бурдина [8].

В настоящее время сотрудниками специализированных отделов учреждений Камчатского УГМС и КамчатНИРО ведутся ежегодные наблюдения за экологическим состоянием Авачинской губы по гидрохимическим показателям. В свете сказанного выше, их данные по гидрохимии в связи с высокой подвижностью воды не дают объективной картины состояния металлического загрязнения водоема. Более полное представление об этом могло бы дать изучение накопления металлов у гидробионтов.

Настоящее исследование было предпринято с целью выявления перспективных в этом отношении видов, встречающихся в Авачинской губе, в районах с разным уровнем металлического загрязнения. Среди многих представителей животных и растений, ведущих прикрепленный образ жизни, предпочтение было отдано водорослям-макрофитам, в частности разным видам красных водорослей, у дальневосточных представителей которых накопление тяжелых металлов еще никем основательно не изучалось.

### Материалы и методы

Для определения микроэлементного состава были выбраны широко распространенные в Авачинской губе и на всем российском Дальнем Востоке красные водоросли *Neoptilota asplenioides* (Esper) Kylin и *Palmaria stenogona* (Perestenko) Perestenko (рис. 1).

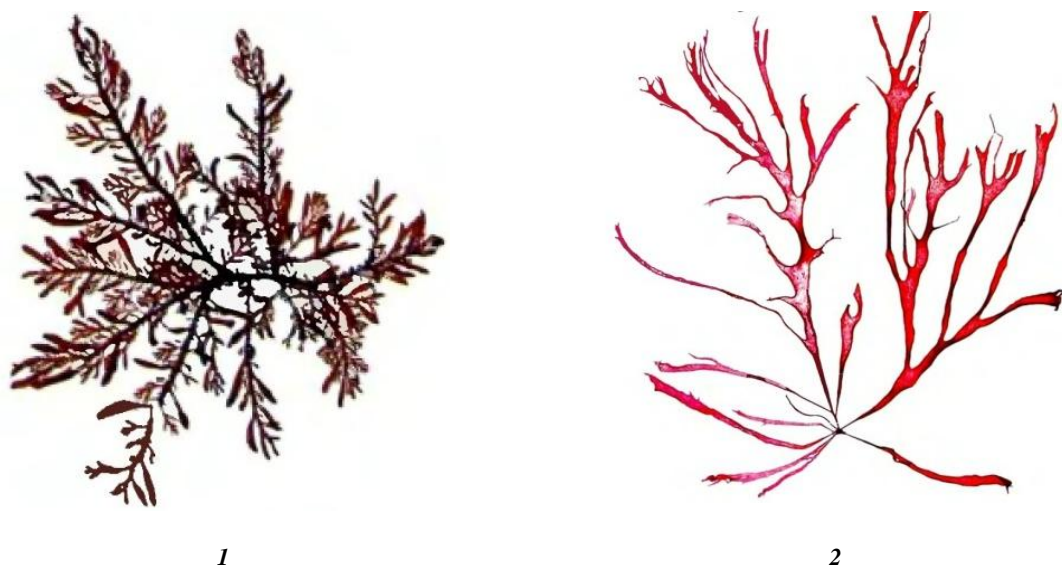


Рис. 1. Внешний вид *Neoptilota asplenioides* (1) и *Palmaria stenogona* (2)

Данные виды были собраны в конце вегетационного сезона 5 октября 2018 г. Известно, что *N. asplenioides* является многолетним представителем багряных водорослей. Она широко распространена вдоль всего побережья Камчатки. Растет этот вид обычно на скалистых и каменистых грунтах на глубинах 2–10 м, предпочитая при этом сильную и умеренную прибойность. Очень часто она встречается под пологом ламинариевых. Вместе с другими кустистыми водорослями она формирует глубоководный пояс багрянок. Для определения элементного состава были взяты фертильные образцы *N. asplenioides* в возрасте более двух лет.

*P. stenogona* имеет такое же широкое распространение в российских водах Дальнего Востока и относится к числу ложных многолетников. В отличие от *N. asplenioides*, она распространена



на, главным образом, на литорали и в сублиторальной кайме. В Авачинской губе она присутствует практически повсеместно и встречается в течение всего вегетационного периода. Собранные растения представляли собой многократно разветвленные, грубые на ощупь слоевища. Подобную морфологию и текстуру она имеет в конце вегетации.

Взятые для исследования образцы указанных выше видов были собраны в бух. Завойко, расположенной у восточного побережья губы, на границе между ее внутренней частью и горлом (рис. 2). Сюда с отливными течениями регулярно поступают воды от городского северо-восточного побережья и из бух. Раковая – одной из самых загрязненных в Авачинской губе [9]. На берегах бухты Раковая расположены ТЭЦ-1, судоверфь, ремонтные мастерские, плавучий док, причальные стенки. Здесь базируется вспомогательный флот ВМФ. Мыс Санникова оборудован причалом, у которого осуществляются разгрузка и бункеровка нефтепродуктов. Рядом находится самое крупное прибрежное скопление затопленных судов. Перечисленные объекты в той или иной мере являются источниками металлического загрязнения.

Изучение содержания микроэлементов в образцах проводили с помощью эмиссионного спектрофотометра с индуктивно-связанной плазмой «Agilent AES-MP 4200» (Agilent Technologies, США). Для количественного определения элементов использовали калибровочный стандарт 50 ppm «Agilent» (Agilent Technologies, США). Кислотное озоление водорослевого материала проводили в системе кислотного разложения проб Ethos UP (Milestone, Италия), согласно инструкции фирмы-производителя.

В ходе подготовки проб для анализа взвешивали 0,5 г сухих водорослей, помещали их в раствор концентрированной азотной кислоты и деионизированной воды (5 : 3) и озоляли в течение 25 мин при температуре 180°C. После сжигания полученную пробу доводили деионизированной водой до объема 25 мл и анализировали на атомно-эмиссионном спектрофотометре. Морская вода для анализа на содержание микроэлементов была отобрана одновременно со сбором водорослей в том же месте. Она была отфильтрована через бумажный фильтр «синяя лента».

Вычисление концентраций элементов и предварительную обработку полученных данных проводили в программе *MP Expert* (Agilent Technologies, США) [10, 11]. Пересчет на абсолютное содержание элемента в микрограммах на один грамм сухой водоросли осуществляли в программе *MS Excel*.

### Результаты и обсуждение

Определение содержаний микроэлементов в морских гидробионтах, в частности в водорослях-макрофитах, несет информацию о характере и интенсивности загрязнения прибрежных вод тяжелыми металлами антропогенного происхождения. Результаты спектрохимического анализа содержания 12 микроэлементов в слоевищах красных водорослей видов *Neoptilota asplenioides* и *Palmaria stenogona* и морской воде приведены в табл. 1.

Таблица 1

Микроэлементный состав разных видов красных водорослей и воды, отобранных в бухте Завойко (Авачинская губа)

Наименование вида	Содержание металлов, мкг/г											
	Zn	Cd	Sr	Ba	Cu	Ni	Co	Pb	Mo	Mn	Cr	Al
<i>Neoptilota asplenioides</i>	16,38	0,99	12,43	0,76	4,14	2,80	1,59	0,60	< 0,001	24,54	2,73	428,01
<i>Palmaria stenogona</i>	19,50	0,92	6,67	0,30	2,90	1,15	1,31	0,50	< 0,001	9,99	1,46	193,19
Морская вода	0,002	< 0,001	245,4	0,70	21,55	< 0,001	2,56	12,54	0,42	3,52	< 0,001	22,88



Рис. 2 Карта-схема Авачинской губы с указанием места сбора водорослей

Анализ представленных в табл. 1 данных показывает, что содержание разных микроэлементов в воде бух. Завойко разное. Самое высокое, 245,4 мкг/г, оно у стронция. Достаточно высокое у алюминия, меди и свинца – 22,88, 21,55 и 12,54 мкг/г соответственно. Содержание остальных изученных элементов колеблется от 0,001 до 3,52 мкг/г. Однако прямая зависимость накопления этих металлов в слоевищах водорослей от уровня их содержания в воде отсутствует. Так, например, концентрация кадмия и никеля в воде является минимальной, а их содержание у водорослей превышает таковое. Молибден, несмотря на более высокую, чем, например, у цинка, никеля, хрома и кадмия концентрацию в воде у изученных видов водорослей не накапливается.

Изучение микроэлементного состава двух видов красных водорослей из бух. Завойко (восточная часть Авачинской губы) показало, что значительное накопление алюминия и цинка происходит у обоих видов. Несмотря на содержание в воде стронция, меди и свинца, содержание их в водорослях определено на 1–3 порядка ниже, что свидетельствует о незначительном накоплении этих металлов красными водорослями. Кадмий, никель и хром в морской воде обнаружен в следовых количествах, тем не менее, по свинцу в биологическом материале были обнаружены сотые доли этого вещества, а по никелю и хрому целые части.

Для сравнения способности водорослей накапливать в своих слоевищах те или иные металлы, их концентрации в воде были приняты за единицу. Далее для каждого элемента определили его накопление в водорослях в пересчете на условную единицу. Полученные таким образом величины показывают какое количество мкг/г того или иного микроэлемента по сравнению с таковым в воде накапливает каждая из проанализированных водорослей.

Последовательность уровня количественного накопления микроэлементов в слоевищах красных водорослей *Neoptilota asplenioides* и *Palmaria stenogona* относительно их содержания в морской воде, указанной в табл. 1, показана ниже.

<i>Neoptilota asplenioides</i>	Zn > 9 190	Ni > 2 800	Cr > 2 730	Cd > 990	Al > 18,7	Mn > 2,46	Ba > 1,1	Co > 0,621	Cu > 0,192	Sr > 0,051	Pb > 0,048	Mo –
<i>Palmaria stenogona</i>	Zn > 9 750	Cr > 1 460	Ni > 1 150	Cd > 920	Al > 8,44	Mn > 2,84	Co > 0,511	Ba > 0,430	Cu > 0,135	Pb > 0,040	Sr > 0,027	Mo –

Анализ убывающих рядов концентраций микроэлементов у разных водорослей показывает, что для каждой из них он, при общем сходстве, разный. Шесть микроэлементов (Zn, Cd, Al, Mn, Cu и Mo) занимают в этих рядах одинаковые позиции. Остальные элементы сдвинуты по отношению друг к другу не более чем на один шаг, например, Ni > Cr у *Neoptilota* и Cr > Ni у *Palmaria*.

Указанные выше величины, отражающие способность видов сорбировать из воды разные микроэлементы, далее были разделены на три группы: 1 – «значительная способность» к накоплению (от 9 750 до 920); 2 – «умеренная» (от 18,7 до 1,1); 3 – «незначительная» (менее 0,621). Характеристика способности *N. asplenioides* и *P. stenogona* к сорбции микроэлементов приведена в табл. 2. Она показывает, что таковая у первого вида, несомненно, больше, чем у второго.

Таблица 2

Сравнительная характеристика способности *Neoptilota asplenioides* и *Palmaria stenogona* к сорбции микроэлементов

	Zn	Ni	Cr	Cd	Al	Mn	Ba	Co	Cu	Sr	Pb	Mo
<i>Neoptilota asplenioides</i>		+++	++	+	++		++	+	+	++	+	–
<i>Palmaria stenogona</i>	+					+						–

Примечание: +++ – «значительная способность» к накоплению;  
 ++ – «умеренная способность» к накоплению;  
 + – «незначительная способность» к накоплению.

### Заключение

Авачинская губа, несмотря на хроническое загрязнение, до сих пор является важным рыбохозяйственным водоемом. Через нее в реки Авача и Паратунка идут на нерест стада лососевых рыб. В Авачинскую губу скатывается и некоторое время нагуливается их молодь. В связи с вы-

сокой хозяйственной ценностью водоема большое значение имеет оценка уровня его загрязнения. Металлическое загрязнение является одним из самых опасных для живых организмов [1, 3, 6], поэтому мониторингу тяжелых металлов должно уделяться особое место. Наши исследования показывают, что красные водоросли *N. asplenioides* и *P. stenogona* могут использоваться в качестве видов-мониторов, и что первый вид обладает более выраженной способностью к накоплению основного количества проанализированных элементов.

### Литература

1. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция: Монография. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 208 с.
2. Исторический обзор исследований и основные результаты комплексного экологического мониторинга Авачинской губы в 2013 г. / Е.В. Лепская, О.Б. Тепнин, В.В. Коломейцев, Е.А. Устименко, Н.В. Сергеенко, Д.С. Виноградова, В.Д. Свириденко, М.А. Походина, В.А. Щеголькова, В.В. Максименков, А.А. Полякова, Р.С. Галямов, С.Л. Горин, М.В. Коваль // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2014. – № 34. – С. 5–21.
3. Федоров В.Д. Биологический мониторинг: обоснование и опыт организации // Гидробиологический журнал. – 1975. – Т. 11, № 5. – С. 5–11.
4. Березовская В.А. Макрофитобентос как показатель состояния среды в прибрежных водах Камчатки: Дис. ... д-ра геогр. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2002. – 364 с.
5. Крупина М.В. Накопление тяжелых металлов морскими макроводорослями. Экологические и физиологические аспекты: Дис. ... канд. биол. наук. – М., 2003. – 120 с.
6. Христофорова Н.К. Биоиндикация и мониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами. – Л.: Наука, 1989. – 192 с.
7. Бурдин К.С., Золотухина Е.Ю. Тяжелые металлы в водных растениях (аккумуляция и токсичность). – М.: Диалог МГУ, 1998. – 202 с.
8. Бурдин К.С. Основы биологического мониторинга. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 158 с.
9. Касперович Е.В. Техногенное влияние морских транспортных средств на состояние экосистем прикамчатских вод: Дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – 154 с.
10. Руководство пользователя по работе на приборе Атомно-эмиссионный спектрометр с микроволновой генерацией плазмы производства Agilent Technologies, Inc. – Изд. 2-е. – 2013. – 60 с.
11. 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.

УДК 574.5:556.55(571.66)

**Н.А. Ступникова, А.Е. Голованева**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003*

## **ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА ХАЛАКТЫРСКОГО К ЭВТРОФИРОВАНИЮ**

Результаты многолетних исследований озера Халактырского, проведенных в 2012–2017 гг., показывают, что водоем имеет статус загрязненного, т. к. третью часть его акватории можно отнести к полисапробным зонам, при этом олигосапробные зоны отсутствуют, что свидетельствует об интенсификации процесса эвтрофирования водного объекта. Несмотря на значительную загрязненность вод оз. Халактырского, оно обладает устойчивостью к эвтрофированию не ниже средней и пока еще сохраняет буферную емкость к этому процессу.

**Ключевые слова:** эвтрофирование, оз. Халактырское, зоны сапробности, полисапробные зоны, мезосапробные зоны, устойчивость к эвтрофированию.

**N.A. Stupnikova, A.E. Golovaneva**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003*

## **ASSESSMENT OF LAKE KHALAKTYRSKOE ECOSYSTEM SUSTAINABILITY TO EUTROPHICATION**

The results of long-term studies of Lake Khalaktyrskoe conducted in 2012–2017 show that the reservoir has the status of polluted one, since one third of its water area can be attributed to polysaprobic zones. However there are no oligosaprobic zones, that is the evidence of the intensification of the water body eutrophication process. Despite the considerable pollution of Lake Khalaktyrskoe waters, it has average resistance to eutrophication and still saves buffer capacity to this process.

**Key words:** eutrophication, Lake Khalaktyrskoe, saprobic zones, polysaprobic zones, mesosaprobic zones, eutrophic resistance.

В настоящее время все водные объекты, находящиеся на урбанизированных территориях, испытывают антропогенное воздействие, одним из основных экологических и труднообратимых последствий которого является эвтрофирование, упрощающее биотическую структуру водной экосистемы вследствие смены пастбищного типа круговорота веществ в водоемах на детритный.

Озеро Халактырское, расположенное на восточной окраине г. Петропавловска-Камчатского, в долине рек Кирпичной – Халактырки, впадающих в Авачинский залив Тихого океана, также подвергается загрязнению и антропогенному эвтрофированию в результате хозяйственной деятельности человека.

Основными антропогенными источниками загрязнения озера Халактырского являются: хозяйственно-бытовые сточные воды выпуска района Халактырка и района Дальний, технологические воды ТЭЦ-2, загрязненные городскими стоками воды р. Кирпичной, а также терригенный сток с сельскохозяйственных полей, расположенных на берегу озера. Эти источники привносят в водоем большое количество органических веществ и биогенных элементов, содержание которых в водной среде определяет не только уровень загрязнения, но и увеличение продуктивности водоема.

Загрязнение озера биогенными элементами может привести к интенсификации процесса эвтрофирования, который негативно воздействует на водные экосистемы. Основными биогенами, способствующими интенсификации данного процесса выступают азот и фосфор. По мнению

Д.Н. Судницыной [1], особенно важна не столько их концентрация, сколько соотношение. Нормальным считается соотношение  $N : P = 15 : 1$ . Когда отношение общего азота к общему фосфору менее 10 (или отношение неорганических форм этих элементов менее 5), развитие фитопланктона лимитирует азот [2, 3].

Отношение азота к фосфору в водах оз. Халактырское равно 3, что позволяет определить содержание азота в озерной воде лимитирующим фактором, т. е. привнесение именно минеральных или органических соединений азота в водоем вызывает развитие водорослей и «цветение» водного объекта, т. е. увеличивает скорость процесса эвтрофирования.

Как показали результаты исследований [4], проведенных в 2012–2017 гг., около 30% акватории вод озера занимают полисапробные зоны, остальная часть охвачена  $\alpha$ - и  $\beta$ -мезосапробными зонами, при этом олигосапробные зоны отсутствуют, что свидетельствует о прогрессировании процессов эвтрофирования водоема, усугубляющихся мощным антропогенным прессом (рисунок).

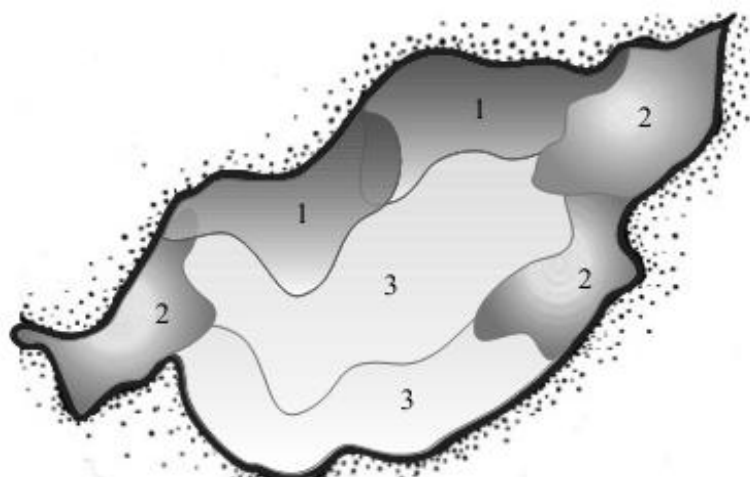


Схема распределения зон сапробности по акватории озера Халактырского:  
1 – полисапробные зоны; 2 –  $\alpha$ -мезосапробные зоны; 3 –  $\beta$ -мезосапробные зоны

Неудовлетворительное качество воды оз. Халактырского по сапробности наблюдается в тех частях акватории, которые расположены вблизи сброса технологических вод ТЭЦ-2 и коммунально-бытовых сточных вод п. Халактырка. Эти зоны являются полисапробными. Тепловое воздействие на водоем, которое оказывается данными антропогенными источниками, влияет на «здоровое» функционирование водной экосистемы озера Халактырского. Повышенная температура сбрасываемых стоков выступает своеобразным катализатором, способствующим усилению процессов эвтрофирования в озере, которое ускоряется поступлением аллохтонных органических веществ и биогенных элементов. Одним из поставщиков указанных продуктов являются коммунально-бытовые стоки п. Халактырка. В районе сброса таких вод отмечается самая загрязненная зона, что обуславливает наибольший индекс сапробности.

Зоны умеренного загрязнения (с удовлетворительным качеством воды) выделяются на остальной акватории озера. Зоны, расположенные в устье р. Кирпичной, вблизи сброса коммунально-бытовых сточных вод п. Дальний, у истока р. Халактырки, по сапробности относятся к  $\alpha$ -мезосапробным. При этом можно отметить, что по многим показателям влияние коммунальных сточных вод п. Дальний, подвергающихся частичной очистке, на загрязнение акватории озера Халактырского менее значительно, в отличие от воздействия стоков коммунально-бытового происхождения п. Халактырка, которые сбрасываются в водоем без предварительной очистки.

Менее загрязнены зоны в центральной части акватории озера и в районе влияния терригенного смыва с сельскохозяйственных территорий, которые относятся к  $\beta$ -мезосапробным.

При изучении эвтрофирования оз. Халактырского появляется необходимость определения степени его устойчивости к этому процессу.

Для определения устойчивости водного объекта к эвтрофированию необходимо использовать ряд показателей, отражающих внутриводоемные процессы. Определение степени устойчивости водной экосистемы к эвтрофированию не позволяет дать оценку экологическому благополучию. Уязвимая водная экосистема при антропогенном или техногенном воздействии на нее может деградировать и потерять присущие ей уникальные природные свойства. Слабо уязвимая

экосистема может достаточно долго противостоять внешнему воздействию, проявляющемуся в изменении параметров режимов водного объекта, и тем самым быть устойчивой к внешним воздействиям и нагрузкам. В.В. Дмитриев с соавторами [5] предполагает, что абиотические и биотические составляющие экосистемы по механизму устойчивости различаются между собой. Устойчивость первых достигается физико-механическими и химическими процессами переноса, разбавления, сорбции, миграции веществ. Устойчивость биоценоза обусловлена адаптацией живых организмов к воздействию внешних факторов.

Вполне обоснованно предположить, что чем более «биологически активна» экосистема, т. е. чем выше в ней интенсивность продукционно-деструкционных и метаболических процессов, тем быстрее она адаптируется к возросшей нагрузке без существенной и, главное, резкой перестройки внутренней структуры. Биологическая активность экосистемы растет от олиготрофных к эвтрофным водоемам, т. е. экосистемы олиготрофных водоемов наиболее уязвимы.

Однако сопротивляемость биологически активных экосистем продолжается до определенного момента, пока сохраняется сбалансированность продукционно-деструкционных процессов, при которой утилизация нагрузочной дополнительной энергии всеми компонентами экосистемы происходит относительно быстро. При нарушении этого баланса экосистема водоема начинает реагировать на нагрузку непредсказуемо и, в зависимости от особенностей сочетания абиотических факторов, отдельные процессы в экосистеме, например, развитие фитопланктона, могут принимать форму всплеск «цветения» с пиковыми значениями биомассы и численности водорослей. Крайнюю опасность представляет именно эта гиперэвтрофная стадия, которая свидетельствует о начавшемся «умирании» водоема [6].

В таблице указаны гидрохимические параметры, сведения о которых позволяют определить, к какому классу устойчивости относится исследуемый водоем.

Таблица

Оценка устойчивости озера Халактырского к изменению качества вод

Параметры	Классы устойчивости					Полученные средние значения
	I max	II выше средней	III средняя	IV ниже средней	V min	
Растворенный кислород, % насыщения	0–30	30–60	60–80	80–95	95–100	<b>73,66</b>
БПК <sub>5</sub> , мг/л	5,0–4,0	3,9–3,0	2,9–2,0	1,9–1,1	1,0–0,5	<b>7,3</b>
ХПК, мг/л	5,5–4	4–3	3–2	2–1	1–0	<b>31,99</b>
Концентрация аммонийного азота, мг/л	2,0–1,1	1,1–0,4	0,3–0,2	0,1–0,05	0,05–0	<b>0,7</b>
Степень закисления, pH	4,0–4,5	4,5–5,5	5,5–6,0	6,0–6,5	6,5–7,5	<b>5,68</b>

Как следует из таблицы, устойчивость вод оз. Халактырского к эвтрофированию различна в зависимости от значений используемых показателей. По степени насыщения растворенным кислородом и показателю pH оз. Халактырское имеет среднюю степень устойчивости к процессам эвтрофирования. По концентрации аммонийного азота оз. Халактырское имеет устойчивость выше средней, что характеризует его как водоем с высокими значениями аммонийного азота. Показатели содержания органического вещества в озере – БПК<sub>5</sub> и ХПК принимают значения выше указанных пределов.

Таким образом, устойчивость оз. Халактырского к эвтрофированию не выходит за пределы средней по всем используемым для оценки показателям, что свидетельствует о наличии у водоема буферной емкости к загрязнению, но устойчивость к антропогенной нагрузке будет существовать до определенного предела. Когда буферная емкость будет исчерпана, оз. Халактырское полностью перейдет в гиперэвтрофную фазу (зоны которой уже выделяются в соответствии с зонами полисапробности), что будет характеризоваться всплесками массового «цветения» водоема и его деградацией.

### Литература

1. Судницына Д.Н. Экология водорослей Псковской области. – Псков: ПГПУ, 2005. – 128 с.
2. Михеева Т.М. Сукцессия видов в фитопланктоне: определяющие факторы. – Минск: Изд-во БГУ, 1983. – 72 с.

3. Макарецва Е.С., Трифонова И.С. Особенности сезонного функционирования сообществ фито- и зоопланктона в озерах различной трофии // Антропогенные изменения экосистемы малых озер (причины, последствия, возможность управления). – СПб., 1991. – С. 300–304.

4. Голованева А.Е. Оценка степени сапробности вод озера Халактырского (Камчатский край) // Актуальные вопросы науки: Материалы XXXII Междунар. науч.-практ. конф.: Сб. материалов. – М.: Спутник +, 2017. – С. 50–54.

5. Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. – СПб.: Наука, 2004. – 294 с.

6. Савельев О.В. Комплексная оценка состояния и устойчивости к эвтрофикации экосистем малых водотоков урбанизированных территорий: Дис... канд. биол. наук: 03.02.08. – Владимир, 2013. – 143 с.

УДК [556.55"2018"](470.26)

**Н.А. Цупикова, А.С. Меньшенин**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: tsoupikova@klgtu.ru, sascha11101999@mail.ru*

### **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРУДА ШЕНФЛИЗ (г. КАЛИНИНГРАД) ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В 2018 ГОДУ**

В представленной работе рассмотрено гидрохимическое состояние одного из искусственных водоемов г. Калининграда – пруда Шенфлиз – в теплый сезон 2018 г. Основной целью исследования является изучение экологического состояния пруда в связи с оказываемым на него значительным антропогенным воздействием. К контролируемым показателям качества вод относятся растворенный кислород, перманганатная окисляемость, биогенные вещества. Выводы, приведенные в работе, основаны на данных мониторинга, лично проводимого авторами. По большинству исследованных показателей, кроме содержания растворенного кислорода, воды пруда оценены как достаточно чистые, олигосапробные.

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, гидрохимическая характеристика, оценка качества воды.

**N.A. Tsoupikova, A.S. Menshenin**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: tsoupikova@klgtu.ru, sascha11101999@mail.ru*

### **ASSESSMENT OF THE SHENFLIZ POND CONDITION (KALININGRAD) DUE TO HYDROCHEMICAL INDICATORS IN 2018**

The hydro chemical condition of one of the artificial reservoirs in Kaliningrad the Shenfliz pond during the warm season of 2018 is analyzed in the article. The main aim of the research is to study the ecological state of the pond due to the significant anthropogenic impact. Main quality indicators include dissolved oxygen, permanganate oxidability and nutrients. The conclusions presented in the work are based on the monitoring data. For most of the studied parameters, except the dissolved oxygen content, the waters in the pond was assessed as fairly pure, oligosaprobic.

**Key words:** environmental monitoring, hydro-chemical characteristics, water quality assessment.

В Калининграде насчитывается несколько сот водных объектов, которые занимают в городе около 3,38 га, т. е. 15% городской территории [1]. Степень изученности многих водных объектов невысока, многие из них даже отсутствуют в реестре водных объектов. Большинство городских водоемов г. Калининграда имеют искусственное происхождение. В основном это пруды двух типов: копаные и подпрудные. Большая их часть имеет очень небольшой размер: площадь водного зеркала не превышает 1 000 м<sup>2</sup>, многие даже не имеют названий.

Высокая антропогенная нагрузка, оказываемая на малые водоемы городских ландшафтов, приводит к снижению их самоочищающей способности, ухудшению качества вод, постепенной общей деградации акваэкосистемы. При этом городские водоемы имеют не только ландшафтообразующее, рекреационное, эстетическое, но и экономическое значение, повышая стоимость объектов недвижимости. Согласно исследованиям Московского государственного университета природообустройства наличие в зоне пешеходной доступности от места проживания водоема составляет в стоимости недвижимости 10,5%, парка с водоемом – 12% [2].

Объект исследования – пруд Шенфлиз, расположенный на южной окраине г. Калининграда, можно отнести к средним. Пруд непроточный, имеет почти правильную треугольную форму (коэффициент извилистости береговой линии – 0,72). Согласно измерениям и расчетам



авторов его длина 450 м, максимальная ширина 290 м. Площадь водного зеркала составляет около 8,4 га, протяженность береговой линии 1,2 км (рис. 1).

Берега пруда преимущественно низкие, довольно пологие, покрыты густой растительностью; рельеф западного побережья – умеренно крутой. Прибрежные участки дна в основном покрыты слоем черного ила.

В летний сезон водоем используется как зона отдыха, песчаный пляж расположен на восточном берегу (ст. 1) и привлекает большое количество отдыхающих. Зимой в пруду проходят крещенские купания.

С запада водосбор пруда ограничен железнодорожным полотном, находящимся в непосредственной близости (60 м) от уреза воды, с востока – улицей с оживленным движением (минимальное расстояние 120 м). Также на восточном берегу находятся ресторан и пляж. К северу от водоема располагается территория торгово-производственного металлургического комплекса.

Несмотря на то, что в Шенфлизе официально разрешено купание, вода в нем часто сомнительного качества. Так, осенью были выявлены три несанкционированных выпуска в пруд Шенфлиз. Предположительно, это дренажно-ливневые воды, поступающие со стороны железнодорожных путей близлежащей станции [3].

В конце лета наблюдалось бурное цветение водорослей в водоеме. Также в августе в пруду было обнаружено маслянистое пятно, которое постепенно заполнило практически всю водную поверхность. Согласно исследованию, проведенному ФГБНУ «АтлантНИРО», в пробах воды обнаружено  $39,0 \text{ мг/дм}^3$  нефтепродуктов (превышает норму в 780 раз). Содержание фенолов превышено в 2 400 раз (обнаружено  $2,4 \text{ мг/дм}^3$ ) [4]. В начале сентября поверхность пруда была затянута угольной пылью.

На территории, прилегающей к пруду, были обнаружены необорудованные несанкционированные свалки мусора, размеры которых увеличивались с каждым месяцем. В августе 2018 г. рядом со ст. 3 были произведены порубочные работы, после которых осталось неубранным большое количество корней и сухой травы (сухостоя).

Оценка экологического состояния водоема выполнена на основе ежемесячного мониторинга ряда гидрохимических показателей (растворенный кислород, перманганатная окисляемость, биогенные вещества) на трех прибрежных станциях. Отбор проб воды осуществлялся в утренние часы, анализ проводился в гидрохимической лаборатории КГТУ.

Согласно проведенным исследованиям концентрации растворенного кислорода в пруду Шенфлиз в летние месяцы сохранялись достаточно высокими и изменялись в среднем по станциям от  $13,9$  до  $15,5 \text{ мг/дм}^3$ , что указывает на интенсивное развитие фитопланктона в хорошо прогретых водах (цветение водоема наблюдалось визуально). В сентябре его концентрация начала снижаться и в октябре упала ниже ПДК –  $3,1 \text{ мг/дм}^3$ . Однако относительное содержание кислорода даже на пике фотосинтеза в июле не достигало 90%, а к концу лета опустилось до 51% (в среднем по станциям в августе). Осенью в водах пруда сложились крайне неблагоприятные кислородные условия, даже в поверхностных слоях наблюдался острый дефицит кислорода – 30–31% (рис. 2). Такой дефицит кислорода чаще наблюдается в водных объектах с высокими концентрациями загрязняющих органических веществ и в эвтрофированных водоемах, содержащих большое количество биогенных и гумусовых веществ [5].

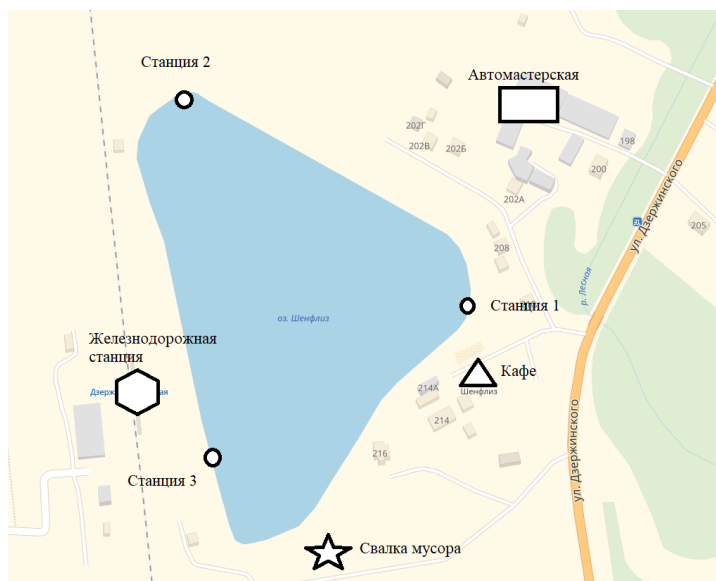


Рис. 1. Расположение станций мониторинга и основных объектов на пруду Шенфлиз

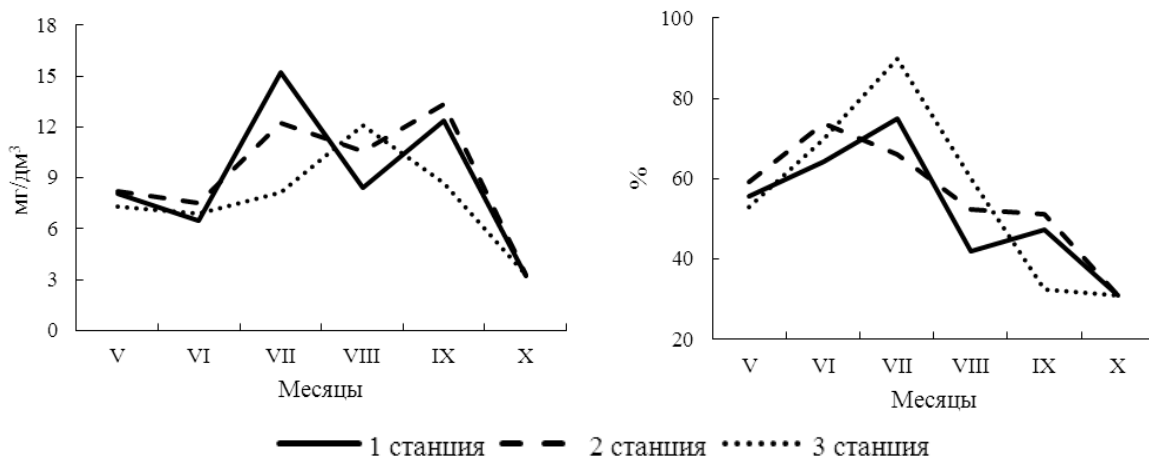


Рис. 2. Растворенный кислород, мг/дм<sup>3</sup> и %

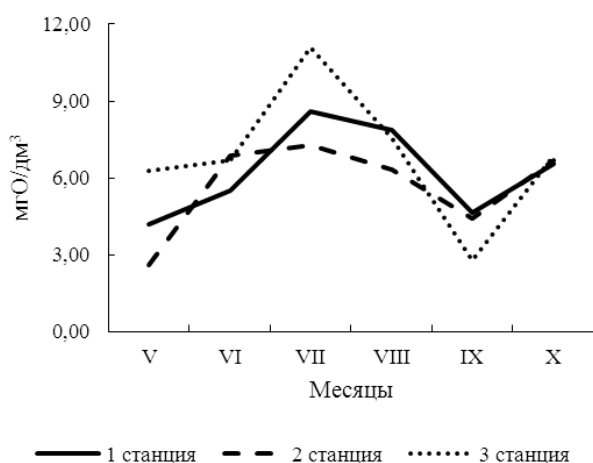


Рис. 3. Перманганатная окисляемость, мгО/дм<sup>3</sup>

По величине перманганатной окисляемости воды пруда Шенфлиз, по классификации О.А. Алекина [6], относится к категории «средних» (5–10 мгО/дм<sup>3</sup>), хотя в мае и сентябре ее значение опускается до малой (2,6–2,8 мгО/дм<sup>3</sup>). В основном динамика перманганатной окисляемости близка к правильной (рис. 3). Отдельные скачкообразные отклонения от нормального хода могут быть связаны с изменениями погодных условий, которые способны существенно изменять показатель перманганатной окисляемости в небольших водоемах [6].

Распределение некоторых биогенных веществ в отдельные месяцы может значительно варьировать на разных станциях. В целом соединений азота в водах Шенфли-

за растворено довольно много. Концентрации аммонийного азота, представляющего собой низшую фазу регенерации азота, почти постоянно довольно высокие, немного превышают рыбохозяйственную ПДК [7] (до 0,60 мгN/дм<sup>3</sup> на ст. 2 в мае и октябре) или близки к ней (рис. 4). Обычно это свидетельствует о наличии хозяйственно-бытовых стоков, стоков пищевой и животноводческой промышленности. Только в сентябре содержание аммоний-иона, как и величина перманганатной окисляемости, резко падает (до 0,10–0,18 мгN/дм<sup>3</sup>).

Содержание нитритов, являющихся промежуточной ступенью нитрификации, в природных водах обычно крайне мало (рис. 4). В водах пруда Шенфлиз их содержание также невелико и наибольших значений достигает максимума в летние месяцы, превышая допустимые величины в августе на ст. 2 – в 2,6 раза.

Месячный ход фосфатов представляет собой почти зеркальное отражение хода растворенного кислорода (рис. 5). В течение исследуемого периода 2018 г. наблюдались низкие концентрации минерального фосфора: с мая по сентябрь они колебались от менее чем 0,01 до 0,02 мгP/дм<sup>3</sup>, что, вероятно, говорит об интенсивности протекающего в воде фотосинтеза. Снижение его интенсивности в октябре сопровождалось резким ростом концентрации фосфора фосфатов до 0,06–0,07 мгP/дм<sup>3</sup>, что, тем не менее, существенно ниже ПДК для эвтрофных водоемов (0,2 мгP/дм<sup>3</sup>) [7].

Железо, как и другие биогенные элементы, в некоторой степени влияет на интенсивность развития фитопланктона в водоеме. Его концентрация в водах пруда повышена, что в целом характерно для водоемов Калининграда и объясняется особенностями геологического строения региона [8–10]. Содержание ионов железа закономерно снижается летом, достигает минимума в августе (0,05 мгFe/дм<sup>3</sup>) и после этого вновь увеличивается в осенние месяцы с ослаблением активности фотосинтезирующих организмов (рис. 6).

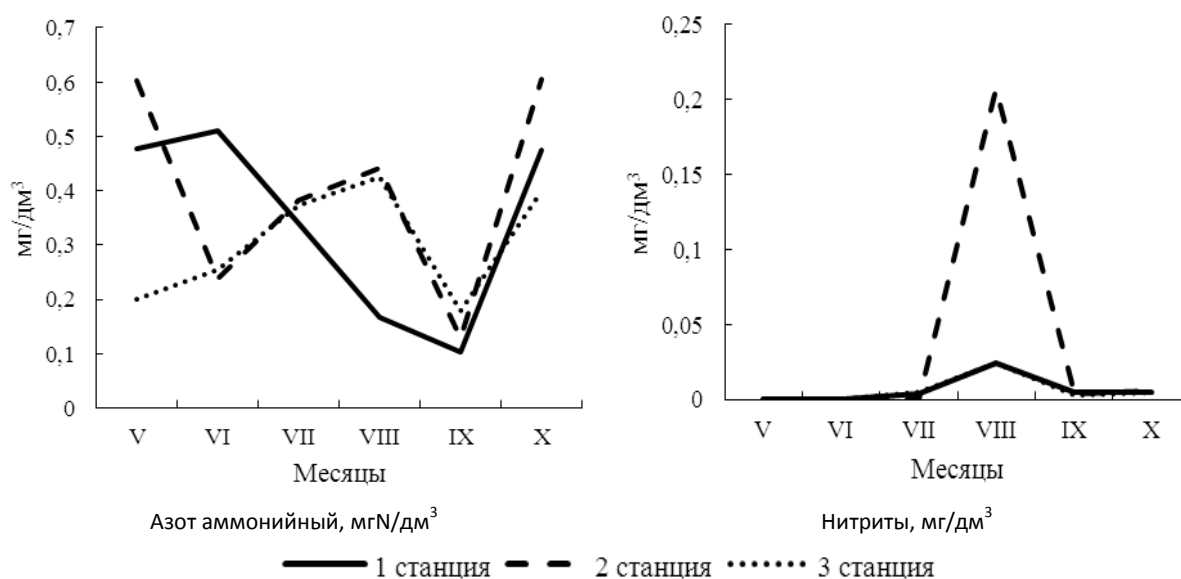


Рис. 4. Соединения азота, мг/дм<sup>3</sup>

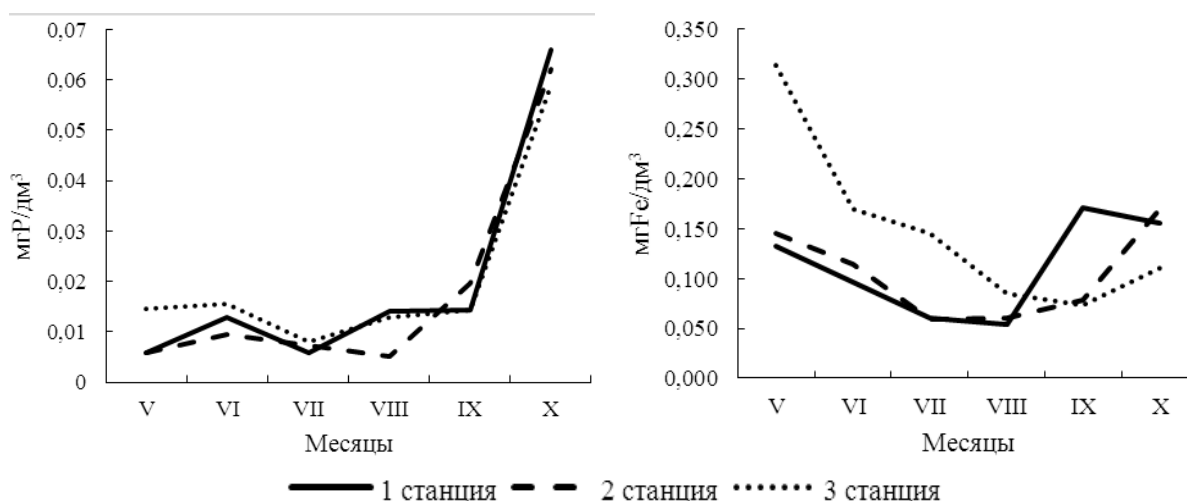


Рис. 5. Фосфор фосфатов, мгP/дм<sup>3</sup>

Рис. 6. Общее железо, мгFe/дм<sup>3</sup>

Таким образом, несмотря на существенную антропогенную нагрузку, выявленные несанкционированные сбросы в водоем и наблюдавшиеся случаи его загрязнения, качество вод в пруду Шенфлиз в теплые месяцы 2018 г. сохранялось достаточно высоким. Согласно ГОСТ 17.1.2.04-77 [11] воды пруда по большинству исследованных показателей оцениваются как олигосапробные, что соответствует категории «достаточно чистые воды». Одновременно чрезвычайно низкое насыщение кислородом позволяет говорить об усилении загрязненности водоема в конце периода вегетации. По этому показателю воды в Шенфлизе – загрязненные, (бета-мезосапробные).

Концентрации азота аммонийного высокие, на уровне предельно допустимых, иногда превышали ПДК. Выявлено нарушение правильных сезонных изменений содержания растворенного кислорода, перманганатной окисляемости, нитрит-ионов, что, видимо, происходит вследствие интенсификации антропогенной деятельности и растущего воздействия на водоем, в т. ч. его загрязнения. Повышенное содержание органических и биогенных веществ может ускорить процесс эвтрофирования пруда и привести к негативным изменениям его трофического статуса и санитарного состояния.

### Литература

1. Водоемы в Калининграде смогут отдать «под коммерцию» [Электронный ресурс]. – URL: <https://ruwest.ru/news/78950/> (дата обращения: 11.02.2019).

2. Курбатова А.С. Повышение эффективности использования городских территорий. Ландшафт как ресурс для капитализации объектов недвижимости [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gisa.ru/52489.html> (дата обращения: 11.02.2019).
3. На озере Шенфлиз выявлены три несанкционированных выпуска вблизи железнодорожных путей [Электронный ресурс]. – URL: <https://rugrad.eu/news/1078038/> (дата обращения: 11.02.2019).
4. Минприроды: Шенфлиз еще раз исследуют на наличие нефтепродуктов [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.newkaliningrad.ru/news/briefs/community/19908729-minprirody-shenfliz-eshche-raz-issleduyut-na-nalichie-nefteproduktov.html> (дата обращения: 11.02.2019).
5. Вартанов А.З., Рубан А.Д., Шкуратник В.Л. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг: Учебник. – М.: Горная книга, 2009. – 647 с.
6. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 443 с.
7. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 г. № 552 [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/71586774/paragraph/53:0> (дата обращения: 11.02.2019).
8. Бугранова О.С., Цупкиова Н.А., Костыря Ю.С. Оценка экологического состояния западной части пруда Форелевого (г. Калининград) в 2015–2016 гг. // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке (12–14 апреля 2017 г.): в 2 ч. / Отв. за вып. Н.Г. Клочкова. – Ч. II. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – С. 84–88.
9. Бугранова О.С., Цупкиова Н.А. Динамика сезонного развития фитопланктона пруда Нижнего (г. Калининград) в 2015 году и факторы, ее определяющие // Известия КГТУ. – Калининград. – 2016. – № 43. – С. 11–21.
10. Лозицкая Е.А., Цупкиова Н.А. Результаты гидрохимического мониторинга пруда Карповского летом 2018 г. (г. Калининград) // Актуальные вопросы рыболовства, рыбоводства (аквакультуры) и экологического мониторинга водных экосистем: Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства. Ростов-на-Дону (11–12 декабря 2018 г.) – Ростов н/Д.: Изд-во ФГБНУ «АзНИИРХ», 2018. – С. 326–329.
11. ГОСТ 17.1.2.04-77. Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов // Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000. – С. 51–62.

УДК 519.87:532.529

**А.А. Чермошенцева<sup>1</sup>, А.Н. Шулюпин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
allachermoshentseva@mail.ru;

<sup>2</sup> Институт горного дела ДВО РАН,  
Хабаровск, 680000  
ans714@mail.ru

## **ОПЫТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАРОВОДЯНЫХ ТЕЧЕНИЙ В ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ И НАЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ**

Отмечена особая важность разработки надежных методов расчета пароводяных течений. Представлена модель WELL-4z, предназначенная для расчета квазистационарных течений в пароводяных скважинах в области отдельной зоны питающего пласта. Отмечены основные проблемы транспортировки пароводяной смеси, выявленные при освоении месторождений парогидротерм. Рассмотрен отечественный опыт расчета трубопроводов пароводяной смеси, ориентированный на дисперсно-кольцевой режим течения.

**Ключевые слова:** месторождения парогидротерм, пароводяная смесь, скважина, трубопровод.

**A.A. Chermoshentseva<sup>1</sup>, A.N. Shulyupin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
allachermoshentseva@mail.ru;

<sup>2</sup> Institute of Mining, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,  
Khabarovsk, 680000  
ans714@mail.ru

## **EXPERIENCE OF MATHEMATICAL MODELING OF STEAM-WATER FLOWS IN GEOTHERMAL WELLS AND SURFACE PIPELINES**

The particular importance of developing reliable methods for calculating steam-water flows is noted. The WELL-4z model is presented. It is intended for calculation of quasi-stationary flows in steam-water wells in the area of a separate zone of the feeding reservoir. The main problems of transportation of the steam-water mixture, identified during the development of steam-hydrotherm deposits, are noted. The domestic experience of the calculation of pipelines of a steam-water mixture, focused on the dispersed-annular flow regime, is considered.

**Key words:** steam-hydrotherm fields, steam-water mixture, well, pipeline.

### **Введение**

Практически любая сфера человеческой деятельности осуществляется за счет потребления энергии. Ресурсная ограниченность традиционных видов топлива, а также поиск экологичных методов получения энергии, делает актуальным вопрос привлечения альтернативных источников энергии. К числу таких источников относятся геотермальные ресурсы. На протяжении многих лет наблюдается неуклонный рост вовлечения геотермальных ресурсов в мировую экономику. Более 80 стран используют геотермальные ресурсы как непосредственный источник энергии в системах отопления, тепловых насосах, бальнеологических бассейнах и т. д. [1]. Более 20 стран производят электроэнергию из геотермальных источников [2]. В России эксплуатируется пять геотермальных электростанций (ГеоЭС), три из которых расположены на Камчатке. Источником теплоносителя для всех отечественных ГеоЭС, как и большинства аналогичных объектов мира, являются месторождения парогидротерм, добычные скважины которых выводят на поверхность пароводяную смесь. Наличие теплоносителя в двухфазном состоянии определяет актуальность широкого круга проблем, относящихся к системе добычи и транспортировки теплоносителя.

При этом особую важность приобретает необходимость разработки надежных методов расчета пароводяных течений в добычных скважинах и наземных трубопроводах [3–5].

Сложность процессов динамики пароводяной смеси часто не позволяет получать простые решения возникающих задач. При этом существенную помощь способно оказать математическое моделирование соответствующих процессов [4]. Развитие современной науки невозможно без применения математического моделирования и вычислительного эксперимента, который в ряде случаев позволяет сократить число натурных экспериментов или даже заменить их. Хорошо построенная математическая модель, как правило, более доступна и удобна для исследования. Модель позволяет научиться правильно управлять объектом путем апробирования различных вариантов. Математическое моделирование пароводяных течений получило широкое распространение при освоении и эксплуатации геотермальных месторождений.

*Расчет течений в пароводяных скважинах.* Существующие на сегодняшний день подходы и методы разработки моделей для расчета течений в пароводяных скважинах рассмотрены в [4, 6]. Все они используют интегральный метод, где для описания течения берут усредненные параметры по сечению потока. Модели отличаются количеством и видом эмпирических зависимостей, используемых для замыкания систем уравнений.

В 1987 г. в рамках трехлетнего плана тематической партии Камчатского управления по использованию глубинного тепла Земли А.Н. Шулюпиным была разработана модель WELL, основанная на численном решении одномерных уравнений неразрывности, движения и энергии с возможностью расчета однофазного течения и различных режимов двухфазного течения с учетом скольжения фаз. Модель дала хорошее согласование расчетных результатов с экспериментальными данными [7]. Существенным неудобством программы была загрузка модели и данных с помощью перфокарт. Совершенствование и развитие вычислительной техники требовало модификации программы. Дальнейшее изучение и исследование динамики пароводяной смеси, а также применение различных подходов к описанию течений привело к созданию новых моделей на основе разработанной WELL.

В результате совместной работы А.Н. Шулюпиным и А.А. Чермошнцевой были созданы различные модификации модели WELL. Изменялось количество рассматриваемых режимов течения двухфазной смеси, вводились различные критерии их существования, учитывался двумерный теплообмен с окружающими породами [8], менялись уравнения состояния насыщенного пара и воды в связи с расширением диапазона термодинамических условий разрабатываемых месторождений, была сделана попытка применить структурный подход [9].

В ходе работ по обоснованию реконструкции скважины А-2 Мутновского месторождения (2011 г.) была разработана модель WELL-4 [6], а затем на ее основе комплекс моделей, позволяющий охватить весь спектр возможных задач, связанных с расчетом течений в скважинах при освоении месторождений парогидротерм. Учитывая современные тенденции в развитии технологий при освоении месторождений парогидротерм, в 2018 г. комплекс программ WELL-4 был расширен, авторами была разработана и реализована математическая модель WELL-4z для расчета квазистационарных течений в пароводяных скважинах в области отдельной зоны питающего пласта.

*Краткая характеристика семейства математических моделей WELL-4.* Базовая модель WELL-4 предназначена для расчета течения в вертикальной скважине выше питающего пласта. Предполагается квазистационарное течение, неизменность массового расхода по длине канала, возможность наличия и однофазного (водяного) течения, и двухфазного (пароводяного) с разделением на три режима: с малым паросодержанием, с большим и переходной режим, используются уравнения состояния для давления в пароводяном потоке до 100 бар [10], учитывается телескопическая конструкция скважины, а также возможность теплообмена с окружающими породами.

Термоводоносный комплекс отечественных месторождений парогидротерм состоит из пород, характеризующихся проницаемостью трещинно-жильного типа. По мере бурения скважина пересекает от 1 до 7 питающих зон толщиной от 1 до 300 м. В области питания ствол скважины состоит из труб, в стенке которых сделаны отверстия для поступления флюида из термоводоносного комплекса. В некоторых скважинах, пробуренных на стадии разведки месторождения и находящихся в эксплуатации, питание осуществляется через необсаженную трубами часть ствола.

Для изучения особенностей взаимодействия скважины с питающим пластом в 2014 г. была разработана модель WELL-4G [11], описывающая течение в вертикальной скважине на участке питания. Пласт считался состоящим из одной питающей зоны, в которой массовый расход линейно меняется от нуля на уровне нижней границы до максимального значения, соответствующего текущему значению на устье, что потребовало корректировки в уравнения неразрывности, движения и энергии, учитывающей изменение массового расхода в процессе течения.

Активное использование технологии наклонного бурения потребовало создания математической модели для наклонных скважин как в области питания (WELL-4GC), так и вне ее (WELL-4G). Наклонные скважины имеют три участка: верхний вертикальный, средний с набором угла наклона и нижний с постоянным углом наклона. Для расчетов в среднем и нижнем участке в гравитационных членах уравнений движения и энергии вместо модуля ускорения свободного падения было использовано его произведение на косинус угла отклонения оси скважины от вертикали.

Некоторые зарубежные модели, например HOLA [12] и Flo Well [13], допускают изменение расхода по стволу скважины по мере прохождения зон питания. При этом течение в самой зоне не моделируется (предполагается дискретное изменение расхода), что при наличии зон, толщиной 100 м и более, является существенным недостатком. Этот факт подтолкнул на разработку модели, лишенной недостатка указанных зарубежных аналогов, способной рассчитывать параметры течения в отдельной зоне питающего пласта. Актуальность разработки такой модели определяется также тем, что в зависимости от технологии возбуждения скважины могут реализовываться различные варианты сочетания активных зон питания [14]. Возможность расчета параметров потока внутри зоны позволит оптимизировать технологию возбуждения.

За основу новой модели WELL-4z целесообразно взять модель WELL-4GC, учитывающую изменение расхода с глубиной. При этом в данном случае следует предположить линейное изменение расхода по длине области питания от значения на входе до значения на выходе из зоны. Таким образом, в уравнение неразрывности системы основных уравнений (неразрывности, движения и энергии) вводятся соответствующие изменения:

$$dG = \frac{(G_2 - G_1)}{L} dz, \quad (1)$$

где  $G_1$  и  $G_2$  – массовые расходы смеси в скважине на уровне нижней и верхней границ зоны,

$L$  – длина трубопровода,

$z$  – направленная вверх координата вдоль оси трубы.

*Проблемы транспортировки пароводяной смеси.* В начале освоения месторождений парогидротерм широко использовалась раздельная схема транспортировки теплоносителя – сепарация осуществлялась вблизи устья скважин, пар по трубопроводам поставлялся на станцию, вода сливалась на рельеф. Ужесточение экологических требований и широкое внедрение возвратной закачки для поддержания пластового давления привели к необходимости совместной транспортировки пара и воды к общему месту использования. В этой связи в конце прошлого века начала активно внедряться схема двухфазной транспортировки. Интерес к двухфазной транспортировке сохраняется и в настоящее время [15–18]. Эксплуатация трубопроводов пароводяной смеси выявила две основные проблемы: неустойчивые режимы, характерные для низких скоростей транспортировки, и значительные гидравлические сопротивления, характерные для высоких скоростей транспортировки. В этой связи на стадии проектирования трубопроводов возникла проблема выбора оптимального диаметра, который, с одной стороны, обеспечил бы минимальные гидравлические потери и, с другой стороны, обеспечил бы устойчивый режим транспортировки. Также возникла методическая проблема – выполнить расчет трубопровода в части взаимосвязи перепада давления с расходом, учитывая при этом зависимость расхода скважин от устьевого давления. Сведений о конкретных путях решения указанных проблем в мировой практике крайне мало. Для расчета трубопроводов пароводяной смеси на отечественных месторождениях А.Н. Шулюпин и А.А. Чермошенцева разработали компьютерную программу MODEL [4]. Изначально, программа задумывалась как упрощенная версия более масштабного продукта, основанного на сложной модели дисперсно-кольцевого потока [9]. Но простота применения, а главное, достаточная точность, выявленная в ходе проведения экстренных расчетов, обусловленных проблемами, возникшими после пуска в эксплуатацию первых трубопроводов

Мутновской ГеоЭС, построенных без должного расчета, предопределили ее широкое использование. Программа предполагает расчет перепада давления по значению параметров в одной узловой точке и применима для коротких труб. Длинные трубы необходимо разбивать на короткие (до 200 м) расчетные участки. Параметры состояния определяются по уравнениям IFRWS-IF 97 [10]. Гидравлический расчет ориентирован на дисперсно-кольцевой режим течения. Для расчетного участка программа определяет соответствие паросодержания принципиальной возможности устойчивой транспортировки по условию:

$$x > \frac{1}{1 + 1,6\sqrt{\rho' / \rho''}}, \quad (2)$$

где  $x$  – массовое расходное паросодержание,  
 $\rho''$  и  $\rho'$  – плотности пара и воды.

Обеспечение беспульсационного режима работы трубопровода осуществляется за счет введения рекомендаций по выбору диаметра используемых труб:

$$D \leq 0,278 (G / \rho)^{0,4}, \quad (3)$$

где  $D$  – диаметр трубы,  
 $\rho$  – плотность смеси, определяемая по гомогенной модели,  
 $G$  – массовый расход смеси.

Общий перепад давления учитывает перепад давления на трение  $\Delta P_{тр}$  и суммарный перепад давления на местных сопротивлениях  $\Delta P_{\Sigma м}$ .

Перепад давления на трение рассчитывается по формуле, полученной как упрощенное обобщение результатов численной реализации модели дисперсно-кольцевого течения [9]:

$$\Delta P_{тр} = 0,02 \rho (v - v_b)^2 L / (2D); \quad (4)$$

где  $v$  – скорость смеси,

$v_b$  – скорость движения поверхности трения, равная критической скорости движения насыщенной воды.

Для расчета перепада давления на местных сопротивлениях  $\Delta P_{\Sigma м}$  использовалась формула:

$$\Delta P_{\Sigma м} = 1,4 \zeta \rho v^2 / 2; \quad (5)$$

где  $\zeta$  – суммарный коэффициент местного сопротивления, определяемый как для однофазного потока.

Обычно, в качестве неизменного параметра задается давление на входе в групповой стационарный сепаратор. Расходные параметры смеси зависят от устьевого давления. Практика показала, что найти решение с учетом влияния устьевого давления наиболее удобно графическим методом, когда на основании графика производительности скважины, отражающего зависимость расхода от устьевого давления, с помощью расчетов трубопровода строится график производительности системы скважина – трубопровод, отражающий зависимость расхода от давления на выходе из трубопровода [19]. Применяя программу MODEL, было рассчитано большинство действующих трубопроводов на Мутновском месторождении [19], обосновано множество проводимых модификаций трубопроводов, выполнен расчет двух трубопроводов на Паужетском месторождении. Во всех случаях прогнозные оценки по перепадам давления и расходам подтвердились.

В работе [16] представлены расчеты перепада давления на трение с экспериментальными данными, полученными на геотермальном месторождении Лахендонг, Индонезия для горизонтальных труб диаметром 10–22 дюйма (0,254–0,559 м). Расчеты выполнялись только с учетом перепада на трение. Отмечено, что в использованных экспериментальных данных основным является дисперсно-кольцевой режим течения, гомогенная модель дает один из наиболее близких результатов к экспериментам, особенно для труб большого диаметра. Заметим, что формула (4) также близка к классической гомогенной модели, введена лишь поправка на скорость движения поверхности трения. В формуле (4) коэффициент трения принят 0,02. В [16] нет четких рекомендаций по определению коэффициента трения, но указывается на его зависимость от шероховатости. То есть расчетный перепад давления для труб большого диаметра, по рекомендациям [16], снижается за счет коэффициента трения, а в формуле (4) за счет поправки на скорость движения



поверхности трения. Таким образом, можно утверждать, что рекомендации по расчетам, предложенные в MODEL, согласуются не только с отечественным опытом, но не противоречат представленным в [16] экспериментальным данным.

### Выводы

1. Развитие технологий при освоении месторождений парогидротерм указывает на необходимость разработки математической модели для расчета квазистационарных течений в пароводяных скважинах в области отдельной зоны питающего пласта. Указанная задача решена в рамках модели WELL-4z.

2. Весь спектр задач, связанных с расчетом квазистационарного течения в добычной пароводяной скважине при освоении месторождений парогидротерм, способны охватить две модели: WELL-4C – для расчета течения от устья до области питания, WELL-4z – в области отдельной зоны питающего пласта, и в отличие от зарубежных аналогов позволяет рассчитывать параметры течения внутри зоны.

3. Несмотря на активное освоение месторождений парогидротерм в мире, на сегодняшний день в мировых открытых источниках не имеется достаточной информации о методиках расчета систем двухфазной транспортировки теплоносителя. Фрагментарные сведения указывают на то, что существующие методики рассчитаны на высокие скорости потока, характерные для дисперсно-кольцевого режима и направлены, главным образом, на расчет перепада на трение.

4. Компьютерная программа MODEL имеет положительный опыт практического применения для расчета трубопроводов пароводяной смеси при освоении отечественных месторождений парогидротерм.

### Литература

1. *Lund J.W., Boyd T.L.* Direct utilization of geothermal energy 2015 worldwide review // *Geothermics*. – 2016. – Vol. 60. – P. 66–93. – doi:10.1016/j.geothermics.2015.11.004.
2. *Bertani R.* Geothermal power generation in the world 2010–2014 update report. // *Geothermics*. – 2016. – Vol. 60. – P. 31–43. – doi:10.1016/j.geothermics.2015.11.003.
3. *Доброхотов В.И., Поваров О.А.* Использование геотермальных ресурсов в энергетике России // *Теплоэнергетика*. – 2003. – № 1. – С. 2–11.
4. *Чермошеницева А.А., Шулюпин А.Н.* Математическое моделирование пароводяных течений в элементах оборудования геотермальных промыслов. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2011. – 144 с.
5. *Шулюпин А.Н., Чернев И.И.* Проблемы и перспективы освоения геотермальных ресурсов Камчатки // *Георесурсы*. – 2012. – № 1 (43). – С. 19–21.
6. *Шулюпин А.Н., Чермошеницева А.А.* О расчете пароводяного течения в геотермальной скважине // *Журнал технической физики*. – 2013. – Т. 83, № 8. – С. 14–19.
7. *Шулюпин А.Н.* Течение в геотермальной скважине: модель и эксперимент // *Вулканология и сейсмология*. – 1991. – № 4. – С. 25–31.
8. *Чермошеницева А.А.* Течение теплоносителя в геотермальной скважине // *Математическое моделирование*. – 2006. – Т. 18, № 4. – С. 61–76.
9. *Шулюпин А.Н., Чермошеницева А.А.* Модель дисперсно-кольцевого потока в геотермальной скважине. Динамика гетерогенных сред в геотехнологическом производстве. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КГАРФ, 1998. – С. 23–35.
10. *Александров А.А.* Система уравнений IFPWS-IF 97 для вычисления термодинамических свойств воды и водяного пара в промышленных расчетах. Основные уравнения // *Теплоэнергетика*. – 1998. – № 9, ч. 1. – С. 69–77.
11. *Шулюпин А.Н., Чермошеницева А.А.* Пароводяное течение в геотермальной скважине // *Теплофизика и аэромеханика*. – 2015. – Т. 22, № 4. – С. 493–499.
12. *Bjornsson G.* A multy-feedzone geothermal wellbore simulator. Report LBL-23546. Lawrence Berkeley Laboratory. – 1987. – 117 p.
13. *Gudmundsdottir H., Jonsson M.T.* The Wellbore simulator FloWell – model enhancement and verification // *Proceedings of the World Geothermal Congress, Melbourne, Australia*. – 2015. – № 22071. – 10 p.

14. Шулюпин А.Н. Устойчивость режима работы пароводяной скважины. – Хабаровск: ООО «Амурпринт», 2018. – 136 с.
15. Ghaderi I. Comprehensive comparison between transmission two-phase flow in one line and two line separately for 50 MWe power plant in Sabalan, Iran // Proceedings of the World Geothermal Congress. Bali, Indonesia. – 2010. – № 2501.
16. Rizaldy, Zarrouk S.J. Pressure drop in large diameter geothermal two-phase pipelines // Proceedings 38th New Zealand Geothermal Workshop. – New Zealand, 2016. – P. 1–5.
17. Thermal Efficiency of the Los Humeros Geothermal Field Fluid Transportation Network / A. Garcia-Gutierrez, J.I. Martinez-Estrella, R. Ovando-Castelar, A. Vazquez-Sandoval, C. Rosales-López // Proceedings World Geothermal Congress 2015 Melbourne, Australia, 19–25 April 2015, № 25007.
18. Cheik H.S., Ali H.A. Prefeasibility design of single flash in Asal geothermal power plant 2×25 MW, Djibouti // Proceedings World Geothermal Congress 2015 Melbourne, Australia, 19–25 April 2015, № 25030.
19. Шулюпин А.Н. Вопросы гидравлики пароводяной смеси при освоении геотермальных месторождений. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – 262 с.

УДК 553.3/4

**В.А. Швецов<sup>1</sup>, В.В. Пахомова<sup>2</sup>, О.А. Белавина<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003;

<sup>2</sup> Камчатская испытательная лаборатория  
АО «Северо-Восточное производственно-геологическое объединение»,  
Петропавловск-Камчатский, 683016  
e-mail: oni@kamchatgtu.ru

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КАПЕЛЕЙ В ПРОБИРНОМ АНАЛИЗЕ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД**

Предложен усовершенствованный способ контроля качества капелек в пробирном анализе золотосодержащих руд. Показано, что внедрение предлагаемого способа обеспечивает повышение экспрессности контроля в 3–4 раза, повышение производительности труда при выполнении контроля в 3–4 раза, снижение расхода пробирного свинца и дополнительной электроэнергии на проведение контроля качества капелек. Наиболее целесообразно использовать предлагаемый метод в геологоразведочных работах.

**Ключевые слова:** золотосодержащие руды, пробирный анализ, купелирование, контроль качества капелек.

**V.A. Shvetsov<sup>1</sup>, V.V. Pakhomova<sup>2</sup>, O.A. Belavina<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;

<sup>2</sup> Kamchatka testing laboratory of JSC "North-Eastern production and geological Association",  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683016  
e-mail: oni@kamchatgtu.ru

## **IMPROVEMENT OF DROPLETS QUALITY CONTROL METHOD IN GOLD ORE ASSAY**

An improved method of droplets quality control in gold ore assay is proposed. It is shown that the introduction of the proposed method increases the express control 3–4 times, the productivity in the performance of control 3–4 times and it reduces the consumption of lead assay and additional electricity for conducting droplets quality control. To use the proposed method in explorations is the most advisable way.

**Key words:** gold ores, assay, cupellation, droplets quality control.

### **Введение**

Разведка и разработка золоторудных месторождений – приоритетное направление развития экономики Камчатского края. При этом основным методом определения золота и серебра в рудах является пробирный анализ [1, 2]. Поэтому совершенствование пробирного анализа золотосодержащих руд является актуальной задачей [1, 2]. С целью решения этой проблемы авторы создали творческий коллектив, который постоянно работает над совершенствованием пробирного анализа [1–17, 19], а также занимается подготовкой соответствующих кадров [15] (в настоящее время 50% работников Камчатской испытательной лаборатории Акционерного общества «Северо-Восточное производственно-геологическое объединение» являются выпускниками Камчатского государственного технического университета). Это позволило в 2018 г. проанализировать более 20 тыс. проб минерального сырья на содержание в нем благородных металлов. Результаты межлабораторных сравнительных испытаний, выполненных в 2018 г., показали, что определение золота и серебра в рудах выполняется с высоким качеством. Для совершенствования метода пробирного анализа в 2018 г. авторы разработали и внедрили в производственную практику усовершенствованный способ контроля качества капелек.

Цель настоящей работы заключалась в разработке усовершенствованного способа контроля качества капелей в пробирном анализе золотосодержащих руд, позволяющего обеспечить повышение экспрессности контроля в 3–4 раза, повышение производительности труда при выполнении контроля в 3–4 раза, снижение расхода пробирного свинца и дополнительной электроэнергии на проведение контроля качества капелей.

### Материалы и методы

Исследования проводили с помощью метода купелирования свинцовых сплавов и метода контроля качества капелей, при этом использовали следующие материалы и оборудование: капели магnezитовые, электропечи для купелирования свинцовых сплавов СНОЛ-1,6.2,5 I/II-MIV4/2, весы аналитические ВЛТК-500 с точностью  $\pm 0,1$  г, весы ультрамикрoаналитические.

### Результаты эксперимента и обсуждение

Предлагаемый усовершенствованный способ контроля качества капелей в пробирном анализе обеспечивает повышение экспрессности контроля качества капелей и производительности труда, снижение расхода материалов и электроэнергии.

Известный способ контроля качества капелей [18] включает купелирование на трех испытуемых капелях по 100 мг серебра (Ag), 20 мг золота (Au) и 20 г пробирного свинца (Pb), расчет скорости купелирования Pb (должна быть 1 г Pb в мин), расчет количества Pb, поглощенного капелью (должно составлять 95–98%, остальное улетучивается в виде паров глета), расчет потерь благородных металлов при купелировании (для Au они не должны превышать 0,13–0,3%, а для Ag – 1–5%, в том числе потери Ag через улетучивание 5–10% и через впитывание в капель 90–95%). Недостатками известного способа являются большой расход химически чистых Au и Ag и отсутствие связи контролируемых параметров с метрологическими характеристиками пробирного анализа в явном виде.

Наиболее близким к предлагаемому способу является способ [19] контроля качества капелей в пробирном анализе, включающий купелирование партии навесок пробирного Pb, содержащих 0,05–0,15 мг Ag, измерение массы образовавшихся серебряных корольков, оценивание запаса точности результатов измерений, доли корольков Ag, поглощенных капелями и относительных потерь Ag. Недостатки данного способа: низкая экспрессность, обусловленная использованием большого количества контрольных свинцовых сплавов (44 шт.), большой расход пробирного Pb, низкая производительность труда, обусловленная тем, что контроль качества капелей не совмещен с другими аналитическими работами (определение Ag в глете, контроль результатов анализа).

Разработанный авторами усовершенствованный способ контроля качества капелей в пробирном анализе состоит из этапов:

- 1) купелирование сплавов Pb с Ag;
- 2) точное взвешивание образующихся при купелировании серебряных корольков;
- 3) оценка прецизионности результатов измерений, доли корольков, поглощенных капелью и относительных потерь Ag.

При этом в качестве оценки прецизионности результатов используется коэффициент вариации результатов измерений. Оценка поглощенной капелями доли серебряных корольков и прецизионность результатов измерения их массы выполняется после купелирования сплавов Pb с Ag, которые образуются в процессе плавки холостых проб. Оценка относительных потерь Ag производится после выполнения операции квартования золотосеребряных корольков, которые образуются при первом единичном определении Au и Ag в рабочих пробах рядовой партии по формуле:

$$\Pi_{Ag1} = \frac{(M_{к1}^* - M_{к1} - M_{Ag1}) \times 100\%}{M_{к1} - M_{Au1} + M_{Ag1}}; \quad (1)$$

где  $M_{к1}^*$ ,  $M_{к1}$  – масса королька, образовавшегося в ходе операции, соответственно, квартования и купелирования, мг;

$M_{Ag1}$  – масса Ag, добавляемого при квартовании золотосеребряного королька, мг;

$M_{Au1}$  – масса золотой корточка, выделенной из золотосеребряного королька при первом единичном определении Au и Ag в пробе.

Способ осуществляется следующим образом. Согласно инструкции № 505-Х (Министерство природных ресурсов и экологии РФ, 2010 г.) на содержание Au и Ag пробирным методом проверяются 4–6 навесок глета (холостые пробы) для каждой поступившей партии глета. Эти содержания металлов учитываются при обработке результатов анализа. Для контроля качества капелей используют результаты измерения массы серебряных корольков, которые образуются в ходе анализа холостых проб. Оценку доли корольков, поглощенных капелями, и прецизионность результатов измерений их массы выполняют с помощью коэффициента вариации результатов измерений. Качество капелей считается удовлетворительным в случае отсутствия корольков, поглощенных капелью, и значении коэффициента вариации ниже 30%. Аналогичный контроль выполняется при анализе партий контрольных проб, холостая проба добавляется в их состав согласно инструкции № 505-Х. После выполнения операции «квартование» производится оценка относительных потерь Ag при выполнении первого единичного определения Au и Ag в рабочих пробах рядовой партии по формуле (1). Качество капелей считается удовлетворительным при выполнении условия:  $\Pi_{Ag1} < 2\%$ .

Применение усовершенствованного способа происходит следующим образом.

*Первый пример* применения предлагаемого способа. В каждой вновь поступившей партии глета, согласно методике № 505-Х, определяли содержание Ag. При этом отбирали 6 навесок глета массой 40 г каждая (это минимальное количество глета в составе шихт для плавки руд). Навески глета смешивали с шихтой следующего состава (г) : натрий углекислый (сода), технический – 60, натрий тетраборнокислый (бура) – 15, мука (пшеничная) – 2. Затем смеси подвергали тигельной плавке, образовавшиеся в процессе плавки сплавы Pb и Ag подвергали купелированию. Образовавшиеся в процессе купелирования серебряные корольки снимали с капелей, выполняли ковку корольков и взвешивание. Далее рассчитывали среднее значение, стандартное отклонение результатов измерения массы корольков и значение коэффициента вариации. Если случаев поглощения корольков не было, делали соответствующую отметку. Результаты расчетов и измерений приведены в табл. 1. Качество капелей можно считать удовлетворительным, т. к. значение коэффициента вариации измерений соответствует III категории точности измерений.

Таблица 1

Оценка результатов измерений массы серебряных корольков (первый пример)

№ холостой пробы	Масса веркбля, г	Масса Ag в холостой пробе, $m_i$ , мг	$m_i - m_{cp}$	$(m_i - m_{cp})^2$
1	27,5	0,166	0,002	0,000004
2	25,0	0,160	-0,004	0,000016
3	27,5	0,165	0,001	0,000001
4	25,0	0,170	0,006	0,000036
5	26,5	0,167	0,003	0,000009
6	25,5	0,157	-0,007	0,000049
Среднее значение $m_{cp}$ , мг		0,164		$\Sigma 0,000115$
Дисперсия $S^2$		0,000023		
Стандартное отклонение $S$		0,0048		
Коэффициент вариации $V = S / m_{cp} \times 100\%$		2,9		

*Второй пример* применения предлагаемого способа. Согласно требованиям методики № 505-Х определяли содержание Ag в холостых пробах, которые были включены в 8 партий контрольных проб. Ag в холостых пробах определяли согласно первому примеру, при этом каждая холостая проба содержала 80 г глета. Отметим, что случаев поглощения корольков нет. Рассчитали коэффициент вариации результатов измерений массы серебряных корольков. Качество капелей можно считать удовлетворительным т. к. коэффициент вариации менее 30%. Результаты расчетов и измерений приведены в табл. 2.

*Третий пример* применения предлагаемого способа. Анализировали пробирным методом партию рабочих проб (120 проб) кварцевой золотосодержащей руды. Соотношения Au и Ag в некоторых пробах необходимо корректировать, поэтому в этих пробах при первом определении благородных металлов проводили квартование золотосеребряных корольков, а затем определяли в корольке массу Au и Ag. При квартовании рассчитывали потери Ag по формуле (1). Отметим отсутствие случаев поглощения корольков. Результаты расчетов потерь Ag приведены в табл. 3. Качество капелей можно считать удовлетворительным, т. к. величина потерь Ag, выраженная в относительных единицах  $\Pi_{Ag1}$ , не превышает 2% [18].

Таблица 2

Оценка результатов измерений массы серебряных королек (второй пример)

№ холостой пробы	Масса веркбля, г	Масса Ag в холостой пробе, $m_i$ , мг	$m_i - m_{cp}$	$(m_i - m_{cp})^2$
1	25,0	0,334	0,005	0,000025
2	27,0	0,326	-0,003	0,000009
3	26,5	0,347	0,018	0,000324
4	26,0	0,332	0,003	0,000009
5	28,0	0,325	-0,004	0,000016
6	27,5	0,326	-0,003	0,000009
7	27,0	0,315	-0,014	0,000196
8	26,5	0,327	-0,002	0,000004
Среднее значение $m_{cp}$ , мг		0,329		$\Sigma 0,000592$
Дисперсия $S^2$		0,000085		
Стандартное отклонение $S$		0,0092		
Коэффициент вариации $V = S / m_{cp} \times 100\%$		2,8		

Таблица 3

Оценка потерь серебра в процессе операции квартования золотосеребряных королек (третий пример)

№ пробы	$M_{kl}^*$ , мг	$M_{kl}$ , мг	$M_{Ag}$ , мг	$M_{Auj}$ , мг	$\Delta Ag$ , мг	$\Pi_{iAg}$ , %
1	17,10	5,82	11,36	2,13	-0,08	-0,53
2	17,81	5,86	12,11	2,23	-0,16	-1,03
3	17,48	5,97	11,70	2,15	-0,19	-1,24
4	15,70	5,54	10,18	1,94	-0,02	-0,15
5	17,27	5,72	11,60	2,02	-0,05	-0,33
6	17,65	5,82	11,86	2,09	-0,06	-0,39
7	27,64	10,26	17,59	4,04	-0,21	-0,89
8	30,71	9,80	21,08	3,91	-0,17	-0,63

### Заключение

Предлагаемый усовершенствованный способ контроля качества капелей в пробирном анализе, по сравнению с применяемыми в настоящее время способами, позволяет получить следующие преимущества: повышение экспрессности контроля в 3–4 раза; повышение производительности труда при выполнении контроля в 3–4 раза; снижение расхода пробирного свинца и дополнительной электроэнергии на проведение контроля качества капелей. Наиболее целесообразно использовать предлагаемый метод в геологоразведочных работах.

### Литература

1. Швецов В.А. Химическое опробование золоторудных месторождений. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 220 с.
2. Совершенствование аналитической схемы определения золота и серебра при опробовании золоторудных месторождений / В.В. Пахомова, В.А. Швецов, В.А. Пахомов, О.А. Белавина. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – 91 с.
3. Швецов В.А., Белавина О.А. К вопросу о контроле качества результатов анализа золото-содержащих руд // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2010. – Вып. 11. – С. 49–54.
4. К вопросу о методике операции окислительного обжига сульфидных золотосодержащих руд в пробирном анализе / О.А. Белавина, В.А. Швецов, Н.В. Адельшина, Д.В. Шунькин, В.В. Пахомова // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – Вып. 15. – С. 12–14.
5. К вопросу о перемешивании лабораторных проб золотосодержащих руд первой группы способом перекачивания / О.А. Белавина, В.А. Швецов, В.В. Пахомова, Д.В. Шунькин // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – Вып. 17. – С. 16–21.
6. Разработка новых методик контроля качества операции перемешивания тонкоизмельченных проб минерального сырья / О.А. Белавина, В.А. Швецов, В.В. Пахомова, Д.В. Шунькин //

Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – Вып. 18. – С. 19–23.

7. О прогнозировании величины систематической погрешности результатов пробирного анализа / *В.В. Пахомова, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, Н.В. Адельшина* // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2012. – Вып. 19. – С. 29–31.

8. Исследование процесса сушки лабораторных проб кварцевых золотосодержащих руд в микроволновой печи / *О.А. Белавина, В.А. Швецов, Д.В. Шунькин, Н.В. Адельшина, П.А. Белозеров* // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2013. – Вып. 23. – С. 9–13.

9. Исследование влияния степени измельчения аналитических проб золотосодержащих руд на результаты определения золота атомно-эмиссионным методом / *В.В. Пахомова, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Н.В. Адельшина* // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2013. – Вып. 23. – С. 37–40.

10. Разработка инновационной технологии подготовки проб золотосодержащего минерального сырья к анализу / *О.А. Белавина, В.А. Швецов, Д.В. Шунькин, Н.В. Адельшина, П.А. Белозеров, В.А. Пахомов* // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2013. – Вып. 24. – С. 5–10.

11. Исследование зависимости продолжительности операции сушки геологических проб кварцевых золотосодержащих руд от толщины слоя материала пробы / *О.А. Белавина, В.А. Швецов, Н.В. Адельшина, В.В. Пахомова, В.А. Пахомов, Д.В. Шунькин* // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 35. – С. 6–10.

12. Исследование операции перемешивания групповых проб золотосодержащих руд способом просеивания / *О.А. Белавина, В.А. Швецов* // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 36. – С. 6–11.

13. Обоснование выбора материала кювет для сушки проб золотосодержащих руд с помощью СВЧ-излучения / *О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, В.А. Швецов* // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 37. – С. 6–9.

14. Зависимость результатов пробирного анализа кварцевых золотосодержащих руд от содержания восстановителя в шихте / *Д.В. Шунькин, В.А. Швецов, О.А. Белавина, В.В. Пахомова* // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2017. – Вып. 39. – С. 32–36.

15. Разработка методических приемов для контроля качества капелей и определения квалификации операторов массового пробирного анализа / *Д.В. Шунькин, В.А. Швецов, О.А. Белавина, В.В. Пахомова* // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2017. – Вып. 41. – С. 26–32.

16. К вопросу об использовании результатов научных исследований в лабораториях Министерства природных ресурсов РФ / *Д.В. Шунькин, В.А. Швецов, В.В. Пахомова, О.А. Белавина* // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2017. – Вып. 42. – С. 29–38.

17. Обоснование необходимости совместного использования методов варьирования массы навески и состава шихты в рутинном пробирном анализе / *В.А. Швецов, В.П. Чичева, О.А. Белавина* // Вестник КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2018. – № 45. – С. 12–17.

18. *Барышников И.Ф.* Прообоотбирание и анализ благородных металлов. – М.: Металлургия, 1978. – 432 с.

19. Авторское свидетельство на изобретение № 1745723 / *Швецов В.А.* // Бюллетень изобретений. – 1992. – № 25.

УДК 546.6:582.272.7

**В.В. Яниславский, А.В. Климова, Н.Г. Клочкова**

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

**ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ СВИНЦА И КАДМИЯ НА МОРФОГЕНЕЗ  
ПРОРОСТКОВ *FUCUS DISTICHUS* SUBSP. *EVANESCENS*  
НА СТАДИИ ФОРМИРОВАНИЯ КЛАДОМНОГО ТАЛЛОМА**

С целью определения токсического воздействия свинца и кадмия на раннее развитие *Fucus distichus* subsp. *evanescens* проводили изучение его роста и развития в лабораторных условиях. Маточные растения для получения проростков были собраны в Авачинской губе. В культуры вида, выращиваемого в обработанной морской воде и искусственной среде IMR, добавляли соли указанных металлов в концентрации 10, 20, 40 и 60 ppm. Контрольные образцы содержали в тех же средах без добавления тяжелых металлов. Наблюдения за развитием фукуса от момента оплодотворения яйцеклеток до формирования многоклеточных кладомных талломов 0,80 мкм длины вели 40 дней. Проведенные исследования показали, что при воздействии на проростки фукуса солей кадмия и свинца в концентрации 10, 20 ppm скорость их линейного роста повышается, при увеличении концентрации она резко уменьшается. Ионы обоих металлов вызывали значительные изменения морфологии проростков. На основании этого сделан вывод о том, что даже малые дозы свинца и кадмия оказывают негативное влияние на раннее развитие фукуса.

**Ключевые слова:** *Fucus distichus* subsp. *evanescens*, свинец, кадмий, токсическое воздействие, морфогенез, лабораторное культивирование, аномалии развития.

**V.V. Yanislavsky, A.V. Klimova, N.G. Klochkova**

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

**THE INFLUENCE OF LEAD AND CADMIUM SALTS ON MORPHOGENESIS  
OF *FUCUS DISTICHUS* SUBSP. *EVANESCENCE* SEEDLINGS  
AT THE STAGE OF THALLUS FORMATION**

To determine the toxic effects of lead and cadmium on the early development of *Fucus distichus* subsp. *evanescens* the study of its growth and development under laboratory conditions was conducted. Uterine plants for seedlings were collected in the Avacha Bay. The salts of the above metals in a concentration of 10, 20, 40 and 60 ppm were added in the culture of the species, planted in treated sea water and artificial medium IMR. The control samples were contained in the same mediums without adding heavy metals. The development of fucus from the moment of eggs fertilization till the multicellular thallus formation of 0,80 µm length was monitored during 40 days. The conducted studies showed that when the fucus seedlings are influenced by cadmium and lead salts in the concentration of 10, 20 ppm the rate of their linear growth increases. But it decreases sharply when concentration is increased. Ions of both metals caused significant changes in the morphology of seedlings. Based on this fact, it is concluded that even small doses of lead and cadmium have a negative impact on the early development of fucus.

**Key words:** *Fucus distichus* subsp. *evanescens*, lead, cadmium, toxic effect, morphogenesis, laboratory cultivation, anomaly of development.

*Fucus distichus* subsp. *evanescens* – обычный представитель литоральной флоры холодных и умеренных вод Северного полушария. Он формирует большую биомассу и является структурным каркасом растительных сообществ среднего и нижнего горизонтов литорали. В местах его массового произрастания обычно наблюдается высокое биологическое разнообразие бентосных



сообществ [1]. Фукус характеризуется значительной устойчивостью к изменению абиотических факторов и способен переносить высокий уровень загрязнения, в том числе и техногенного [2–4].

Авачинская губа в настоящее время характеризуется высоким уровнем антропогенного загрязнения. Среди поллютантов здесь присутствуют и разные тяжелые металлы. Они поступают сюда с селитебильными и канализационными бытовыми, и производственными стоками. Особенно велика их концентрация в местах расположения у побережья акватории промышленных предприятий, пирсов и причалов [5, 6]. В Авачинской губе некогда практически повсеместно был развит широкий пояс фукусов [7]. В настоящее время он значительно сократился, а местами, особенно в районах сильного металлического загрязнения, вовсе исчез.

Исследования, проведенные на Белом море О.В. Степаньяном [8], показали, что произрастающий там *F. vesiculosus* наименее устойчив к воздействию загрязнителей на самых ранних стадиях своего жизненного цикла, в частности, на стадии прорастающей зиготы. Его взрослые растения менее восприимчивы к воздействию токсикантов и способны развиваться в очень широком диапазоне концентраций загрязнителей. *F. distichus* в этом отношении еще до сих пор не изучен. Вполне возможно, что причиной его исчезновения из макрофитобентоса загрязненных районов Авачинской губы является токсическое воздействие тяжелых металлов. Чтобы более определенно ответить на этом вопрос, нами было начато изучение их влияния на протекание ранних стадий развития вида. Среди множества тяжелых металлов были выбраны два, наиболее активно поступающих в данную акваторию, – кадмий и свинец.

Фертильные образцы *F. distichus* subsp. *evanescens* и вода для содержания его зигот и проростков в лабораторных культурах были собраны в литоральной зоне бух. Сероглазка 16.10.2018 г. Место сбора материнских растений и собранные для эксперимента слоевища фукуса показаны ниже на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид материнских растений *Fucus distichus* subsp. *evanescens* (1) и место их сбора в Авачинской губе (2)  
● – место сбора материала

Для получения оплодотворенных яйцеклеток от материнских растений отделяли зрелые рецептакулы, промывали их дистиллированной водой и помещали на 5 мин в однопроцентный раствор йода. Затем для удаления йода их вновь промывали отфильтрованной и проавтоклавированной морской водой и помещали в культуральную среду для выхода половых продуктов. Данный метод получения зигот был разработан японскими альгологами [9–10]. Для изучения камчатских представителей рода фукус впервые он был использован А.В. Климовой [11]. Известно, что образование зигот у этого вида при смешивании зрелых яйцеклеток и антерозоидов происходит в течение  $30 \pm 15$  мин [9].

Для изучения воздействия на проростки фукуса разных концентраций тяжелых металлов использовали, как было сказано выше, соли свинца и кадмия. На данном этапе эксперимента стояла задача определения минимальных концентраций указанных металлов, вызывающих заметный отклик на морфофизиологическом уровне. В связи с этим концентрации растворов этих металлов в подготовленных нами средах для культивирования зигот фукуса были небольшими: 10, 20, 40 и 60 ppm. После получения оплодотворенных половых клеток рецептакулы фукуса удаляли, а получившуюся суспензию зигот разливали по чашкам Петри с культуральной средой, содержащей разные соли тяжелых металлов в разной концентрации. Для проведения исследований, таким образом, были подготовлены 4 серии образцов: с IMR (1 серия) и предварительно обработанной морской водой (2 серия) для изучения воздействия свинца; с IMR (3 серия) и предварительно обработанной морской водой (4 серия) для изучения воздействия кадмия. Каждая серия включала 5 чашек Петри: одну контрольную, без добавления ионов металлов, и четыре с их разными указанными выше концентрациями.

Регулярные наблюдения за ростом и развитием фукуса проводили при помощи стереомикроскопа Olympus CZ40, фотодокументирование и измерение линейных размеров проростков осуществляли с помощью цифровой фотокамеры с программным обеспечением Infinity Analyze ver. 6.5 (Lumenera, Canada). Длину проростков определяли путем их измерения от кончика ризоида до конца вершины проростка. Длину гиалиновых нитей, развивающихся в верхней части слоевища, не учитывали. Измеряемая выборка для контрольных и остальных образцов одной серии составляла не менее 30 шт. Статистическая обработка количественных данных была проведена в программе Microsoft Excel 2007. Описанные выше эксперименты продолжали в течение 40 дней при температуре 4°C и световом режиме (день: ночь) 8:16 часов.

Прорастание оплодотворенных зигот фукуса начиналось с их деления и формирования кладомной, т. е. многоклеточной части проростка. Вначале их размеры и форма были достаточно однородными. После третьего или четвертого клеточного деления в нижней части проростка начинали формироваться ризоидальные выросты. В дальнейшем их ризоидальная система в условиях нормального содержания представляла собой многоклеточную однорядную, достаточно длинные нити, у небольшого числа проростков (не более 10%) развивались дополнительные ризоиды. В верхней части проростка у растений контрольной группы практически всегда формировались нитевидные отростки, так называемые гиалиновые нити, выполняющие функцию органотрофного питания.

Проведенные наблюдения показали, что воздействие на проростки фукуса разных металлов имеет достаточно однообразный отклик на морфофизиологическом уровне. Что касается влияния на развитие растений разных доз токсикантов, то оно по мере возрастания концентраций металлов становилось все более очевидным и выражалось, прежде всего, в изменении формы и размеров кладомных частей слоевища. Значительным изменениям также было подвержено строение ризоидальной системы и гиалиновых волосков (рис. 2).

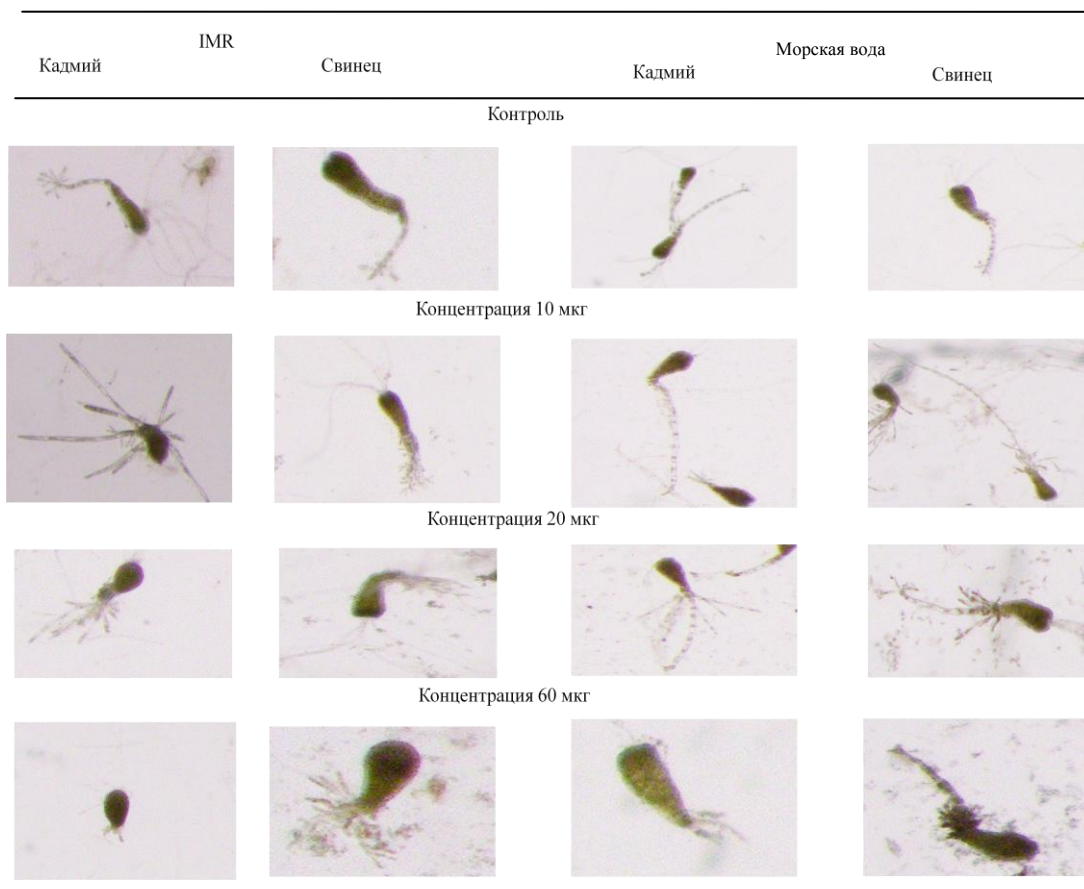


Рис. 2. Наиболее распространенные аномалии морфологического развития проростков *F. distichus subsp. evanescens*, после 35–40 дней содержания в разных культуральных средах при разных концентрациях ионов кадмия и свинца

Из представленного выше рис. 2. видно, что ризоидальные нити у проростков под влиянием металлов могут быть собраны в пучки, у них могут развиваться короткие или длинные, одиночные или множественные боковые ответвления. При этом определенные закономерности в появлении аномалий развития, связанные с уровнем концентрации металлов, не выявлены. Гиалиновые волоски у растений разных опытных серий в редких случаях присутствуют и могут достигать большой длины. Обычно же они слабо развиты или вовсе отсутствуют. Последнее может свидетельствовать об ингибции у проростков функции органотрофного питания.

Об изменении длины проростков по мере их развития в IMR среде и простерилизованной морской воде с разной концентрацией токсикантов можно судить по данным рис. 3–4.

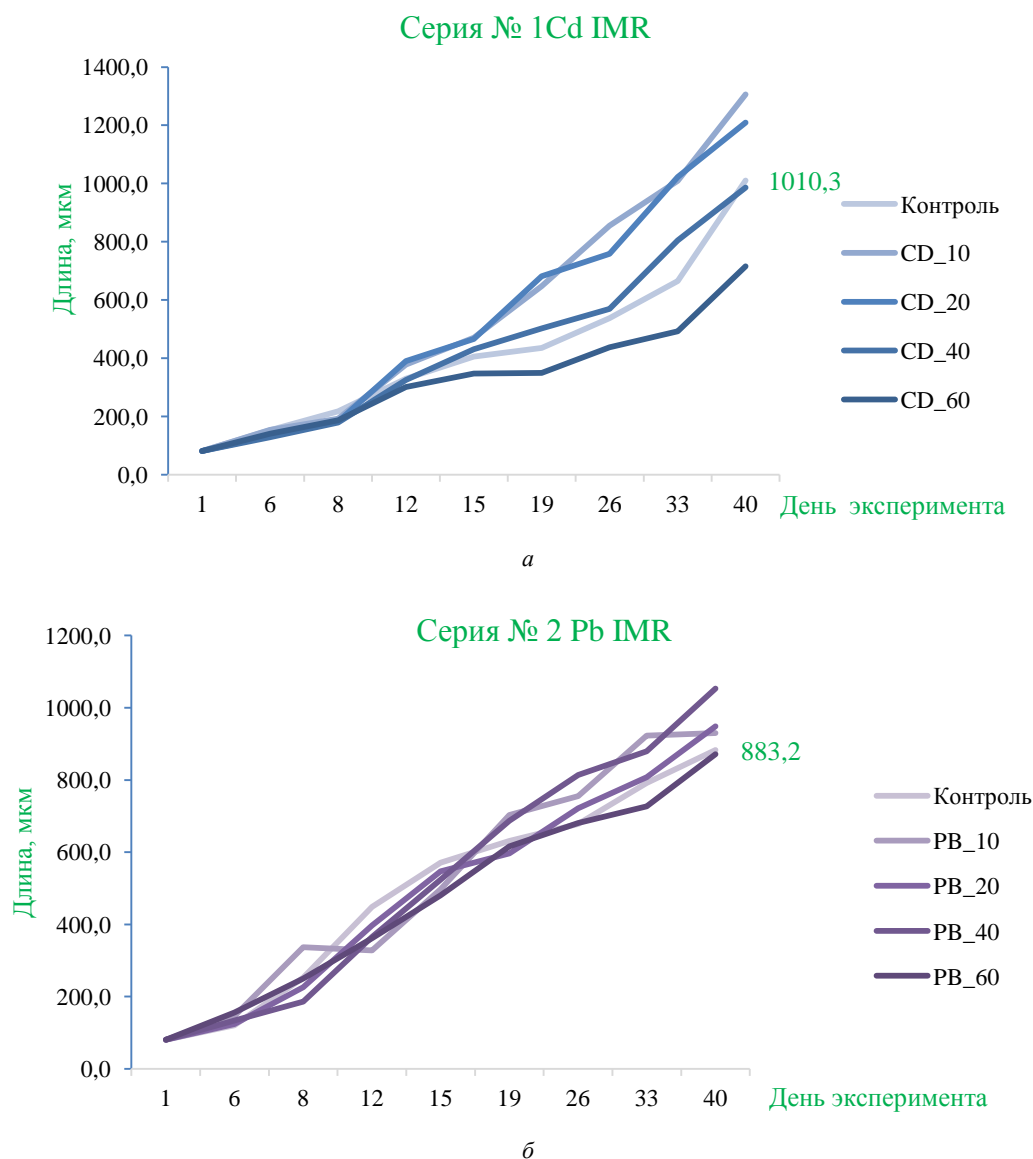
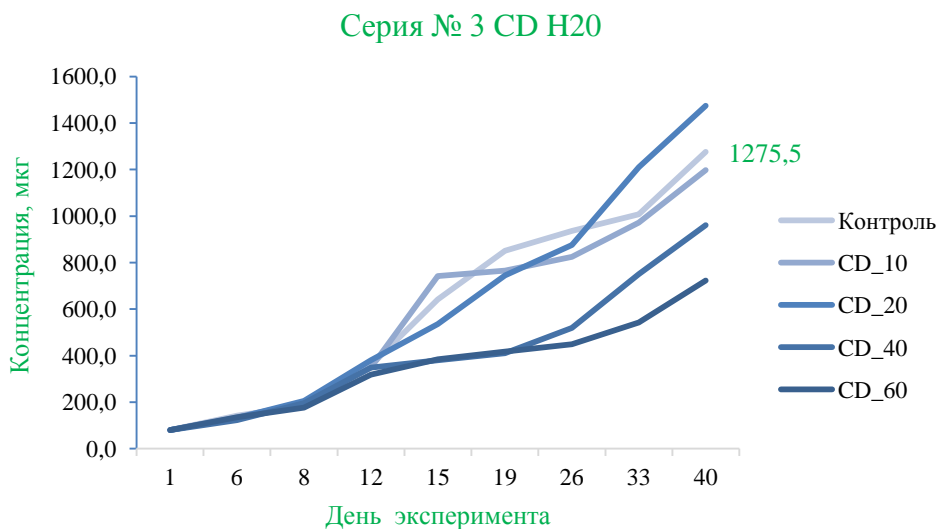


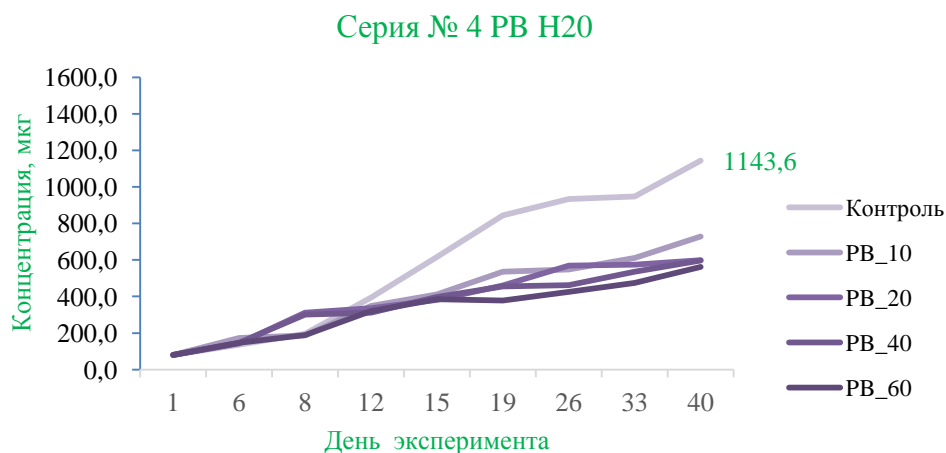
Рис. 3. Изменение линейных размеров проростков *F. distichus subsp. evanescens*, культивировавшихся в среде IMR с разным содержанием кадмия (а) и свинца (б)

Рис. 3 свидетельствует о заметных различиях в скорости роста у растений, развивавшихся при разных концентрациях свинца и кадмия. Эти особенности особенно хорошо выражены после 8–12 дней эксперимента для проростков, содержащихся при концентрациях 10–20 ppm. В серии А наблюдается значительный разброс в скорости относительно контрольной группы. При концентрации кадмия в 60 ppm происходит отчетливо выраженное замедление роста проростков фукуса. Наиболее значительная стимуляция наблюдалась при концентрациях 10 (максимальная) и 20 ppm, чуть менее выраженная при 40 ppm.

Развитие проростков в морской воде происходило аналогично таковому в культуральной среде IMR. Это видно из данных, представленных на рис. 4. Они свидетельствуют о том, что свинец и кадмий действует на проростки фукуса сходным образом. При этом различия их размерных характеристик под воздействием разных концентраций свинца выражены не столь очевидно, как под воздействием кадмия.



а



б

Рис. 4. Изменение линейных размеров проростков *F. distichus subsp. evanescens*, культивировавшихся в морской воде с разным содержанием кадмия (а) и свинца (б)

На 12-й день эксперимента в серии 3, как и в серии 1, наблюдался значительный разброс в скорости роста относительно контрольной группы. Видно, что максимум линейного роста наблюдается при концентрации кадмия 20 ppm. Изначально большая скорость роста наблюдалась при концентрациях 40 и 20 ppm, однако на 12-й день эксперимента наблюдается ингибция линейного роста всех групп, кроме контрольной. Отметим также, что в морской воде скорость роста представителей контрольной группы выше, чем в среде IMR, которая, судя по всему, не повторяет все специфические особенности природной морской воды.

Стимуляцию линейного роста проростков фукуса малыми концентрациями солей тяжелых металлов пока объяснить трудно, не исключено, что это связано с тем, что маточные образцы фукуса были взяты в месте, характеризующемся сильным хроническим металлическим загрязнением. Здесь, можно полагать, уже давно сформировалась микропопуляция фукуса, устойчивая к токсическому воздействию тяжелых металлов.

Говоря о разном действии металлов, более выраженном у кадмия, чем у свинца, следует отметить, что некоторые исследователи, в частности Г.Н. Саенко, считала, что свинец может накапливаться в значительном количестве без явного вреда для водных организмов. Возможно, это связано с их способностью связывать малорастворимый сульфид свинца. В целом же отметим, что даже небольшое постоянное загрязнение среды произрастания проростков фукуса ионами тяжелых металлов угнетает их развитие и вызывает появление отчетливо выраженных аномалий развития.

### Литература

1. Кусакин О.Г. Пояс жизни: рассказ о шельфе Охотского моря. – Хабаровск: Кн. Изд-во, 1989. – 208 с.
2. Малиновская Т.М. Оценка химико-экологического состояния прибрежных вод Курильских островов по содержанию металлов в бурой водоросли *Fucus evanescens*: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 1996. – 27 с.
3. Малиновская Т.М., Христофорова Н.К. Мониторинг прибрежных вод бухты Крабовая (остров Шикотан) с использованием бурой водоросли *Fucus evanescens*) // Биология моря. – 1997. – Т. 23, № 4. – С. 239–246.
4. Христофорова Н.К., Малиновская Т.М. Содержание металлов в фукусах бухты Кратерной (Курильские острова) в связи с условиями существования // Биология моря. – 1995. – Т. 21, № 1. – С. 77–82.
5. Федорченко В.П., Макаров Е.О., Клочкова Н.Г. О возможности использования *Saccharina bongardiana* (Phaeophyta, Laminariales) в качестве индикатора металлического загрязнения морских прибрежных вод Камчатки // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2011. – Вып. 17. – С. 101–106.
6. Воздействие антропогенного загрязнения на состояние макробентоса в бухте Раковая (Авачинская губа, юго-восточная Камчатка) / Н.Г. Клочкова, А.В. Климова, С.О. Очеретяна, А.Э. Кусиди, Е.В. Касперович // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2016. – Вып. 35. – С. 53–64.
7. Савич В.П. Альгологический обезд Авачинской губы в мае 1909 г. // Тр. Камчатской экспедиции Ф.Б. Рябушинского. Бот. отд. 1914. – Вып. 2. – С. 451–472.
8. Степаньян О.В. Морфо-функциональные перестройки у водорослей-макрофитов Баренцева моря под воздействием нефти и нефтепродуктов: Дис. канд. биол. наук. – Мурманск, 2003. – 143 с.
9. Wakana I., Abe M. Artificial insemination 'regulated by EDTA' in the monoecious brown alga *Fucus evanescens* // Plant Cell Physiol. – 1992. – Vol. 33. – P. 569–575.
10. Motomura T. Electron and immunofluorescence microscopy on the fertilization of *Fucus distichus* (Fuciales, Phaeophyceae) // Protoplasma. – 1994. – Vol. 178. – P. 97–110.
11. Климова А.В., Каушутин А.Н. Раннее развитие камчатских представителей *Fucus evanescens* (Phaeophyceae, Fuciales) в условиях лабораторного культивирования // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2016. – Вып. 37. – С. 50–56.

## Секция 4. НОВЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 664.681.1

**М.В. Благодрава**

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

### ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЕЧЕНЬЯ, ПРИГОТОВЛЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕРАФИНИРОВАННОГО САХАРА И КЛЕНОВОГО СИРОПА

В статье обосновывается целесообразность замены рафинированного сахара на кленовый сироп и нерафинированный сахар при производстве печенья. Приводятся результаты органолептической оценки имбирного печенья, приготовленного по разработанной рецептуре. Доказано, что замена рафинированного сахара кленовым сиропом и нерафинированным сахаром позволяет получать мучные кондитерские изделия с высокими органолептическими показателями. Приведена рецептура имбирного печенья без использования рафинированного сахара.

**Ключевые слова:** печенье, органолептическая оценка, кленовый сироп, тростниковый сахар, рафинированный сахар.

**M.V. Blagonravova**

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

### ORGANOLEPTIC EVALUATION OF BISCUITS PREPARED WITH UNREFINED SUGAR AND MAPLE SYRUP

The feasibility of replacing refined sugar with maple syrup and unrefined sugar in biscuits production is analyzed in the article. The results of organoleptic evaluation of ginger biscuits prepared according to the developed recipe are presented. It is proved that the replacement of refined sugar with maple syrup and unrefined sugar allows to obtain flour confectionery products with high organoleptic characteristics. The recipe of ginger biscuits without refined sugar is given.

**Key words:** biscuits, organoleptic evaluation, maple syrup, cane sugar, refined sugar.

#### Введение

Печенье – пищевой продукт, пользующийся высоким спросом у потребителей всех возрастов, в первую очередь, за свои вкусовые свойства, а также благодаря длительному сроку годности. Практически все виды печенья при высокой энергетической ценности отличаются низким содержанием витаминов и минеральных веществ. Одним из основных видов сырья, входящего в состав печенья, является сахар [1]. Сахар же во многом обуславливает высокую энергетическую ценность получаемого продукта – калорийность сахара 387 ккал, что составляет значительную долю средней энергетической ценности печенья (380–486 ккал). Согласно формуле сбалансированного питания по А.А. Покровскому средняя потребность взрослого человека в сахаре составляет 50–100 г в сутки [2]. Однако современный человек превышает данные рекомендации – в России потребление сахара составляет 107 г в день [3].

Сахар белый на 99,5–99,8% состоит из сахарозы [4, 5]. Сахароза, наряду с крахмалом, является главным усваиваемым углеводом в питании человека. Сахароза в организме под действием фермента сахаразы превращается в глюкозу и фруктозу [6]. Имеются сведения, что при перера-

ботке глюкозы в организме образуются вещества, негативно влияющие на сердечную мышцу [7, 8]. Именно в результате окисления углеводов, и в том числе сахара, в организме человека образуется основная часть энергии. Всеобщую «эпидемию» ожирения напрямую связывают с глобальным ростом потребления сахара. Надо отметить, что добавление сахара повышает калорийность пищи [9], но не влияет на ее биологическую ценность.

*Целью* данной работы является разработка рецептуры печенья с заменой рафинированного сахара кленовым сиропом и нерафинированным тростниковым сахаром.

Для достижения цели поставлены следующие *задачи*:

- провести сравнительный анализ химического состава рафинированного и нерафинированного сахара;
- провести анализ химического состава кленового сиропа;
- обосновать целесообразность замены рафинированного сахара кленовым сиропом и нерафинированным сахаром;
- разработать рецептуру печенья с заменой рафинированного сахара кленовым сиропом и тростниковым нерафинированным сахаром;
- провести органолептическую оценку печенья с заменой рафинированного сахара кленовым сиропом и тростниковым нерафинированным сахаром.

### Материалы и методы

Основным объектом исследований в работе являлась технология печенья с заменой рафинированного сахара кленовым сиропом и тростниковым нерафинированным сахаром.

Предметами исследования являлись кленовый сироп и тростниковый сахар, а также печенье с заменой рафинированного сахара кленовым сиропом и тростниковым нерафинированным сахаром.

Для определения органолептических показателей печенья применяли описательный метод.

### Результаты и обсуждение

Около 30% сахара в мире производят из сахарной свеклы, остальные 70% из сахарного тростника [10]. Если сахар белый, очищенный, то не имеет значения из какого сырья его произвели, в любом случае, почти на 99% он состоит из чистой сахарозы. Люди, ведущие здоровый образ жизни, стараются использовать коричневый нерафинированный сахар из сахарного тростника. Он чуть менее калориен, чем сахар из свеклы (377 ккал против 387 ккал). Также он содержит мелассу – сгущенный сок тростника, в состав которого в небольшом количестве входят витамины, аминокислоты и минеральные вещества (табл. 1). Замена рафинированного сахара на нерафинированный позволяет незначительно снизить энергетическую ценность и несколько повысить биологическую ценность продуктов, в состав которых сахар входит в значительном количестве, в частности, печенья.

Таблица 1

Сравнительная характеристика химического состава рафинированного свекловичного и нерафинированного тростникового сахара [11]

Нутриент	Содержание в 100 г, мг		Нутриент	Содержание в 100 г, мг	
	Рафинированный свекловичный сахар	Нерафинированный тростниковый сахар		Рафинированный свекловичный сахар	Нерафинированный тростниковый сахар
<i>Витамины</i>			<i>Макроэлементы</i>		
Тиамин (В <sub>1</sub> )	–	0,008	Калий	2,000	346,000
Рибофлавин (В <sub>2</sub> )	0,019	0,007	Кальций	1,000	85,000
Ниацин (РР)	–	0,082	Фосфор	–	22,000
Пиридоксин (В <sub>6</sub> )	–	0,026	Натрий	–	0,180
Фолиевая кислота (В <sub>9</sub> )	–	0,001	Магний	–	29,000
<i>Микроэлементы</i>			–	–	–
Цинк	–	0,180	–	–	–
Железо	0,010	1,910	–	–	–

Альтернативой сахару является кленовый сироп – натуральный подсластитель, основным производителем которого является Канада [12, 13]. Кленовый сироп получают из коры определенных видов клена. При производстве кленового сиропа кленовый сок упаривают до содержа-

ния сахарозы 70–75% [1]. Калорийность кленового сиропа составляет 260 ккал, содержание углеводов – 67,4%. Кленовый сироп, кроме сахарозы, имеет в своем составе широкий спектр активных компонентов (табл. 2) и содержит не только глюкозу и фруктозу, но и олигосахариды, органические кислоты, аминокислоты, витамины, минеральные вещества [14].

Таблица 2

**Химический состав кленового сиропа [15]**

Нутриент	Содержание в 100 г, мг	Нутриент	Содержание в 100 г, мг
<i>Витамины</i>		<i>Макроэлементы</i>	
Тиамин (В <sub>1</sub> )	0,0660	Калий	212,0000
Рибофлавин (В <sub>2</sub> )	1,2700	Кальций	102,0000
Холин (В <sub>4</sub> )	1,6000	Магний	21,0000
Пантотеновая кислота (В <sub>5</sub> )	0,0360	Натрий	12,0000
Пиридоксин (В <sub>6</sub> )	0,0020	Фосфор	2,0000
Ниацин (РР)	0,0081	–	–
<i>Микроэлементы</i>		–	–
Железо	0,1100	–	–
Марганец	2,9080	–	–

Таким образом, замена рафинированного свекловичного сахара при производстве печенья кленовым сиропом и нерафинированным тростниковым сахаром позволит увеличить биологическую ценность, несколько снизив при этом калорийность продукта, а также придать печенью новые органолептические свойства.

С целью оценки органолептических показателей качества печенья, приготовленного с заменой рафинированного сахара на кленовый сироп и тростниковый нерафинированный сахар, была разработана рецептура имбирного печенья (табл. 3).

Таблица 3

**Рецептура имбирного печенья с заменой рафинированного сахара кленовым сиропом и нерафинированным тростниковым сахаром**

Наименование сырья	Расход сырья на загрузку в натуре, г	
	Традиционная рецептура	Разработанная рецептура
Мука пшеничная высшего сорта	100	100
Свекловичный сахар	85	–
Кленовый сироп	–	60
Тростниковый сахар	–	25
Сливочное масло	60	60
Яйца	30	30
Цедра лимона	30	30
Сода питьевая	1,5	1,5
Имбирь молотый	4,5	4,5
Гвоздика	1	1
Итого	312	312
Выход	300	300
Энергетическая ценность, ккал	400	375

Печенье выпекали при температуре 200°C в течение 10 мин. Органолептическую оценку печенья проводили описательным методом (табл. 4). Как видно из результатов исследований, органолептические показатели печенья, приготовленного с заменой рафинированного свекловичного сахара на кленовый сироп и нерафинированный тростниковый сахар, полностью соответствуют требованиям ГОСТ 24901–2014 «Печенье. Общие технические условия» [16].

Таблица 4

**Органолептическая оценка имбирного печенья с заменой рафинированного сахара кленовым сиропом и нерафинированным тростниковым сахаром**

Наименование показателя	Характеристика печенья
Вкус и запах	Выраженные, свойственные вкусу и запаху компонентов, входящих в рецептуру печенья, со специфическим ароматом кленового сиропа, без постороннего привкуса и запаха
Форма	Плоская, без вмятин, вздутий и повреждений
Поверхность	Гладкая, неподгорелая, без вздутий, нижняя поверхность ровная
Цвет	Равномерный, светло-коричневый
Вид в изломе	Пропеченное, с равномерной пористой структурой, без пустот и следов непромеса



### Заключение

Таким образом, установлено, что имбирное печенье, приготовленное по разработанной рецептуре с полной заменой рафинированного сахара нерафинированным тростниковым сахаром и кленовым сиропом, имеет высокие органолептические показатели. Внесение кленового сиропа и нерафинированного тростникового сахара позволяет повысить биологическую ценность, снизить калорийность продукта и придать ему новые вкусовые свойства.

### Литература

1. Мэнли Д. Мучные кондитерские изделия / пер. с англ. В.Е. Ашкинази; науч. ред. И.В. Матвеева. – СПб.: Профессия, 2005. – 558 с.
2. Мезенова О.Я. Гомеостаз и питание: Учебное пособие. – М.: Колос, 2010. – 320 с.
3. Норма потребления сахара [Электронный ресурс]. – URL: <http://mhlife.ru/nutrition/unhealthy-foods/sugar.html> (дата обращения: 18.01.2019).
4. ГОСТ 33222–2015. Сахар белый. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2015. – 16 с.
5. Товароведение и экспертиза потребительских товаров: Учебник / В.В. Шевченко, И.А. Ермилова, А.А. Вытовтов и др. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 544 с.
6. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др.] под ред. А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 640 с.
7. Горен М. Путь к здоровью и долголетию. – М.: ПТО «Селф», 1992. – 332 с.
8. Сахар: вред или польза? Исследования российских и зарубежных ученых [Электронный ресурс]. – URL: [http://stcmp.ru/stati/saxar:\\_vred\\_ili\\_polza\\_\\_issledovania\\_rossijskix\\_i\\_zarybezjnix\\_ychenix](http://stcmp.ru/stati/saxar:_vred_ili_polza__issledovania_rossijskix_i_zarybezjnix_ychenix) (дата обращения: 18.01.2019).
9. Матвеева Т.В., Корячкина С.Я. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры: Монография. – Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2011. – 358 с.
10. Тростниковый сахар против свекловичного: какой сахар лучше [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.aif.ru/food/products/41562> (дата обращения: 25.01.2019).
11. Бастр – коричневый сахар [Электронный ресурс]. – URL: <http://foodandhealth.ru/specii/bastr-korichnevij-sahar/> (дата обращения: 25.01.2019).
12. Кленовый сироп – здоровая альтернатива рафинированному сахару [Электронный ресурс]. – URL: <http://happyandnatural.com/klenovuj-sirop-zdorovaya-alternativa-rafinirovannomu-saharu> (дата обращения: 18.01.2019).
13. Греллерт Ф. Энциклопедия правильного и здорового питания. – М.: Зебра Е, 2006. – 653 с.
14. Польза кленового сиропа для профилактики и лечения рака [Электронный ресурс]. – URL: <https://pishhaizdorove.com/polza-klenovogo-siropa-dlya-profilaktiki-i-lecheniya-raka/> (дата обращения: 25.01.2019).
15. Сироп кленовый – химический состав и пищевая ценность [Электронный ресурс]. – URL: [http://health-diet.ru/base\\_of\\_food/sostav/19779.php](http://health-diet.ru/base_of_food/sostav/19779.php) (дата обращения: 26.01.2019).
16. ГОСТ 24901–2014. Печенье. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2015. – 8 с.

УДК 664.951.2:639.211

**М.В. Благоднравова, А.С. Дученко**

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

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЪЕДОБНЫХ ПЛЕНОК В ТЕХНОЛОГИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПОСОЛА ГОЛЬЦОВ**

В статье обосновывается целесообразность совершенствования технологии низкотемпературного посола гольцов, что позволит адаптировать технологию для обработки гольцов с использованием в качестве барьерных факторов вакуум-упаковки, а также съедобных пленок из ягодного сырья Камчатского края, обладающего бактерицидным и бактериостатическим действием. Формулируются цели и задачи исследований, приведена схема предстоящих исследований.

**Ключевые слова:** голец, микижа, кунджа, посол, малосоленая продукция, низкотемпературный посол, съедобные пленки.

**M.V. Blagonravova, A.S. Duchenko**

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

### **THE USE OF EDIBLE FILMS IN THE TECHNOLOGY OF BROOK TROUT LOW-TEMPERATURE SALTING**

The feasibility of improving the technology of brook trout low-temperature salting is presented in the article. It will allow to adapt the technology for the brook trout processing using vacuum packaging as a barrier factors as well as edible films from the berry raw materials of Kamchatka which have bactericidal and bacteriostatic effect. The goals and objectives of research are formulated; the scheme of future research is given.

**Key words:** brook trout, rainbow trout, brown trout, salting, light-salted products, low-temperature salting, edible films.

Перспективным видом рыб семейства Лососевых (*Salmonidae*) для промышленной переработки являются гольцы, годовой вылов которых может достигать 0,5–1,5 тыс. т [1]. В водоемах Камчатского полуострова обитает не менее 8 видов гольцов – кунджа, мальма (тихоокеанский голец), голец Леванидова, белый, длинноголовый, носатый, ушковский гольцы, а также дальнеозерский голец или голец Крогиус [2–7]. Наиболее крупными представителями гольцов являются кунджа (*Salvelinus leucomaenis*) и мальма (*Salvelinus malma*) – их максимальные размеры достигают более 1 м. Они же являются основными объектами промысла среди гольцов. Кунджа обитает в бассейнах Охотского и юго-западной части Берингова моря; мальма – в северной части Тихого океана. На Камчатке оба эти гольца встречаются практически повсеместно, ведут проходной образ жизни, в море далеко не отходят. Так, например, проходная мальма является одним из традиционных объектов промысла [8].

Запасы гольца используются не в полной мере. Основная масса гольца вылавливается в период лососевой путины как прилов, в осенне-зимний период облов гольца недостаточен, что в первую очередь связано с трудностями по доставке гольца потребителю (табл. 1) [8].

Интенсивность вылова и запас мальмы на западном побережье Камчатки в период с 2002 по 2006 гг.

Год промысла	Улов, т	Средняя масса тела, кг	Коэффициент изъятия, %	Запас, тыс. шт. (рыб)
2002	324	0,62	32	1 602
2003	338	0,89	22	1 721
2004	486	0,74	31	2 119
2005	234	0,95	10	2 419
2006	917	0,77	36	3 310

Как видно из табл. 1, изъятие гольца в период 2002–2006 гг. составляло не более 36%. В то же время запасы гольца были значительны и составляли в 2006 г. свыше 3 000 т. Широкое распространение гольца в водах Камчатки требуют разработки новых технологий его переработки, таких, которые позволили бы более эффективно использовать запасы этих рыб.

Продукция из гольца характеризуется высокой пищевой и биологической ценностью и является источником витаминов, минеральных веществ, полиненасыщенных жирных кислот, липидов и белков. Мясо гольца розового цвета, очень нежное и сочное. Голец является прекрасным сырьем для приготовления малосоленой продукции. В то же время мясо кунджи и мальмы, в отличие от мяса других видов лососевых, имеет бледную окраску и обладает скромными вкусовыми качествами.

Надо отметить, что в организме гольцов могут паразитировать некоторые гельминты, вызывающие заболевания у людей, особенно при употреблении сырой или недостаточно обработанной рыбы. Среди паразитов гольцов можно выделить около 30 видов, имеющих эпизоотическое и медицинское значение [3]. Часто гольцы поражены микроспоридиями, вызывающими деструктивные изменения мышечной ткани (разжижение). Рыба, пораженная микроспоридиями, может быть использована для пищевых целей при условии применения специальных режимов обработки или направления ее на выпуск тех видов продукции, где дефекты консистенции незаметны. Замораживание временно приостанавливает процесс разжижения тканей.

Существует технология производства малосоленых лососевых низкотемпературным способом путем инъектирования потрошеной рыбы солевым раствором с последующим замораживанием, холодильным хранением и размораживанием, совмещенным с созреванием (рис. 1). Использование низкотемпературного посола лососевых видов рыб позволяет решить следующие технологические задачи: уничтожить нежелательных паразитов либо подавить их жизнедеятельность, создать необходимую концентрацию хлорида натрия, консервировать сырье с наименьшими качественными и количественными потерями, сократить продолжительность технологического процесса.

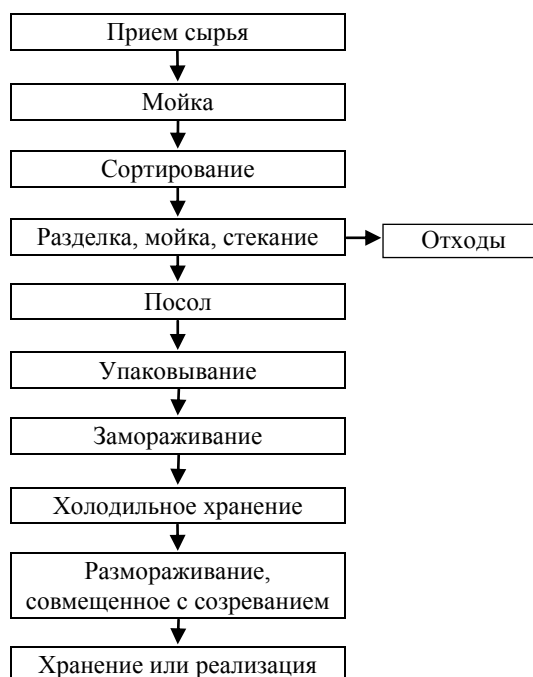


Рис. 1. Технологическая схема производства малосоленых лососевых низкотемпературным способом

Применение данной технологии для посола гольцов нецелесообразно, так как требует использования дорогостоящего оборудования – инъекторов. Также бледно-розовая окраска мяса гольцов и их скромные вкусовые свойства не стимулируют высокий спрос на малосоленую продукцию из гольца среди потребителей.

При производстве соленой продукции из гольца низкотемпературным способом возникают проблемы стабилизации качества филе на протяжении всего срока хранения. В малосоленной продукции активно развиваются процессы окисления, поверхность рыбы желтеет. Решить эту проблему, вероятно, позволит использование съедобных пленок на основе ягодного сырья Камчатского края, обладающего бактерицидным и антиокислительным действием [9]. Такой технологический прием также позволит придать малосоленым гольцам привлекательный внешний вид и новые вкусовые свойства. Съедобная пленка является инновационным направлением разработки упаковки пищевых продуктов. Мы предполагаем разработать технологию съедобных пленок для малосоленых гольцов, что в сочетании с использованием вакуумной упаковки позволит стабилизировать качество продукции.

В связи с вышесказанным актуальным направлением исследований является дальнейшее совершенствование технологии низкотемпературного посола гольцов.

Целью исследования является разработка технологии малосоленых гольцов с использованием в качестве покрытия съедобных пленок на основе ягод.

Схема предстоящих исследований приведена на рис. 2.



Рис. 2. Схема проведения исследований

В соответствии с поставленной целью предполагается решить следующие задачи:

- провести аналитический обзор литературы;
- изучить потребительский спрос на малосоленую продукцию из гольцов в съедобных пленках на основе ягодного сырья Камчатского края, обладающего бактерицидным, антиокислительным действием;
- разработать рецептуры съедобных пленок;
- исследовать влияние различных видов пленок на стабилизацию качества малосоленной продукции;
- изучить соответствие малосоленых гольцов низкотемпературного посола нормативной документации;
- разработать технологию низкотемпературного посола гольцов в вакуум-упаковке с использованием съедобных пленок.

Таким образом, представляется целесообразным провести исследования по совершенствованию технологии низкотемпературного посола в сочетании с использованием съедобных пленок, что позволит более эффективно использовать запасы гольца, традиционно считающегося менее ценным видом по сравнению с другими лососевыми.

### Литература

1. Бугаев В.Ф. Многовидовой промысел лососей бассейна р. Камчатка // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы V науч. конф. (22–24 ноября 2004 г.). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2004. – С. 168–172.
2. Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норин Е.Г. Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2005. – 264 с.
3. Буторина Т.Е. Эколого-фаунистический анализ паразитов гольцов рода *Salvelinus* (*Salmoniformes*: *Salmonidae*) Голарктики: Автореф. дис. ...д-ра биол. наук. – Владивосток, 2009. – 18 с.
4. Горвая О.Ю. Экологические особенности гольцов рода *Salvelinus* (*Salmoniformes*: *Salmonidae*) Камчатки: анализ фауны и сообществ паразитов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2008. – 25 с.
5. Карпенко В.И., Рассадников О.А. Состояние запасов дальневосточных лососей в современный период // Исследование водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2004. – С. 14–21.
6. Кизеветтер И.В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб Тихоокеанского бассейна. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 298 с.
7. Голец [Электронный ресурс]. – URL: <http://kirfishing.com/kamchatka/ribi/golets.php> (дата обращения: 25.04.2018).
8. Тиллер И.В. Биология и динамика численности проходной мальмы *Salvelinus malma* (Walbaum) Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2017. – 96 с.
9. Съедобные пленки на основе яблочного пюре с добавлением пектина, клетчатки, карбоксиметилцеллюлозы [Электронный ресурс] / Н.Б. Еремеева, Н.В. Макарова, Д.Е. Быков, В.В. Бахарев, А.В. Демидова, Т.О. Быкова. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27405488> (дата обращения: 19.02.2019).

УДК 664.951.2:639.211

**М.В. Благодравова, И.В. Запороцкий**

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

## **ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЯНЫХ СМЕСЕЙ ПРИ ПОСОЛЕ ГОРБУШИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫМ СПОСОБОМ**

В статье обосновывается целесообразность совершенствования технологии низкотемпературного посола путем разработки рецептур посольных пряных смесей, что позволит адаптировать технологию для обработки горбуши с использованием в качестве барьерных факторов вакуум-упаковки, а также пряных смесей, обладающих бактерицидным и бактериостатическим действием. Формулируются цели и задачи исследований, приведена схема предстоящих исследований. Приведены разработанные рецептуры пряных смесей и результаты органолептической оценки.

**Ключевые слова:** горбуша, посольные смеси, органолептическая оценка, посол, малосоленая продукция, низкотемпературный посол, пряности.

**M.V. Blagonravova, I.V. Zaporotsky**

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

## **THE RATIONALE FOR THE USE OF SPICE BLENDS IN THE PINK SALMON LOW-TEMPERATURE SALTING**

The feasibility of improving the technology of low-temperature salting by developing formulations of salted spice blends is proved. It will allow to adapt the technology for pink salmon processing using vacuum packaging as a barrier factors as well as spice blends with bactericidal and bacteriostatic action. The goals and objectives of research are formulated, the scheme of future research is given. The developed formulations of spice blends and the results of organoleptic evaluation are presented.

**Key words:** pink salmon, salted blends, organoleptic evaluation, salting, light-salted products, low-temperature salting, spices.

### **Введение**

Обеспечение населения качественными и безопасными продуктами питания из водных биоресурсов является стратегической задачей рыбной отрасли [1]. В стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации [2] *отмечена необходимость* повышения глубины переработки сырья [3]. Повышение конкурентоспособности рыбохозяйственного комплекса Камчатского края требует развития технологий глубокой переработки гидробионтов [3, 4]. Перед рыбной промышленностью Камчатки стоят задачи более широкого использования новых видов биоресурсов, в т. ч. малоценных видов рыб, внедрения безотходных технологий, предполагающих комплексное использование сырья. Для решения этих задач необходима разработка новых технологий. В настоящее время в Камчатском крае ведется хищнический вылов лососевых. Рациональное природопользование возможно только при диверсификации вылова различных видов объектов промысла [5].

Для проведения исследований выбран перспективный вид лососевых – горбуша (*Oncorhynchus gorbusha*). Это самый мелкий тихоокеанский лосось, но и наиболее массовый, имеющий первостепенное промышленное значение [6]. В последние 15 лет общий улов этого вида находился на высоком уровне. Широкое распространение горбуши в водах Камчатки требует разработки новых технологий ее переработки, которые позволили бы более эффективно использовать ее запасы.

Мясо горбуши является источником незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, включая йод. По количеству незаменимых аминокислот мясо горбуши уступает только мясу кеты и нерки. Мясо горбуши бледно-розового цвета, сочное и нежное, однако, вкусовые качества малосоленой горбуши более скромные, чем у других лососевых. Таким образом, горбуша, будучи основным промышленным представителем тихоокеанских лососей, является ценным сырьевым ресурсом, требующим разработки технологий, повышающих органолептические свойства готовой продукции.

Для горбуши характерно значительное количество паразитов в мясе, способных вызывать опасные заболевания у людей. Существует технология производства малосоленых лососевых низкотемпературным способом путем инъектирования потрошенной рыбы солевым раствором с последующим замораживанием, холодильным хранением и размораживанием, совмещенным с созреванием. Использование низкотемпературного способа посола лососевых видов рыб позволяет решить такие технологические задачи, как уничтожение нежелательных паразитов либо подавление их жизнедеятельности, создание необходимой концентрации хлорида натрия, консервирование сырья с наименьшими качественными и количественными потерями, сокращение продолжительности технологического процесса.

Использование данной технологии в существующем виде для посола горбуши нецелесообразно, так как требует использования дорогостоящих инъекторов. Также розовая окраска мяса и скромные вкусовые свойства не стимулируют высокий потребительский спрос на малосоленую продукцию из горбуши.

В связи с вышесказанным актуальным направлением исследований является совершенствование технологии низкотемпературного посола с целью адаптации ее для обработки горбуши. Это позволит выпускать продукцию более высокого качества, стойкую в хранении, с использованием менее дорогостоящего оборудования. Для упрощения технологии посола предлагается использовать сухой посол. Сокращения продолжительности просаливания предполагается добиться путем предварительной разделки рыбы на филе. С целью улучшения органолептических показателей малосоленой продукции из горбуши, а также стабилизации ее качества при хранении предполагается использование в качестве барьерных факторов вакуум-упаковки, а также пряных смесей, обладающих бактерицидным и бактериостатическим действием.

Пряности – продукты растительного происхождения, содержащие большое количество эфирных масел, глюкозидов и алкалоидов [7]. Общим признаком для всех пряностей является сильный, ярко выраженный устойчивый аромат, специфичный для каждой пряности. Использование пряно-ароматических растений и продуктов их переработки позволяет обогатить пищевые продукты полезными нутриентами: витаминами, пектинами, биологически-активными веществами, такими как кумарины, флавоноиды, тритерпеноиды, органические кислоты, фенольные соединения. Многие пряности обладают бактерицидными свойствами [8]. Доказано бактериостатическое, фунгистатическое, бактерицидное и фунгицидное действие композиций пряно-ароматических растений.

Известно, что бактерицидными свойствами обладает эфирное масло базилика, издавна добавляемого в качестве приправы в рыбные блюда. Горчица содержит куркумин, благодаря которому оказывает антимикробное, антигрибковое и противовоспалительное действие. Летучие фитонциды горчицы успешно используют для увеличения продолжительности хранения рыбы и других пищевых продуктов [9–12].

Обеспечивают антимикробные свойства пряноароматических растений, главным образом, фитонциды, представляющие собой сложный комплекс химических соединений. К фитонцидам относятся преимущественно летучие соединения: синильная кислота, амины, формальдегид, бензойный альдегид, кумарины, цитраль, камфора, гераниол, салициловый альдегид и другие вещества органической природы. Фитонциды одних растений обладают бактерицидными и фунгицидными свойствами, т. е. могут убивать бактерии и грибы, других – бактериостатическими и фунгистатическими, т. е. лишь задерживают рост и размножение микроорганизмов, не вызывая их гибели. Так, экспериментально доказана возможность хранения мяса под влиянием фитонцидов чеснока на протяжении 7 лет при температуре 18–25°C. Фитонцидная активность неодинакова для различных видов, разных органов и частей одного и того же растения и зависит от его физиологического состояния, стадии развития, климатических, почвенных, сезонных, погодных, температурных и других условий. Фитонциды проявляют бактериостатическое или бак-

терицидное действие, механизм которого полностью не изучен, но, вероятнее всего, объясняется нарушением деятельности ферментов микробной клетки и изменением наиболее важных сторон ее метаболизма [11].

Изучение базилика, укропа и других растений показало, что 71% от общего числа исследуемых объектов проявляет антибактериальную активность. Значительная часть пряно-ароматических растений обладает противогрибковыми свойствами. Установлено, что синергия веществ полифенольной природы, содержащихся в растениях, и хлористого натрия оказывает бактерицидное действие на рост *Campylobacter* и *Escherichia coli*. Масла базилика и укропа растений показали полное ингибирование роста тест-штаммов бактерий *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Pseudomonas aeruginosa*, плесневых и дрожжеподобных грибов. Хотелось бы отметить, что именно зараженность лососевых рыб бактериями *Listeria monocytogenes* зачастую является причиной отравлений рыбными продуктами. Природными консервантами являются такие пряноароматические растения, как чабер и часто используемые в приправах чеснок, красный и черный перец, укроп [12].

Эфирное масло горчицы эффективно препятствует росту дрожжей в бульонных культурах в концентрациях более 1% [13]. Наиболее явной антибактериальной активностью в отношении спорных микроорганизмов, типичных представителей микрофлоры вареных мясных продуктов, обладают эфирные масла чеснока, горного чабера, эвгенольного базилика. Установлено также, что активность сухих пряностей (перец черный, имбирь, горчица) в отношении спор бактерий, дрожжей и спор плесени значительно выше при нагревании до 30–40°C.

Создание композиций пряных смесей и использование их в технологии горбуши низкотемпературного посола позволит придать соленой продукции привлекательный внешний вид, новый вкус и аромат, обогатить ее биологически активными веществами, а также стабилизировать качество за счет бактерицидного и бактериостатического действия пряных смесей.

В соответствии с поставленной целью на настоящем этапе предполагается решить следующие задачи:

- провести аналитический обзор литературы;
- разработать рецептуры пряных посольных смесей.

Представляется целесообразным провести исследования по совершенствованию технологии низкотемпературного посола, в том числе путем использования пряных смесей, что позволит более эффективно использовать запасы горбуши, традиционно считающейся менее ценной рыбой по сравнению с другими тихоокеанскими лососевыми. Авторами статьи были разработаны рецептуры посольных смесей для производства малосоленой горбуши сухим низкотемпературным способом.

### Материалы и методы

Основным объектом исследований в работе являлась технология низкотемпературного посола горбуши.

Предметами исследования являлись горбуша-сырец, а также малосоленая горбуша низкотемпературного посола.

При отборе образцов рыбы пользовались указаниями ГОСТ 31339. «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» и ГОСТ 7631. «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей». Для определения органолептических показателей применяли метод балльных шкал.

### Результаты и обсуждение

В процессе разработки рецептур пряных посольных смесей ставилась задача добиться выраженного антибактериального и антигрибкового эффекта. Поскольку различные пряности имеют разную бактерицидную активность (табл. 1), создавались композиции из пряностей с различными свойствами.

Немаловажной являлась задача получить продукт с высокими органолептическими показателями. Исходя из этого, были разработаны рецептуры пряных смесей, содержащие ингредиенты с различной антибактериальной и антигрибковой активностью (табл. 2).



Таблица 1

## Наличие антибактериальных и антигрибковых свойств [7–13]

Свойство	Пряности и пряноароматические растения							
	Перец черный	Базилик	Имбирь	Перец красный	Чеснок	Горчица	Укроп	Чабер
Бактерицидное	-	-	+	-	+	-	-	-
Бактериостатическое	+	+	+	+	+	+	+	+
Фунгицидное	-	+	-	-	+	-	+	-
Фунгистатическое	-	+	-	-	+	+	-	-

Таблица 2

## Рецептуры посольных смесей, г

Ингредиент	Номер рецептуры							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Соль	100	100	100	100	100	100	100	100
Сахар-песок	20	20	20	20	20	20	20	20
Перец черный молотый	60	60	-	100	-	-	-	-
Базилик сушеный	60	100	100	-	-	-	-	-
Имбирь молотый	60	40	-	100	-	-	-	-
Перец красный жгучий	60	40	100	-	-	-	-	-
Чеснок молотый	-	-	-	-	80	60	100	-
Горчичный порошок	-	-	-	-	100	40	-	100
Укроп сушеный	-	-	-	-	60	80	-	100
Чабер	-	-	-	-	40	100	100	-

В состав посольных смесей включены: горчица, содержащая летучие фитонциды, продлевающие сроки годности рыбной продукции; имбирь, обладающий сильным бактерицидным действием; чеснок, в состав которого входят фитонциды с антимикробным действием; укроп и базилик, проявляющие антибактериальную активность, в т. ч. ингибирование роста тест-штаммов бактерий *Listeria monocytogenes*, а также красный и черный перец, являющиеся природными консервантами. Подобная композиция пряностей, вероятно, позволит сохранить высокое качество продукции на протяжении всей продолжительности хранения. Для оценки целесообразности рецептур необходимо учитывать органолептические свойства готовой продукции. Органолептическая оценка качества малосоленой рыбы, приготовленной с использованием различных рецептур посольных смесей (табл. 2), представлена в табл. 3.

Таблица 3

## Результаты органолептической оценки тестовых образцов, балл

Показатель	Номер рецептуры							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Внешний вид	5	5	4	5	5	3	3	5
Вкус	4	3	3	5	3	3	3	5
Запах	4	3	3	5	3	3	3	5
Цвет	5	5	4	5	5	3	3	5
Консистенция	4	3	4	4	4	4	4	4
Средняя оценка	4,4	3,8	3,6	4,8	4,0	3,2	3,2	4,8

Наиболее важным из оцениваемых параметров является вкус рыбы, т. к. внесение пряностей оказало на него существенное влияние. Наиболее высокую органолептическую оценку получили образцы, при приготовлении которых использованы посольные смеси в соответствии с рецептурами № 4 и № 8. У этих образцов выявлена наиболее высокая степень свойственности вкуса, привлекательный внешний вид и аромат, также эти образцы произвели наиболее высокое общее впечатление.

Таким образом, в результате проведенных исследований разработаны рецептуры посольных смесей, в состав которых входят, помимо соли и сахара, пряности, обладающие бактерицидным и фунгицидным действием: черный перец и имбирь (рецептура № 4); горчичный порошок и сушеный укроп (рецептура № 8) в обоснованных пропорциях. Разработанные рецептуры позволя-

ют получить малосоленую горбушу с высокими органолептическими показателями, а также, вероятно, стабилизировать качество продукции на всей продолжительности хранения.

### Литература

1. Указ Президента РФ от 30.01.2010 г. № 120. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gosbook.ru/node/27179> (дата обращения: 25.12.2018).
2. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 г. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.government.ru/media/2012/4/26/49762/file/559\\_pril.doc](http://www.government.ru/media/2012/4/26/49762/file/559_pril.doc) (дата обращения: 25.12.2018).
3. Стратегия социально-экономического развития Камчатского края до 2025 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gosbook.ru/node/27179> (дата обращения: 25.12.2018).
4. Шлемин А.В., Будченко И.С., Степанов В.П. Актуальные проблемы развития сырьевой и технологической базы производства пищевой рыбной продукции // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2007. – № 1. – С. 5–8.
5. Шейнгауз А.С. Природопользование российского Дальнего Востока в аспекте связей с Северо-Восточной Азией: проблемы и перспективы // Вестник ДВО РАН. – 2005. – № 3 – С. 11–27.
6. Байдалинова Л.С., Яржомбек А.А. Биохимия сырья водного происхождения. – М.: Моркнига, 2011. – 506 с.
7. Матвеева И.В., Белявская И.Г. Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий. – М.: Аввалон, 2001. – 116 с.
8. Пряности [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfiles.net/preview/2101545/page:2/> (дата обращения: 20.04.2018).
9. Базарнова Ю.Г. Фитоэкстракты – природные ингибиторы порчи пищевых продуктов (обзор) // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2010. – № 2 (10). – С. 5–6.
10. Пряности против микробов [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.medvestnik.by/ru/sovremennii\\_podhod/view/prjanosti-protiv-mikrobov-8049-2010/](http://www.medvestnik.by/ru/sovremennii_podhod/view/prjanosti-protiv-mikrobov-8049-2010/) (дата обращения: 25.04.2018).
11. Чем полезны пряности и специи [Электронный ресурс]. – URL: <https://natural-medicine.ru/stati/2879-chem-polezny-specii-i-pryanosti-dlya-zdorovya.html> (дата обращения: 25.04.2018).
12. Булдаков А.С. Пищевые добавки. Справочник. – 2-е изд. – М.: ДеЛипринт, 2001. – 435 с.
13. Ливинская С.А., Козлова А.Е. Сверхкритический экстракт чеснока // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2004. – № 1. – С. 58–59.

УДК 664.664.3:594.5

**М.В. Благонравова, А.В. Самохин**

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

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАЛЬМАРА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБЦЕВ ХРУСТЯЩИХ**

В статье обосновывается целесообразность использования кальмара как источника ценных нутриентов при производстве хлебцев хрустящих. Представлены результаты исследования ассортимента хлебцев хрустящих в торговой сети г. Петропавловска-Камчатского. Установлено, что ассортимент хлебцев хрустящих представлен достаточно широко. Сделан вывод, что хлебцев с добавлением гидробионтов, в том числе кальмара, в продаже нет. Приведены результаты органолептической оценки кальмара мороженого, а также хлебцев хрустящих, приготовленных с добавлением кальмара. Показано, что кальмар мороженный полностью соответствует требованиям стандарта по органолептическим показателям, установлено, что добавление измельченного кальмара в ржаные хлебцы позволяет получать продукт с высокими органолептическими показателями.

**Ключевые слова:** кальмар, хлебцы хрустящие, органолептическая оценка, пищевая ценность, натуральное сырье.

**M.V. Blagonravova, A.V. Samokhin**

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

## **USE OF SQUID IN CRISPY BREAD PRODUCTION**

The feasibility of using squid in the crispy bread production as a source of valuable nutrients is proved. The study results of the crispy bread range in the trading network of Petropavlovsk-Kamchatsky are presented. It is established that the crispy bread range is widely represented. It is concluded that the crispy bread with the addition of hydrobionts, including squid, is not on sale. The results of organoleptic evaluation of frozen squid as well as crispy bread prepared with the addition of squid are presented. It is shown that the frozen squid fully meets the standard requirements of organoleptic characteristics. It is found that the addition of crushed squid in rye bread allows to obtain a product with high organoleptic characteristics.

**Key words:** squid, crispy bread, organoleptic evaluation, nutritional value, natural raw materials.

### **Введение**

Производство хлебцев хрустящих началось еще в начале XX в. в Европе [1]. В нашей стране хлебцы получили распространение в 90-х. Основными поставщиками хлебцев на российский рынок были Финляндия, Германия, Великобритания, но в последнее время в России на рынке хлебцев представлено немало отечественных производителей. Хлебцы хрустящие выпускаются в виде хрупких плиток [2]. Хлебцы имеют пористую структуру, содержат небольшое количество влаги (не более 9%), что позволяет сохранять качество в течение длительного времени, отличаются высокими органолептическими показателями [3]. Хлебцы хрустящие пользуются большим спросом среди потребителей различных возрастных групп.

Для производства хлебцев обычно используют ржаную обойную или обдирную муку разного помола, в состав вводят отруби, богатые БАВ. Качественные хлебцы должны быть богаты клетчаткой, микроэлементами, витаминами [4]. Кроме этого, различные рецептуры хлебцев включают пшеничную муку, соль, дрожжи и другие компоненты. В то же время, хлебцы отличаются высокой калорийностью, дефицитны по содержанию незаменимых аминокислот, некоторых витаминов и микроэлементов, в том числе йода.

Хлебцы бывают пшеничными, ржаными, пшенично-ржаными, гречневыми, рисовыми, из смеси злаков. Для их производства зачастую используют цельное зерно (такие хлебцы называют экструдерами) [1]. В состав хлебцев производители вводят различные добавки с целью улучшения вкусовых показателей, повышения биологической ценности, а также расширения ассортимента.

Технологический процесс производства хрустящих хлебцев состоит из следующих операций: подготовки сырья к производству, приготовления заварки из муки, ее смешивания с питательной смесью, освежения и выбраживания жидкой ржаной закваски, отбора на производственный цикл, приготовления теста, выбраживания, разливки, расстойки, накальвания, выпечки, резки, высушивания готового изделия, упаковки [5].

В соответствии с ГОСТ 9846–88 в зависимости от рецептуры и назначения хрустящие хлебцы изготавливаются следующих наименований: десертные, столовые, любительские, ржаные простые и ржаные, посыпанные солью, к чаю, с корицей, московские, спортивные, домашние, к пиву. По физико-химическим показателям хрустящие хлебцы должны соответствовать требованиям стандарта, представленным в табл. 1.

Таблица 1

Требования к физико-химическим показателям хлебцев хрустящих

Наименование показателя	Норма по ГОСТ 9846–88	
	для хлебцев из ржаной муки	для хлебцев из пшеничной муки или смеси ржаной и пшеничной муки
Влажность, %, не более	9,0	8,5
Кислотность, град., не более	8,0	6,0
Хрупкость, кг/см <sup>2</sup> , не более:	–	–
для хлебцев столовых, десертных, с корицей	–	3,5
для хлебцев любительских, к чаю, домашних, к пиву	–	3,0
для хлебцев ржаных простых, ржаных посыпанных солью, московских, спортивных	4,0	–
Массовая доля сахара в пересчете на сухое вещество, %:	–	–
для хлебцев десертных	–	8,5±1,5
для хлебцев к чаю, домашних	–	7,5±1,5
для хлебцев с корицей	–	9,0±1,5
Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %:	–	–
для хлебцев любительских, к чаю	–	8,5±1,0
для хлебцев домашних, к пиву	–	5,5±1,0
для хлебцев с корицей	–	7,0±1,0

В настоящее время продолжают работы по повышению пищевой ценности хлебцев путем введения в их состав богатых биологически активными веществами ингредиентов. В частности, разработан способ производства хлебцев с добавлением хмелевого экстракта, семян амаранта, настоя чайного гриба [5] и др.

Целью наших исследований является разработка технологии хлебобулочных изделий пониженной влажности (хлебцев) с добавлением кальмара в качестве источника ценных нутриентов. Такой подход обеспечивает получение продукта повышенной пищевой и биологической ценности, содержащего полноценные белки.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- провести анализ существующих технологий производства хлебцев хрустящих по литературным источникам;
- изучить ассортимент хлебцев хрустящих с добавками в торговой сети г. Петропавловска-Камчатского;
- обосновать выбор кальмара в качестве обогащающей добавки;
- обосновать технологические параметры производства хлебцев хрустящих с добавлением кальмара;
- изучить физико-химические и органолептические показатели хлебцев хрустящих с добавлением кальмара.

Программно-целевая модель исследований представлена на рис. 1.



Рис. 1. Программно-целевая модель исследований

### Материалы и методы

Основным объектом исследований в работе являлась технология хлебцев хрустящих с добавлением кальмара. Предметами исследования являлись: кальмар мороженный, применяемый в качестве добавки в тесто для хлебцев, и хлебцы хрустящие с добавкой кальмара.

Для изучения ассортимента хлебцев на прилавках г. Петропавловска-Камчатского применяли социологический метод. При отборе образцов для определения качества мороженого кальмара пользовались указаниями ГОСТ 31339 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» и ГОСТ 7631 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей». При отборе проб и определении органолептических показателей хлебцев использовали ГОСТ 5667 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделия». Для определения органолептических показателей хлебцев применяли описательный метод и метод балльных шкал.

### Результаты и обсуждение

На настоящем этапе исследований изучали ассортимент хлебцев хрустящих в торговой сети г. Петропавловска-Камчатского. Установлено, что ассортимент хлебцев хрустящих представлен достаточно широко (рис. 2). В наличии есть хлебцы бездрожжевые, цельнозерновые, ржаные и кукурузные, достаточно широко представлены хлебцы с различными добавками: с изюмом и курагой, луком, томатами, базиликом, оливками и чесноком. Однако хлебцев с добавлением гидробионтов, в том числе кальмара, в продаже нет, что удивительно для региона, основной отраслью промышленности которого является добыча водных биоресурсов. В то же время, в распоряжении Правительства РФ «Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2020 г.» [7] отмечена необходимость расширения отечественной продукции с учетом региональных особенностей рынка и потребительских предпочтений.



Рис. 2. Образцы хлебцев хрустящих, представленные в торговой сети г. Петропавловска-Камчатского: а – с изюмом и курагой (бездрожжевые); б – постные с луком (бездрожжевые) в – цельнозерновые «Бородинские»; г – «Хлеб вафельный» (бездрожжевые); д – с помидорами и базиликом; е – со вкусом оливок и чесноком; ж – постные кукурузные (бездрожжевые); з – ржаные на натуральной закваске

Перспективным направлением является разработка нового ассортимента обогащенных хлебцев за счет применения новых видов натурального сырья. В качестве источников нутриентов могут быть предложены добавки из гидробионтов, в частности кальмара. Кальмар отличается низкой калорийностью, его мясо на 72% состоит из полноценного белка, полиненасыщенных жирных кислот, а также витаминов и минералов, содержание которых в хлебцах не соответствует формуле здорового питания.

Так, кальмар содержит значительное количество витаминов группы В, витамины Е, РР, фосфор, магний, медь, кобальт, селен, йод, железо [8]. Таким образом, кальмар является ценным источником обогащения пищевых продуктов. В связи с этим актуальны исследования по разработке рецептур и совершенствованию технологии производства хлебцев хрустящих с добавкой кальмара с целью расширения ассортимента хлебцев, улучшения их органолептических показателей, а также повышения пищевой ценности.

В качестве обогащающего ингредиента использовали кальмар мороженный. В кальмаре определяли органолептические показатели (внешний вид, цвет после размораживания, вид разделки, консистенцию мяса, запах и вкус после варки). По органолептическим показателям кальмар мороженный полностью соответствовал требованиям ГОСТ 51495–99 «Кальмар мороженный. Технические условия» [9]. Результаты исследования органолептических показателей представлены в табл. 2.

Таблица 2

#### Органолептические показатели кальмара мороженого

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид блоков	Целые. Поверхность ровная, чистая
Внешний вид кальмара после размораживания	Поверхность чистая
Цвет после размораживания	Естественный, присущий данному виду
Разделка	Мантия целая, внутренности и голова со щупальцами удалены, брюшная полость зачищена, хитиновая пластинка удалена
Консистенция мяса после размораживания	Упругая, эластичная
Консистенция мяса после варки	Сочная
Запах	Свойственный данному виду кальмара, без постороннего запаха
Вкус и запах после варки	Приятные, свойственные данному виду кальмара, без посторонних признаков и горечи
Глубокое обезвоживание	Нет
Наличие посторонних примесей	Нет



Рис. 3. Хлебцы с кальмаром

На следующем этапе исследований изучали возможность получения хлебцев хрустящих с кальмаром (рис. 3) с высокими органолептическими показателями, а также обосновывали целесообразные технологические режимы производства – температуру выпечки и количество вносимого кальмара.

Для приготовления хлебцев хрустящих размороженный и очищенный от кожицы кальмар измельчали на кусочки размером 3–5 мм и добавляли в тесто вместе с отрубями в количестве 10 и 20% от массы

муки. После расстойки заготовки накальвали, выпекали при температуре 180 и 200°C, затем хлебцы резали и высушивали.

По результатам органолептических исследований установлено, что выпеченные при температуре 180°C образцы имеют мягкую консистенцию, не хрупкие. Наиболее высокую органолептическую оценку получили хлебцы, выпеченные при температуре 200°C с добавлением 20% кальмара. Хлебцы имели приятный вкус с привкусом кальмара, хрупкую консистенцию, запах, свойственный данному виду продукта.

### Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что в торговой сети г. Петропавловска-Камчатского ассортимент хлебцев хрустящих представлен достаточно широко. Сделан вывод, что хлебцев с добавлением гидробионтов, в том числе кальмара, в продаже нет, что делает перспективной разработку подобной технологии. Исследование органолептических показателей кальмара мороженого показало высокое качество сырья. Полученные результаты по обоснованию технологических параметров свидетельствуют о том, что добавление измельченного кальмара в количестве 20% от массы муки и выпечка ржаных хлебцев при температуре 200°C позволяет получить продукт с высокими органолептическими показателями. С учетом высокой пищевой ценности кальмара разработка технологии хлебцев хрустящих с добавлением кальмара является целесообразной и позволит расширить ассортимент хлебцев, создать продукт с новыми органолептическими показателями и высокой пищевой ценностью, востребованный у потребителей и конкурентоспособный.

### Литература

1. В какой стране впервые были приготовлены хлебцы? [Электронный ресурс]. – URL: <https://otvet.mail.ru/question/42749793> (дата обращения: 10. 12.2018).
2. ГОСТ 9846–88. Хлебцы хрустящие. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2009. – 5 с.
3. Хрустящие хлебцы [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mintorgmuseum.ru/vocabulary/753/> (дата обращения: 12.01.2019).
4. Экспертиза качества и конкурентоспособность хлебцев хрустящих различных торговых марок / *А.Н. Макушин, О.А. Блинова, Н.В. Праздничкова* и др. // *Успехи современной науки*. – 2016. – Т. 2, № 5.– С. 92–95.
5. Способ производства хрустящих хлебцев [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.findpatent.ru/patent/258/2583088.html> (дата обращения: 10. 12.2018).
6. Калорийность. Кальмар (мясо). Химический состав и пищевая ценность [Электронный ресурс]. – URL: [http://health-diet.ru/base\\_of\\_food/sostav/120.php](http://health-diet.ru/base_of_food/sostav/120.php) (дата обращения: 10.12. 2018).
7. Об утверждении Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации: распоряжение Правительства РФ от 17 апреля 2012 года № 559-р. [Электронный ресурс]. – URL: [http://docs.cntd.ru/document/902343994\\_](http://docs.cntd.ru/document/902343994_) (дата обращения: 10.12.2018).
8. *Скурихин И.М., Тумельян В.А.* Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник. – М.: ДеЛипринт, 2007. – 276 с.
9. ГОСТ 51495–99. Кальмар мороженный. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2010. – 8 с.

УДК 664.681

**А.А. Ефимов, Н.И. Новицкий**

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

## **ВЛИЯНИЕ ЯГОДНОГО ПЮРЕ В СОСТАВЕ КЕКСОВ НА ПРОЦЕСС ИХ ЧЕРСТВЕНИЯ**

Для обогащения и расширения ассортимента кексов предложено вводить в состав теста ягодное пюре, содержащее ценные нутриенты и балластные полисахариды. Исследовано влияние ягодного пюре на черствение кексов при хранении. Показано, что наличие в составе кексов ягодного пюре способствует снижению степени изменения свойств мякиша в процессе хранения. Сделан вывод о том, что введение в состав кексов ягод и фруктов в виде пюре на стадии замеса теста оказывает положительное влияние на сохранение свежести в процессе хранения.

**Ключевые слова:** мучные кондитерские изделия, кексы, облепиха, ягодное пюре, черствение, свежесть.

**A.A. Efimov, N.I. Novitsky**

*<sup>1</sup>Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: efimoff-a@mail.ru*

## **THE INFLUENCE OF THE BERRY PUREE ON THE PROCESS OF CUPCAKES HARDENING**

To enrich and expand the range of cupcakes it is suggested to add berry puree containing valuable nutrients and ballast polysaccharides in the composition of the dough. The effect of berry puree on the cupcakes hardening during storage was studied. It is shown that the presence of berry puree in the cupcakes helps to reduce the change in the properties of the crumb in the storage process. It is concluded that the addition of fruit and berries in the form of puree at the kneading stage has a positive effect on the preservation of freshness during storage.

**Key words:** flour confectionery, cupcakes, sea-buckthorn, berry puree, hardening, freshness.

В пищевых технологиях, в том числе в производстве мучных кондитерских изделий, преобладает тенденция обогащения продукции различными добавками. Добавки вносят с разными целями: для придания оригинальных вкусоароматических характеристик или обогащения продукта микро-нутриентами, пищевыми волокнами, для снижения энергетической ценности, создания заданной структуры, повышения выхода готового продукта, замедления процесса очерствения [1–8].

Одним из популярных у потребителей видом мучных кондитерских изделий являются кексы. В настоящее время выпускают достаточный ассортимент кексов как с начинками, так и с растительными добавками, введенными в состав теста. Богатым источником ценных нутриентов являются ягоды.

Кексы можно отнести к пищевым продуктам со средним содержанием влаги (18–30% от массы изделия). Важнейшей особенностью кексов является их довольно длительный срок годности, который порой исчисляется неделями [9]. Основными физическими изменениями, происходящими при хранении кексов, являются: затвердевание мякиша вследствие ретроградации крахмала (черствения) при отсутствии потери влаги и повышение крошливости мякиша кексов вследствие очерствения.

При выпечке тестовых изделий пшеничный крахмал муки клейстеризуется. Зерна крахмала, практически не растворимые в холодной воде, при нагревании начинают впитывать воду и набухать, что приводит к увеличению вязкости крахмально-водной смеси. Дальнейшее нагревание смеси приводит к переходу от вязкой жидкости к твердому телу. В охлажденных изделиях ретроградация крахмала продолжается в процессе хранения и способствует отверждению мякиша кексов. Ретроградация крахмала зависит от продолжительности и температуры хранения,



причем максимальная скорость черствения наблюдается при температуре около 4°C. Пик черствения мякиша кексов наблюдается при температурах от 15 до 25°C [9].

Целью нашей работы являлось исследование влияния добавки ягодного пюре на процесс черствения мякиша кексов. В качестве ягодного ингредиента была выбрана облепиха. Для сравнения в рецептуру вводили также творожно-облепиховую смесь.

Облепиха крушиновидная (*Hippophae rhamnoides*) – наиболее широко распространенный вид облепихи. Плоды содержат витамины С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, Р, Е, каротин, органические кислоты [10]. Замороженные плоды облепихи содержат, мг %: 19–33 витамина С; 1,5–3,5 каротина; 0,039 тиамин; 0,030 рибофлавина; 0,79 фолиевой кислоты; 8 токоферолов [11].

В процессе проводимых исследований за основу принимали рецептуру кекса «Яблочного» на химических разрыхлителях, приведенную в табл. 1 [12].

Таблица 1

Рецептура кекса «Яблочного» (контрольный образец)

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, г, на 100 штук готовых изделий	
		в натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная высшего сорта	85,5	3 080	2633,4
Сахар-песок	99,85	1 350	1348,0
Маргарин сливочный	84,00	1 450	1218,0
Яйцо	27,00	1 400	378,0
Пюре яблочное	10,00	1 770	177,0
Соль	96,50	10	9,7
Натрий двууглекислый	50,00	50	25,00
Пудра рафинадная	99,85	100	99,9
Итого	–	9 210	5889,0

Для приготовления контрольного образца размягченный маргарин перемешивали с частью двууглекислого натрия и соединяли с сахаром. Взбивали, добавляли яйца, соль, яблочное пюре и перемешивали до получения пышной кремообразной массы. В полученную массу добавляли муку с оставшимся двууглекислым натрием и замешивали тесто до полного соединения муки с остальными компонентами. Готовое тесто раскладывали в смазанные маслом формы порциями 90–92 г и выпекали при температуре 200–215°C до готовности. Масса готового кекса 75 г.

Экспериментальные образцы готовили с добавлением пюре облепихи (кекс «Облепиховый») и смеси творога и пюре облепихи (кекс «Творожно-облепиховый») с учетом замены яблочного пюре контрольного образца соответствующим по сухим веществам количеством новых добавок (табл. 2).

Таблица 2

Схема замены яблочного пюре в рецептуре экспериментальных образцов кексов

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, г, на 100 штук готовых изделий			
		Кекс «Облепиховый»		Кекс «Творожно-облепиховый»	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Пюре облепиховое	10,00	1 770	177,0	196,67	19,67
Творог 9%-ной жирности	27,00	–	–	583,44	157,33
Итого (с учетом всех ингредиентов по рецептуре, указанных в табл. 1)	–	9 210	5889,0	8220,11	5889,0

В работе использовали ягоды быстрозамороженные, заготовленные в период их сбора. Для приготовления пюре ягоды, не размораживая, измельчали (рис. 1) в блендере и протирали через мелкое сито.

Для подготовки проб руководствовались требованиями ГОСТ 5904–82 «Изделия кондитерские. Правила приемки, методы отбора и подготовки проб» [13]. Органолептические показатели характеризовали описательным методом [14]. Органолептические и физические показатели определяли по ГОСТ 5897–90 «Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто

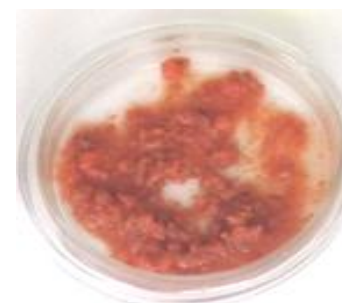


Рис. 1. Измельченные ягоды облепихи

и составных частей [15] при температуре изделий  $18 \pm 3^\circ\text{C}$  [16]. Для исследования влияния добавок на процесс черствения кексов с помощью прибора «Структурометр СТ-1М» определяли величину общей деформации и упругость мякиша кексов. Физико-химические определения проводили стандартными методами [17–19].

По органолептическим и физико-химическим показателям образцы кексов соответствовали требованиям стандарта (табл. 3).

Таблица 3

**Органолептические и физико-химические показатели качества образцов кексов**

Наименование показателя	Норма по ГОСТ 15052 [16]	Контрольный образец	Кекс «Облепиховый»	Кекс «Творожно-облепиховый»
Вкус и запах	Сдобный вкус и характерный аромат предусмотренных в составе кексов пищевых ингредиентов, добавок, без посторонних привкусов и запахов	Изделия со сдобным вкусом и характерным яблочным ароматом, без посторонних привкусов и запахов	Изделия со сдобным вкусом и характерным облепиховым ароматом, без посторонних привкусов и запахов	Изделия со сдобным вкусом и характерным творожно-облепиховым ароматом, без посторонних привкусов и запахов
Поверхность	Верхняя – выпуклая, с характерными трещинами, с наличием явно выраженной боковой поверхности. Поверхность кексов, отделанных сахарной пудрой, не должна иметь оголенных мест, вздутий. Не допускается намокания поверхности после обсыпки сахарной пудрой. Не допускается на нижней и боковой поверхностях наличия пустот, подгорелостей, разрывов и неровностей	Верхняя – выпуклая, с характерными трещинами. Наличие явно выраженной боковой поверхности. Поверхность кексов отделана сахарной пудрой, не имеет оголенных мест, вздутий. На нижней и боковой поверхностях отсутствуют пустоты, подгорелости, разрывы и неровности		
Вид на изломе	Кексы без начинки – пропеченное изделие без комочков, следов непромеса, с равномерной пористостью, без пустот и закала	Изделия пропеченные, без комочков, следов непромеса, с равномерной пористостью, без пустот и закала		
Структура	Мягкая, связанная, разрыхленная, пористая, без пустот и уплотнений	Мягкая, связанная, разрыхленная, пористая, без пустот и уплотнений		
Массовая доля влаги, %	12,0–24,0	26,3	26,3	23,9
Щелочность в градусах, не более	2,0	1,2	1,4	1,3
Массовая доля золы, не растворимой в растворе HCl с массовой долей 10%, %, не более	0,1	0,08	0,08	0,092
Плотность, г/см <sup>3</sup> , не более	0,55	0,48	0,46	0,52

Для образцов кексов проводили исследование влияния добавок на процесс очерствения изделий при хранении. Предполагаемый срок годности кексов, приготовленных на химических разрыхлителях, составляет 7 сут. О степени очерствения судили по изменению реологических свойств мякиша в течение 11 сут хранения (в соответствии с требованиями МУК 4.2.1847 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» [20]). Изделия хранили без упаковки при температуре  $18^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха 72%. Результаты исследований приведены в табл. 4 и на рис. 2.

Изменение реологических показателей образцов кексов в процессе хранения

Наименование образца	Продолжительность хранения, сут	Общая деформация $\Delta N_{\text{общ}}$ , ед. пр	Упругость $\Delta N_{\text{упр}}$ , ед. пр
Контрольный образец (кекс «Яблочный»)	0	81,0	25,0
	5	44,0	11,0
	7	24,0	6,0
	11	8,1	2,0
Кекс «Облепиховый»	0	80,0	26,0
	5	42,0	11,2
	7	25,0	6,0
	11	8,8	2,4
Кекс «Творожно-облепиховый»	0	79,0	24,0
	5	35,0	10,0
	7	16,2	4,0
	11	5,6	1,3

Как видно из табл. 4, реологические показатели кексов, приготовленных с добавлением облепихового пюре, в течение 11 сут хранения изменялись практически так же, как и показатели контрольного образца. Показатели кексов с добавлением смеси творога с облепиховым пюре оказались ниже, чем у контрольного образца и у кекса «Облепихового».

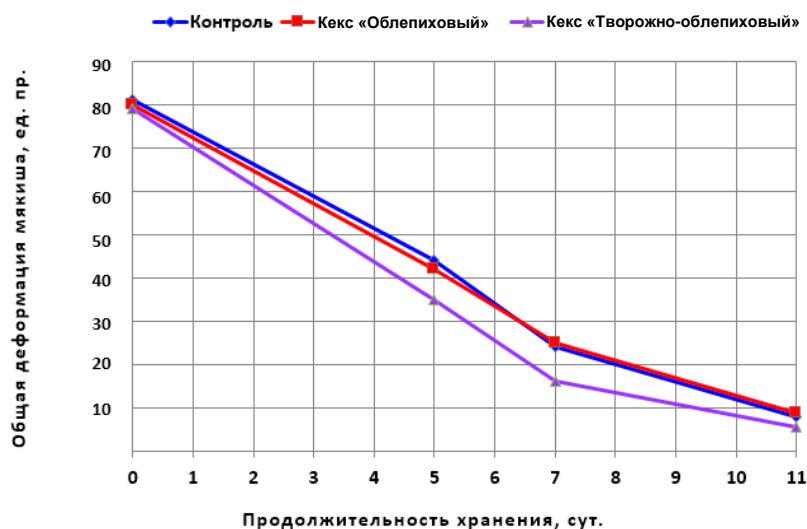


Рис. 2. Изменение общей деформации сжатия мякиша образцов кексов в процессе хранения

Достаточно высокую продолжительность хранения кексов, приготовленных с добавлением яблочного и ягодного пюре, можно объяснить тем, что входящие в состав пюре полисахариды (клетчатка, пектины), будучи гидроколлоидами, способны связывать значительные количества воды и прочно удерживать ее в связанном состоянии как в процессе замеса теста, так и при выпечке и хранении изделий [1]. Кроме того, компоненты яблочного и ягодного пюре вступают во взаимодействие с крахмалом и клейковиной муки, замедляют ретроградацию крахмала и изменение структуры клейковины после выпечки, что способствует замедлению очерствения изделий.

Для образца кекса «Творожно-облепихового» очерствение наблюдалось более активно. Это можно объяснить содержанием в образце ягодного пюре в 9 раз меньшим, чем в кексе «Облепиховом» и чем содержание яблочного пюре в контрольном образце.

Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что наличие в составе кексов ягодного, как и яблочного пюре способствует снижению степени изменения свойств мякиша кексов в процессе хранения. Это позволяет сделать вывод о том, что для обогащения кексов и расширения их ассортимента перспективно использовать содержащее в своем составе ценные нутриенты и балластные полисахариды плодово-ягодное сырье. Введение в состав кексов ягод и фруктов в виде пюре на стадии замеса теста оказывает положительное влияние на сохранение свойств мякиша (свежести) в процессе хранения.

## Литература

1. Матвеева Т.В., Корячкина С.Я. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры. – СПб.: ГИОРД, 2016. – 360 с.
2. Григоренко Е.И. Улучшение качества мучных кондитерских изделий за счет использования нетрадиционного растительного сырья // Научные труды Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета. – 2011. – № 23. – С. 152–155.
3. Перфилова О.В., Митрохин М.А. Использование порошков из плодоовощных выжимок с целью расширения ассортимента мучных кондитерских изделий // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 8. – С. 48–50.
4. Кутина Е.Н., Маточкин С.В. Производство кондитерских изделий функционального назначения // Известия УрГЭУ. – 2008. – № 1. – С. 158–162.
5. Производство мучного кондитерского изделия повышенной пищевой ценности / Л.И. Агзамова, З.Ш. Мингалеева, С.В. Борисова и др. // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 11. – С. 264–268.
6. Стриженко А.В., Першакова Т.В., Тимофеев Т.И. Перспективы расширения ассортимента мучных кондитерских изделий функционального назначения // Новые технологии. – 2011. – № 4. – С. 83–87.
7. Струпан Е.А., Тупсина Н.Н. Основные направления повышения пищевой ценности кондитерских изделий // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 6. – С. 271–275.
8. Тупсина Н.Н., Присухина Н.В. Пищевые волокна в кондитерском производстве // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 9. – С. 166–171.
9. Килкаст Д., Субраманиам П. Стабильность и срок годности. Хлебобулочные и кондитерские изделия. – СПб.: Профессия, 2012. – 444 с.
10. Васильченко И.Т. Порядок лоховые (*Elaeagnales*) // Жизнь растений. – М.: Просвещение, 1981. – Т. 5 (2). – С. 338–340.
11. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений / Гл. ред. П.С. Чиков. – М.: ГУГК, 1980. – С. 272–273.
12. Сборник технических нормативов. Сборник рецептур на продукцию кондитерского производства / Составитель М.П. Могильный. – М.: ДеЛи плюс, 2011. – 560 с.
13. ГОСТ 5904–82. Изделия кондитерские. Правила приемки, методы отбора и подготовки проб. – М.: Стандартинформ, 2010. – 8 с.
14. Вытовтов А.А. Теоретические и практические основы органолептического анализа продуктов питания. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 232 с.
15. ГОСТ 5897–90. Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей. – М.: Стандартинформ, 2012. – 8 с.
16. ГОСТ 15052–2014. Кексы. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2015. – 8 с.
17. ГОСТ 5900–2014. Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ. – М.: Стандартинформ. – 10 с.
18. ГОСТ 5898–87. Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности. – М.: Стандартинформ, 2012. – 26 с.
19. ГОСТ 5901–2014. Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси. – М.: Стандартинформ, 2012. – 5 с.
20. МУК 4.2.1847–04. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 31 с.

УДК 664.951.6:634

**А.В. Захаров**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: alenzaharov1@gmail.com*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАМЧАТСКИХ ДИКОРОСОВ В ПРЕСЕРВАХ-ПАСТАХ ИЗ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ**

В статье рассмотрена целесообразность введения дикоросов (черемши, ягод брусники и рябины) в рецептуры пресервов-паст из лососевых рыб. В качестве сырья выбрана кета как массовый вид тихоокеанских лососей. Приведены разработанные рецептуры пресервов, кратко описана технология приготовления пресервов, а также указаны результаты органолептической оценки. Сделан выбор образцов для дальнейших исследований, с наибольшим содержанием растительных добавок – 7%.

**Ключевые слова:** пресервы-пасты, дикоросы, кета, рецептура, органолептические показатели.

**A.V. Zakharov**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: alenzaharov1@gmail.com*

## **THE USE OF KAMCHATKA WILD PLANTS IN THE PRESERVES-PASTES FROM SALMON**

The feasibility of introducing wild plants (ramson, cranberry and rowan) into the recipes of preserves-pastes from salmon is observed in the article. Chum salmon was selected as the raw material because it is the mass species of Pacific salmon. The developed recipes of preserves are given, the technology of preserves production is briefly described and the results of organoleptic evaluation are indicated. The choice of samples for further research, with the highest content of plant additives – 7% was made.

**Key words:** preserves-pastes, wild plants, Chum salmon (keta), recipe, organoleptic characteristics.

Камчатский край богат водными биоресурсами, впечатляющими своими масштабами, видовым разнообразием. Среди всех гидробионтов, перерабатываемых камчатскими предприятиями, основное значение имеют тихоокеанские лососи. В пресноводных водоемах Камчатки воспроизводятся все шесть видов тихоокеанских лососей (чавыча, нерка, кета, кижуч, горбуша, сима) [1], при этом 85–90% мирового улова тихоокеанских лососей обеспечивается тремя видами: горбушей (35–38%), кетой (28–35%) и неркой (15–20%) [2–4].

Рыбоперерабатывающие предприятия Камчатки выпускают широкий ассортимент продукции из тихоокеанских лососей, в т. ч. различные пресервы. В качестве сырья используют мороженую рыбу, соленый полуфабрикат, рыбу специального посола илипряного посола. Производство пресервов «Пасты рыбные» включает в себя следующие операции: размораживание сырья, мойка, стекание влаги, посол, отмачивание (при использовании соленого полуфабриката с массовой долей соли в мясе рыбы более 8%), разделка, мойка, подготовка материалов, приготовление пасты, подготовка тары, контроль банок, фасование, закатывание, контроль банок после закатывания, мойка банок, этикетирование, упаковывание, складирование, созревание и хранение [5].

Пресервы-пасты из рыбы представляют собой однородную тонкоизмельченную массу, без волокнистости и нерастертых костей с нежной, сочной, мажущейся консистенцией, со вкусом и запахом, свойственными виду рыбы, из которой приготовлены пресервы, однородным цветом [6]. Пресервы-пасты из лососевых рыб обладают высокими вкусовыми качествами и пищевой ценностью. Для продления срока годности в пресервы добавляют консервант – бензойнокислый натрий в количестве 0,2%.

В последнее время в развитии технологии производства рыбных продуктов одним из основных направлений, обусловленным утвердившимися в обществе взглядами на здоровое питание, является ограничение применения химических добавок, снижение содержания поваренной соли, что требует особых подходов к режиму и способу обработки рыбного сырья [7, 8]. Альтернативой химическим консервантам могут являться дикоросы, которые широко распространены в Камчатском крае – рябина, брусника, черемша. Данные дикоросы имеют ценный химический состав, и содержат вещества, обладающие бактерицидным и антиокислительным действием.

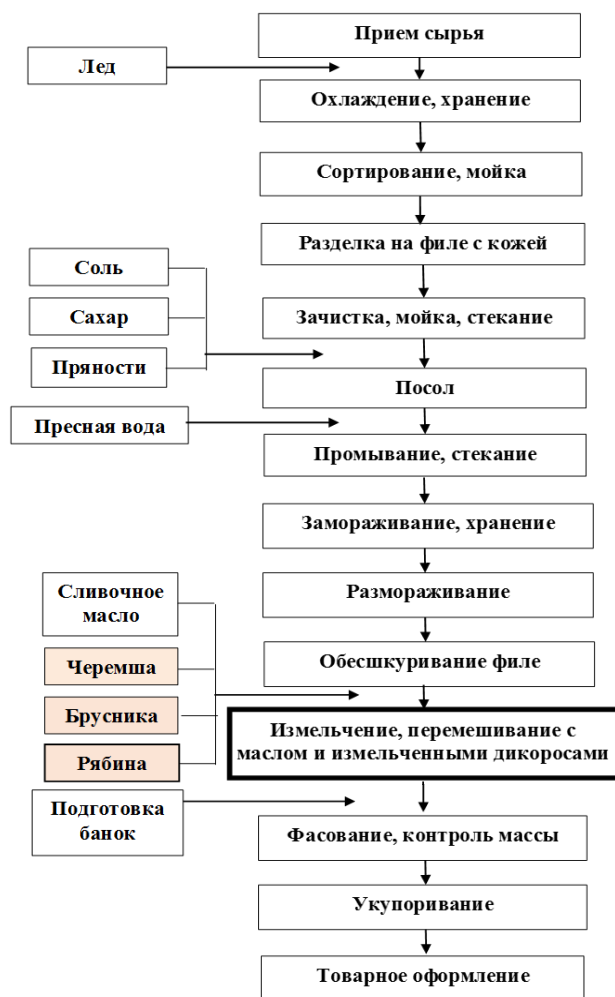
Ягоды брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*) [9] содержат сахара, витамины А, С, Е, В, минеральные вещества, дубильные вещества, органические кислоты – лимонную, яблочную, винную, салициловую, борную, а также бензойную кислоту, которая обладает антисептическими свойствами.

Плоды рябины бузинолистной (*Sorbus sambucifolia*) [9] содержат яблочную, лимонную, винную и янтарную кислоты, дубильные и пектиновые вещества, сорбозу, глюкозу, фруктозу, сахарозу, сорбит, эфирные масла, минеральные вещества. Рябина богата витамином С и каротином. Также плоды рябины содержат сорбиновую кислоту, обладающую бактерицидными свойствами, благодаря чему ее применяют в качестве природного консерванта.

Черемша (*Allium ursinum*) содержит вещества, придающие ей чесночный запах и вкус. В растении содержатся: фруктоза, минеральные соли, фитонциды, лизоцим, каротин, много аскорбиновой кислоты. Растение обладает бактерицидным, фунгицидным и противогрибковым действием.

Таким образом, целью работы является разработка технологии пресервов-паст из лососевых рыб с использованием дикоросов в качестве консервантов, достижение высоких органолептических показателей и пищевой ценности продукции.

Технологическая схема производства пресервов «Паста из лососевых рыб с дикоросами» приведена на рисунке.



Технологическая схема производства пресервов «Паста из лососевых рыб с дикоросами»

Для приготовления пресервов в качестве сырья использовали кету (*Oncorhynchus keta*) – второй по численности вид тихоокеанских лососей после горбуши [10].

Кету-сырец тщательно мыли в проточной воде, разделяли на филе с кожей. Филе натирали смесью соли и сахара, добавляли пряности (перец черный и душистый горошком, лавровый лист). На 1 000 г филе использовали 500 г соли, 100 г сахара. Филе укладывали в полимерные контейнеры, накрывали крышкой и выдерживали в посоле 8 ч при температуре 18°C. Затем филе промывали в проточной воде, оставляли для стекания воды, затем укладывали в полимерные пакеты и замораживали при температуре –35°C в течение 2 ч до достижения температуры в толще филе –18°C. Хранили соленое филе при температуре –18°C.

Ягоды собирали в сентябре 2018 г. Ягоды мыли, давали стечь воде, замораживали и хранили при температуре –18°C в полиэтиленовых пакетах. Черемшу заготавливали в июне 2018 г, замораживали и хранили в морозильной камере в полиэтиленовых пакетах. Дикоросы измельчали блендером до размера частиц 1–2 мм.

Для изготовления пресервов соленое филе кеты размораживали на воздухе при температуре не выше 20°C до температуры в толще филе –2°C, затем обесшкуривали и измельчали блендером. Степень измельчения 1–2 мм, затем добавляли сливочное масло, измельченные дикоросы и тщательно перемешивали с помощью блендера до однородной массы.

Контрольный образец готовили без добавок. Рецептуры образцов пресервов приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Рецептуры пресервов-паст из кеты с черемшой

Наименование компонента	Расход на 1 кг, г (содержание черемши)				
	К	О–1 (1%)	О–2 (3%)	О–3 (5%)	О–4 (7%)
Измельченная масса из филе кетыпряного посола	900	890	870	85	830
<b>Черемша</b>	–	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>70</b>
Масло сливочное	100	100	100	100	100
Выход, г	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000

Таблица 2

Рецептуры пресервов-паст из кеты с брусникой и рябиной

Наименование компонента	Расход на 1 кг, г (содержание ягод)							
	К	О–5 (Б 3%)	О–6 (Б 5%)	О–7 (Б 7%)	О–8 (Р 3%)	О–9 (Р 5%)	О–10 (Р 7%)	О–11 (Б 2%, Р 2%)
Измельченная масса из филе кетыпряного посола	900	870	850	830	870	850	830	860
<b>Брусника</b>	–	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>70</b>	–	–	–	<b>20</b>
<b>Рябина</b>	–	–	–	–	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>70</b>	<b>20</b>
Масло сливочное	100	100	100	100	100	100	100	100
Выход, г	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000

Органолептическая оценка качества всех образцов пресервов проводилась на дегустационном совещании на кафедре «Технологии пищевых производств».

Все образцы пресервов получили высокие оценки органолептических характеристик. Образцы имели однородную, нежную, сочную консистенцию, приятный вкус и запах. Дальнейшие исследования будут проводиться с образцами, содержащими наибольшее количество добавок – 7% от общей массы пресервов.

Таким образом, применение дикоросов в составе рецептуры пресервов-паст из лососевых позволяет расширить ассортимент, а также обогатить продукцию ценными нутриентами.

Дальнейшие исследования направлены на определение физико-химических и микробиологических показателей пресервов с добавлением дикоросов в процессе их хранения.

## Литература

1. Быстрицкий С.П., Титова Н.П., Коломийцев С.И. Ресурсный потенциал Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: АО «Камчаткнига», 1994. – 270 с.

2. *Борец Л.А.* Основы рационального использования запасов донных рыб западно-камчатского шельфа // Рациональное использование биоресурсов Тихого океана: Тезисы докл. Всесоюзн. конф. – Владивосток: ТИНРО, 1991. – С. 85–87.
3. *Егина Л.В.* О проблемах рационального использования рыбных ресурсов и развития промыслового флота // Труды Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН. Выпуск IV. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. Книжное изд-во, 2003. – С. 293–299.
4. Ресурсный потенциал Камчатки. Состояние, проблемы, использование / Под ред. *А.С. Ревайкина*. – Петропавловск-Камчатский: АО «Камчаткнига», 1994. – 288 с.
5. Сборник технологических инструкций по производству рыбных консервов и пресервов. – Ч. 5. – Л.: Гипрорыбфлот, 1989. – С. 137–140.
6. ГОСТ 34063–2017. Пресервы-пасты из рыбы, икры рыб и мяса криля. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2017. – 10 с.
7. *Билич Г.Л., Назарова Л.В.* Основы валеологии. – СПб.: Водолей, 1998. – 559 с.
8. *Донченко Л.В., Надыкта В.Д.* Безопасность пищевой продукции. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 539 с.
9. *Сметанин А.С., Богоявленский В.Ф.* Примечательные растения из природной флоры Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во ГУП ИПК Даль-пресс, 2000. – 212 с.
10. *Фадеев Н.С.* Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2005. – 366 с.



УДК 639.2/.3(470.26)

**А.М. Ильницкая, А.В. Чернова**

*Калининградский государственный технический университет,*

*Калининград, 236022*

*e-mail: ilnitskaya\_96@mail.ru*

## **ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

В данной статье представлена информация о состоянии рыбной отрасли в Калининградской области, вылове водных биологических ресурсов на ее территории, видах промысловых рыб, экспорте рыбного сырья. Приведен краткий обзор результатов исследования предпочтений потребителей Калининградской области в выборе вида рыбы и осведомленности населения о персонализированном питании. Показано, что наиболее предпочтительным видом рыбного сырья для производства различной рыбной продукции, нацеленной на персонализированное питание, на территории Калининградской области является судак.

**Ключевые слова:** водные биологические ресурсы, социологический опрос, персонализированное питание, ихтиофауна Калининградской области, экспорт.

**A.M. Ilnitskaya, A.V. Chernova**

*Kaliningrad State Technical University,*

*Kaliningrad, 236022*

*e-mail: ilnitskaya\_96@mail.ru*

## **JUSTIFICATION OF WATER BIOLOGICAL RESOURCES SELECTION FOR CREATING PERSONALIZED FOOD PRODUCTS**

The information about the state of the fishing industry in Kaliningrad region, the catch of aquatic biological resources on its territory, the species of commercial fish and the export of fish raw materials is presented in the article. A brief review of the results of the study of consumer preferences of Kaliningrad region in the choice of fish species and public awareness of personalized nutrition is given. It is shown that in Kaliningrad region the most preferred species of fish raw materials for the production of various fish products for personalized food is a pike perch.

**Key words:** water biological resources, sociological survey, personalized nutrition, ichthyofauna of Kaliningrad region, export.

Мировая рыбная промышленность представляет собой ведущую и наиболее динамично развивающуюся отрасль. Лидерами по добыче водных биологических ресурсов являются такие страны, как Китай, Индонезия, Индия. Россия же занимает десятое место по вылову (рис. 1) [1].

Калининградская область – эксклавный регион Российской Федерации, уникален своим выгодным экономико-географическим положением и обилием природных ресурсов. Одним из наиболее крупных конкурентных преимуществ данной области является незамерзающий порт, обеспечивающий функционирование и стремительное развитие связанных с ним отраслей. Рыбная отрасль является одной из образующих для Калининградской области, эффективным и перспективным сектором экономики, и ее интенсивное развитие будет способствовать росту конкурентоспособности региона [2].

Соответственно, одними из основных пищевых продуктов для потребителей Калининградской области являются продукты из рыбы и нерыбных объектов промысла.

Добыча водных биологических ресурсов, осуществляемая на территории Калининградской области, обеспечивает 10% общероссийского вылова. Ежегодно на океаническом промысле добывается около 250 тыс. т водного сырья. На прибрежном промысле в Балтийском море и его

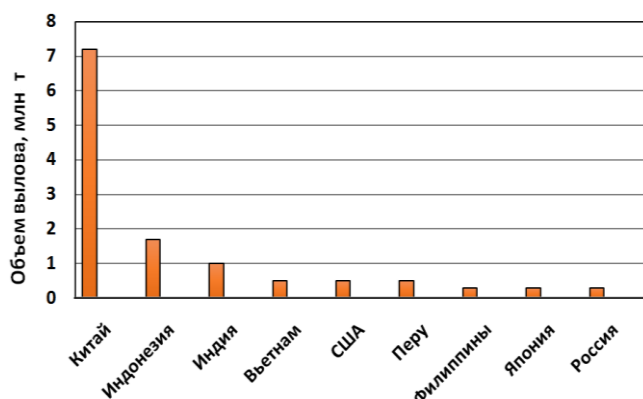


Рис. 1. Вылов рыбы по странам

функционального, персонализированного и др.) представляет на данный момент актуальное направление исследований. Необходим выбор сырья с учетом комбинации периодичности вылова рыбы, пищевых свойств, стоимости и прочих параметров, устанавливающих востребованность рыбного продукта для определенного круга потребителей.

Задачей проводимого исследования является обоснованный выбор рыбного сырья для производства персонализированной продукции для потребительской корзины с учетом пищевых, территориальных, биологических и экономических показателей.

Ввиду многообразия предоставляемого отрасли рыбного сырья на прилавках торговых точек потребители имеют возможность выбора продукта для собственного рациона питания. В настоящее время все большую популярность приобретают диетическое, функциональное, спортивное, персонализированное и др. виды питания. Одно из наиболее перспективных направлений – персонализированное питание, являющееся результатом активного развития нутригеномики. Эта наука исследует тесное взаимодействие питания и генов друг с другом, а также стремится распространить научный подход к улучшению состояния здоровья населения путем грамотного употребления и комбинации определенных пищевых продуктов. Нутригеномика диктует теорию об «индивидуальном управлении здоровьем» [4] методами взаимодействия биологически активных компонентов пищи с генами на микроуровне, преследуя цель понимания и принятия роли питательных веществ в экспрессии генов или доказывая, что определенная диета может быть использована для предотвращения или даже лечения заболевания. Одним из наиболее важных факторов при составлении подобных рационов является необходимость учитывать следующие критерии:

- пищевая ценность рациона – комплекс свойств пищевых продуктов, обеспечивающих физиологические потребности человека в пищевых веществах и энергии;
- биологическая ценность продуктов, включенных в пищевой рацион, – показатель качества пищевого белка, отражающий степень соответствия его аминокислотного состава потребностям организма в аминокислотах для синтеза белка;
- энергетическая ценность пищевого рациона – количество энергии (ккал, кДж), высвобождаемой в организме человека из пищевых веществ продуктов питания для обеспечения его физиологических функций.

При анализе указанных критериев становится очевидным, что белок является важнейшим компонентом питания, который должен быть положен в основу оптимизации пищевого рациона. Рыбные продукты являются одними из основных источников белка, поэтому наличие рыбы будет играть положительную роль при составлении рациона питания человека. Как известно, белки животного происхождения должны составлять 55% от рекомендуемого количества потребления белка, и поэтому включение рыбы в рацион играет положительную роль для потребителя.

Согласно данным Западно-Балтийского территориального управления Западный рыбохозяйственный бассейн включает в себя Балтийское море, Ладожское озеро и все водные объекты отраслевого значения Калининградской, Ленинградской, Псковской, Новгородской и Санкт-Петербургской областей; исключение составляют пруды и обводненные карьеры, являющиеся собственностью субъектов Российской Федерации или же муниципальной и частной собственностью [5].

заливах средний годовой улов составляет 25–28 тыс. т. В общей сумме в Калининградской области каждый год выпускается около 340 тыс. т готовых рыбных продуктов, подавляющее большинство которых (около 90%) отправляется на внутренний рынок России [3].

Разнообразие и обилие рыбной продукции в сетях супермаркетов и точках розничной продажи предоставляют возможность выбирать наиболее предпочтительный для потребителя продукт. Возможность производства продукции для целевого питания (диетического,

Как показано на рис. 2, Западный бассейн, в который входит Калининградская область, обеспечивает вылов примерно 7% от всей добычи рыбы в России.

Всю рыбную промышленность Калининградской области можно разделить на три комплексные составляющие:

– добыча и переработка сырья в зонах иностранных государств и общедоступной части Мирового океана, т. е. океанический промысел, занимающий около 70% от общего объема производимой рыбной пищевой продукции;

– рыбный промысел ареала Балтийского моря, в заливах и внутренних водоемах Калининградской области, занимающий около 8% от общего вылова субъектов Калининградской рыбопромысловой отрасли;

– рыбоперерабатывающий комплекс, нацеленный на переработку, как океанической рыбы, так и выловленной в Балтийском море, заливах и внутренних водоемах области.

Значительная часть рыбной продукции, производимой на территории Калининградской области, поставляется в Россию, но также осуществляется и ее экспорт. Информация по наиболее крупным экспортным поставкам представлена на рис. 3.

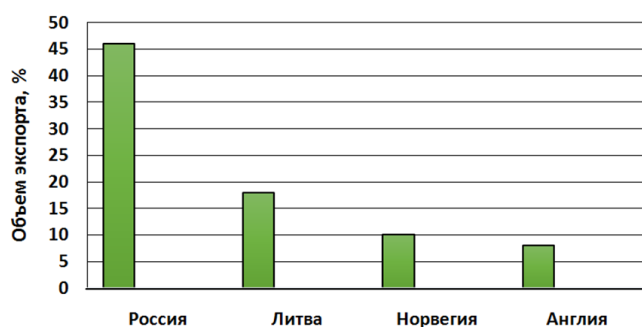


Рис. 3. Экспорт рыбной продукции Калининградской области [7]

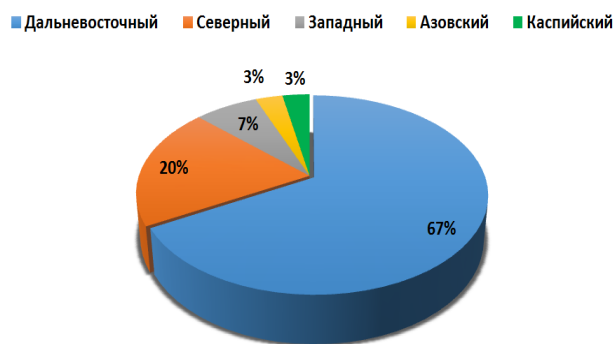


Рис. 2. Основная добыча рыбного сырья в Российской Федерации по бассейнам [6]

Озера, реки, заливы и прочие водоемы Калининградского региона относятся к числу наиболее продуктивных рыбохозяйственных водоемов страны. Данный статус является результатом реализации природоохранных мероприятий, проводившихся в предыдущие годы. Ихтиофауна всех водоемов данного региона представлена 104 видами рыб. В таблице приведена информация по месту и сезону вылова определенных видов рыб, наиболее востребованных у потребителей [8].

Таблица

**Ихтиофауна водоемов Калининградской области**

Рыба	Место вылова	Сезонность вылова
Судак	Калининградский залив	Круглый год
Щука	Куршский залив	Август – октябрь
	Реки Немонин, Матросовка, Ржевка, Товарная, Преголя; Озера Тавские; каналы Головкинский, Приморский, Полесский	Круглый год, кроме ледостава
Окунь	Куршский залив	Август – октябрь
Плотва	Река Товарная	Круглый год, кроме ледостава
Рыбец	Река Шешупе	Удочка; апрель, май
Форель	Река Красная	Май – сентябрь
Голавль	Река Преголя	Круглый год, кроме ледостава
Лосось	Море	С берега, май – ноябрь
Треска	Море	С лодок, круглый год
Сарган	Море	С берега, май
Салака	Море	С берега, март – октябрь
Камбала	Море	С берега, март – ноябрь

В ходе исследований нами был проведен социологический опрос с целью выявления предпочтений потребителей среди предложенных видов рыбы и ознакомления с информированностью населения о персонализированном питании. На основании полученных данных (рис. 4) сделан вывод о предпочтении потребителей в отношении рыбной составляющей в сторону суда-

ка и о достаточной информированности населения о персонализированном питании. Определенное число опрошенных выразило заинтересованность в получении подробной информации о данном методе питания (рис. 5).

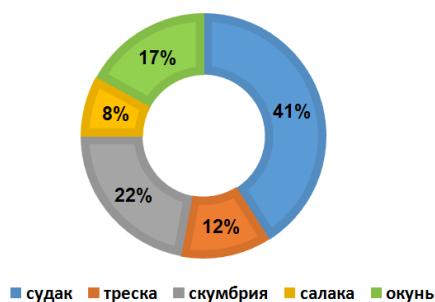


Рис. 4. Предпочтения населения Калининградской области в выборе рыбного сырья



Рис. 5. Осведомленность населения Калининградской области о персонализированном питании

Согласно данным таблицы вылов судака ведется круглогодично. Судак ценится за свое белое нежное постное мясо, в котором практически нет костей. Рыба характеризуется сладковатым, немного пресноватым вкусом, что также делает ее привлекательной для потребителя. Мышечная ткань судака содержит около 1% жира, поэтому данную рыбу можно рассматривать как диетический продукт. Блюда из судака следует включить в свой рацион людям, страдающим нарушением обмена веществ, сахарным диабетом, отеками ног, ожирением.

Итак, можно сделать вывод о том, что наиболее предпочтительным видом рыбного сырья для производства различной рыбной продукции, нацеленной на персонализированное питание, на территории Калининградской области является судак.

## Литература

1. Безпалов В.В., Сыманюк В.В. Перспективы развития рыбной промышленности России в современных экономических условиях // Экономика. Право. Менеджмент: Современные проблемы и тенденции развития: Материалы VIII заочной Международной научно-практической конференции (27 января 2015 г., Краснодар). – 2015.
2. Ивченко В.В. Горизонты морехозяйственного развития российского эксклава: от стагнации к возрождению. – Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010. – 116 с.
3. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2010: Стат. сб. – М.: Росстат, 2010.
4. Вигель Н.Л. Утилитарно-прагматический феномен современности и его отражение в метамоде // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. – 2015. – № 7–2 (57). – С. 41–43.
5. Западно-Балтийское территориальное управление [Электронный ресурс]. – URL: <http://zbtu39.ru/91-polozhenie.html> (дата обращения: 19.02.2019).
6. Лукьянова Л.М., Зинько Д.П. Вопросы анализа проблем РХК: методы и методики // Известия КГТУ. – 2009. – № 16. – С. 131–136.
7. Целевая программа Калининградской области «Развитие аквакультуры в Калининградской области на 2013–2015 годы» [Электронный ресурс]. – URL: <http://lawsrf.ru/region/documents/338439/> (дата обращения: 19.02.2019).
8. Рыба Калининградской области [Электронный ресурс]. – URL: <http://day-off39.ru/otdykh-v-kaliningrade-i-oblasti/211-chto-lovitsya-v-vodoemah-oblasti> (дата обращения: 19.02.2019).

УДК 664.31/.36:582.272.46:637.2

**Н.Ю. Ключко, А.В. Стручкова**

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

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ *LAMINARIA JAPONICA* ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ СЛИВОЧНОГО МАСЛА**

Анализ рынка сливочного масла Калининградской области показал, что данный продукт пользуется большим спросом среди потребителей. В настоящее время молокоперерабатывающие предприятия области интенсивно увеличивают объем производства данного продукта. С помощью маркетингового исследования были установлены основные предпочтения респондентов при выборе сливочного масла по сорту, виду, жирности, производителям, частоте употребления, наличию обогащающих компонентов. Показана перспективность совершенствования традиционной рецептуры сливочного масла путем его обогащения функциональными ингредиентами. Проведены исследования по совершенствованию рецептуры сливочного масла путем его обогащения водорослью *Laminaria japonica*. Даны рекомендации по употреблению функционального продукта.

**Ключевые слова:** исследование рынка, сливочное масло, ламинария, йододефицит, функциональный продукт, функциональные ингредиенты.

**N.Yu. Klyuchko, A.V. Struchkova**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: natalya.kluchko@klgtu.ru*

### **USE OF *LAMINARIA JAPONICA* FOR BUTTER ENRICHMENT**

The analysis of butter market of Kaliningrad region showed that this product is in great demand among consumers. Currently, milk-processing enterprises of the region are intensively increasing the production volume of this product. With the help of marketing research the main preferences in choosing butter by grade, type, fat content, producers, frequency of use and the enriching components were established. The prospects of improving the traditional recipe of butter by enriching it with functional ingredients are shown. The research on improving the butter recipe by enriching with the alga *Laminaria japonica* was conducted. The recommendations on the use of functional product are given.

**Key words:** market analysis, butter, laminaria, iodine deficiency, functional product, functional ingredients.

#### **Введение**

Молоко и молочные продукты являются одними из наиболее потребляемых пищевых продуктов как во всей России, так и на территории Калининградской области. В «Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года» запланировано увеличение производства молочного сырья, повышение его качества с целью увеличения выработки высококачественной готовой продукции, а также расширение ассортимента за счет внедрения современных технологий, повышающих пищевую и биологическую ценность продуктов [1].

На территории Калининградской области расположены производственные и перерабатывающие молочные фабрики. Общее количество молока в хозяйствах всех категорий, по данным справочника «Молочная отрасль – 2017», составляет 174,9 тыс. т [2].

Сливочное масло признано товаром массового потребления. Оно выпускается в больших объемах: на территории России за 2017 год было произведено более 260 тыс. т, что на 6,7% больше, чем в 2016 г. В Калининградской области в 2017 г. было произведено 1,6 тыс. т [3].

Согласно ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» сливочное масло – масло из коровьего молока, в котором массовая доля жира составляет не менее 50% [4]. Данный продукт отличается высоким содержанием жирорастворимых витаминов А, D, Е и К, минеральных веществ (кальция, фосфора, калия, натрия, железа), а также жирных кислот, общее количество которых достигает 150. Энергетическая ценность сладко-сливочного несоленого масла составляет 748 ккал.

Польза сливочного масла оценивается неоднозначно. С одной стороны, сливочное масло содержит необходимые для нормального функционирования организма витамины, жирные кислоты, с другой, значительное количество холестерина – 0,2%. Однако следует учесть, что норма потребления сливочного масла в сутки составляет 10–30 г. Данное количество продукта не несет за собой никаких негативных последствий, в т. ч. увеличения количества холестерина в крови.

В связи с тем, что производство сливочного масла в Калининградской области растет, актуальным является расширение ассортимента данного продукта и повышение его биологической ценности.

Из 7 млрд жителей нашей планеты от нехватки йода страдают почти 2 млрд. Калининградская область считается территорией со средней степенью йододефицита, однако неуклонно растет число жителей, у которых диагностированы заболевания, вызванные нехваткой данного микроэлемента: гипотиреоз – на 4,26%, многоузловой зоб – на 39,5% [5].

Существует немало продуктов, в состав которых входит йод, но основными источниками йода являются морепродукты: рыба, водоросли, моллюски, креветки и другие. Ламинария – морская бурая водоросль, отличающаяся высоким содержанием йода, используется в качестве средства профилактики йододефицита.

Научно доказано, что на интенсивность метаболизма йода влияет обеспеченность организма витамином А, который модулирует метаболизм гормонов щитовидной железы и производство тиреотропного гормона гипофизом [6]. Комбинация йода и витамина А благоприятно влияет на функцию и размер щитовидной железы. В 100 г сливочного масла содержится 450 мкг витамина А, что составляет 45% от суточной нормы потребления этого витамина. Следовательно, рационально обогащать именно сливочное масло источниками йода.

*Постановка задачи.* В связи с изложенным выше в работе были поставлены следующие задачи:

- провести анализ рынка сливочного масла в Калининградской области;
- определить возможность повышения биологической ценности сливочного масла путем обогащения его морской водорослью *Laminaria japonica*.

### Обсуждение результатов

По данным Росстата, в Калининградской области за январь – май 2018 г. было произведено 800 тыс. кг сливочного масла, по сравнению с 2017 г. (январь – май), производство увеличилось на 56,8%, что свидетельствует о высоких темпах развития данного производства [2]. Цена на сливочное масло в Калининградской области в 2018 г. по сравнению с 2017 г. снизилась на 0,4%. Соотношение импортной и отечественной продукции на российском рынке сливочного масла в настоящее время характеризуется следующими данными: 66% – масло отечественного производства и 34% – зарубежного.

Исследование производителей сливочного масла в Калининградской области показало, что крупнейшими предприятиями, выпускающими данный продукт, являются ОАО «Молоко», ООО «Залесский фермер» и ООО «Гусевмолоко», которое выпускает масло двух торговых марок – «Кот-де-франс» и «Неженская». Данные производители выпускают традиционное масло жирностью 72,5% и крестьянское жирностью 82,5%.

Основные современные тенденции в производстве масла направлены на его обогащение с целью повышения биологической ценности продукта. Другие разработки направлены на увеличение срока годности сливочного масла, торможение процессов окисления, модернизирование технологического процесса и сокращение продолжительности производства. Отклонение от традиционных технологий позволяет продлить срок годности, повысить содержание незаменимых веществ и придать продукту лечебно-профилактические свойства. Обогащенное сливочное масло будет востребовано на российских рынках.

Для определения спроса на сливочное масло повышенной биологической ценности нами был проведен социологический опрос. В опросе приняли участие 100 человек, из них 60%

составляли женщины, 40% – мужчины. Среди респондентов 46% составляли потребители в возрасте 18–35 лет, 40% – в возрасте от 36 до 55 лет, 14% – от 55 лет и старше.

Было установлено, что 93% респондентов употребляют сливочное масло (рис. 1). При этом 44% опрошенных покупают масло один раз в неделю, 22% – редко, один раз в месяц, 20% – 2–3 раза в неделю (рис. 2). Следовательно, можно утверждать, что сливочное масло – продукт массового потребления.

При выборе продукта 72% покупателей ориентируются на вкус и запах, 70% – на натуральность ингредиентов, 38% – на цену (рис. 3). В зависимости от жирности 53% респондентов приобретают традиционное масло (82,5%), 32% – крестьянское (72,5%), 4% выбирают любительское (72,5%) (рис. 4).

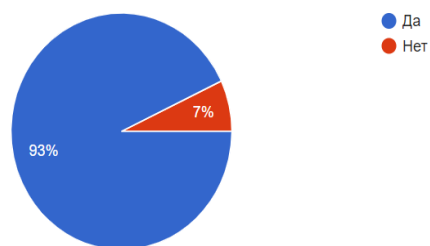


Рис. 1. Распределение респондентов по употреблению сливочного масла, %

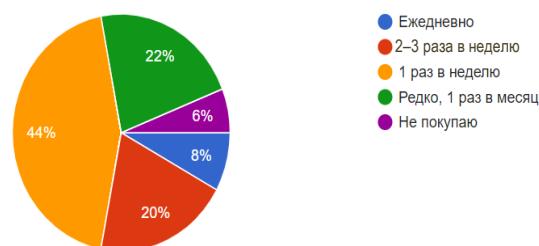


Рис. 2. Распределение респондентов по частоте употребления сливочного масла, %

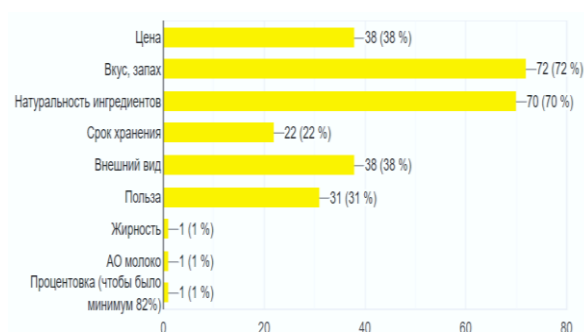


Рис. 3. Критерии выбора сливочного масла при покупке, %

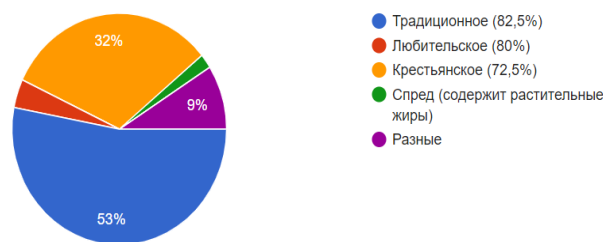


Рис. 4. Предпочтения респондентов по видам сливочного масла в зависимости от его жирности, %

Большинство респондентов (51%) предпочитают сливочное масло местных производителей, 15% отдают предпочтение российским маркам и производителям, 11% – зарубежным (рис. 5). Среди опрошенных 50% заинтересованы в появлении на рынке сливочного масла повышенной пищевой ценности, 29% – возможно заинтересованы и 21% – предпочитают классическую рецептуру (рис. 7). В качестве обогащающих сливочное масло компонентов большинство респондентов (58%) хотели бы видеть овощные добавки и 51% – морские водоросли (рис. 6).

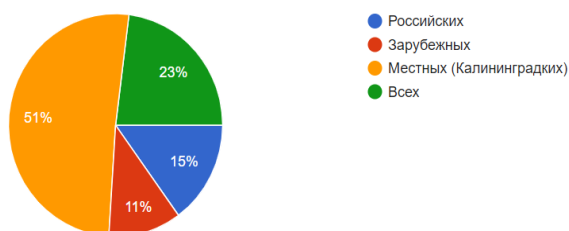


Рис. 5. Предпочтения потребителей по производителям сливочного масла, %

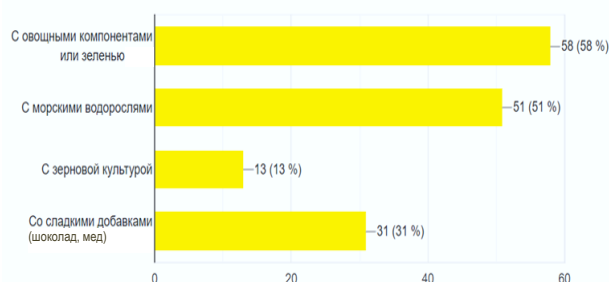


Рис. 6. Предпочтения потребителей в отношении обогащающих компонентов сливочного масла, %



Рис. 7. Отношение респондентов к появлению на рынке сливочного масла с повышенной биологической ценностью, %

Экспериментально установлено, что ламинарию необходимо измельчать до получения частиц размером  $1 \text{ мм}^2$ . Степень измельчения также имеет большое значение: частицы размером менее  $1 \text{ мм}^2$  образуют в итоге зеленоватую массу, которая негативно воспринимается потребителями, а более крупные частицы ламинарии образуют плохо пережевываемые включения.

Измельченную водоросль просеивают для отделения более мелких или крупных частиц, затем дозируют и выдерживают в воде для набухания в течение 4 ч. Без предварительного замачивания твердые частички водоросли негативно влияют на вкус готового продукта. После набухания водорослевую массу подвергают стеканию и затем вносят в нормализованные высокожирные сливки. Предварительно прокаленную и просеянную поваренную соль добавляют в количестве 2%. После внесения всех компонентов проводят термомеханическую обработку массы с получением готового продукта.

Содержание йода в ламинарии, по экспериментальным данным, составило 233 мг/100 г. Чтобы получить функциональный продукт, удовлетворяющий 20% суточной потребности в йоде при рекомендуемой норме потребления сливочного масла 30 г в день и суточной потребности 150 мкг йода для подростков и взрослых людей, необходимо внести 13,53 г водоросли в 180 г сливочного масла (масса одной потребительской упаковки масла). Результаты определения органолептических и физико-химических показателей качества сливочного масла, приготовленного по разработанной нами технологии, представлены, соответственно, в табл. 1–2.

Органолептическая оценка готового продукта показала его «отличное» качество. Масло, обогащенное ламинарией, имело приятный сливочный запах и вкус, в меру соленый, с характерным привкусом водорослей, светло-желтого цвета с зеленоватыми вкраплениями, распределенными равномерно по всей массе продукта. Результаты оценки физико-химических показателей качества нового продукта также показали, что он соответствует требованиям технической документации (ТУ 10.51.30.100-030-00471544–2019).

Таблица 1

**Органолептические показатели качества сливочного масла, обогащенного ламинарией**

Наименование показателя	Характеристика
Вкус	Выраженный сливочный вкус, в меру соленый, с характерным привкусом водорослей, без посторонних привкусов
Запах	Выраженный, приятный сливочный с оттенком запаха водорослей, без посторонних запахов
Внешний вид	Поверхность ровная, по всей массе равномерно расположены включения ламинарии с размером частиц $1 \text{ мм}^2$ , занимающие не более 25% поверхности
Цвет	От светло-желтого до желтого с зелеными вкраплениями, равномерно распределенными по всей массе продукта
Консистенция	Плотная, однородная, пластичная
Вид на срезе	Поверхность блестящая, на срезе видны включения ламинарии, которые равномерно распределены

Таблица 2

**Физико-химические показатели качества сливочного масла, обогащенного ламинарией**

Наименование показателя	Норма по ТУ 10.51.30.100-030-00471544–2019	Результаты экспериментальных определений
Массовая доля влаги, %	16–45	30,7
Массовая доля хлористого натрия, %	Не более 2,0	2,0
Массовая доля жира, %	50–69	66
Массовая доля минеральных веществ, %	–	2,1
Кислотность жировой фазы, °К	Не более 4	1,6

В ФГБОУ ВО «КГТУ» предложена технология сливочного масла повышенной биологической ценности. Подготовленное сырое молоко сепарируют до получения сливок, которые затем подвергают пастеризации и снова сепарируют до образования высокожирных сливок, при необходимости полученные сливки нормализуют. Отдельно готовят вспомогательные компоненты – сушеную ламинарию и поваренную пищевую соль.



### Выводы

Анализ рынка сливочного масла в Калининградской области показал, что объемы производства данного продукта растут, как по всей России, так и на территории Калининградской области. Актуальным в настоящее время является отклонение от традиционных рецептур и создание масла с различными наполнителями, повышающими биологическую ценность продукта. Показано, что спрос на данную продукцию растет, потребители хотели бы видеть более широкий ассортимент сливочного масла, в том числе обогащенного.

Проведены исследования по совершенствованию рецептуры сливочного масла путем его обогащения водорослью *Laminaria japonica*. Определены основные органолептические и физико-химические показатели качества. В настоящее время исследования продолжаются в части установления хранимоспособности обогащенного продукта, подтверждения его функциональности.

### Литература

1. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902343994>
2. Социально-экономическое положение Калининградской области за 2017 год. – URL: [http://kaliningrad.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/kaliningrad/resources/f03f13804440969b8f47affa17e1e317/И+1.1+12\\_17d.pdf](http://kaliningrad.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/kaliningrad/resources/f03f13804440969b8f47affa17e1e317/И+1.1+12_17d.pdf)
3. Россия в цифрах. 2018: Крат. стат. сб. / Росстат. – М., Р76 2018. – 522 с.
4. ТР ТС 033/2013. О безопасности молока и молочной продукции. – М., 2014. – 192 с.
5. Калининградская область – Характеристика [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.polpred.com/?cnt=195&fo=2&obl=23&dsc=1>
6. Громова О.А., Торшин И.Ю., Кошелева Н.Г. Молекулярные синергисты йода: новые подходы к эффективной профилактике и терапии йод-дефицитных заболеваний у беременных // Мать и дитя. – 2011. – № 1 – С. 51–57.

УДК 339.133.017:664.952

**Ю.Н. Коржавина, В.И. Сингаев, Д.Л. Альшевский**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: julia\_k2016@mail.ru*

### **МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ РЕЦЕПТУРЫ РЫБНЫХ КОЛБАСОК ДЛЯ ГРИЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО ШПИКА**

В статье представлены результаты маркетинговых исследований для обоснования актуальности разработки рецептуры рыбных колбасок для гриля и востребованности данного вида продукции на рынке. Показано, что потенциальные потребители заинтересованы в продукции нового вида, содержащей имитационный шпик на основе растительного сырья. Указана возможность и рациональность использования в рецептуре новой продукции малоценных в пищевом отношении рыб, доступных объектов аквакультуры.

**Ключевые слова:** рыба, аквакультура, имитационный шпик, рыбные колбаски для гриля.

**Yu.N. Korzhavina, V.I. Singaev, D.L. Alshevsky**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: julia\_k2016@mail.ru*

### **MARKETING RESEARCH FOR THE DEVELOPMENT OF GRILLED FISH SAUSAGE RECIPES WITH IMITATION BACON APPLICATION**

The results of marketing research to prove the relevance of the grilled fish sausage recipe development and the demand for this type of product on the market are presented in the article. It is shown that potential consumers are interested in the new type product containing imitation fat based on the vegetable raw materials. The possibility and rationality to use new product from low-value fish which is available objects of aquaculture in the formulation is given.

**Key words:** fish, aquaculture, imitation bacon, grilled fish sausages.

Одним из перспективных направлений развития рыбной промышленности и ключевых факторов насыщения внутреннего продовольственного рынка является развитие аквакультуры. Согласно проекту Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса до 2030 года можно говорить о том, что доля собственной рыбной продукции на рынке Российской Федерации составляет не менее 80%. Среди населения произошло увеличение доли потребителей со средним доходом, возрос интерес к здоровой пище; появились новые рынки и новые маркетинговые идеи. Важное значение имеет создание новых и совершенствование существующих технологий производства продукции из объектов аквакультуры с добавлением морских и океанических рыб и пищевых добавок.

Использование в технологиях рыбы, как в измельченном виде, так и разделанной на филе, дает возможность переработки не только ценных видов рыб, но и рыб с так называемой пониженной товарной ценностью. Использование рыб с механическими повреждениями и отходов, получаемых при разделке рыбы, делает технологию производства малоотходной. Сочетание в рецептурах разных видов рыбного сырья и пищевых добавок позволяет улучшить органолептические показатели готовой продукции, в т. ч. получить изделия с привлекательным внешним видом [1, 2]. Недорогие в разведении рыбы имеют ряд преимуществ, одним из которых является их доступность.

В научном обеспечении аквакультуры существуют проблемы, преодоление которых будет способствовать созданию благоприятных условий для ускоренного развития аквакультуры [3]:

- недостаточно оснащены научные организации современным оборудованием;
- не преодолена проблема нехватки научных кадров, владеющих современными методами исследований;

- недостаточно проработаны механизмы передачи результатов внедрения научных исследований в практику использования рыбоводными хозяйствами;
- не налажено взаимодействие в области совместных исследований с высшими учебными заведениями и научными организациями системы Российской академии наук.

Одним из основных направлений в области здорового питания является производство продуктов поликомпонентного состава, содержащих как основные нутриенты, так и микронутриенты, к которым относятся витамины и минеральные вещества. Эта тенденция объясняется тем, что основными нарушениями в пищевом статусе населения России являются дефицит полноценных белков, полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, большинства витаминов, минеральных элементов (кальция, железа, йода, фтора, селена, цинка), избыточное потребление животных жиров.

Целью работы является изучение перспективных технологий переработки объектов аквакультуры путем маркетингового исследования потенциального рынка новых поликомпонентных продуктов на основе гидробионтов.

Методом исследования, применяемым на данном этапе, являлся социологический опрос потребителей [4]. Для получения данных о рациональности производства рыбных колбасок для гриля сбор информации проводился посредством анкетирования, в котором приняли участие 145 чел. (рис. 1–7).

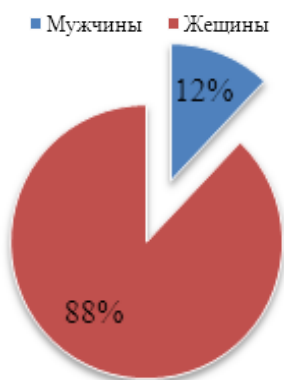


Рис. 1. Распределение респондентов по полу

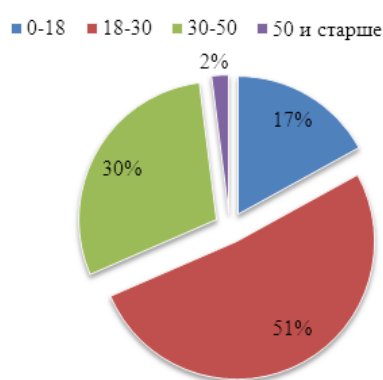


Рис. 2. Распределение респондентов по возрасту

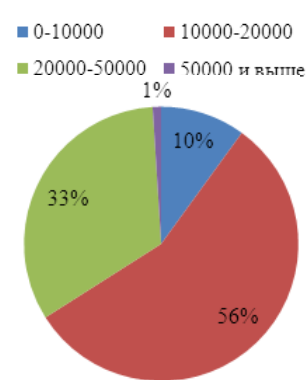


Рис. 3. Распределение по доходу

Из рис. 1 и 2 видно, что среди опрошенных 88% составили женщины и 12% мужчины. Наибольшее число (51%) пребывает в возрасте от 18 до 30 лет, значительную долю (30%) составляют потребители в возрасте от 30 до 50 лет.

Рис. 3 показывает, что доход потенциальных потребителей преимущественно составляет 10–20 тыс. руб., однако и высокий процент составляют и те, чей доход от 20 до 50 тыс. руб.

На рис. 4 показано, что 40% респондентов употребляют рыбу постоянно, а 30% – лишь иногда. Это говорит о том, что разработка нового продукта может заинтересовать потенциальных потребителей. Более 90% опрошенных ответили положительно на вопрос о расширении ассортимента продукции из гидробионтов (рис. 5).

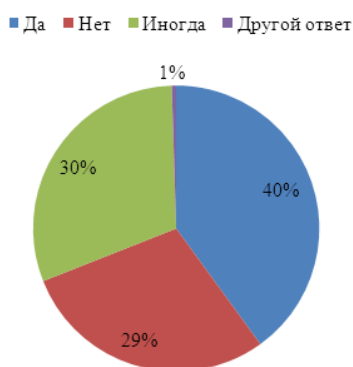


Рис. 4. Уровень потребления рыбы и рыбных продуктов

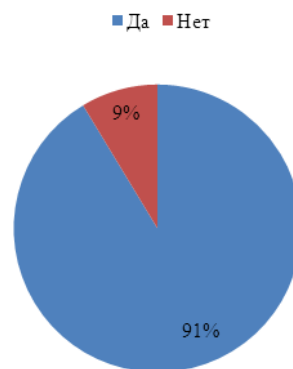


Рис. 5. Мнение потенциальных потребителей о расширении ассортимента рыбных продуктов

Потенциальные потребители также отметили, что они положительно воспринимают такой компонент рецептуры колбасных изделий, как шпик, но мало кто знает о шпике, полученном на основе растительного сырья (рис. 6 и 7).

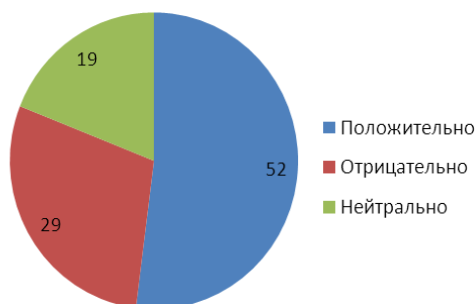


Рис. 6. Отношение потенциальных потребителей к шпику в пищевых продуктах

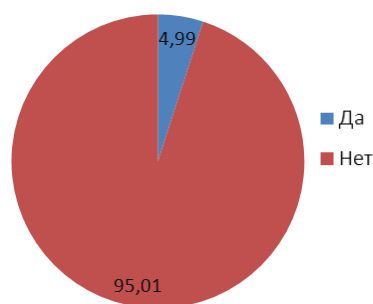


Рис. 7. Осведомленность респондентов о шпике на основе растительного сырья

Из результатов проведенных маркетинговых исследований можно сделать следующие выводы:

- большая часть (91%) опрошенных потенциальных потребителей заинтересованы в том, чтобы попробовать продукцию нового вида;
- разрабатываемый продукт можно отнести к новому непосредственно для нашего рынка, поскольку опрошенные не знали о его существовании;
- большая часть респондентов высказала мнение, что допускают в пищевых продуктах применение шпика как компонента рецептуры.

Разрабатываемый продукт – рыбные колбаски для гриля, которые можно отнести к поликомпонентным продуктам с измененным составом жиров за счет использования в составе имитационного шпика, т. е. за счет замены в рецептуре свиного жира растительными маслами, содержащими жирные кислоты повышенной биологической эффективности. Рецептuru рыбных колбасок для гриля разработана с учетом принципов сбалансированного питания.

### Литература

1. Коробейник А.В. Технология переработки и товароведение рыбы и рыбных товаров. – Ростов н/Д.: Феникс, 2002. – 342 с.
2. Борисочкина Л.И., Гудович А.Б. Производство рыбных полуфабрикатов и кулинарных изделий.– М.: Агропромиздат, 1985. – 174 с.
3. Краснова О.А., Васильева М.И. Научное обоснование и практическая реализация пресноводного рыбного сырья в пищевой индустрии // Молодой ученый. – 2015. – № 8. – С. 397–400.
4. Безкоровайный С.К., Альшевская М.Н. Маркетинговые исследования для разработки рецептуры комбинированной начинки для блинов // Вестник молодежной науки. – 2016.

УДК 664.66.022.39:582.232

**А.П. Крехнова, О.А. Ворошилова**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: 7701715@mail.ru*

### **ВЛИЯНИЕ ДОБАВЛЕНИЯ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ НА КАЧЕСТВО БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Приведен анализ литературных данных о направлениях обогащения хлебобулочных изделий. Представлена краткая характеристика химического состава синезеленых водорослей как добавки в хлебобулочные изделия. Показаны результаты разработки рецептуры сдобных булочных изделий с синезелеными водорослями на основе органолептической оценки. Приведены физико-химические показатели изделий. Введение водорослей в количестве до 8% от массы муки по рецептуре способствовало повышению влажности, понижению кислотности изделий, но не приводило к изменению значений этих показателей свыше установленных нормативов. «Воздушная» консистенция мякиша была отмечена как признак, характеризующий улучшение органолептических свойств сдобы.

**Ключевые слова:** булочные изделия, сдоба, синезеленые водоросли, качество.

**A.P. Krekhnova, O.A. Voroshilova**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: 7701715@mail.ru*

### **THE EFFECT OF BLUE-GREEN ALGAE ON BAKERY PRODUCTS QUALITY**

The analysis of the literature about the directions of bakery products enrichment is given. A brief description of the chemical composition of blue-green algae as an additive in bakery products is presented. The results of the formulation development of bakery products with blue-green algae on the basis of organoleptic evaluation are shown. Physical and chemical parameters of products are given. The introduction of algae in amount of up to 8% by weight of the flour according to the recipe caused the humidity growth, the acidity decrease in the product, but these indicators did not exceed the established standard values. The "airy" crumb consistence was noted as a sign that characterizes the improvement of the organoleptic properties of the baking.

**Key words:** bakery products, baking, blue-green algae, quality.

Сдобные булочные изделия являются одними из самых любимых среди потребителей всех возрастов компонентами пищевого рациона. В то же время в связи с использованием в качестве основного сырья для их приготовления рафинированной пшеничной муки большая часть сдобных изделий отличается низким содержанием ценных нутриентов и пищевых волокон.

Количество рецептов приготовления сдобных булочных изделий постоянно увеличивается за счет введения различных добавок, часто выполняющих не только обогатительную функцию, но и структурообразующую. В качестве добавок применяют фрукты, овощи, ягоды и орехи, балластные вещества (клетчатку, альгинаты, агар, хитозан, пектины и др.).

В практике производства сдобных изделий преобладают тенденции, направленные на получение продукта с заданными диетическими свойствами. Поэтому разработка новой продукции должна быть направлена на решение таких задач, как снижение калорийности, обогащение биологически активными веществами, включение компонентов, способствующих нормализации работы пищеварительного тракта.

Большое внимание диетологов в качестве добавки в состав пищевых продуктов привлекают синезеленые микроводоросли рода *Spirulina*. Синезеленые водоросли рода *Spirulina* содержат в своей биомассе до 65% белков [1], причем белок спирулины является полноценным по аминокислотному составу [2]. Белки спирулины, как и других синезеленых водорослей, характеризуются

ются высоким содержанием аргинина – до 14% от суммы всех аминокислот [3]. Биомасса спирулины содержит много полиненасыщенных жирных кислот, в т. ч. значительное количество  $\gamma$ -линоленовой кислоты [2, 3]. Для спирулины характерна сине-зеленая окраска, обусловленная наличием пигментов: хлорофилла «а», фикобилинов и каротиноидов.

Синезеленые водоросли содержат витамины групп В, А, Е, К, аскорбиновую кислоту [3]. Так, в разных образцах биомассы *Spirulina platensis* содержание витаминов С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub> и РР сопоставимо с содержанием таковых в картофеле, репчатом луке, моркови, свекле, капусте. Содержание каротиноидов в спирулине в 3–13 раз выше, чем в моркови [4].

В биомассе синезеленых водорослей содержание золы может достигать 10–20%, увеличиваясь до 66% у водорослей, развивающихся в более высокоминерализованных водах [5]. Основную часть золы составляют сернокислые соли железа, магния, кальция и калия. В золе обнаружены также йод, бор, цинк, медь, натрий и хлор [3]. При внесении в питательную среду цинка при искусственном культивировании *Spirulina platensis* уже через сутки в клетках наблюдалось максимальное содержание цинка [6].

Химический состав биомассы спирулины приведен в таблице [7].

Таблица

Химический состав воздушно-сухой биомассы спирулины

Наименование показателя	Содержание	Наименование показателя	Содержание	Наименование показателя	Содержание
Белки, %	60,00	Макро- и микро-элементы, мг/кг	–	Витамины, мг/кг	–
Полисахариды, %	19,00	кальций	1315,00	тиамин	55,00
Липиды, %	6,00	железо	580,00	рибофлавин	40,00
Минеральные вещества, %	8,00	калий	15400,00	ниацин	207,00
Каротиноиды (в пересчете на $\beta$ -каротин), мг/кг	1700,00	магний	1915,00	кальция пантотенат	11,00
		марганец	25,00	пиридоксин	3,00
		натрий	412,00	$\alpha$ -токоферол	190,00
Пигменты, мг/кг		цинк	39,00	биотин	0,40
хлорофилл «а»	7600,00	селен	0,14	фолиевая кислота	0,50
фикоцианин	1110,00	фосфор	8942,00	никотиновая кислота	118,00
–	–	хром	1,24	цианокобаламин	2,00

Из данных химического состава спирулины очевидно, что ее биомасса является ценным источником необходимых организму человека нутриентов и, соответственно, может быть использована как обогащающая добавка в составе рецептур пищевых продуктов, в том числе хлебобулочных.

Так, В.С. Букреев с соавторами, проводя исследования по использованию биомассы синезеленых микроводорослей рода *Spirulina* в хлебобулочных изделиях функционального назначения [8, 9] установили, что при внесении спирулины в хлебобулочные изделия из ржаной обдирной муки относительное содержание белка увеличивалось на 6,2, липидов – на 1,7%. При внесении спирулины в изделия из пшеничной муки в продуктах повышалось содержание кальция, железа, меди, фосфора [9].

Целью нашей работы на данном этапе являлось изучение влияния добавки биомассы спирулины на качество сдобных булочных изделий.

Для приготовления образцов булочных изделий за основу принимали рецептуру теста для сдобы обыкновенной [10] (контрольный образец К). Тесто приготавливали безопасным способом. Тестовые заготовки разделяли округлой формы. Заготовки укладывали на противни, смазанные жиром, ставили в теплое место для расстойки на 50–80 мин. Затем выпекали при температуре 200°C в течение 12–15 мин. Масса готовых изделий составляла 50 г.

Экспериментальные образцы готовили с добавлением тонкодисперсного порошка из синезеленых водорослей рода *Spirulina*, полученного путем измельчения в кофемолке таблетированной биологически активной добавки к пище «Спирулина ВЭЛ» (рис. 1).

Просеянный порошок спирулины вносили перед замесом теста непосредственно в муку в количестве 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8%. Образцы, соответственно, обозначали как S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8. На рис. 2 представлен внешний вид сдобного теста со спирулиной, поверхности и мякиша готовых изделий.

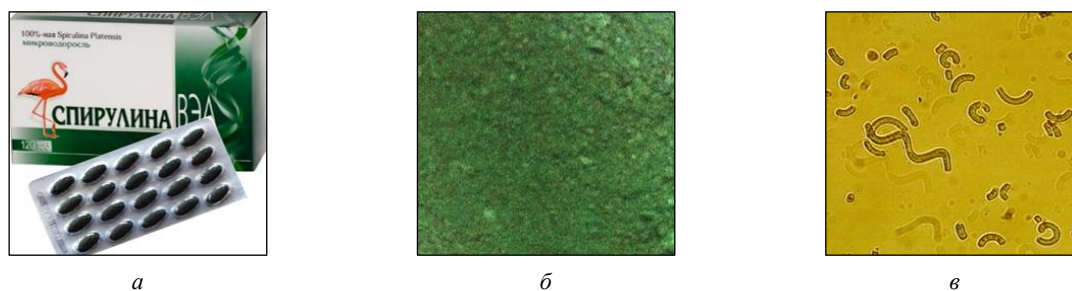


Рис. 1. Добавка из спирулины:  
а – таблетированная форма; б – тонкодисперсный порошок; в – частицы порошка под микроскопом (× 400)

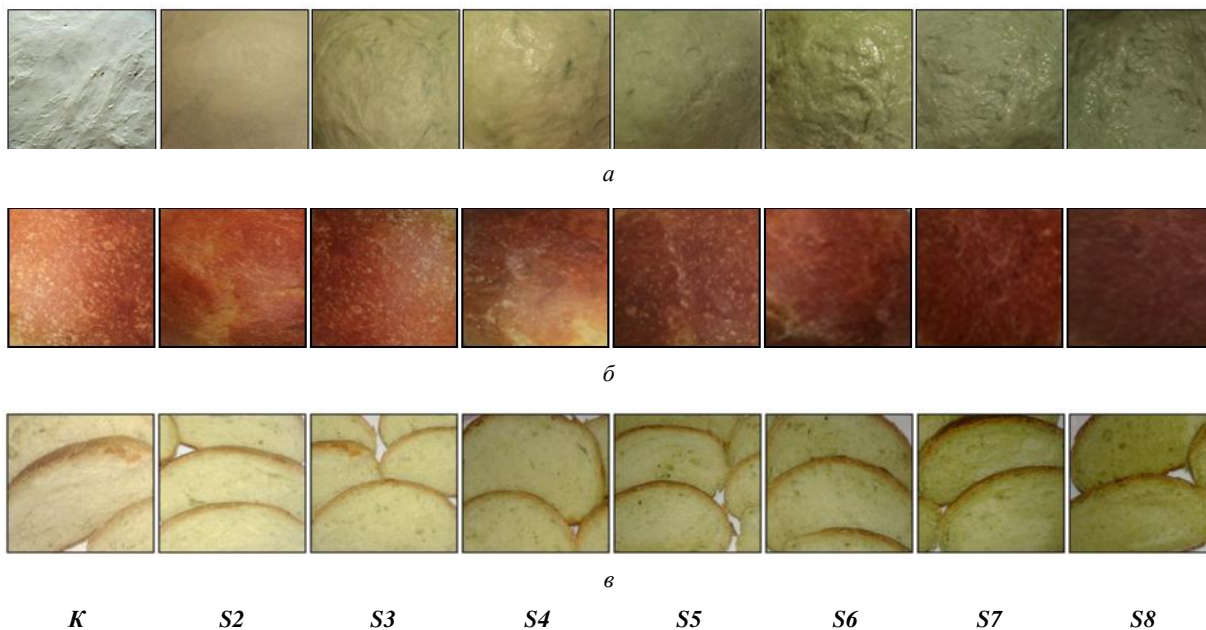


Рис. 2. Внешний вид образцов сдобного теста (а), поверхности (б) и мякиса (в) образцов сдобных булочек со спирулиной

По всем органолептическим показателям готовые булочки соответствовали требованиям ГОСТ 24557–89 «Изделия хлебобулочные сдобные. Технические условия» [11]. Как видно из рис. 2, по мере увеличения дозы вносимой водорослевой добавки тесто приобретало более насыщенную зеленую окраску. Однако после выпечки поверхность готовых изделий приобретала цвет от коричневого до темно-коричневого, без зеленоватого оттенка, независимо от дозы внесенной добавки. Мякиш изделий не содержал комочков, в т. ч. водорослевых, не имел следов непромеса. Пористость изделий была развитая, без пустот и уплотнений. Вкус и запах булочек соответствовал данному виду изделий, не ощущалось посторонних оттенков; у образца S8 был отмечен едва уловимый характерный «содовый» привкус.

Для оценки влияния добавки спирулины на физико-химические показатели сдобы определяли влажность, кислотность (рис. 3, а, б) и пористость изделий (рис. 4) [12–14].

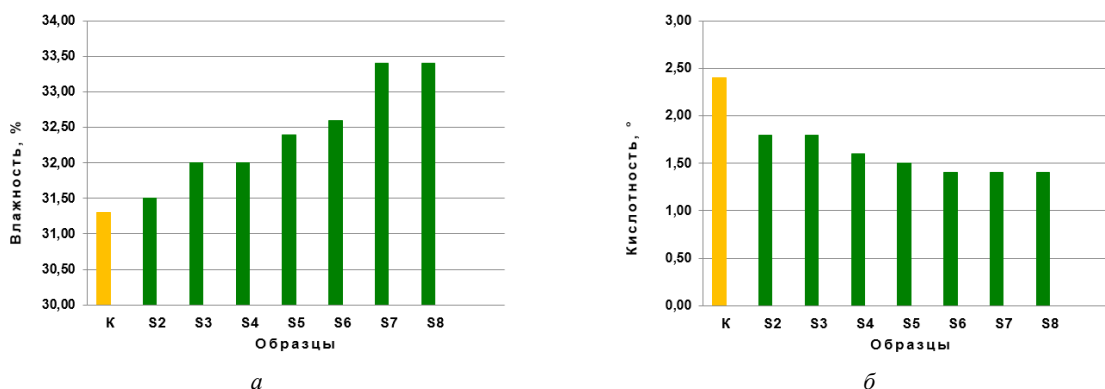


Рис. 3. Влажность (а) и кислотность (б) образцов сдобных булочек со спирулиной

Как видно из рис. 3, а, влажность сдобных изделий со спирулиной оказалась выше влажности контрольного образца, причем, при увеличении дозы водорослевой добавки увеличивалась массовая доля влаги в продукте. Вероятно, это можно объяснить наличием в составе биомассы спирулины полисахаридов, проявляющих способность к набуханию и влагоудерживающую способность. В то же время влажность сдобы не превышала нормируемого стандартом предела – 37%.

По мере увеличения количества вносимых в тесто водорослей наблюдали снижение кислотности изделий (рис. 3, б). Как известно, оптимальное значение рН для развития хлебопекарных дрожжей находится в пределах 4,0–5,5 [15]. Незначительное повышение рН среды до 5,7–5,9 при добавлении биомассы спирулины, водная вытяжка из которой имела рН 6,8–7,1, не оказывало отрицательного воздействия на рост дрожжей. Однако такое изменение рН стимулирует развитие посторонней микрофлоры, что, вероятно, в свою очередь привело к обильному пенообразованию. В то же время наличие в биомассе спирулины витаминов, макро- и микроэлементов (см. таблицу) способствовало активному росту дрожжевых клеток.

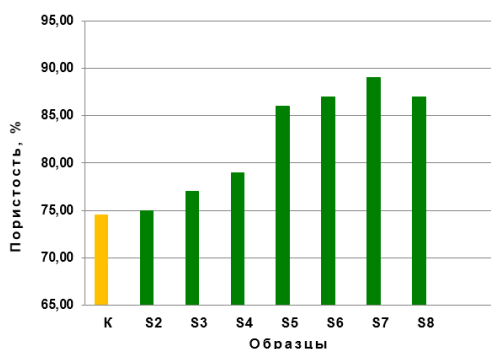


Рис. 4. Пористость мякиша образцов сдобных булочек со спирулиной

Учитывая то, что биомасса спирулины содержит 60–75% белка [1, 7], такая добавка, повышая содержание белка в тесте, способствует повышению силы муки. Это, в свою очередь, положительно влияет на газоудерживающую способность теста [15]. Из рис. 4 видно, что пористость сдобных изделий с добавлением спирулины была значительно выше пористости контрольного образца (ГОСТ 24557–89 для сдобы обыкновенной не нормирует значение пористости). Органолептически была отмечена особая «воздушная», «ватообразная» консистенция мякиша. Для образцов изделий с добавлением спирулины (8%) наблюдали незначительное уменьшение пористости.

Это могло быть вызвано ингибированием развития дрожжей при накоплении в тесте этанола или углекислого газа либо другими факторами, что предстоит выяснить в ходе дальнейших испытаний при увеличении дозы вносимых в тесто водорослей.

Таким образом, результаты исследований влияния добавки биомассы синезеленых водорослей рода *Spirulina* на качество сдобных булочных изделий позволяют судить о положительной роли спирулины в формировании потребительских свойств продукции. Введение водорослей в количестве до 8% от массы муки по рецептуре не приводило к изменению значений влажности и кислотности изделий свыше установленных ГОСТ 24557–89 нормативов. «Воздушная» консистенция мякиша была отмечена как признак, характеризующий улучшение органолептических свойств сдобы.

## Литература

1. Сассон А. Биотехнология: свершения и надежды. – М.: Мир, 1987. – 416 с.
2. Усов А.И., Чижов О.С. Химические исследования водорослей // Химия. – 1988. – № 5. – 48 с.
3. Барашков Г.К. Сравнительная биохимия водорослей. – М.: Пищ. пром-сть, 1972. – 336 с.
4. Об использовании спирулины в качестве источника витаминов / В.М. Коденцова, О.А. Вржесинская, Н.А. Бекетова и др. // Материалы II Российской научно-практической конференции (2–3 июня 2003 г.). – М.: Изд-во РАЕН-МААНОИ, 2003. – С. 245.
5. Виноградова З.А. Биохимическое изучение синезеленых водорослей Днепровского лимана и северо-западной части Черного моря // Экология и физиология синезеленых водорослей. Закономерности и их массовое развитие в водоемах. – М.-Л.: АН УССР, 1965. – С. 187–195.
6. Попова В.В., Пронина Н.А. Накопление и распределение цинка в клетках *S. platensis* // Материалы II Российской научно-практической конференции (2–3 июня 2003 г.). – М.: РАЕН-МААНОИ, 2003. – С. 130–131.
7. Кедик С.А., Ярцев Е.И., Гультаева Н.В. Спирулина – пища XXI века. – М.: Фарма Центр, 2006. – 166 с.



8. Букреев В.С., Гришина Л.Н., Белявская И.Г. Хлебобулочные изделия функционального назначения с использованием микроводорослей // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2012. – № 1. – С. 36–38.

9. Гришина Л.Н. Разработка технологии хлебобулочных изделий с применением микроводоросли спирулины: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2012. – 24 с.

10. Сборник технических нормативов. Сборник рецептур на продукцию кондитерского производства / Составитель М.П. Могильный. – М.: ДеЛи плюс, 2011. – 560 с.

11. ГОСТ 24557–89. Изделия хлебобулочные сдобные. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2009. – 6 с.

12. ГОСТ 21094–75. Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности. – М.: Стандартинформ, 2016. – 3 с.

13. ГОСТ 5670–96. Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2006. – 5 с.

14. ГОСТ 5669–96. Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. – 2 с.

15. Борисова С.В., Решетняк О.А., Мингалеева З.Ш. Использование дрожжей в промышленности.– СПб.: ГИОРД, 2008. – 216 с.

664.681.1:(582.272:+ 582.273)

**А.П. Крехнова, А.А. Ефимов**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: 7701715@mail.ru*

## **ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ИЗ БУРЫХ И КРАСНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ НА ПИЩЕВУЮ ЦЕННОСТЬ СДОБНОГО ПЕЧЕНЬЯ**

Введение водорослевых добавок в состав мучных кондитерских изделий позволяет обогатить традиционную пищевую продукцию ценными нутриентами и балластными веществами. В работе приводятся результаты исследований влияния добавок камчатской бурой водоросли *Alaria esculenta* и красной водоросли *Palmaria stenogona* на пищевую ценность сдобного песочного печенья. Показано, что при добавлении водорослей в экспериментальных образцах печенья повысилось содержание витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР в 1,01–1,86 раза по сравнению с контрольным образцом. Степень удовлетворения суточной потребности в белках повысилась, а в жирах, углеводах и энергии понизилась, по сравнению с контрольным образцом, что дает возможность возместить потребность в жирах, усвояемых углеводах и в энергии за счет потребления других продуктов.

**Ключевые слова:** *Alaria esculenta*, бурые водоросли, красные водоросли, сдобное печенье, *Palmaria stenogona*.

**A.P. Krekhnova, A.A. Efimov**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: 7701715@mail.ru*

## **EFFECT OF BROWN AND RED ALGAE ADDITIVE ON BUTTER BISCUITS NUTRITIONAL VALUE**

The introduction of algae additives in the composition of flour confectionery products allows to enrich the traditional food products with valuable nutrients and ballast materials. The study results of the effect of Kamchatka brown algae *Alaria esculenta* and red algae *Palmaria stenogona* additives on the nutritional value of butter shortbread are presented in the article. It is shown that when adding the algae the content of vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP increased by 1,01–1,86 times compared to the control sample in the experimental samples. The degree of daily requirement satisfaction in proteins increased, but it decreased in fats, carbohydrates and energy compared to the control sample. It makes it possible to compensate the need in fats, digestible carbohydrates and energy through the consumption of other products.

**Key words:** *Alaria esculenta*, brown algae, red algae, butter biscuits, *Palmaria stenogona*.

Сдобное печенье, как и все мучные кондитерские изделия, благодаря высокому содержанию углеводов, липидов и белков, является высококалорийным, хорошо усвояемым продуктом [1, 2] с приятным вкусом и привлекательным внешним видом. В соответствии с ГОСТ 24901–2014 «Печенье. Общие технические условия» сдобное печенье разных видов может содержать до 45% сахара и до 40% жира [3].

В связи с увеличением числа людей (в том числе детей), страдающих ожирением, учитывая долю, которую составляют в наших рационах мучные кондитерские изделия, актуально снижение калорийности рационов, прежде всего, за счет уменьшения в них сахара. Поэтому на кондитерские изделия такая тенденция должна распространяться в первую очередь [2].

Пищевая ценность мучных кондитерских изделий определяется содержанием в них необходимых организму человека веществ, в первую очередь, белков, незаменимых аминокислот, витаминов, минеральных веществ, а также энергетической ценностью и степенью усвояемости.

При определении энергетической ценности продукта учитывается содержание в нем белков, жиров и усвояемых углеводов. Однако и неусвояемые углеводы как балластные вещества крайне важны для организма человека, т. к. оказывают положительное влияние на деятельность пищеварительного тракта [2, 4–7].

Недостатком традиционных мучных кондитерских изделий является крайне низкое содержание в них витаминов, пищевых волокон, макро- и микроэлементов. Так, при весьма значимой энергетической ценности (18–20% от калорийности суточного рациона) 100 г мучных кондитерских изделий обеспечивают не более 4–5% суточной потребности человека в витаминах В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и РР. Среднее содержание витаминов и микронутриентов в печенье приведено в табл. 1–3 [8, 9]. Для сравнения среднее содержание витаминов и микронутриентов в кондитерских начинках приведено в табл. 3 [8].

Таблица 1

Содержание микронутриентов в 100 г печенья, % от рекомендуемой нормы потребления

Вид изделия	Минеральные элементы			Витамины				Пищевые волокна
	К	Са	Fe	А	С	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	
Печенье	16	4	10	0	0	6	2	0

Таблица 2

Содержание микронутриентов в 100 г сдобного печенья, мг, и его энергетическая ценность

Вид изделия	Минеральные элементы						Витамины						Энергетическая ценность, ккал
	Na	К	Са	Mg	Р	Fe	А	β-каротин	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	РР	С	
Печенье сдобное	38	132	43	22	122	1,8	Следы	Следы	0,08	0,03	0,75	0	458

Таблица 3

Химический состав и энергетическая ценность сдобного печенья и фруктовых кондитерских начинок

Наименование компонента	Содержание в 100 г печенья песочно-выемного «Круглого»	Содержание в 100 г начинки фруктовой (из яблочного пюре)	Содержание в 100 г начинки фруктовой
Вода, г	6,45	23,979	26,463
Белки, г			
<i>общие</i>	4,79	0,278	0,375
<i>животные</i>	0,65	–	–
Жиры, г			
<i>общие</i>	23,16	0,093	0,094
<i>растительные</i>	0,44	0,093	0,094
Общие углеводы, г	63,62	74,933	71,466
Углеводы, г			
<i>моно- и дисахара</i>	25,32	74,840	71,466
<i>крахмал</i>	38,30	0,093	–
Пищевые волокна, г	1,41	5,09	14,05
Зола, г	0,31	0,208	0,197
Витамины, мг			
<i>В<sub>1</sub> (тиамин)</i>	0,07	0,005	0,019
<i>С (аскорбиновая кислота)</i>	–	0,741	4,122
<i>А (ретинол)</i>	233,58	–	–
<i>Е (токоферолы)</i>	0,90	0,093	0,094
Минеральные вещества, мг			
<i>Са (кальций)</i>	13,09	7,642	31,198
<i>Р (фосфор)</i>	47,46	7,873	8,432
<i>Mg (магний)</i>	6,92	3,242	14,990
<i>Fe (железо)</i>	0,68	0,810	0,590
Энергетическая ценность, ккал	482,06	301,677	288,207

Как видно из табл. 1–3 печенье, в том числе сдобное (в том числе песочно-выемное «Круглое», рецептура которого принята в работе за контрольную), по содержанию основных микро-

нутриентов занимает весьма незначительную долю в рационе при очень высокой энергетической ценности, составляющей шестую часть от рекомендуемой среднесуточной энергетической потребности (2 500 ккал) [10]. Фруктовые начинки содержат незначительное количество жиров (в 246 раз меньше, чем в печенье), крахмала. В то же время содержание пищевых волокон в 3,6–9,9 раза больше, чем в печенье. Кроме того, в начинках присутствует витамин С. Кальция и магния во фруктовой начинке примерно в два раза больше, чем в печенье. Энергетическая ценность фруктовых начинок в 1,6–1,7 раза ниже калорийности печенья.

Из вышеизложенного следует, что добавление в традиционные рецептуры печенья растительных компонентов, богатых пищевыми волокнами, позволяет «разбавить» калорийность готовой продукции и в то же время обогатить продукцию ценными микронутриентами.

В настоящее время разработано значительное количество рецептов и технологий мучных кондитерских изделий с добавлением овощных, плодово-ягодных добавок, бурых водорослей (морской капусты, фукусов). В то же время в литературе не встречается упоминание об использовании других водорослей. Морские водоросли являются ценным и сравнительно недорогим источником для производства продуктов массового, функционального и специализированного питания.

При введении в рецептуры водорослевых добавок решаются сразу две задачи: продукт обогащается ценными компонентами, и структура продукта становится более стабильной. Стабилизация структуры происходит за счет водорослевых полисахаридов (каррагинанов, агара, агароида, фуцелларана и др.), которые играют роль структурообразователей.

Целью наших исследований являлась разработка технологии мучных кондитерских изделий с морскими водорослями в качестве полифункциональной комплексной добавки. Основным объектом исследования являлось сдобное песочно-выемное печенье с добавлением камчатских бурых и красных водорослей *Alaria esculenta* [11] и *Palmaria stenogona*. Морские водоросли-макрофиты содержат богатый набор витаминов и балластных полисахаридов, обладающих структурообразующими свойствами, а также фотопигменты антиокислительного действия [12].

Ниже представлены результаты исследований пищевой ценности сдобного песочно-выемного печенья с добавлением камчатских водорослей *Alaria esculenta* и *Palmaria stenogona*.

Для изготовления образцов за основу принимали типовую рецептуру песочного теста печенья «Круглого» [8, 13], приведенную в табл. 4.

Таблица 4

Рецептура печенья «Круглого» (контрольный образец К)

Наименование ингредиента	Расход сырья (в натуре)	
	на 1 000 г готовой продукции	на 100 г готовой продукции
Мука пшеничная высшего сорта, г	560,94	56,09
Пудра сахарная, г	184,83	18,48
Масло сливочное, г	375,95	37,60
Меланж, г	56,11	5,61
Пудра ванильная, г	2,80	0,28

Для замешивания теста использовали измельченные до состояния тонкодисперсного порошка водоросли, предварительно высушенные при температуре 30°C до содержания воды около 0,15% для повышения хрупкости при измельчении, а также для обеспечения соответствия рецептуре при замене сахарной пудры. Для замеса теста водорослевый порошок вносили непосредственно в муку [9], перемешивали и затем просеивали вместе с мукой для аэрирования. Водоросли добавляли в муку в количестве от 1,0 до 8,0 г на 100 г готовой продукции (образцы Б1–Б8 с бурыми и К1–К8 с красными водорослями). В зависимости от количества вносимого водорослевого порошка соответственно снижали количество сахарной пудры либо количество сливочного масла. По органолептическим показателям качества все образцы печенья получили максимальное количество баллов.

Физико-химические показатели определяли стандартными методами как средние значения. Витамины в печенье определяли по методике М 04-72–2011 с помощью системы капиллярного электрофореза «Капель» [14].

Содержание витаминов в образцах печенья с добавлением водорослей представлено в табл. 5.

Содержание витаминов в 100 г сдобного печенья с водорослями, мг

Показатель	Витамин		
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	PP
Суточная норма потребления [9]	1,3	1,5	3
Содержание в печенье сдобном [8, 9]	0,08	0,03	0,75
Содержание в печенье песочно-выемном «Круглом» (контрольный образец) / процент от среднесуточной нормы потребления	<u>0,07</u> 5,38	<u>0,29</u> 19,33	<u>0,63</u> 21
Содержание витаминов в печенье с бурыми водорослями (B1–B8)	0,0764–0,1204	0,2958–0,3364	0,6870–1,0860
Содержание витаминов в печенье с красными водорослями (K1–K8)	0,0768–0,1300	0,2930–0,3140	0,6412–0,7300
Содержание в экспериментальном образце с бурыми водорослями, % от среднесуточной нормы потребления / по сравнению с контрольным образцом	<u>5,74–9,26</u> 1,48–1,72	<u>19,72–22,43</u> 1,02–1,16	<u>22,9–36,2</u> 1,09–1,72
Содержание в экспериментальном образце с красными водорослями, % от среднесуточной нормы потребления / по сравнению с контрольным образцом	<u>5,91–10,00</u> 1,09–1,86	<u>19,53–20,9</u> 1,01–1,08	<u>21,37–24,33</u> 1,02–1,16

Как видно из табл. 5, содержание витаминов B<sub>1</sub> (тиамина), B<sub>2</sub> (рибофлавина) и PP (ниацина) от среднесуточной нормы их потребления в экспериментальных образцах в 1,01–1,86 раза превышает таковое в печенье, приготовленном по типовой рецептуре, что, безусловно, обеспечивается добавлением в тесто водорослей. Содержание витаминов в печенье, обогащенном водорослями, отвечает одному из основных принципов обогащения – содержанию в суточной порции продукта (в среднем 100 г) 10–15% физиологической среднесуточной нормы потребления витаминов.

В табл. 6 приведены данные по содержанию основных веществ в печенье и его энергетическая ценность (средние значения для образцов).

Таблица 6

Пищевая ценность сдобного печенья с водорослями

Образец	Содержание, %					Энергетическая ценность, кДж / ккал
	воды	белка	жира	зола	усваиваемых углеводов	
Песочно-выемное печенье «Круглое» (контрольный образец)	6,45	4,79 (5,0)	23,16 (23)	0,31	63,62 (64)	2018,37 / 482,08 (2020 / 480)
Песочно-выемное печенье с водорослями (экспериментальные образцы)	6,0	6,81 (7,0)	20,68 (21)	2,42	20,54 (21)	1237,28 / 295,52 (1240 / 300)

*Примечание:* в скобках приведены округленные значения для маркировки в соответствии с ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» [15]

Как видно из табл. 6, в состав сдобного песочно-выемного печенья с водорослями входят все основные нутриенты. Средняя суточная потребность организма человека в белках составляет 75 г, в жирах – 83 г, в усваиваемых углеводах – 365 г, энергетическая потребность составляет 10 467 кДж (2 500 ккал) [15]. Степень удовлетворения в основных веществах и энергии при употреблении 100 г печенья с водорослями представлена в табл. 7.

Таблица 7

Степень удовлетворения в основных веществах и энергии при употреблении 100 г песочного печенья с водорослями

Образец	Степень удовлетворения, %			
	в белке	в липидах	в усваиваемых углеводах	в энергии
Песочно-выемное печенье «Круглое» (контрольный образец)	6,4	27,9	17,4	19,3
Песочно-выемное печенье с водорослями (экспериментальные образцы)	9,1	24,9	5,6	11,8

Таким образом, как видно из табл. 7, степень удовлетворения суточной потребности в белках в печенье с водорослями на 2,7% выше, чем в контрольном образце. Степень удовлетворения

в липидах на 3,0%, в усваиваемых углеводах – на 11,8%, в энергии – на 7,5% ниже, чем для контрольного образца. Следовательно, существует возможность возместить потребность в липидах, усваиваемых углеводах и в энергии за счет потребления других продуктов.

### Литература

1. Бульчук Е.А., Аксенов П.А., Скобельская З.Г. Пищевая и биологическая ценность мучных кондитерских изделий // *Хлебопродукты*. – 2006. – № 7. – С. 54–55.
2. Савенкова Т.В. Анализ пищевой и энергетической ценности кондитерских изделий // *Пищевая промышленность*. – 2006. – № 8. – С. 62–64.
3. ГОСТ 24901–2014. Печенье. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2008. – 11 с.
4. Корячкина, С.Я., Березина Н.А., Гончаров Ю.В. Инновационные технологии хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий: монография / Под ред. С.Я. Корячкиной. – Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», 2011. – 265 с.
5. Корячкина С.Я. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки для хлебобулочных и кондитерских изделий: Монография. / С.Я. Корячкина, Т.В. Матвеева. – СПб.: ГИОРД, 2013. – 528 с.
6. Матвеева Т.В. Функциональные пищевые добавки для хлебобулочных и кондитерских изделий: Монография / Т.В. Матвеева, С.Я. Корячкина. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», 2012. – 959 с.
7. Скобельская З.Г., Янина Л.Н., Рафаелян М. Сдобное печенье функционального назначения // *Хлебопродукты*. – 2005. – № 4. – С. 46–47.
8. Сборник технических нормативов. Сборник рецептур на продукцию кондитерского производства / Составитель М.П. Могильный. – М.: ДеЛи плюс, 2011. – 560 с.
9. Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / Под ред. В.Б. Спиричева. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 548 с.
10. Покровский А.А. О биологической и пищевой ценности продуктов питания // *Вопросы питания*. – 1975. – № 3. – С. 25–40.
11. Климова А.В., Клочкова Т.А., Клочкова Н.Г. Внутривидовые формы *Alaria esculenta* (Laminariales, Ochrophyta) во флоре морских водорослей восточной Камчатки: первая ревизия // *Вестник Камчатского государственного технического университета*. – 2018. – № 43. – С. 74–86.
12. Зенина А.П., Ефимова М.В., Ефимов А.А. Использование морских водорослей в технологии мучных кондитерских изделий // *Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы VII Всероссийской науч.-практич. конф. (22–24 марта 2016 г.)*. – Ч. I. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – С. 34–39.
13. Анет Т.К., Пашук З.Н. Справочник технолога кондитерского производства. – Т. 1. Технологии и рецептуры. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 560 с.
14. Комарова Н.В., Каменцев Я.С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель». – СПб.: ООО «Веда», 2006. – 212 с.
15. ТР ТС 022/2011. Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки». – Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 09 декабря 2011 г. № 881. – 29 с.

УДК 664.691/.694:593.9

**И.В. Крылова, М.В. Ефимова, А.А. Ефимов**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: irina\_71\_vik@mail.ru*

### **ВЛИЯНИЕ ДОБАВЛЕНИЯ ОВСЯНОЙ МУКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С КУКУМАРИЕЙ**

Для повышения пищевой ценности и улучшения физико-механических характеристик макаронных изделий с добавлением кукумарии предложено ввести в рецептуру продукции овсяную муку для дополнительного связывания частиц кукумарии вязкой массой, образующейся в результате растворения  $\beta$ -глюканов овса, а также в качестве дополнительного источника ценных нутриентов. Приведены литературные данные о химическом составе овсяной муки, показана ее высокая пищевая ценность. Приведены результаты исследования влияния овсяной муки на физико-механические характеристики макаронного теста и готовых макаронных изделий – в качестве рационального выбрано количество добавляемой овсяной муки 10% от массы мучной смеси для изготовления макаронных изделий из пшеничной и овсяной муки с кукумарией.

**Ключевые слова:** макаронные изделия, кукумария, овсяная мука, пшеничная мука, показатели качества.

**I.V. Krylova, M.V. Efimova, A.A. Efimov**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: irina\_71\_vik@mail.ru*

### **THE EFFECT OF OAT FLOUR ADDING ON QUALITY INDICATORS OF PASTA WITH CUCUMARIA**

To increase the nutritional value and improve the physical and mechanical characteristics of pasta with the addition of cucumaria it is proposed to introduce oat flour into the formulation for additional binding of cucumaria particles with a viscous mass formed as a result of dissolution of oat  $\beta$ -glucans, as well as an additional source of valuable nutrients. The literature data on the chemical composition of the oat flour are given. Its high nutritional value is shown. The study results of the effect of oat flour on the physical and mechanical characteristics of pasta dough and pasta product are given. The rational amount of added oat flour is 10% by weight of the flour mixture for the pasta production from wheat and oat flour with cucumaria.

**Key words:** pasta, cucumaria, oat flour, wheat flour, quality indicators.

Традиционные макаронные изделия изготавливают по ГОСТ 31743–2012 «Изделия макаронные. Общие технические условия» [1] из пшеничной муки и воды с добавлением или без добавления яичных продуктов [2–4].

Применяемая в макаронном производстве пшеничная хлебопекарная мука высшего сорта должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 52189–2003 «Мука пшеничная. Общие технические условия» [5]. Мука должна быть белого цвета или белого с кремовым оттенком, должна содержать не менее 28% сырой клейковины, не более 0,55% золы, не более 15% воды. Пшеничная мука высшего сорта содержит в среднем 10,8% белка, 1,3% жира, 67,9% крахмала, 3,5% пищевых волокон, 122 мг/% калия, 86 мг/% фосфора, 18 мг/% кальция, 1,2 мг/% железа, 0,17 мг/% витамина В<sub>1</sub>, 0,04 мг/% – В<sub>2</sub>, 1,2 мг/% РР; энергетическая ценность муки – 334 ккал [6].

Совершенствование структуры ассортимента макаронных изделий проводится по пути введения в рецептуру нетрадиционного сырья: пищевых добавок животного и растительного происхождения, красителей, витаминов и минералов [7–15]. Также изготавливают макаронные изделия из бесклейковинного крахмалсодержащего сырья (БКС). К БКС относят муку и крахмал

злаковых (риса, кукурузы, ячменя, сорго, овса и др.), кроме пшеницы, клубневых и бобовых культур. Добавление БКС в нативном виде к пшеничной муке при изготовлении макаронных изделий снижает в ней относительную долю основного структурообразующего компонента изделий – клейковины. В результате снижаются прочность и пластичность полуфабриката макаронных изделий, увеличиваются слипание и потери сухих веществ при варке изделий. Поэтому допустимое количество БКС в смеси с пшеничной мукой нормального качества при производстве макаронных изделий по традиционной технологии не должно превышать 10% [16, 17].

Нами ранее была разработана технология макаронных изделий с кукумарией в качестве обогащающей добавки, содержащей ценные биологически активные вещества, обладающие антибактериальной и физиологической активностью, почти полный набор водорастворимых витаминов и жирорастворимых витаминов группы А и F [18], фосфолипиды, полиеновые жирные кислоты, каротиноиды. В то же время белки кукумарии не полноценны по аминокислотному составу.

Целью проводимых исследований на данном этапе являлось определение рационального количества овсяной муки, вносимой в макаронные изделия с кукумарией для дополнительного связывания частиц кукумарии вязкой массой, образующейся в результате растворения  $\beta$ -гликоканов овса, а также в качестве дополнительного источника ценных нутриентов и, в первую очередь, незаменимых аминокислот.

Овсяная мука отличается пониженным содержанием крахмала и повышенным содержанием жира. В овсяной муке содержатся витамины групп В, Е, А, ферменты, холин, тирозин, эфирное масло, медь, сахар, набор микроэлементов, пищевые волокна (клетчатка и  $\beta$ -гликаны, которые, растворяясь, превращаются в вязкую массу, связывающую холестерин). Аминокислотный состав овса является наиболее близким к мышечному белку, что делает его особенно ценным продуктом [19]. Овсяная мука содержит 13% белка, 6,8% жира, 63,5% крахмала, 4,5% пищевых волокон, 280 мг/% калия, 350 мг/% фосфора, 58 мг/% кальция, 3,8 мг/% железа, 0,36 мг/% витамина В<sub>1</sub>, 0,10 мг/% – В<sub>2</sub>, 1,0 мг/% – РР; энергетическая ценность овсяной муки – 369 ккал [20].

Макаронное тесто для образцов изготавливали из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта [5]. В качестве контрольного образца изготавливали макаронные изделия без добавок по «классической» рецептуре [2, 17] для мягкого теплого (55–60°C) замеса. В качестве экспериментального образца изготавливали короткие макаронные изделия (лапшу) с добавлением мелкодисперсного порошка кукумарии. Также готовили тесто с добавлением овсяной муки, соответствующей требованиям ГОСТ Р 31645–2012 «Мука для продуктов детского питания» [20]. При этом количество пшеничной муки уменьшали обратно пропорционально количеству добавляемой овсяной муки (табл. 1).

Таблица 1

Рецептуры теста макаронных изделий с пшеничной и овсяной мукой и кукумарией

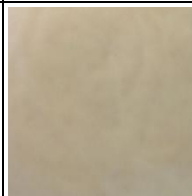



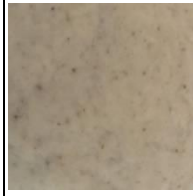




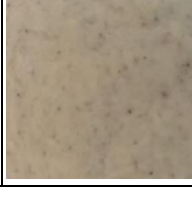

Обозначение образца	Количество овсяной муки, г / на 100 г мучной смеси	Количество пшеничной муки, г / на 100 г мучной смеси	Количество кукумарии, г / 100 г мучной смеси	Количество воды, г / 100 г мучной смеси
ПО-5	5	95	5,0	31,1
ПО-10	10	90	5,0	31,1
ПО-15	15	85	5,0	31,1
ПО-20	20	80	5,0	31,1
ПО-25	25	75	5,0	31,1
ПО-30	30	70	5,0	31,1
ПО-35	35	65	5,0	31,1
ПО-40	40	60	5,0	31,1
ПО-45	45	55	5,0	31,1
ПО-50	50	50	5,0	31,1

Внешний вид образцов теста, приготовленного из смеси пшеничной и овсяной муки и порошка кукумарии, приведен в табл. 2.

Приемлемость вносимой дозы овсяной муки определяли в готовых изделиях до варки и после варки по органолептическим показателям, а также по показателю сохранения целостности после варки.



Характеристика образцов теста из пшеничной и овсяной муки с кукумарией

Обозначение образца	Тесто	Обозначение образца	Тесто	Обозначение образца	Тесто
К (контроль)		ПО-20		ПО-40	
ПО-5		ПО-25		ПО-45	
ПО-10		ПО-30		ПО-50	
ПО-15		ПО-35		—	—

По всем органолептическим показателям наиболее приемлемыми оказались образцы ПО-10, ПО-15, ПО-20, ПО-25, ПО-30: цвет, форму, вкус, запах, целостность после варки дегустаторы (аспиранты, студенты и сотрудники кафедры «Технологии пищевых производств») оценили по максимальному баллу, вкус и запах добавки кукумарии оценен как умеренный. Для образцов ПО-5, ПО-35, ПО-40 целостность изделий после варки была оценена на 4 балла. Для образца ПО-45 был занижен показатель целостности после варки до 3, а для образца ПО-50 уже была определена пониженная оценка за форму – 3 балла, что можно объяснить низкими связующими свойствами теста.

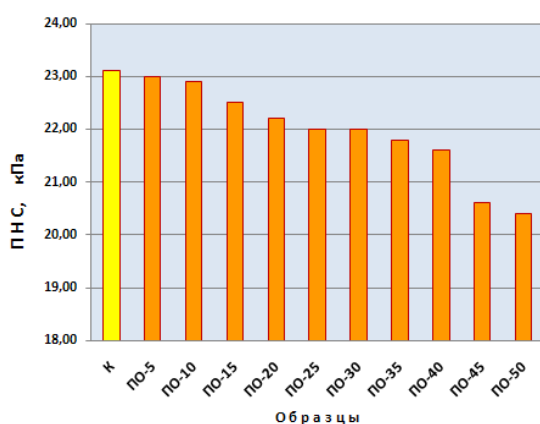


Рис. 1. Зависимость ПНС макаронного теста от количества внесенной овсяной муки

Исследование реологических свойств макаронного теста проводили с помощью структурометра СТ-1М. Определяли предельное напряжение сдвига (ПНС) методом пенетрации (рис. 1).

Как видно из рис. 1, наиболее близки к контрольному образцу оказались значения ПНС для образцов ПО-5 и ПО-10. Затем, по мере увеличения дозы вносимой добавки овсяной муки, упругие свойства теста снижались, при этом, напротив, повышались пластичные свойства. Такие изменения влекут повышение степени деформации на технологической операции формирования и раскладки сырых макаронных изделий.

Для уточнения дозировки овсяной муки в макаронное тесто было проведено определение количества сухих веществ, перешедших в варочную воду (рис. 2).

Определение сухого вещества, перешедшего в варочную воду, проводили высушиванием варочных вод до постоянной массы [21]. Данные анализа и результаты определения сухого вещества, перешедшего в варочную воду при варке макаронных изделий, приведены в табл. 3.

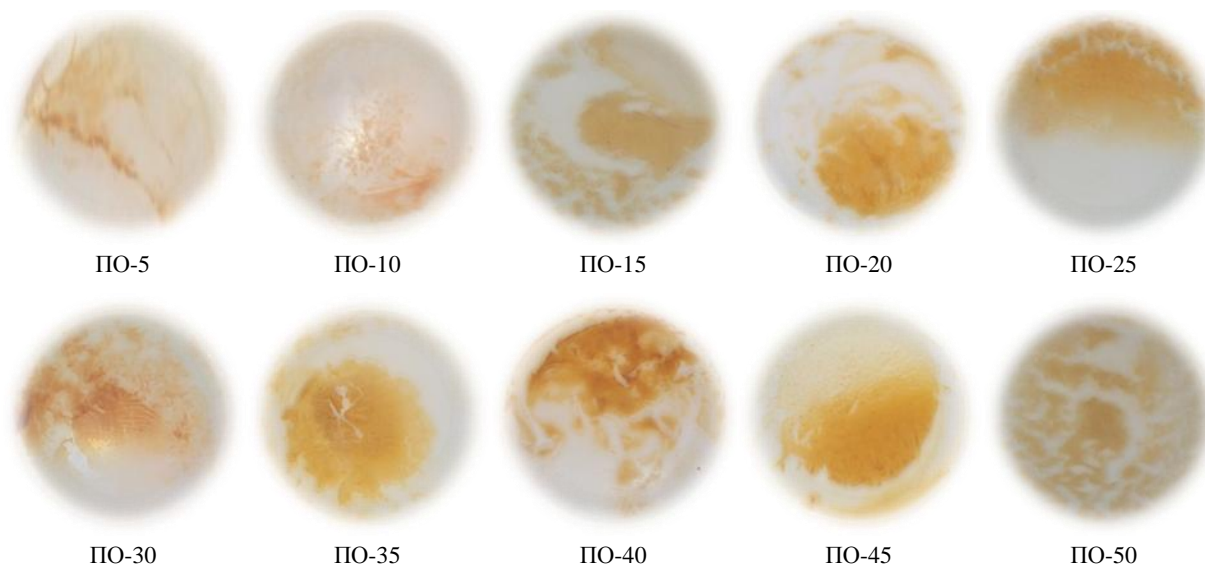


Рис. 2. Вид сверху стаканов с варочными водами образцов макаронных изделий из пшеничной и овсяной муки с кукумарией

Таблица 3

**Количество сухого вещества, перешедшего при варке макаронных изделий в варочную воду**

Наименование образца	Сухое вещество, перешедшее в варочную воду, % (среднее значение), %	Наименование образца	Сухое вещество, перешедшее в варочную воду, % (среднее значение), %
ПО-5	4,1	ПО-30	3,7
ПО-10	3,3	ПО-35	3,5
ПО-15	3,6	ПО-40	3,9
ПО-20	3,7	ПО-45	4,1
ПО-25	3,5	ПО-50	4,7

Как видно из табл. 3, наибольшее количество сухого вещества перешло в воду при варке образца ПО-50, содержащего 50% овсяной муки, наименьшее – при варке образца ПО-10, содержащего 10% овсяной муки. При этом следует отметить, что для всех образцов значение данного показателя оказалось в пределах, допустимых ГОСТ 31743–2012 «Изделия макаронные. Общие технические условия» [1] – не более 6%.

Результаты определения сохранности формы макаронных изделий после варки показали, что все макаронные изделия из смеси пшеничной и овсяной муки с добавлением кукумарии при варке сохраняют свою форму.

Таким образом, на основании результатов определения количества сухого вещества, перешедшего в варочные воды, сохранности формы макаронных изделий из пшеничной и овсяной муки с кукумарией, а также с учетом результатов органолептической оценки, в качестве рационального выбран образец ПО-10 с содержанием овсяной муки, представляющей собой бесклейковинное крахмалсодержащее сырье, 10% от массы мучной смеси.

Дальнейшие исследования будут направлены на определение физико-химических показателей качества и пищевой ценности макаронных изделий из пшеничной и овсяной муки с кукумарией.

### Литература

1. ГОСТ 31743–2012. Изделия макаронные. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013. –12 с.
2. Введение в технологии продуктов питания / И.С. Витол, В.И. Горбатюк, Э.С. Горенков и др.; под ред. А.П. Нечаева. – М.: ДеЛи плюс, 2013. – 720 с.
3. Макароны из нетрадиционного сырья [Электронный ресурс]. – URL: <http://bestreferat.ru/referat-109460.html> (дата обращения: 24.05.2018).
4. Медведев Г.М. Технология макаронного производства // Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. – СПб.: ГИОРД, 2005. – Ч. 3. – 312 с.

5. ГОСТ Р 52189–2003. Мука пшеничная. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2008. – 8 с.
6. Калорийность. Пшеничная мука высшего сорта. Химический состав и пищевая ценность [Электронный ресурс]. – URL: [http://health-diet.ru/base\\_of\\_food/sostav/293.php](http://health-diet.ru/base_of_food/sostav/293.php) (дата обращения: 06.06.2018).
7. Голованова А.В. Применение овощных обогатителей при производстве макаронных изделий // НТИ. Сер. Хлебопекарная, макаронная и дрожжевая промышленность: Науч.-техн. реф. сб. 1982. – Вып. 5. – С. 21–24.
8. Гордиенко А.С. Исследование качества и устойчивости при хранении вермишели с обогатителями: Дис. ... канд. тех. наук. – Донецк, 1979. – 149 с.
9. Казеннова Р.Н., Калинина М.А., Шнейдер Т.И. Пути улучшения качества макаронных изделий // Хлебопечение России. – 2000. – № 3. – С. 27.
10. Козлов В.Н. Повышение биологической ценности макаронных изделий // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1969. – № 3. – С. 25–26.
11. Марьин В. Гречневые макароны // Хлебодукты. – 2011. – № 11. – С. 40–41.
12. Разработка рецептур макаронных изделий, обогащенных овощными добавками / Д.В. Шнейдер, Е.В. Дудченко, Е.А. Зайцева и др. // Хлебопечение России. – 2009. – № 5. – С. 29–31.
13. Рыбак А.И. Научные основы производства новых видов макаронных изделий, обогащенных полифункциональными растительными добавками: Автореф. дис. ... д-ра тех. наук. – М., 1992. – 49 с.
14. Способы повышения биологической ценности макаронных изделий / Н.А. Шмалько, Е.О. Сидоренко, Ю.Ф. Росляков // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5–6. – С. 7–9.
15. Clabe E.F., Anderson R., Goldman P. Macaroni made with nonfat milk // *Gereal Science Today*. – 1967. – Vol. 12, № 12. – P. 510–511.
16. Осипова Г.А. Теоретическое и экспериментальное обоснование разработки новых видов макаронных изделий повышенной пищевой ценности: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Орел, 2012. – 418 с.
17. Осипова Г.А. Технология макаронного производства: Учебное пособие для вузов. / Г.А. Осипова. – Орел: ОрелГТУ, 2009. – 152 с.
18. Витамины кукумарии и их сохранность при тепловой обработке / Л.Ю. Саватеева, В.И. Теплова, В.К. Черкашин и др. // Экспресс-информация. – М., 1987. – Вып. 3. – С. 20–22.
19. Мука овсяная [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.dietprom.ru/flour3/> (дата обращения: 06.06.2018).
20. ГОСТ Р 31645–2012. Мука для продуктов детского питания. – М.: Стандартинформ, 2013. – 7 с.
21. ГОСТ 31964–2012. Изделия макаронные. Правила приемки и методы определения качества. – М.: Стандартинформ, 2014. – 19 с.

УДК 664.955.2

Ю.В. Кузьмичев<sup>1</sup>, Б.А. Чмыхалов<sup>2</sup>, М.В. Ефимова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Озерновский рыбоконсервный завод № 55,  
Петропавловск-Камчатский, 683000;

<sup>2</sup> Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: yurapk80@mail.ru

## ПРИМЕНЕНИЕ СТУПЕНЧАТОГО ПониЖЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИКРЫ ЛОСОСЕВОЙ ЗЕРНИСТОЙ ЗАМОРОЖЕННОЙ

Кратко охарактеризована лососевая икра как источник ценных пищевых веществ. Обозначены проблемы сохранения качества готовой продукции. Приведены факторы, оказывающие влияние на целостность икорной оболочки. Определена необходимость совершенствования холодильных технологий консервирования зернистой икры, не предусматривающих использование химических консервантов. Предложена технология икры лососевой зернистой с применением ступенчатого понижения температуры и с использованием упаковочных материалов, обладающих высокой влагопоглощающей способностью, с целью исключения образования конгломератов льда, повреждающих оболочки икринок. Предложен режим медленного размораживания икры для снижения количества лопанца. Представлена технологическая схема приготовления продукции.

**Ключевые слова:** икра лососевая зернистая, желточная масса, отстой, замораживание, ступенчатое понижение температуры.

Yu.V. Kuzmichev<sup>1</sup>, B.A. Chmykhalov<sup>2</sup>, M.V. Efimova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> "Ozernovsky fish canning plant № 55" JSC  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000;

<sup>2</sup> Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: yurapk80@mail.ru

## STEPWISE TEMPERATURE REDUCTION IN THE FROZEN GRANULAR SALMON CAVIAR PRODUCTION

Salmon caviar is briefly characterized as a source of valuable nutrients. Problems of the finished product quality preservation are enumerated. The factors influencing the caviar shell integrity are presented. The necessity of improving refrigeration technologies to preserve granular caviar without using chemical preservatives is detected. The technology of granular salmon caviar with the use of step-by-step temperature reduction and with the use of packaging materials with high moisture-absorbing capacity in order to avoid the formation of ice conglomerates that damage the eggs shell. A mode of slow defrosting of caviar to reduce the number of busted eggs is proposed. The technological scheme of production is presented.

**Key words:** granular salmon caviar, yolk mass, sludge, freezing, stepwise temperature reduction.

Икра лососевых рыб является ценным продуктом, приносящим значительные доходы рыбоперерабатывающим предприятиям Камчатского края.

Икра дальневосточных лососевых характеризуется высокой пищевой ценностью: содержание полноценных белков в ней составляет от 26 до 32%, липидов – от 11 до 16%, в которых количество ненасыщенных жирных кислот достигает 82,7% [1–4], присутствует лецитин. Водорастворимые витамины представлены в икре тиамином (200–300 мкг%), рибофлавином (450–550 мкг%), пиридоксином (80–100 мг%), цианокобаламином (18–32 мкг%), фолиевой (180–1 500 мкг%), никотиновой (1 200–2 600 мкг%) и аскорбиновой (10–96 мг%) кислотами [4], жирорастворимые витамины – ретинолом (0,15 мг/100 г), кальциферолом (0,008 мг/100 г) и токоферолом (3,5 мг/100 г) [5]. В минеральный состав икры входят фосфор (0,48%), кальций (0,04%), магний (0,03%), калий (0,02%) [4].

Основными проблемами, возникающими при производстве и хранении лососевой зернистой икры, являются значительные отходы при пробивке, большое количество отстоя, нестабильность качества при хранении икры, приготовленной с использованием химических консервантов [6]. Возможен выпуск икры без использования консервантов, но с увеличенной дозировкой соли. Однако это ведет к ухудшению потребительских характеристик продукта, избыток поваренной соли вредит здоровью человека.

Важным показателем, определяющим качество икорной продукции, является прочность оболочек икринок. Зрелая и быстро посоленная икра имеет прочные оболочки и, соответственно, незначительное количество вытекшей желточной массы и минимальные потери при производстве на операциях пробивки и центрифугирования, обуславливает возможность более полного удаления тузлука при центрифугировании [7].

Актуальна разработка технологии зернистой икры лососевых рыб, обеспечивающая безопасность продукции и ее высокое качество в течение всего периода хранения.

*Целью* проводимого нами исследования является разработка технологии икры лососевой зернистой замороженной с использованием влагосорбирующих упаковочных материалов для повышения качества продукта.

Для обоснования выбора замораживания как способа консервирования икры лососевой зернистой были определены *задачи исследования*: изучить существующие технологии икры лососевой зернистой и существующие способы сохранения ее качества, обосновать режимы обработки икры.

Как показал анализ существующих технологий производства икры лососевой зернистой, все технологии предусматривают применение антисептиков для обеспечения длительного срока годности продукции. Все способы производства икры с использованием химических консервантов связаны либо с повышенной опасностью процесса, либо с повышенной опасностью готового продукта, либо с потерями массы икры при изготовлении и при хранении, либо с потерей потребительских свойств продукции [8–13]. На основании этого сделан вывод о том, что перспективным направлением в технологии икры лососевой зернистой является совершенствование процесса холодильной обработки, предусмотренной ГОСТ 31793–2012 «Икра лососевая зернистая замороженная. Технические условия» [14]. Этот стандарт не регламентирует применение консервантов. Такая обработка икры лососевой зернистой основана на применении биологического принципа консервирования – криоанабиоза, без дополнительного консервирования антисептиками и другими компонентами. Криоанабиоз достигается при замораживании и хранении продукта в замороженном состоянии при температуре ниже криоскопической с переходом основной массы воды в кристаллическое состояние (80–90%) и торможением развития микроорганизмов.

Основной проблемой, возникающей в процессе подготовки икры к замораживанию, является образование значительного количества отстоя, который, при замораживании превращается в конгломераты льда и травмирует тонкую оболочку икорного зерна. Отстой образуется при неполном стекании тузлука с икры после посола, так как этот процесс ограничен во времени в связи с опасностью травмировать зерно. Также свободная жидкость образуется из-за нарушения целостности икринок при механическом перемешивании на операциях инспектирования, смешивания с маслом и глицерином, укладки в тару. При этом желточная масса вытекает и содержащаяся в ней вода при замораживании образует кристаллы льда. Дополнительно нарушение оболочек икорного зерна происходит при размораживании. Примеры образования отстоя в икре лососевой зернистой приведены на рис. 1.

В результате проведенных исследований разработана технология икры лососевой зернистой замороженной с применением ступенчатого понижения температуры.

Для обоснования ступенчатости проведения холодильной обработки икры исследовали качественные показатели контрольных образцов – икры нерки зернистой с консервантами, замороженной в соответствии с ГОСТ 1629–2015 «Икра лососевая зернистая в транспортной упаковке. Технические условия» [15] сухим искусственным способом до температуры в толще  $-18^{\circ}\text{C}$ , и икры нерки без консервантов в соответствии с ГОСТ 31793–2012 «Икра лососевая зернистая замороженная. Технические условия» [14], обработанной таким же способом.

Для определения показателей качества икры размораживание проводили при температуре  $9^{\circ}\text{C}$  (по ГОСТ 1629 и по ГОСТ 31793 –  $4-15^{\circ}\text{C}$ ).

Образцы икры после размораживания характеризовались вязкой консистенцией, наличием значительного количества лопанца и заметного количества отстоя. Это явление объясняется

не только механическим воздействием на икру при центрифугировании, перемешивании с компонентами, укладке в тару. При фасовании в полимерную тару без выстилания дна и стенок бязью (как при упаковке икры в деревянные бочки) в упаковке отсутствуют материалы, которые могли бы частично впитывать образующуюся жидкость. В настоящее время на практике предпочитают отдавать полимерной таре (ведрам, куботейнерам, контейнерам, банкам, мешкам-вкладышам, пакетам и пр.), деревянные бочки для упаковки икры не используют. В то же время деревянные бочки сами, а также бязь, которой бочки выстилались, впитывали влагу при хранении икры.

Вся образовавшаяся жидкость, находящаяся в толще икры при замораживании, превращается в лед. Как известно, при переходе в твердое агрегатное состояние вода увеличивает свой объем на 8% [16]. Соответственно, кристаллы льда, образовавшегося между икринками, оказывают дополнительное давление на икринки, что приводит к еще большему образованию лопанца и, как следствие, жидкости. В результате, после размораживания, икра имеет нетоварный внешний вид и вязко-жидкую консистенцию.

Так как устранить механическое воздействие при центрифугировании, перемешивании с компонентами и при фасовании не представляется возможным, было принято решение максимально снизить количество воды в толще икры, между икринками, чтобы снизить кристаллообразование в межикриночном пространстве при замораживании.

Была выдвинута гипотеза:

- после осадки икру необходимо вначале охладить в традиционном для технологии икры режиме, то есть до температуры минус 4 – минус 6°C в толще;
- для впитывания жидкости на дно тары уложить «донник», обладающий высокой впитывающей способностью;
- выдержать при достигнутой температуре в течение времени, необходимого для максимального стекания на дно тары свободной жидкости и впитывания жидкости материалом «донника»;
- заморозить икру сухим искусственным способом и хранить при температуре не выше –18°C;
- перед употреблением размораживать икру не при температуре, рекомендованной ГОСТ 31793, от 4 до 15°C, во избежание резкого отепления продукта и активирования окислительных, гидролитических и микробиологических процессов, а при температуре, принятой для охлажденной икры: минус 4 – минус 6°C [15, 17, 18].

В соответствии с предложенной гипотезой был приготовлен экспериментальный образец икры лососевой зернистой без антисептиков. В качестве донника применяли многослойные прокладки из бязи и марли. Экспериментальный образец характеризовался стабильно высокими органолептическими показателями по сравнению с контрольными образцами, как сразу после изготовления, так и через 12 мес. хранения.

Технологическая схема производства икры лососевой зернистой с применением ступенчатого понижения температуры представлена на рис. 2.

Все технологические операции до операции фасования осуществляли в соответствии с действующей технологической инструкцией № 80 [19].

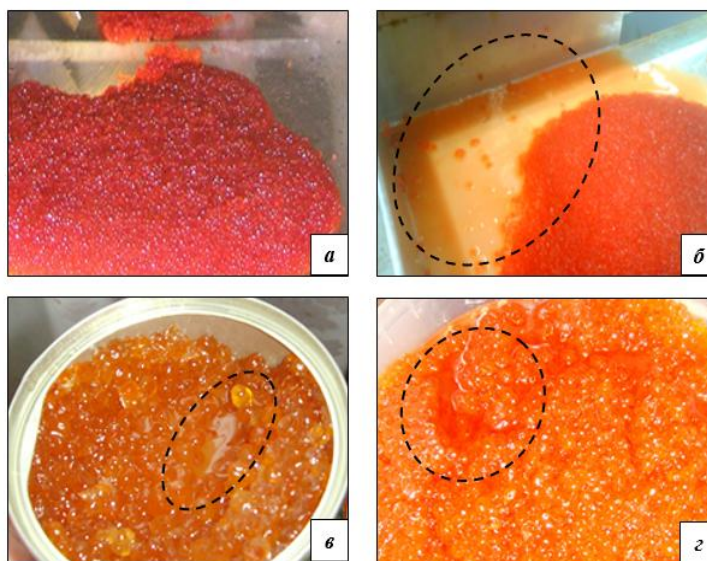


Рис. 1. Внешний вид икры лососевой зернистой:  
 а – икра нерки зернистая без отстоя; б – икра нерки зернистая при внесении добавки «Варэкс-2» (обильное выделение желточной массы);  
 в – икра горбуши зернистая баночная через 6 мес. хранения (помятые икринки и отстой); г – икра кеты зернистая замороженная через 6 мес. хранения после размораживания (помятые икринки и отстой)

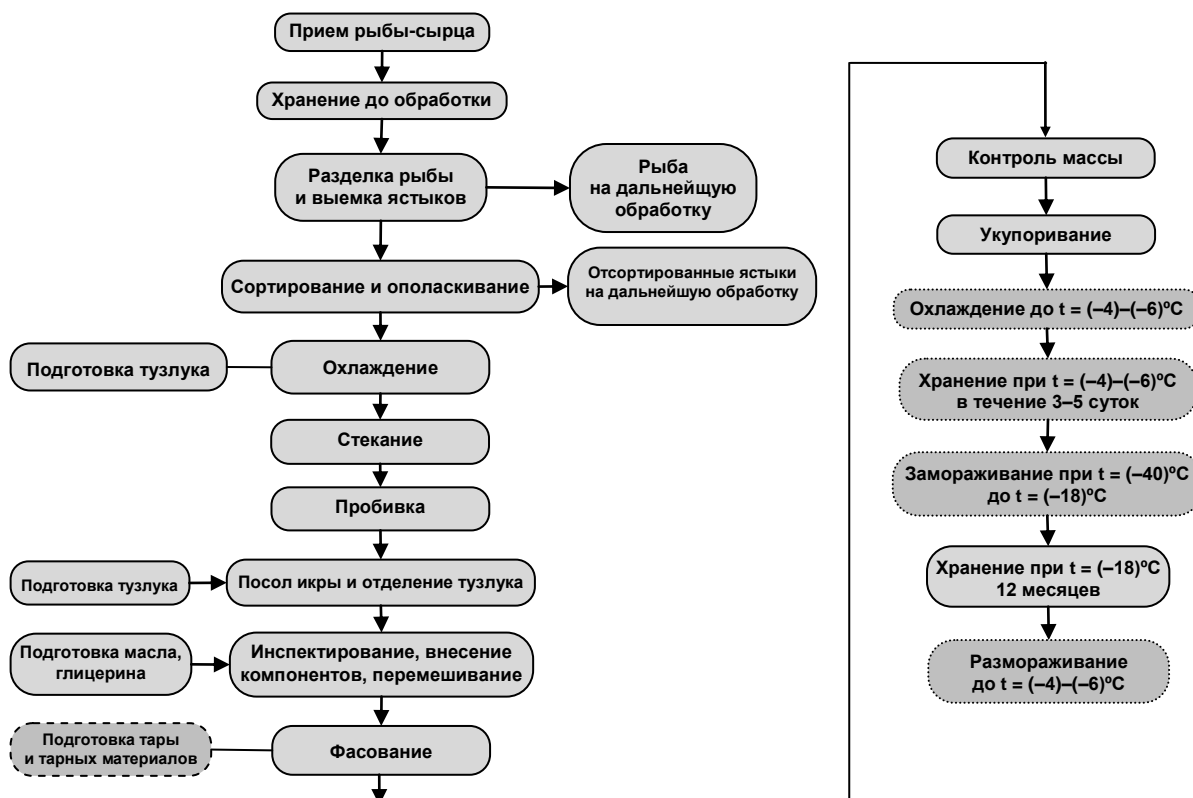


Рис. 2. Технологическая схема производства икры лососевой зернистой с применением ступенчатого понижения температуры (режимы операций, выделенных пунктиром, разработаны в ходе исследований)

При фасовании в полимерную тару особое внимание было уделено использованию впитывающих влагу «донников». В настоящее время существует достаточно много видов впитывающих материалов, на основе которых можно изготавливать «донник». Есть, например, материал, состоящий из слоя распущенной целлюлозы и сорбента, представляющего собой полимер на базе крахмала, в котором часть молекул замещена молекулами нитрила акриловой кислоты. Он может впитывать воду в объеме, до 400 раз превышающем его собственную массу.

При выдерживании икры в течение 3–5 сут при температуре от  $-4$  до  $-6^{\circ}\text{C}$  наблюдается максимальное стекание влаги, которая впитывается «донником». При дальнейшем понижении температуры до  $-18^{\circ}\text{C}$  происходит значительно большее, чем при охлаждении, повышение вязкости желточной массы икринок, затем образуются кристаллы льда. Благодаря этому производство замороженной зернистой икры характеризуется технологической обратимостью, т. е. после размораживания продукт восстанавливает те свойства, которые в потребительском плане определяют ценность продукта. Процесс размораживания перед употреблением или реализацией должен происходить так же, как и замораживание, медленно, при температуре от  $-4$  до  $-6^{\circ}\text{C}$ .

Достоинствами разработанной технологии являются: возможность производства икры лососевой зернистой с пониженным содержанием поваренной соли, без консервантов, снижение степени повреждения икорных оболочек кристаллами льда при замораживании за счет уменьшения количества влаги в толще массы икры, значительное снижение количества лопанца после размораживания.

## Литература

1. Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинов Е.Г.. Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2005. – 264 с.
2. Технология рыбы и рыбных продуктов: Учебник для вузов / В.В. Баранов, И.Э. Бражная, В.А. Гроховский и др.; под ред. А.М. Ершова. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 944 с.
3. Тюльзнер М., Кох М. Технология рыбпереработки.– СПб.: Профессия, 2011. – 404 с.
4. Технология обработки водного сырья / И.В Кизеветтер, Т.И. Макарова, В.П. Зайцев и др. – М.: Пищевая пром-сть, 1976. – 696 с.

5. Красная икра: какие витамины и минералы в ней содержатся? [Электронный ресурс]. – URL: <https://vitaminy.expert/kakie-vitaminy-v-krasnoj-ikre> (дата обращения: 10.02.2019).
6. *Абрамова Л.С., Копыленко Л.Р.* Проблемы качества и безопасности икры лососевых рыб // Рыбная промышленность. – 2009. – № 1. – С. 4–5.
7. *Пысына К.В., Кузьмичев Ю.В.* Анализ способов обработки икры лососевых, обеспечивающих снижение механических повреждений зерна // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы II Всерос. науч.-практ. конф. (15–18 марта 2011 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2011. – С. 131–135.
8. Исследование качества икры лососевой зернистой, приготовленной с применением фосфатов / *М.В. Ефимова, Н.С. Патик, Ю.В. Кузьмичев, Д.С. Урушадзе, Н.А. Алимов, А.Е. Смирнова* // Вестник КамчатГТУ. – 2014. – № 28. – С. 49–55.
9. Характеристика существующих технологий производства икры лососевой зернистой / *М.В. Ефимова, А.А. Ефимов, Ю.В. Кузьмичев, А.Е. Смирнова, В.Ю. Сафин* // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. (25–27 марта 2014 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – С. 66–73.
10. Применение фосфатов в технологии лососевой зернистой икры / *Ю.В. Кузьмичев, Я.Е. Крымская, М.Е. Крымский, Н.С. Авдеева* // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы III Всерос. науч.-практ. конф. (20–22 марта 2012 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – С. 64–67.
11. *Кузьмичев Ю.В.* Современные проблемы сохранения качества икры // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы II Всерос. науч.-практ. конф. (15–18 марта 2011 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2011. – С. 113–117.
12. *Семенова О.В., Ефимова М.В.* Исследование органолептических показателей икры, изготовленной с использованием пищевой добавки // Природно-ресурсный потенциал региона: современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Сб. материалов межрегиональной науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (23–25 марта 2010 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010. – С. 42–44.
13. *Ефимов А.А., Ефимова М.В., Коргун С.В.* Использование консервантов при производстве зернистой лососевой икры // Научно-технические исследования в рыбохозяйственной отрасли Камчатского края: Материалы ежегодной науч.-техн. конф. ППС и аспирантов КамчатГТУ (5–7 мая 2009 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2009. – С. 19–22.
14. ГОСТ 31793–2012. Икра лососевая зернистая замороженная. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013. – 8 с.
15. ГОСТ 1629–2015. Икра лососевая зернистая в транспортной упаковке. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016. – 10 с.
16. *Цуранов О.А., Крысин А.Г.* Холодильная техника и технология / Под ред. *В.А. Гуляева*. – СПб.: Лидер, 2004. – 448 с.
17. ГОСТ 18173–2004. Икра лососевая зернистая баночная. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2012. – 10 с.
18. ГОСТ 31794–2012. Икра зернистая лососевых рыб. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 8 с.
19. 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.



УДК 664.66.022.39: 664.691/.694

**В.А. Куприц, В.Б. Чмыхалова, И.В. Крылова**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: kupric\_slava@mail.ru*

### **ПРОБЛЕМА ДЕФИЦИТА НУТРИЕНТОВ И ВОЗМОЖНОСТЬ ЕЕ РЕШЕНИЯ ПУТЕМ ОБОГАЩЕНИЯ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Рассмотрена проблема дефицита нутриентов в пище человека. Приведены витамины и минеральные элементы, недостаток которых в организме человека приводит к серьезным нарушениям здоровья. Обозначены причины недостатка ряда нутриентов в пище населения России. Отмечены последствия, к которым приводит дефицит тех или иных веществ у различных групп населения. Указан один из вариантов решения проблемы – обогащение продуктов теми веществами, дефицит которых выражен наиболее остро. Отмечено, что макаронные изделия могут стать объектом обогащения как популярный продукт массового потребления. Охарактеризованы пищевые добавки растительного и животного происхождения, используемые для обогащения макаронных изделий. Предложено использовать для обогащения макаронных изделий морепродукты как источник полноценного белка, ценных биологически активных веществ, широкого спектра витаминов, макро- и микроэлементов.

**Ключевые слова:** нутриенты, витамины, минеральные вещества, макаронные изделия, добавки, обогащение.

**V.A. Kuprits, V.B. Chmykhalova, I.V. Krylova**

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

### **PROBLEM OF NUTRIENT DEFICIT AND POSSIBILITY OF ITS SOLUTION BY PASTA PRODUCTS ENRICHMENT**

The problem of nutrient deficit in human food is considered. The vitamins and mineral elements the lack of which in the human body leads to serious health problems are given. The reasons of some nutrient lackage in the diet of the Russian population are enumerated. The consequences that caused by deficit of some substances among various groups of population are detected. One solution of the problem is suggested – to enrich products with the most deficient substances. It is noted that pasta can become an object of enrichment as a popular product of mass consumption. Food additives of plant and animal origin used for the enrichment of pasta are characterized. It is proposed to use seafood as a source of high-grade protein, valuable biologically active substances, wide range of vitamins, macro- and microelements in pasta enrichment.

**Key words:** nutrients, vitamins, minerals, pasta, additives, enrichment.

Одной из важнейших задач в области пищевых технологий является обеспечение организма человека всеми необходимыми нутриентами [1–5].

На международной конференции ВОЗ по питанию 1992 г. в Риме обсуждалась проблема дефицита нутриентов во многих странах, была определена необходимость мер контроля и устранения этих дефицитов на государственном уровне [6, 7].

На основе обследования населения многих регионов России сотрудниками Института питания Российской Академии медицинских наук выявлена недостаточность потребления витаминов и минеральных веществ у большей части населения страны [3, 8–20]. Особо остро стоит вопрос о поступлении в организм витамина С, недостаток которого в размере 50–80% выявлен у 80–90% обследованных людей. У 40–80% обследованных недостаточна обеспеченность витаминами В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, 40–50% испытывают недостаток каротиноидов [3, 17, 19, 20].

Недостаточное поступление в организм витаминов в детском и юношеском возрасте негативно сказывается на физическом развитии, успеваемости, способствует постепенному развитию нарушений обменных процессов, хронических заболеваний и, в итоге, препятствует формированию здорового поколения [3, 21, 22]. Недостаток витаминов приводит к снижению физической и умственной работоспособности, ослаблению иммунитета, усилению воздействия на организм вредных факторов производства, неблагоприятных экологических условий, эмоционального напряжения и стресса, повышению профессионального травматизма, чувствительности к воздействию радиации [2, 3, 12, 23]. Дефицит витаминов у беременных и кормящих женщин представляет опасность для здоровья матери и ребенка, увеличивает вероятность детской смертности, является одной из причин недоношенности, нарушений физического и умственного развития детей. Особую опасность представляет недостаток фолиевой кислоты (витамина В<sub>9</sub>), наблюдаемый в настоящее время у 70–100% беременных женщин [3, 22].

Дефицит витаминов зачастую сочетается с недостаточным поступлением в организм человека ряда макро- и микроэлементов: кальция, железа, селена и йода [3, 14, 22, 24, 25]. Недостаточное потребление кальция повышает риск возникновения и тяжесть рахита у детей, остеопороза у пожилых людей [3, 22, 25]. Недостаток железа является причиной скрытых и явных форм железодефицитной анемии [3–5]. Дефицит йода ведет к нарушению образования гормонов щитовидной железы, одной из причин низкого роста и нарушения умственных способностей у детей и взрослых [3, 24].

Недостаток поступления микронутриентов с пищей является следствием снижения энерготрат и уменьшения общего количества пищи, потребляемой современным человеком. В России действие этих факторов усугубляется уменьшением потребления продуктов животного происхождения вследствие снижения доходов значительной части населения, отсутствием национальной привычки к регулярному употреблению большого количества овощей и ряда других навыков рационального питания и здорового образа жизни. В то же время, в современных условиях потребность человека в микронутриентах не только не снижается, но, напротив, значительно возрастает [3].

В результате ряда объективных и субъективных причин проблема рационализации питания и, соответственно, оздоровления населения оказывается неразрешимой за счет лишь увеличения потребления натуральных продуктов и экстенсивного наращивания объемов производства пищевых продуктов. Эта проблема требует качественно новых подходов и решений [3].

Среди высококачественных и недорогих продуктов повседневного рациона широким спросом потребителей пользуются макаронные изделия. Именно поэтому макаронная продукция может служить удобным объектом обогащения, с помощью которого возможна корректировка пищевой и профилактической ценности рационов в заданном направлении.

В настоящее время с целью расширения ассортимента, повышения пищевой ценности и улучшения качества макаронных изделий из хлебопекарной муки разработаны технологии производства макарон с различными пищевыми добавками, в т. ч. из нетрадиционного сырья, в качестве которого используют овощные порошки, молочную сыворотку, облепиховый шрот, морскую капусту, СО<sub>2</sub>-экстракты, инулин, пищевые волокна, грибы, сепию каракатицы, мышечную ткань лосося [3, 26].

Макаронные изделия при внесении порошков на основе овощей и ягод обогащаются пищевыми волокнами, макро- и микроэлементами, органическими кислотами, витаминами. Порошки получают путем измельчения предварительно высушенного сырья. Порошки обладают более высокой водопоглощательной способностью, чем хлебопекарная мука, что связано с размерами частиц: у мелкодисперсных порошков размеры частиц 32–120 мкм, в то время как у частиц хлебопекарной муки 50–200 мкм. По данным Г.Г. Волощука с соавторами, добавление овощных порошков способствует упрочнению структуры, повышению эластичности и адгезии прессованного макаронного теста. Увеличение дозировки морковного порошка приводит к уменьшению содержания в тесте клейковины, к снижению ее растяжимости. Внесение свекловичного порошка способствует увеличению гидратации клейковины. Овощные порошки обуславливают образование мелкокрошковатой тестовой массы. Выпрессованные изделия имеют гладкую поверхность, хорошо сохраняют форму, не слипаются. Вкус макаронных изделий с овощными порошками приятный, с привкусом внесенного сырья. Цвет изделий с добавлением мелкодисперсных растительных порошков достаточно насыщенный, равномерный, однако в процессе варки изделия частично обесцвечиваются. Увеличение дозировки овощных порошков способст-

вует улучшению варочных свойств, повышению массы, увеличению объема изделий [27]. Порошок топинамбура добавляют в макаронные изделия как источник инулина, пектиновых веществ, клетчатки, витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР и С, а также железа, магния, кальция, калия, натрия, фосфора и других ценных компонентов [28, 29].

Морскую капусту в целом можно рассматривать как биологически-активную добавку, позволяющую снизить воздействие неблагоприятных факторов на организм человека. Макароны с добавлением морской капусты приобретают соответствующий буроватый цвет. При дозировке морской капусты до 5% от массы муки вкус изделий практически не изменяется, при дозировке от 5% продукт приобретает характерный вкус морской капусты, а при повышении дозировки до 7% макароны имеют ярко выраженный вкус морской капусты [30].

Инулин представляет собой растительный пребиотик, обладающий способностью улучшать работу пищеварительного тракта, восстанавливать кишечную микрофлору, способствует повышению иммунитета, улучшению усвоения кальция и снижению уровня холестерина в крови. Инулин не имеет специфического привкуса и послевкуся, цвет его не влияет на внешний вид готового продукта. Наряду с обогащением внесение инулина в макаронные изделия обеспечивает технологические преимущества: повышается прочность сухих изделий, макароны не деформируются при варке [31].

Белгородское научно-производственное предприятие «Промавтоматика» разработало и выпускает улучшители макаронных изделий на основе полисахаридов (пектинов, камедей, натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы), образующих структурные комплексы, укрепляющие клейковину. Кроме того, полисахариды обладают высокой влагоудерживающей способностью, что позволяет увеличить выход готовой продукции на 4–6% за счет химически связанной влаги без нарушения нормативной влажности (не выше 13%) [31].

В научно-производственном объединении «Витамины» разработан препарат «Циклокар», содержащий в качестве основного функционального компонента комплекс каротиноидов [32]. Препарат способствует замедлению нежелательных изменений свойств теста после замеса, лучшей сохранности формы сухих изделий и целостности изделий после варки, снижению процента лома при расфасовке и транспортировке [33].

Внесение СО<sub>2</sub>-экстрактов практически не оказывает влияния на состояние поверхности, форму, влажность, кислотность и прочность макаронных изделий, однако приводит к изменению их органолептических показателей. Так, при добавлении СО<sub>2</sub>-экстракта семян моркови продукция приобретает легкий морковный аромат. Совместное использование СО<sub>2</sub>-экстрактов семян кориандра, укропа, тмина, сельдерея и натурального красителя хлорофиллина позволяет получить макароны с натуральным ароматом пряностей, окрашенные в светло-зеленый цвет. Внесение СО<sub>2</sub>-экстрактов из семян душистого и черного горького перцев способствует получению изделий с выраженным «перцовым» ароматом [34].

Внесение в макаронные изделия добавок из сырья животного происхождения позволяет обогатить традиционно растительный продукт полноценными по аминокислотному составу белками.

В качестве перспективных источников обогащения макаронных изделий нутриентами животного происхождения можно рассматривать морепродукты. Ценным сырьем по химическому составу является морская гребешок, креветка, кукумария, кальмар, широко распространенные в промысловых водах Дальнего Востока [35, 36]. Эти морепродукты содержат полноценные по аминокислотному составу белки (за исключением кукумарии), витамины группы В, большой набор микроэлементов. Кукумария же характеризуется наличием веществ с физиологической и антибактериальной активностью, каротиноидов, витаминов группы В, Е, F, фосфолипидов, полиненасыщенных жирных кислот, устойчивых к окислению липидов [37].

Макаронные изделия традиционно пользуются постоянным спросом у потребителей разных слоев населения и разных возрастов. Применение в технологии макарон различных обогащительных добавок из сырья растительного и животного происхождения является одним из направлений реализации политики здорового питания, а также расширения ассортимента популярной продукции.

### Литература

1. Витамины / Под общ. ред. М.И. Смирнова. – М.: Мед., 1974. – 495 с.
2. Спиричев В.Б. Современные представления о роли витаминов в питании // Теоретические и клинические аспекты науки о питании. – М., 1987. – Т. VIII. – С. 3–28.

3. *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*. – 2-е изд. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 548 с.
4. *Спиричев В.Б.* Витамины, витаминоподобные и минеральные вещества: Справ. для провизоров и фармацевтов. – М.: МЦФЭР, 2004. – 240 с.
5. Микронутриенты в питании здорового и больного человека. Справочное руководство по витаминам и минеральным веществам / *В.А. Тутельян, В.Б. Спиричев, Б.П. Суханов, В.А. Кудашева*. – М.: Колос, 2002. – 423 с.
6. Содержание селена в пшеничной муке из различных регионов СССР / *Н.А. Голубкина, М.В. Шагова, В.Б. Спиричев* и др. // Вопросы питания. – 1990. – № 4. – С. 64–66.
7. Food fortification. Technology and quality control // Report of an FAO technical meeting. Rome, Italy, 20–23 November, 1995 // Food and Agricultural Organisation of the United Nation. – Rome, 1996. – 104 p.
8. *Азбалин Е.В., Буганов А.А.* Витаминный и минеральный состав рационов школьников-подростков на Крайнем Севере // Вопросы питания. – 2000. – Т. 69, № 4. – С. 25–27.
9. Обеспеченность витаминами речников Западной и Восточной Сибири и нефтяников Тюменской области / *Н.В. Блажеевич, Ю.Л. Арханчев, С.Э. Сандрацкая* и др. // Вопросы питания. – 1992. – № 3. – С. 73–79.
10. Всемирная декларация по питанию // Проблемы питания и здоровья. – 1996. – № 3–4. – С. 20–21.
11. *Гатька Н.Н., Аширбекова Г.* Об использовании сыворотки в производстве мучных изделий // Тез. докл. Междунар. конф. – Харьков, 1994. – С. 34.
12. *Керимова М.Г., Алиева Л.М., Алескерова И.Р.* Сравнительное изучение витаминного статуса детей 5–6 лет в различных детских коллективах // Вопросы питания. – 1992. – № 3. – С. 30–32.
13. Обеспеченность витаминами детей дошкольного и младшего школьного возраста из группы риска по возникновению нарушений минерализации костной ткани / *В.М. Коденцова, О.А. Вржесинская, Т.В. Спиричева* и др. // Вопросы питания. – 2002. – № 3. – С. 3–7.
14. Сравнительная оценка фактического питания и витаминной обеспеченности беременных и кормящих женщин в регионах с различным уровнем смертности / *И.Я. Конь, С.И. Алейник, Л.Г. Мамонова* [и др.] // Вопросы питания. – 1994. – № 1–2. – С. 13–17.
15. *Конь И.Я., Тоболева М.А., Димитриева С.А.* Дефицит витаминов у детей: основные причины, формы и пути профилактики у детей раннего и дошкольного возраста // Вопросы современной педиатрии. – 2002. – № 1. – С. 62–66.
16. *Спиричев В.Б.* Исследования в витаминологии: теоретические и практические аспекты // Вестник АМН СССР. – 1986. – № 11. – С. 84–90.
17. *Спиричев В.Б.* Обеспеченность витаминами // Клиническая мед. – 1987. – № 8. – С. 140–145.
18. *Спиричев В.Б., Блажеевич Н.В., Исаева В.А.* Обеспеченность витамином А и каротиноидами взрослого и детского населения различных регионов СНГ // Вопросы питания. – 1995. – № 5. – С. 3–8.
19. Обеспеченность витаминами взрослого населения Российской Федерации и ее изменение в период 1983–93 гг. Сообщение 1. Витамины С, Е, А и каротин / *В.Б. Спиричев, Н.В. Блажеевич, В.М. Коденцова* и др. // Вопросы питания. – 1995. – № 4. – С. 5–12.
20. Обеспеченность витаминами взрослого населения Российской Федерации и ее изменение в период 1983–93 гг. Сообщение 2. Витамины группы В / *В.Б. Спиричев, Н.В. Блажеевич, В.М. Коденцова* и др. // Вопросы питания. – 1995. – № 6. – С. 3–8.
21. *Спиричев В.Б.* Обеспеченность витаминами детей в России // Вопросы питания. – 1996. – № 5. – С. 45–53.
22. *Спиричев В.Б.* Витамины и минеральные вещества в комплексной профилактике и лечении остеопороза // Вопросы питания. – 2003. – № 1. – С. 34–43.
23. Витамины и ионизирующая радиация (обзор) / *А.И. Кондрусев, В.Б. Спиричев, К.С. Чертков, Т.В. Рымаренко* // Хим.-фарм. журн. – 1990. – № 2. – С. 4–12; № 3. – С. 4–11.
24. Йоддефицитные заболевания в России / *Г.А. Герасимов, В.В. Фадеев, Н.Ю. Свириденко* и др. – М.: Адамант, 2002. – 168 с.
25. *Спиричев В.Б.* Роль витаминов и минеральных веществ в остеогенезе и профилактике остеопатии у детей // Вопросы детской диетологии. – 2003. – № 1. – С. 40–49.

26. *Ефимова М.В., Ефимов А.А., Леонова Т.Н.* Характеристика ассортимента макаронных изделий // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы V Всероссийской науч.-практич. конф. (25–27 марта 2014 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – С. 73–80.

27. *Волощук Г.Г., Манк В.В., Юрчак В.Г.* Влияние овощных порошков на качество макаронных изделий // Хлебопродукты. – 2005. – № 12. – С. 44–46.

28. *Казенова Н.К., Калинина М.А., Шнейдер Т.И.* Пути улучшения качества макаронных изделий // Хлебопечение России. – 2000. – № 3. – С. 27.

29. *Глазунов А.А.* Разработка технологии получения и применения пищевой добавки из клубней топинамбура в производстве макаронных изделий: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2001. – С. 28–32.

30. Витамины в питании и профилактике витаминной недостаточности / Под ред. *В.В. Ефремова*. – М.: Мед., 1969. – 207 с.

31. *Письменный В.В., Троицкий Б.Н., Черкашин А.И.* Улучшители макаронных изделий // Хлебопечение России. – 2000. – № 6. – С. 29.

32. *Еремин Ю.Н., Зырянов В.В.* Перспективные продукты питания с бета-каротином // Пищ. пром-сть. – 1996. – № 6. – С. 21.

33. *Романов А.С.* Применение циклокара при производстве мучных изделий // Хлебопечение России. – 2000. – № 2. – С. 25.

34. *Росляков Ю.Ф., Уварова И.И., Шмалько Н.А.* Использование CO<sub>2</sub>-экстрактов в производстве макарон // Хлебопродукты. – 2004. – № 12. – С. 41.

35. *Богданов В.Д., Карпенко В.И., Новиков Е.Г.* Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2005. – 264 с.

36. *Сметанин А.Н.* Пресноводные и морские животные Камчатки. – СПб.: Политехника, 2002. – 237 с.

37. *Байдалинова Л.С., Яржомбек А.А.* Биохимия сырья водного происхождения – М.: Моркнига, 2011. – 506 с.

УДК 664.952: (634.738+634.72)

**В.М. Мустафаева, М.В. Ефимова**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: veroni4ka\_kam@mail.ru*

## **ОБОСНОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ СОСИСОК РЫБНЫХ С ЯГОДАМИ**

Показано, что использование добавок растительного происхождения позволяет обогатить традиционные продукты на основе рыбного фарша ценными нутриентами, улучшить их органолептические характеристики. Приведены результаты исследований по разработке рецептуры сосисок рыбных с ягодами брусники, смородины черной и смородины красной. По результатам органолептической оценки выбраны рациональные рецептуры сосисок. Уточнено рациональное количество растительных добавок – 3% брусники обыкновенной, 2,5% смородины черной и 5% смородины красной к массе фаршевой смеси. Определены параметры подготовки растительных добавок.

**Ключевые слова:** сосиски рыбные, растительные добавки, брусника, смородина, органолептические показатели.

**V.M. Mustafayeva, M.V. Efimova**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: veroni4ka\_kam@mail.ru*

## **RATIONALE FOR FISH SAUSAGE WITH BERRIES FORMULATION**

It is shown that the use of vegetable additives allows to enrich the traditional products based on minced fish with valuable nutrients and to improve their organoleptic characteristics. The research results concerning the formulation of fish sausages with cranberries, black currants and red currants are presented. Based on the results of organoleptic evaluation the rational sausage formulations were selected. The rational number of vegetable additives is established: 3% of red bilberry, 2,5% of black currant and 5% of red currant in relation to the minced mixture weight. The parameters of the vegetable additives preparation are given.

**Key words:** fish sausages, vegetable additives, cranberry, currants, organoleptic indicators.

Технологии продуктов на основе рыбного сырья предполагают возможность использования одновременно нескольких объектов промысла, регулирование пищевой ценности, органолептических и реологических показателей полуфабриката и готовой продукции за счет комбинирования рецептурного состава и факторов технологии, а также возможность создания пищевого продукта, отвечающего потребностям конкретного организма, за счет применения современных пищевых добавок. Современные взгляды на «здоровую» пищу требуют щадящих режимов обработки сырья, ограничения применения искусственных добавок [1], уменьшения содержания в продукте поваренной соли.

Перспективным направлением в обеспечении населения высококачественной пищей является производство продуктов на основе рыбного фарша, что обусловлено возможностями технологий фаршевых изделий рационально использовать различные объекты промысла, вводить в рецептуры добавки, способствующие повышению пищевой ценности, а также варьированию и улучшению потребительских характеристик готовых продуктов [2].

Среди разных видов продукции на основе рыбных фаршей большой популярностью у потребителей пользуются колбасные изделия, не уступающие по пищевой ценности мясным колбасным изделиям, так как по общему химическому, аминокислотному, жирнокислотному составу мышечная ткань гидробионтов превосходит мясо наземных животных.

Целью проводимых исследований является разработка технологии рыбных сосисок с использованием камчатских ягод в качестве добавки. Нами предложено применять в качестве добавки ягоды дикорастущей брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*), а также садовые ягоды смородины красной (*Ribes rubrum*) и смородины черной (*Ribes nigrum*). Эти растения высокоурожажны. Брусника широко распространена на территории Камчатки, красная и черная смородина повсеместно выращиваются на сельскохозяйственных угодьях. Ягоды характеризуются богатым набором витаминов, микро- и макроэлементов, пищевых волокон, наличием антиоксидантов, ценных полисахаридов, обладающих гелеобразующими и загустительными свойствами [3–5].

Так, брусника содержит ценные нутриенты и балластные вещества: сахара, клетчатку, органические кислоты, витамины, дубильные, азотистые и минеральные вещества. Бензойная кислота, содержащаяся в бруснике в свободной и в связанной формах, обладает бактериостатическим, противогрибковым действием [6]. Смородина черная и смородина красная, кроме богатого витаминно-минерального состава, наличия органических кислот, сахаров, каротиноидов, характеризуются высоким содержанием пектиновых веществ [3–5, 7–9].

Ягодное сырье заготавливали в период созревания – черную смородину в конце августа, красную смородину и бруснику – в сентябре. Ягоды тщательно промывали холодной питьевой водой до полного удаления загрязнений и посторонних включений и после стекания влаги в течение 30 мин высушивали до содержания воды 3,0–5,0% для повышения хрупкости при измельчении (рис. 1, а, б, в). Сушку проводили в электросушилке с инфракрасным излучением ЭСБИК-1,25/220 «Икар» при температуре 30°C, распределив ягоды в один слой при постоянном движении нагретого воздуха со скоростью 0,5–1,0 м/с. Указанный температурный режим сушки не провоцирует деструкционные и денатурационные процессы ценных компонентов ягод. Необходимую конечную влажность определяли по степени измельчения ягод до тонкодисперсного порошка. Высушенные ягоды охлаждали в сушилке потоком холодного воздуха до температуры не выше 20°C и измельчали в кофемолке «Bosh». Готовый ягодный порошок (рис. 1, г, д, е) обрабатывали магнитом для удаления металлических примесей.

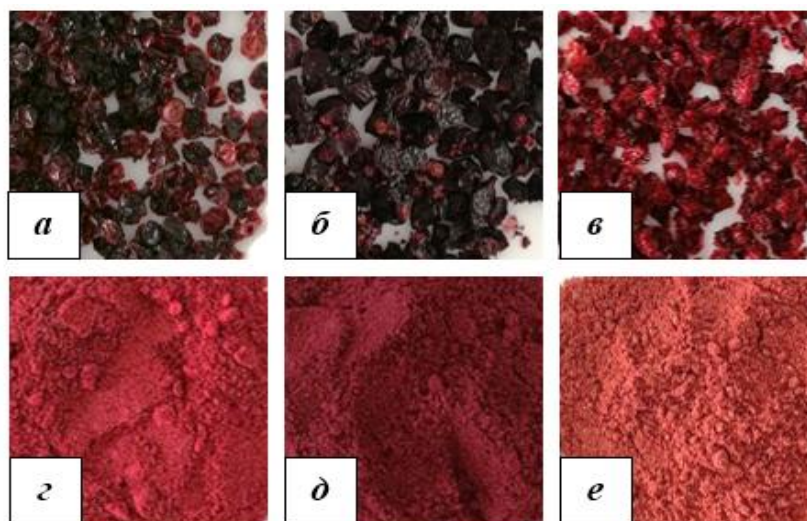


Рис. 1. Высушенные и измельченные до порошкообразного состояния брусника (а, г), смородина черная (б, д) и смородина красная (в, е)

Ягодный порошок вносили в рыбный фарш в начале процесса перемешивания для обеспечения достаточного времени набухания сухих частиц ягод и формирования геля на основе содержащихся в ягодах пектиновых веществ.

В качестве жирового компонента в фаршевую смесь вносили шпик свиной и масло сливочное. В качестве связующих компонентов в рецептуру добавляли агар пищевой и куриное яйцо.

Для формования сосисок применяли целлюлозную сосисочную оболочку «WIENIE-PAK» калибром 18 мм. После осадки сосиски варили при температуре 80–95°C в течение 30–50 мин.

По окончании варки сосиски немедленно охлаждали до температуры в центре батончиков 20–25°C, давали обсохнуть в течение 30 мин при естественной температуре, затем направляли в камеру охлаждения с температурой 2–5°C.

В качестве контрольного образца изготавливали рыбные сосиски без растительных добавок. Для изготовления экспериментальных образцов ягодный порошок добавляли в фаршевую смесь в количествах, соответствующих приведенным в табл. 1.

Таблица 1

Обозначения образцов сосисок рыбных с добавлением ягод

Растительная добавка	Количество вносимой добавки ягод, % от массы фаршевой смеси						
	1,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
Брусника	Б 1	Б 2,5	Б 3	Б 4	Б 5	Б 6	Б 7
Смородина черная	СЧ 1	СЧ 2,5	СЧ 3	СЧ 4	СЧ 5	СЧ 6	СЧ 7
Смородина красная	СК 1	СК 2,5	СК 3	СК 4	СК 5	СК 6	СК 7

Рациональные рецепты экспериментальных образцов были выбраны по результатам оценки органолептических и физико-механических показателей фаршевой смеси и готовой продукции. Для определения органолептических показателей применяли описательный метод и метод балльных шкал [10–12].

Основным критерием выбора рецептуры сосисок рыбных с ягодами являлась их органолептическая оценка. Приемлемость дозы вносимых растительных добавок определяли на дегустационном совещании, где в качестве дегустаторов выступали сотрудники, студенты и аспиранты кафедры «Технологии пищевых производств» ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

При органолептической оценке горячих сосисок, приготовленных с добавлением сливочного масла, было отмечено отсутствие плотности изделий, мажущая консистенция продукта. В связи с этим добавление сливочного масла в состав фаршевой смеси было признано неприемлемым. Органолептическая оценка образцов, содержащих в составе в качестве жирового компонента свиной шпик, дала положительные результаты.

На рис. 2 приведен внешний вид фаршевых смесей с ягодами для приготовления образцов сосисок с добавлением в качестве жирового компонента свиного шпика.

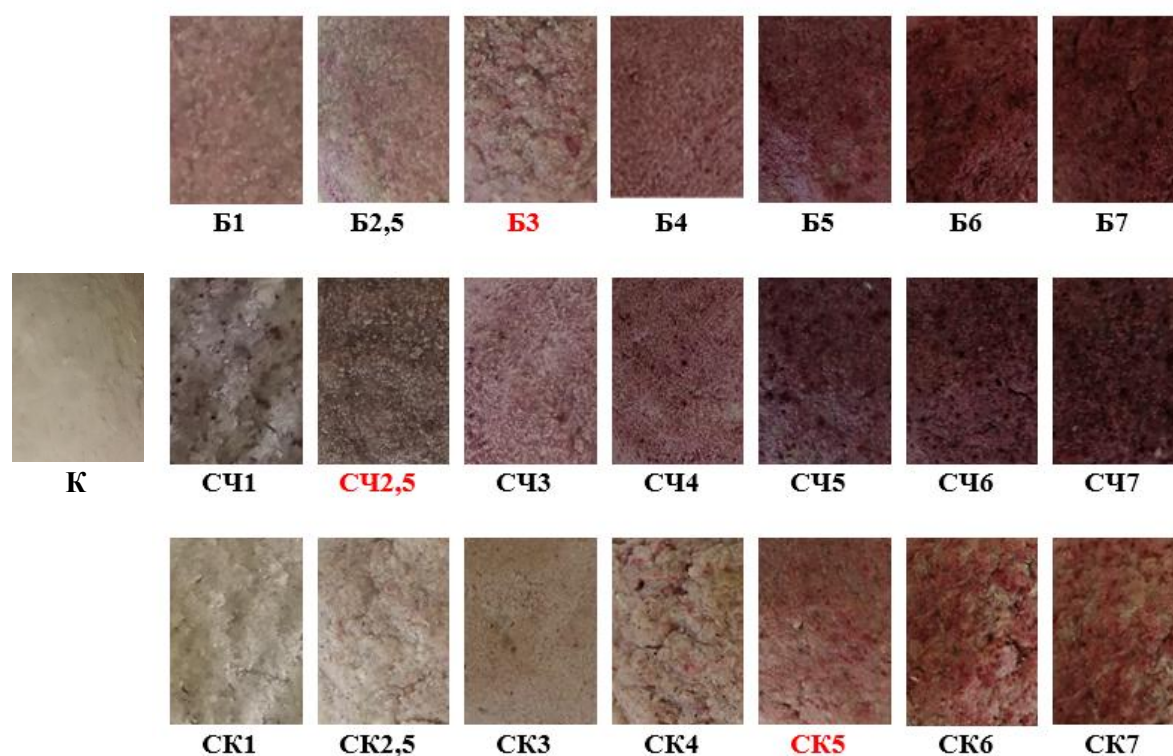


Рис. 2. Образцы фаршевой смеси для сосисок рыбных с ягодами

В табл. 2 приведены рецепты рыбных сосисок с ягодами, признанные рациональными по результатам органолептической оценки готовых изделий.



Рецептуры сосисок рыбных, признанные рациональными, %

Наименование компонента	Контрольный образец К	Сосиски «Осенние» с брусникой Б 3	Сосиски «Садовые» со смородиной черной СЧ 2,5	Сосиски «Летние» со смородиной красной СК 5
Фарш из минтая	71,00	68,00	68,50	66,00
Шпик свиной	17,00	17,00	17,00	17,00
Агар пищевой	6,00	6,00	6,00	6,00
Яйцо куриное	5,00	5,00	5,00	5,00
Соль	1,00	1,00	1,00	1,00
Брусника	–	3,00	–	–
Смородина черная	–	–	2,5	–
Смородина красная	–	–	–	5,00
Итого	100,00	100,00	100,00	100,00

Профилограммы качества сосисок рыбных с ягодами представлены на рис. 3 и 4 (шкала оценки качества: 1 – свойство не ощущается; 2 – свойство едва ощущается; 3 – свойство слабо ощущается; 4 – свойство умеренно ощущается; 5 – свойство сильно выражено).

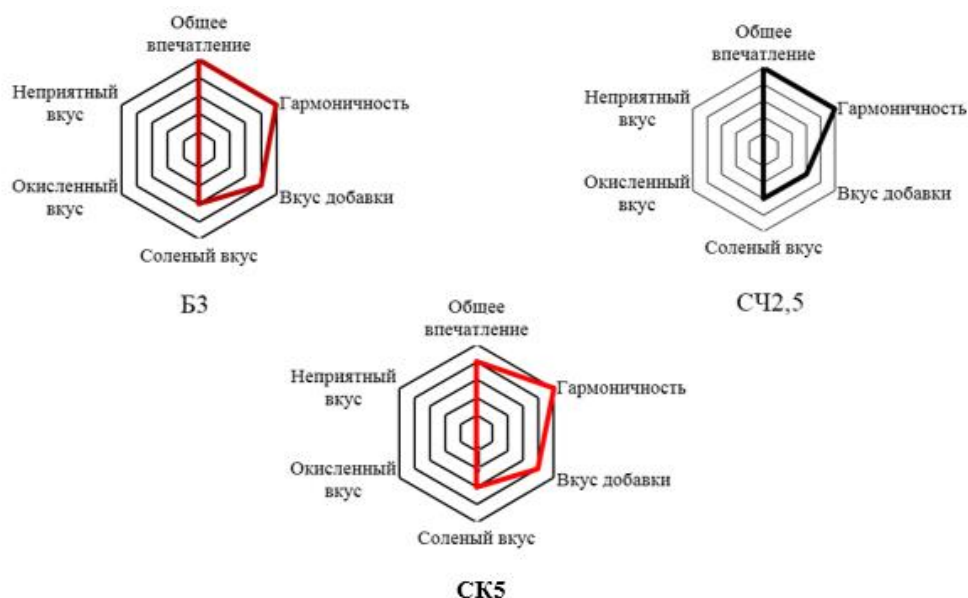


Рис. 3. Профилограммы вкуса образцов сосисок рыбных с ягодами

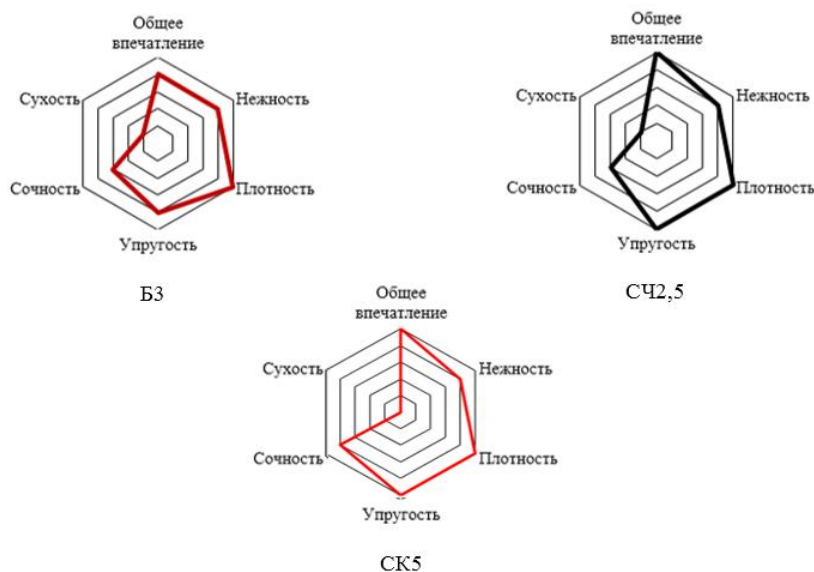


Рис.4. Профилограммы консистенции образцов сосисок рыбных с ягодами

Как видно из рис. 3 и 4 у представленных образцов сосисок рыбных с ягодами были определены высокие органолептические показатели. Наиболее благоприятное впечатление на дегустаторов оказал вкус сосисок с брусникой и с черной смородиной. По показателям консистенции, таким как плотность, сочность и упругость, более благоприятное впечатление произвели сосиски с черной и красной смородиной.

Результаты органолептических исследований, позволившие обосновать рецептуры рыбных сосисок с ягодами, дают возможность расширить ассортимент рыбных колбасных изделий. Разработанные рецептуры не предусматривают внесение искусственных добавок для стабилизации консистенции, вкуса и цвета, что определяет возможность применения сосисок в качестве диетического продукта, а также продукта для питания детей.

Введение растительных добавок отвечает направлениям политики в области здорового питания населения Российской Федерации, принятой Правительством РФ [13].

### Литература

1. *Богданов В.Д.* Рыбные продукты с регулируемой структурой. – М.: Мир, 2005. – 310 с.
2. Современные тенденции в технологии комбинированных пищевых продуктов на примере рыбных колбасных изделий / *А.А. Шаранова, А.И. Куприянов, М.В. Сулягина* и др. // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы IV Всероссийской науч.-практич. конф. (18–22 марта 2013 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – С. 65–70.
3. *Сметанин А.С., Богоявленский В.Ф.* Примечательные растения из природной флоры Камчатки. – М.: Изд-во ГУП ИПК Дальпресс, 2000. – 313 с.
4. *Сметанин А.С.* Дикоросы Камчатки и их использование. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2007. – 128 с.
5. *Сметанин А.С.* Пищевые растения Камчатки. – М.: Изд-во ГУП ИПК Дальпресс, 1998. – 96 с.
6. Барьерная технология гидробионтов: Учебное пособие / *Г.Н. Ким, Т.М. Сафронова, О.Я. Мезенова* и др.; под ред. *Т.М. Сафроновой*. – СПб.: Проспект Науки, 2011. – 336 с.
7. Красная смородина [Электронный ресурс]. – URL: <http://getalife.ru/krasnaya-smorodina> (дата обращения: 20.01.2019).
8. Черная смородина [Электронный ресурс]. – URL: <http://getalife.ru/chernaya-smorodina> (дата обращения: 20.01.2019).
9. *Стрельцина С.А., Тихонова О.А.* Питательные и биологически активные вещества ягод и листьев смородины черной. В условиях северо-запада России // Аграрная Россия. – 2010. – № 1 [Электронный ресурс]. – URL: [http://vir.nw.ru/biohim/Strelcina\\_2010.pdf](http://vir.nw.ru/biohim/Strelcina_2010.pdf) (дата обращения: 20.01.2019).
10. *Вытовтов А.А.* Теоретические и практические основы органолептического анализа продуктов питания. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 232 с.
11. *Ковалева И.П., Титова И.М., Чернега О.П.* Методы исследования свойств сырья и продуктов питания. – СПб.: Проспект Науки, 2012. – 152 с.
12. Сенсорный анализ продуктов из гидробионтов / *Г.Н. Ким, И.Н. Ким, Т.М. Сафронова* и др. – М.: Колос, 2008. – 534 с.
13. Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года: Постановление Правительства Российской Федерации № 1873-р от 25 октября 2010 г. – М., 2010. – 5 с.

УДК 664.959.5

**А.В. Петрова, Ю.Н. Коржавина, В.И. Сингаев, Д.Л. Альшевский**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: 89114732429@mail.ru*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА  
И РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ  
ЗАЛИВНОГО ИЗ ФОРМОВАННОГО ФАРША КАРПА**

В статье предложено использовать рыбное сырье пониженной товарной ценности для приготовления фаршевых кулинарных изделий, в частности заливного из формованного рыбного фарша и студня на основе бульонов из рыбных отходов. Приведены результаты органолептической оценки качества рыбного заливного из формованного фарша карпа, оценки влияния термической обработки вторичного рыбного сырья на качество бульонов, реологические показатели составных частей продукции.

**Ключевые слова:** рыба, вторичное сырье, формованный фарш карпа, рыбное заливное, реологические характеристики, органолептические показатели качества.

**A.V. Petrova, Yu.N. Korzhavina, V.I. Singaev, D.L. Alshevsky**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: 89114732429@mail.ru*

**RESEARCH OF ORGANOLEPTIC INDICATORS OF QUALITY  
AND RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ASPIC SEPARATE COMPONENTS  
FROM FORMED CARP MINCE**

It is offered to use fish raw material of the reduced commodity value to produce minced culinary products, in particular, aspic from the formed carp mince and jelly on the basis of broths from fish waste. The results of organoleptic evaluation of the quality of fish aspic from the formed carp mince, evaluation of the effect of heat treatment of secondary fish raw material on the quality of broths and rheological parameters of the product components are given.

**Key words:** fish, secondary raw material, formed carp mince, fish aspic, rheological characteristics, organoleptic indicators of quality.

Среди продуктов животного происхождения одно из ведущих мест в питании человека занимает рыба и продукты ее переработки, так как они обладают исключительно высокими пищевыми качествами. Рыбные продукты широко используются в повседневном рационе, в диетическом и детском питании.

Одной из актуальных задач современного рыбоперерабатывающего производства является комплексное и целесообразное использование водных биологических ресурсов. В связи с разнообразием свойств сырья из гидробионтов большое значение имеет обновление и увеличение ассортимента готовых изделий, улучшение их качества и повышение пищевой ценности.

Решение данной задачи состоит в рациональном и максимальном использовании сырья пониженной товарной ценности. Результаты научных исследований показывают экономическую эффективность переработки данного вида сырья и отходов, сепарированных после разделки на филе, на пищевые фарши и получение на их основе широкого ассортимента готовой продукции [1, 2]. Это свидетельствует об актуальности разработки кулинарной продукции из пищевых отходов объектов аквакультуры.

Целью работы является исследование возможности использования отходов от разделки рыбы для производства кулинарной продукции – рыбного заливного из формованного фарша карпа.

Заливные блюда относятся к продуктам массового потребления. Рецептура разрабатываемого продукта обоснована данными обзора литературных источников и пищевой ценностью сырьевых ингредиентов. Сырьем для разрабатываемого рыбного заливного являются направляемые на фарш отходы, образующиеся в результате разделки рыбы на филе.

Для оценки качества заливного из формованного фарша карпа была проведена органолептическая оценка показателей качества, приведенных в табл. 1, 3.

Таблица 1

**Органолептические показатели качества заливного из формованного фарша карпа**

Наименование показателя	Характеристика показателя
Внешний вид	Поверхность после вскрытия упаковки чистая, неподсохшая. Кусочки рыбного фарша должны быть не деформированы, равномерно распределены в желе и украшены ломтиками моркови, петрушки. Желе должно быть прозрачным
Вкус и запах	Выраженный, соответствующий набору сырья, без посторонних запахов и привкусов
Цвет	Характерный для входящих в состав изделия продуктов
Консистенция	Желе упругое, без свободного бульона. Кусочки рыбного фарша сочные, упругие

Таблица 2

**Описание баллов оценки качества заливного из формованного фарша карпа**

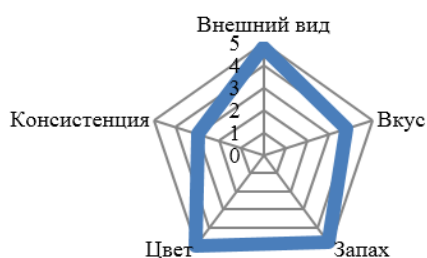
Балл	Описание баллов
5	Соответствует показателям качества (без недостатков)
4	Незначительные недостатки (признак выражен незначительно)
3	Заметные отклонения (признак выявлен значительно)
2	Значительные отклонения (явно выраженный признак)
1	Чрезмерные недостатки (признак выражен сильно)
0	Недопустимые отклонения

Дегустацию заливного из формованного фарша карпа проводили на кафедре технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет». В дегустации принимали участие сотрудники, преподаватели и студенты. Органолептические показатели заливного оценивали по пятибалльной шкале (табл. 3).

Таблица 3

**Результаты органолептической оценки качества заливного из формованного фарша карпа, балл**

Наименование показателя	Эксперт № 1	Эксперт № 2	Эксперт № 3	Эксперт № 4	Эксперт № 5	Эксперт № 6	Общая оценка
Внешний вид	5	4	5	5	5	5	4,8
Вкус	4	4	4	4	4	3	3,8
Запах	5	4	5	5	5	5	4,8
Цвет	5	5	5	5	5	5	5,0
Консистенция	3	2	3	3	3	4	3,0



Результаты органолептической оценки заливного из формованного фарша карпа

Из представленных в табл. 3 и на рисунке данных видно, что исследуемый продукт обладает хорошим внешним видом (4,8 балла), запахом (4,8 балла), цветом (5 баллов), но менее выраженным вкусом (3,8 балла) и суховатой консистенцией (3 балла).

По результатам дегустации было принято решение добавить в разрабатываемый продукт структурообразующую пищевую добавку «Оптигارد Р1» для улучшения органолептических свойств (вкуса и консистенции). После введения добавки в рецептуру проведена повторная органолептическая оценка качества рыбного заливного из формованного фарша карпа (табл. 4).

**Результаты органолептической оценки качества заливного из формованного фарша карпа с добавкой «Оптигард Р1», балл**

Наименование показателя	Эксперт № 1	Эксперт № 2	Эксперт № 3	Эксперт № 4	Эксперт № 5	Эксперт № 6	Общая оценка
Внешний вид	5	5	5	5	5	5	5
Вкус	5	5	5	5	5	5	5
Запах	5	5	5	5	5	5	5
Цвет	5	5	5	5	5	5	5
Консистенция	5	5	5	5	5	5	5

Результаты повторной органолептической оценки показали, что исследуемый продукт, заливное из формованного фарша карпа, по всем показателям получил наивысшую оценку 5 баллов.

По результатам литературного обзора одним из направлений пищевого использования вторичного сырья выбрано получение рыбного бульона. Бульон – это жидкий навар, полученный при варке в воде костей, мяса, птицы, рыбы, содержащий небольшое количество белков, в связи с чем имеет больше вкусовое и возбуждающее значение, нежели питательное. Характеристики бульона зависят от содержания в нем пищевых веществ и значительно меняются в зависимости от вида используемого сырья и технологических параметров получения. Бульоны легко усваиваются организмом, даже ослабленным.

В качестве объекта исследования были выбраны бульоны, приготовленные из отходов карпа. Для приготовления бульонов рыбные отходы варили в воде при соотношении 1 : 1 в течение 6 ч. В процессе приготовления бульонов наблюдалось последующее постепенное желирование студней, интенсивность которого зависела от продолжительности варки. Желирование обусловлено гелеобразующими свойствами белков – способностью их коллоидного раствора переходить из свободно диспергированного состояния в связнодисперсное с образованием систем, обладающих свойствами твердых тел.

Для определения прочности студней применяли устройство «Валента». Метод основан на определении массы нагрузки, необходимой для разрушения структуры образца [3]. Плотность студней оценивали путем сравнения прочности студней, полученных из бульонов через 1, 2, 3, 4, 5, 6 ч варки. Исследованные характеристики бульонов представлены в табл. 5.

Таблица 5

**Зависимость показателей качества бульонов из отходов карпа от продолжительности варки**

Наименование показателя	Продолжительность варки, ч					
	1	2	3	4	5	6
Цвет	свойственный данному виду продукта	свойственный данному виду продукта	свойственный данному виду продукта	свойственный данному виду продукта	свойственный данному виду продукта	свойственный данному виду продукта
Запах	рыбный, ярко выраженный	рыбный, ярко выраженный	рыбный	рыбный	рыбный	рыбный
Прозрачность	прозрачный	прозрачный	прозрачный	прозрачный с незначительными примесями	прозрачный с незначительными примесями	прозрачный с незначительными примесями
Желирующая способность	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует	заметная прочность (1 470 Па)

Таким образом, в ходе эксперимента было установлено, что при варке коллагенсодержащего рыбного сырья в течение менее 6 ч, полученные бульоны не проявляли желирующую способность. Рациональная продолжительность варки рыбных отходов может быть увеличена до 8 ч.

Мышечная ткань рыбы в целом и измельченном состоянии по своим структурно-механическим свойствам занимает промежуточное положение между упругими и пластично-вязкими жидкостями. С помощью определения данных свойств можно быстро и объективно дать количественную оценку консистенции различных рыбных продуктов [4].

Реологические методы исследования дают возможность получить достоверную картину развития деформаций в мышечной ткани при любой постоянной нагрузке. Зная реологические

свойства фарша, можно составить рецептуры фаршей с нужными оптимальными технологическими свойствами: хорошей липкостью, формуемостью, водоудерживающей способностью [4].

Так, в табл. 6 представлены реологические свойства фарша из карпа без добавок и фарша карпа с добавками – предельное напряжение сдвига (ПНС) исследуемых рыбных фаршей, определенное с помощью конического пластометра КП-3.

Таблица 6

Значения предельного напряжения сдвига (ПНС) рыбного фарша

Наименование образца	ПНС, Па
Фарш из карпа	9804,11
Фарш из карпа с добавлением лука	4357,38
Фарш из карпа с добавлением моркови	6649,15

Исследование реологических свойств модельных фаршей показало, что наибольшим значением ПНС обладает фарш из карпа без добавления ингредиентов (9804,11 Па). Данный образец отличался достаточно плотной консистенцией, что положительно сказывалось на процессе формирования. Наименьшее значение ПНС показал фарш из карпа с добавлением лука (4357,38 Па). Образец обладал текучестью и мягкостью, что осложняло формирование. Как видно из табл. 6 изменение состава фарша влияет на величину предельного напряжения сдвига системы. Снижение значения предельного напряжения сдвига с добавлением в фарш овощей связано с увеличением содержания слабосвязанной воды и утолщением прослоек жидкости дисперсионной среды.

Приведенные выше данные свидетельствуют о возможности более эффективного использования пищевых отходов аквакультуры, например, при производстве рыбного заливного из формованного фарша.

### Литература

1. Антипова Л.В., Дворянинова О.П. Эффективность применения вторичных рыбоперерабатывающих ресурсов для производства функциональных продуктов массового потребления // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2002. – № 5,6. – С. 24–26.
2. Краснова О.А., Васильева М.И. Научное обоснование и практическая реализация пресноводного рыбного сырья в пищевой индустрии // Молодой ученый. – 2015. – № 8. – С. 397–400.
3. ГОСТ 26185–84. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Стандартиформ, 2018. – 32 с.
4. Современные тенденции производства формованных и структурированных продуктов на основе растительного и рыбного сырья: Материалы Международной науч.-техн. интернет-конф. (15–20 июня 2012 г.). – Краснодар, 2012. – 134 с.

УДК 664.644:582.26/.27

**Н.С. Салтанова, О.В. Мищенко**

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

### **ВЛИЯНИЕ ВОДОРΟΣЛЕВОГО ГЕЛЯ НА ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ СВОЙСТВА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРОЖЖЕВОГО ТЕСТА**

Обсуждаются результаты изучения влияния водорослевого геля, включенного в рецептуру дрожжевого теста, на силу муки, ее водопоглотительную способность, жизнеспособность и активность дрожжевых клеток, реологические свойства теста. Показано его положительное влияние на технологические свойства теста и качество полученного хлебобулочного продукта. Введение геля в состав теста обеспечивает увеличение скорости его созревания и улучшение реологических свойств, обогащение полученного продукта ценными нутриентами водорослей, использованных в качестве сырья для получения альгинатсодержащего геля.

**Ключевые слова:** мука, водорослевой гель, тесто, бродительная активность, кислотность, липкость, предельное напряжение сдвига, рецептуры.

**N.S. Saltanova, O.V. Mischenko**

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

### **THE EFFECT OF SEAWEED GEL ON WHEAT FLOUR BAKING PROPERTIES AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF YEAST DOUGH**

The study results of algal gel effect in the yeast dough recipe on flour strength, its water absorption capacity, viability and activity of yeast cells and rheological properties of the dough are discussed in the article. Its positive effect on the technological properties of the dough and the quality of the bakery product is shown. The introduction of the gel into the dough recipe accelerates the maturation rate and rheological properties improvement. Besides the gel enriches the product with nutrients contained in the algae which were used for obtaining alginate containing gel.

**Key words:** flour, seaweed gel, dough, fermentation activity, acidity, stickiness, yield value, recipes.

В настоящее время во всем мире неуклонно растет интерес к пищевым продуктам из водорослей и продукции, содержащей водоросли или продукты их переработки в качестве пищевой добавки. Это вызвано изменением концепции здорового питания, определяющей потребление пищи, богатой веществами, необходимыми для нормального функционирования организма, а также понимание населением необходимости потребления пищевых продуктов, оказывающих на организм человека лечебно-профилактическое воздействие и способствующих его очищению от разного рода ксенобиотиков. Особенно это актуально для лиц, работающих во вредных условиях или проживающих в районах с неблагоприятной экологической обстановкой.

Важнейшим лечебно-профилактическим свойством водорослей является их способность связывать и выводить из организма токсичные вещества и улучшать при этом моторику кишечника, что особо важно при его гиподинамии. Бурые альгинатсодержащие водоросли, кроме того, являются мощными безопасными радиопротекторами. Йод и селен, входящие в состав водорослей и обладающие синергетическим действием, оказывают положительное влияние на организм человека, его гормональную и иммунную систему. Поэтому использование бурых водорослей, в том числе ламинариевых, в качестве добавок к основным пищевым продуктам актуально, особенно для жителей Камчатского края, у которых распространены заболевания щитовидной железы, и в рационе которых наблюдается недостаток йода.

Хлебобулочные изделия как продукты ежедневного потребления играют важную роль в питании. Повышая их пищевую ценность, можно целенаправленно воздействовать на здоровье человека. Расширение ассортимента хлебобулочных изделий происходит в направлении использования в рецептурах природных ингредиентов с высоким содержанием биологически активных веществ, придающих продукции функциональную направленность [1–3]. В практике хлебопечения для обогащения теста используются разные пищевые добавки, получаемые из растительного и животного сырья как химическим путем, так и в результате микробиологического синтеза либо после неглубокой переработки нативных материалов. Очень широко в хлебопечении применяются растительные добавки, позволяющие обогатить пшеничную муку отдельными незаменимыми аминокислотами, клетчаткой, витаминами и микроэлементами [4–13].

На хлебопекарных предприятиях применяют пшеничную муку разных сортов. От ее химического состава и хлебопекарных свойств зависит качество готовых хлебобулочных изделий. Однако качество самой муки не всегда стабильно, и хлебопекарные предприятия нередко вынуждены использовать муку с пониженным содержанием клейковины. В связи с этим широкое распространение получили разные хлебопекарные добавки-улучшители с определенными функциональными свойствами. Их применение позволяет регулировать технологический процесс производства хлебобулочных изделий.

Авторы для проведения исследований использовали муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта влажностью 14%. В качестве добавки, повышающей пищевую ценность готовых изделий и влияющей на технологические свойства муки и теста, использовали водорослевой альгинатный гель, соответствующий требованиям СТО 00471585-001-2018 «Пищевая рыбная продукция. Продукты переработки морских водорослей (требования к продукции, требования к условиям производства, хранения, реализации)». Для изучения влияния водорослевого геля на хлебопекарные свойства муки и технологические свойства теста гель вносили в тесто в количестве 1%, 3%, 5% и 7% путем замены соответствующего количества муки и пересчета количества входящей в рецептуру воды для получения требуемой влажности теста.

Для изучения влияния водорослевого геля на технологические свойства муки и теста определяли силу муки, жизнеспособность и активность дрожжевых клеток (скорость накопления дрожжевых клеток, кислотность теста, подъемную силу дрожжей, скорость изменения окраски индикатора), реологические свойства теста (предельное напряжение сдвига). Силу муки определяли методом Л.Я. Ауэрмана по расплываемости шариков теста. Скорость накопления дрожжевых клеток определяли прямым подсчетом по методу Бургвица, подъемную силу дрожжей – по скорости всплывания шарика теста, кислотность теста – методом, основанным на нейтрализации кислот, содержащихся в продукте, раствором гидроксида натрия в присутствии индикатора фенолфталеина. Предельное напряжение сдвига теста определяли на структурометре СТ-1М путем установления усилия нагружения конуса при его внедрении на определенную глубину в пищевой продукт, определении времени релаксации напряжений, возникших при его деформировании и расчете предельного напряжения сдвига [2, 14, 15].

На рис. 1 приведены результаты определения влияния водорослевого геля на расплываемость шариков образцов теста.

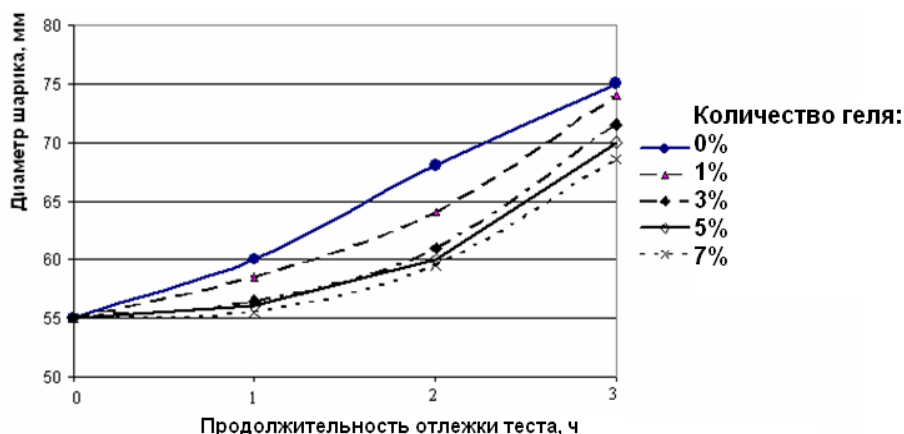


Рис. 1. Динамика расплываемости шарика исследуемых образцов теста с добавлением водорослевого геля



Из представленных на рис. 1 данных видно, что добавление водорослевого геля в количестве 1% незначительно влияет на расплываемость шарика теста в процессе его расстойки. В этом случае динамика расплываемости немного ниже, чем у контрольного образца. При внесении геля от 3 до 7% наблюдается резкое снижение расплываемости шарика теста уже после 1 ч расстойки, что, безусловно, важно для повышения формоустойчивости готовых хлебобулочных изделий. Это явление можно объяснить стабилизацией теста структурообразующими полисахаридами водорослевого геля, благодаря наличию которых повышается сопротивление теста разжижению.

Водорослевой гель содержит необходимые для питания дрожжей макро- и микроэлементы, углеводы, витамины и другие вещества. Поэтому водорослевой гель можно рассматривать как добавку, стимулирующую процесс брожения в хлебобулочных изделиях [2]. Для установления влияния водорослевого геля на жизнеспособность дрожжей определяли количество дрожжевых клеток и исследовали показатели их бродильной активности. Изменение числа дрожжевых клеток в ходе брожения у образцов теста, включавших разное количество геля, представлено в табл. 1.

Таблица 1

**Изменение количества дрожжевых клеток в тесте (КОЕ×10<sup>6</sup>/г) в зависимости от продолжительности брожения и содержания водорослевого геля**

Содержание водорослевого геля в тесте, %		Продолжительность брожения, мин					
		30	60	90	120	150	180
Контрольный образец	0	3,4	4,0	4,5	5,1	5,8	6,5
Опытные образцы	1	3,7	4,1	5,0	5,8	6,2	7,1
	3	4,2	4,8	5,8	6,3	7,2	8,3
	5	4,5	5,2	6,2	7,0	7,8	8,4
	7	4,5	5,4	6,2	6,7	7,1	8,0

Как показывают результаты исследований (табл. 1) внесение геля положительно влияет на скорость накопления дрожжевых клеток. Уже через 30 мин после начала замеса теста в контрольных образцах наблюдался рост дрожжевых клеток, а при добавлении 1% геля количество дрожжевых клеток увеличивалось примерно на 7–8%, по сравнению с их количеством у контрольного образца. В конце брожения (через 3 ч) наблюдалось резкое увеличение биомассы дрожжей как в контрольном, так и в опытных образцах. В образцах с содержанием геля 5% наблюдался особо значительный прирост дрожжевых клеток (около 30–35% по сравнению с контрольным образцом). Но в образце с содержанием геля 7% наблюдалось небольшое снижение роста биомассы дрожжевых клеток, что, возможно, связано с антибиотическими свойствами водорослевого геля.

В процессе брожения дрожжевого теста происходит увеличение его кислотности, вызванное накоплением продуктов, имеющих кислую реакцию. Это является важным показателем, характеризующим интенсивность брожения теста и признаком его созревания. Результаты определения кислотности теста в процессе его созревания представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Изменение кислотности теста (град.) в зависимости от продолжительности брожения и содержания водорослевого геля**

Содержание водорослевого геля в тесте, %		Продолжительность брожения, мин				
		0	60	120	150	180
Контрольный образец	0	1,7	1,8	1,9	2,5	2,7
Опытные образцы	1	1,7	2,0	2,1	2,6	2,8
	3	1,6	2,1	2,7	2,9	3,0
	5	1,6	2,4	2,8	3,0	3,2
	7	1,6	2,4	2,7	2,9	3,1

Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что высокое содержание в водорослевом геле минеральных веществ, витаминов и сахаров активизирует процесс брожения. В результате необходимую кислотность в процессе созревания тесто приобретает за более короткий промежуток времени. Это, в свою очередь, приводит к сокращению продолжительности технологического процесса приготовления хлебобулочных изделий и, соответственно, позволит снизить производственные энергозатраты.

Для изучения влияния водорослевого геля на бродительную активность дрожжевых клеток определяли также другие важные показатели – подъемную силу дрожжей и скорость изменения окраски метиленового синего. Показатели бродительной активности дрожжей приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Изменение показателей бродительной активности дрожжевых клеток в зависимости от содержания водорослевого геля**

Содержание водорослевого геля в тесте, %	Подъемная сила дрожжей, мин	Скорость изменения окраски метиленового синего, мин
Контрольный образец	0	45
Опытные образцы	1	44
	3	39
	5	37
	7	39

Анализ данных, представленных в табл. 3, позволяет судить о том, что внесение водорослевого геля, в целом, оказывает положительное влияние на бродительную активность дрожжевых клеток. Однако повышение бродительной активности дрожжей происходит только при внесении геля в количестве до 5%, а при содержании геля в количестве 7% наблюдается снижение бродительной активности. Это, как и изменение количества дрожжевых клеток и кислотности теста, вероятно, связано с наличием в водорослевом геле компонентов, обладающих антибиотическими свойствами и ингибирующих метаболизм дрожжевых клеток. Поэтому использование геля в рецептурах хлебобулочных изделий в количестве 7% и более является нецелесообразным.

Помимо упомянутых выше показателей, для экспериментальных образцов теста проводили определение предельного напряжения сдвига (ПНС). При брожении дрожжевое тесто разрыхляется за счет выделяющегося углекислого газа, что оказывает влияние на его реологические показатели, в частности, на предельное напряжение сдвига. В табл. 4 приведены данные по изменению ПНС теста в зависимости от содержания в нем геля и продолжительности брожения.

Таблица 4

**Изменение предельного напряжения сдвига теста (кПа) в зависимости от продолжительности брожения и содержания водорослевого геля**

Содержание водорослевого геля в тесте, %	Продолжительность брожения, мин					
	0	60	120	150	180	
Контрольный образец	0	13	11	10	10	9
Опытные образцы	1	13	11	10	10	9
	3	13	12	10	9	8
	5	14	11	9	7	6
	7	14	11	10	10	9

Из данных табл. 4 можно сделать вывод, что при увеличении в составе теста количества водорослевого геля снижение ПНС происходит более интенсивно, что свидетельствует о более интенсивном накоплении углекислого газа в тесте. Но, однако, в образцах с содержанием водорослевого геля в количестве 7% снижение ПНС замедляется. Полученные данные коррелируют с данными табл. 1–3.

Влияние водорослевого геля на показатели теста для хлебобулочных изделий и на технологические режимы приготовления теста приведены в табл. 5.

Таблица 5

**Показатели дрожжевого теста и технологические режимы его приготовления**

Наименование показателя	Контрольный образец (без добавления геля)	Опытный образец 1 (3% геля в рецептуре)	Опытный образец 2 (5% геля в рецептуре)
Кислотность, град. : в начале брожения	1,7	1,6	1,6
	2,7	2,7	2,8
Продолжительность брожения, мин	180	120	120
Увеличение объема теста, %	300	309	310
Влажность теста, %	38,0	38,0	38,0

Из приведенных в табл. 5 данных можно сделать вывод о том, что добавление водорослевого геля в оптимальных количествах в дрожжевое пшеничное тесто способствует улучшению

технологических свойств муки и теста; высокое содержание витаминов, минеральных веществ, аминокислот и сахаров в геле активизирует деятельность дрожжевых клеток, ускоряя при этом процесс брожения, и сокращает продолжительность созревания теста. На основании проведенных исследований разработаны рецептуры хлебобулочных изделий с добавлением водорослевого геля.

### Литература

1. *Арсеньева Т.П., Баранова И.В.* Основные вещества для обогащения продуктов питания // Пищевая промышленность. – 2007. – № 1. – С. 6–8.
2. *Ауэрман Л.Я.* Технология хлебопекарного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 416 с.
3. *Панов Д.П.* Обогащение продуктов питания массового потребления // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 2007. – № 1. – С. 30–31.
4. *Алексеев Е.* Нетрадиционное природное сырье для производства хлебобулочных изделий // Хлебопродукты. – 2008. – № 9. – С. 50–51.
5. *Алексеев Г.В., Липатов И.Б.* Использование альгинатов в производстве бисквитных полуфабрикатов лечебно-профилактического назначения // Политика здорового питания в России: Тез. докл. VII Всероссийского конгресса. – М., 2003. – С. 31–32.
6. *Воропаева О.Н.* Разработка хлебобулочных изделий с мучными композитными смесями: Дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 2008. – 235 с.
7. *Калинина И.В.* Влияние добавки кедровой муки на формирование качества, сохраняемость и пищевую ценность хлебобулочных изделий: Дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2006. – 155 с.
8. *Корчагин В.И., Дерканосова Н. М., Сербулов Ю.С.* Разработка подхода к выбору полифункциональных добавок в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1999. – № 8. – С. 27–29.
9. *Корячкина С.Я., Поляков А.Н.* Использование продуктов переработки свеклы при производстве хлебобулочных изделий // Хлебопродукты. – 2008. – № 7. – С. 38–40.
10. *Миневич И., Зубцов В., Циганова Т.* Использование семян льна в хлебопечении // Хлебопродукты. – 2008. – № 3. – С. 38–40.
11. Пат. 1200872. Способ производства хлеба / *Цыбикова Д.Ц., Цыбикова Г.Ц., Даржанова Г.Ж.*; заявл. от 30.12.1985.
12. Пат. 2153805. Способ приготовления хлебобулочного изделия / *Калманович С.А., Вершинина О.Л., Асмаева З.М., Мартовщук Е.В., Корней Н.Н., Кирьянова Ю.А.*; заявл. 10.03.99; опубл. 10.08.2000.
13. Пат. 2292718. Способ производства хлебобулочного изделия / *Кабалоева А.С., Жилова Р.М., Захохова Ф.А., Бозиева О.С., Батчаева Д.Ю., Джабоева А.С., Дубцов Г.Г.*; опубл. 10.02.2007.
14. *Ковалева И.П.* Методы исследования свойств сырья и продуктов питания / *И.П. Ковалева, И.М. Титова, О.П. Чернега.* – СПб.: Проспект Науки, 2012. – 152 с.
15. *Ковальская Л.И.* Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств. – М.: Наука, 1991. – 334 с.

УДК 664:582.272

**Н.С. Салтанова, Н.Г. Ключкова, Т.А. Ключкова, А.А. Седельникова**

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

### **ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЬГИНАТСОДЕРЖАЩЕГО ПРОДУКТА ИЗ КАМЧАТСКОЙ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *SACCHARINA BONGARDIANA***

Обсуждаются результаты исследований, направленных на разработку технологии получения альгинатсодержащего геля из морской бурой водоросли *Saccharina bongardiana*. Обоснованы режимы обработки разновозрастных представителей этого вида, собранных в разное время года, на разных стадиях получения гелеобразного продукта. Приведены рекомендации по его использованию. На полученный водорослевой гель разработан и утвержден стандарт организации – СТО 00471585-001-2018.

**Ключевые слова:** морские водоросли, водорослевой альгинатсодержащий гель, технологические режимы.

**N.S. Saltanova, N.G. Klochkova, T.A. Klochkova, A.A. Sedelnikova**

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

### **PRODUCTION TECHNOLOGY OF ALGINATE CONTAINING PRODUCT FROM KAMCHATKA BROWN ALGAE *SACCHARINA BONGARDIANA***

The research results of the alginate containing gel production technology from the sea brown algae *Saccharina bongardiana* are discussed in the article. The processing modes of different age representatives of this species collected at different seasons and at different stages of obtaining the product are proved. The recommendations on the alginate-containing gel use are given. The standard of organization STO 00471585-001-2018 on the algal gel was developed and approved.

**Key words:** seaweed, alginate containing gel, technological modes.

Морские биологические ресурсы относятся к числу важнейших для Камчатского региона. Значительное место среди них принадлежит морским водорослям. Несмотря на их большие запасы, разнообразие промысловых и потенциально промысловых видов камчатские водоросли в должной мере еще не используются. Произрастающие на камчатском шельфе водоросли по разным причинам не привлекали внимания крупных рыбопромышленных компаний и не считались достойными объектами промысла. В числе важнейших факторов, сдерживающих развитие в регионе водорослевого производства, можно назвать отсутствие опыта организации промысла водорослей, недооценку экономических перспектив их использования, отсутствие технологий первичной обработки собранного водорослевого сырья, отсутствие технологий его переработки и получения на его основе или с его использованием новых видов пищевой продукции, а также отсутствие опыта обогащения мясной, рыбной и молочной продукции, хлебобулочных и других изделий продуктами переработки водорослей.

Наиболее распространенными пищевыми биологически активными добавками (БАД), обладающими технологическими и лечебно-профилактическими свойствами, являются альгинаты и альгинатсодержащая продукция. Их технологические свойства заключаются в способности образовывать устойчивые структурированные системы, лечебно-профилактические свойства обусловлены способностью связывать и выводить из организма радионуклиды, а также ионы токсичных элементов (свинца, ртути, меди др.). Помимо этого, альгинаты оказывают противо-

опухоловое, противовирусное, иммуномодулирующее действие. Перечисленные технологические и лечебно-профилактические свойства делают их весьма привлекательными для включения в БАДы и для производства функциональных продуктов питания [1].

Свойства получаемых альгинатов и выход их из сырья зависят от вида водорослей, сезона, места их сбора и технологии обработки, применяемой с целью выделения альгинатов [2, 3].

Имеющиеся в научной литературе данные о химическом составе камчатских ламинариевых, основанные на результатах изучения проб водорослей, собранных в Авачинском заливе, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание некоторых органических веществ и йода в разных видах камчатских ламинариевых [1, 4]

Вид	Содержание, % на сухое вещество		
	Йод	Альгиновая кислота	Маннит
<i>Saccharina bongardiana</i>	0,1–0,25	33,0–38,2	11,4–15,0
<i>Laminaria yezoensis</i>	0,1–0,3	25,5–34,9	12,3–14,2
<i>Laminaria longipes</i>	0,2–0,5	32,8–41,4	8,9–15,0
<i>Saccharina latissima</i>	0,1–0,3	33,1–36,2	10,1–16,0
<i>Saccharina dentigera</i>	0,1–0,2	32,1–36,0	11,0–15,8
<i>Agarum clathratum</i>	0,01–0,1	17,6–29,4	12,5–17,0
<i>Alaria fistulosa</i>	0,05–0,2	31,4–37,9	9,3–14,9
<i>Alaria marginata</i>	0,1–0,2	30,7–38,4	9,6–15,5
<i>Arthrothamnus bifidus</i>	0,1–0,2	30,1–35,2	11,5–26,1

Приведенные в табл. 1 данные показывают, что все перечисленные виды ламинариевых богаты альгиновой кислотой, содержат разное количество маннита и йода. У вида *Saccharina bongardiana*, использованной нами для разработки технологии получения водорослевого геля, количество йода может достигать 0,25% от массы сухого вещества, а количество альгиновой кислоты и маннита составляет 33,0–38,2 и 11,4–15,0 соответственно.

Из приведенного ниже рис. 1 видно, что осенние растения *S. bongardiana* имеют достаточно большое количество альгиновой слизи, сосредоточенной в местах развития соросов спорангиев, обертке зооспорангиев и в межклеточном пространстве. Это является хорошей основой получения качественного альгинатсодержащего геля из осенних представителей данного вида.

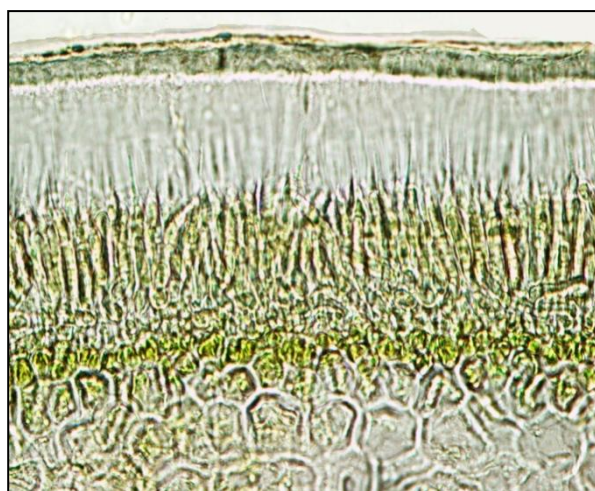


Рис. 1. Продольный срез через фертильный участок пластины *S. bongardiana*, показывающий увеличение слизистых колтачков парафиз и уплотнение кутикулы в позднеосенний период

Проведенные гистологические исследования показали, что внутренние ткани *S. bongardiana* достаточно плотные. Клетки меристодермы и сердцевинки даже в период полного созревания пластин плотно прилегают друг к другу и во все периоды развития растений покрыты толстой кутикулой. Она у данного вида особенно плотная отчасти потому, что *S. bongardiana* – один из немногих видов ламинариевых водорослей, способных расти в литоральной зоне шельфа. Литоральные водоросли в отличие от сублиторальных подвергаются регулярному осушению, воздействию опреснения, ультрафиолетового облучения, отрицательных температур. Наличие у них слизи и плотной кутикулы защищает *S. bongardiana* от негативного воздействия перечисленных выше экологических факторов. Максимальное накопление альгиновой слизи у изучаемого вида наблюдается в осеннее время, особенно после завершения свойственного ему периода активного

накопления пластических веществ, необходимых для переживания зимнего периода. В это время слоевища сахарины становятся особенно толстыми и грубыми. Данное обстоятельство учитывалось нами при разработке технологии производства альгинатсодержащего геля из осенних представителей *S. bongardiana*. В ходе проведения исследований нам было важно изучить технико-химические свойства *S. bongardiana* и особенности сезонных изменений водоросли; определить стадию фенологического развития вида, при которой возможно получение геля с наилучшими органолептическими показателями; разработать щадящую технологию производства водорослевого геля, позволяющую получить продукт, который содержал бы максимально возможное количество органических веществ, свойственных исходному сырью.

Материал для исследования был собран в сентябре–ноябре 2018 г. Большинство проб водорослей было составлено из свежих штормовых выбросов. В ходе камеральной обработки проб растения сортировали по возрастным группам и разделяли на пластину и черешок с ризоидами. Куски пластин без пятен и повреждений промывали в проточной воде и затем высушивали в проветриваемом помещении при комнатной температуре либо разрезали поперек на куски длиной 23–26 см, укладывали в бытовые полиэтиленовые пакеты. Затем пакеты завязывали и формировали из них плоские брикеты, которые укладывали в полимерные оборотные ящики и хранили при температуре не выше  $-18^{\circ}\text{C}$  в специальной холодильной комнате.

Перед использованием сухие водоросли замачивали в водопроводной воде до полного набухания, затем извлекали из воды, давали ей стечь, слегка осушали водоросли фильтровальной бумагой. Дефростацию замороженных водорослей производили в холодильнике при температуре  $0-4^{\circ}\text{C}$ . Остаточную вымороженную влагу сливали и взвешивали. Данные по ее массе учитывали при расчетах гидромодуля при варке геля и определения отношения в нем количества воды к массе сырых водорослей.

Подготовленные для обработки водоросли взвешивали на аналитических весах, резали на крупные куски и помещали в измельчитель, туда же добавляли дистиллированную воду. Дробление водорослей вели до получения деструктурированной водорослевой массы, тонкая фракция (2–4 мм в поперечнике) в которой составляла основу. Подготовленную таким образом массу помещали в варочную емкость. Во избежание неравномерного прогрева использовали водяную баню. Температурное воздействие контролировали с помощью термометра, укрепленного на лабораторном штативе (рис. 2).



Рис. 2. Разные этапы технологического процесса приготовления водорослевого геля:  
1 – измельчение сырых водорослей;  
2 – щелочная и термическая обработка, проводимая при контролируемых температурных условиях;  
3 – гомогенизация готового водорослевого геля

Выравнивание температуры массы производили путем добавления в водяную баню небольших порций холодной воды. В ходе экспериментов по выбору оптимального режима термического воздействия, скорости процесса мацерации тканей для повышения качества геля щелочную обработку дробленной смеси вели при разных температурах – от  $45$  до  $75^{\circ}\text{C}$ . Выбор указанного верхнего предела температур был связан с устойчивостью альгинатов к термическому воздействию [2, 3]. Ход процесса мацерации тканей водоросли контролировали путем определения размерных характеристик кусочков в деструктурируемой водорослевой массе. Для это-

го по мере проведения термической обработки отбирали небольшие по объему пробы, достаточные для измерения в них pH и вязкости (рис. 3 и 4).

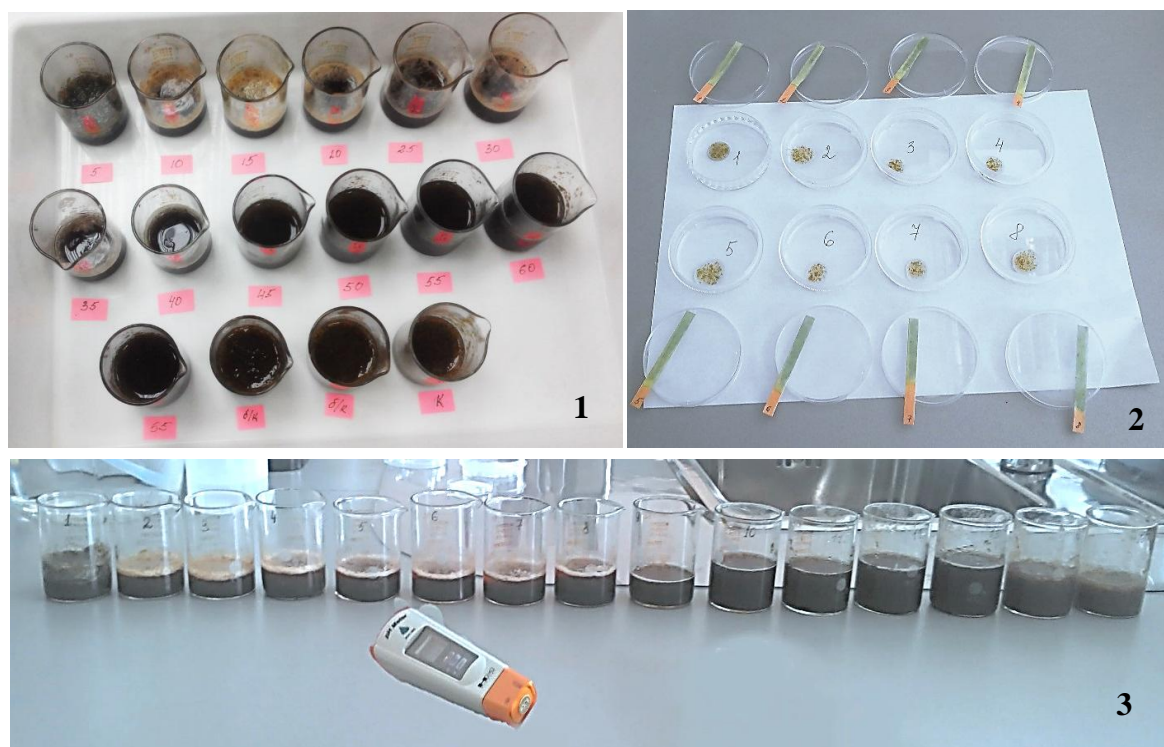


Рис. 3. Пробы водорослевого геля, отобранные на разных стадиях процесса деструкции, предназначенные для контроля изменений pH и вязкости (1, 3), изготовления микроскопических препаратов (2)

О степени деструкции тканей судили по данным микроскопических исследований. Для этого из каждой отобранной на анализ пробы (рис. 3 (2)) брали в чашку Петри небольшое количество геля и размазывали его по дну чашки, затем просматривали ее на малом увеличении под микроскопом «Olympus» и фотографировали изображение, измеряли нераспавшиеся кусочки водоросли, вели статистическую обработку полученных размерных данных и использовали их для построения графиков.

Технология получения гелеобразной альгинатсодержащей водорослевой массы представляет собой мягкую щелочную обработку деструктурированной массы водорослей, вызывающую мацерацию тканей и дезинтеграцию клеток. Процесс считается законченным при полном разрушении кутикулы и значительной фрагментации клеточных нитей коры и меристодермы. Поскольку в результате этой технологической операции увеличивается щелочность перерабатываемой массы, для получения продукта с нейтральной средой необходимо ее подкисление. Режимы разрабатываемой технологии сводятся к выбору гидромодуля и температуры, при которых ведется обработка водорослевой массы и мацерация тканей, выбору компонента, вызывающего мацерацию, определения его требуемого количества, а также концентрации и количества кислоты, необходимой для нейтрализации продукта.

Замороженные водоросли размораживали при температуре от 18 до 22°C, относительной влажности воздуха не менее 85% и скорости его движения не более 0,6 м/с. Процесс размораживания считали законченным, когда температура в пробе достигала 1–3°C при одновременном приобретении сырьем гибкости. Подготовленное для эксперимента сырье промывали проточной водой для удаления примесей. Измельчение проб водорослей проводили в блендере. Для варки геля использовали дистиллированную воду, пищевую соду, для нейтрализации – кристаллическую лимонную кислоту. Навеску водорослей заливали раствором пищевой соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Постоянно помешивая, нагревали на плите при конкретной заданной температуре до образования однородной массы. Во всех пробах, подготовленных при определенных технологических режимах, измеряли вязкость водорослевого геля. Измерения проводили при комнатной температуре. Щелочную реакцию полученной массы нейтрализовали кислотой в емкой посуде, поскольку

в ходе этой операции образуется обильная пена. В некоторых случаях после проведения мацерации для лучшей гомогенизации водорослевой массы использовали измельчитель. Технологическая схема производства альгинатсодержащего продукта представлена на рис. 4.

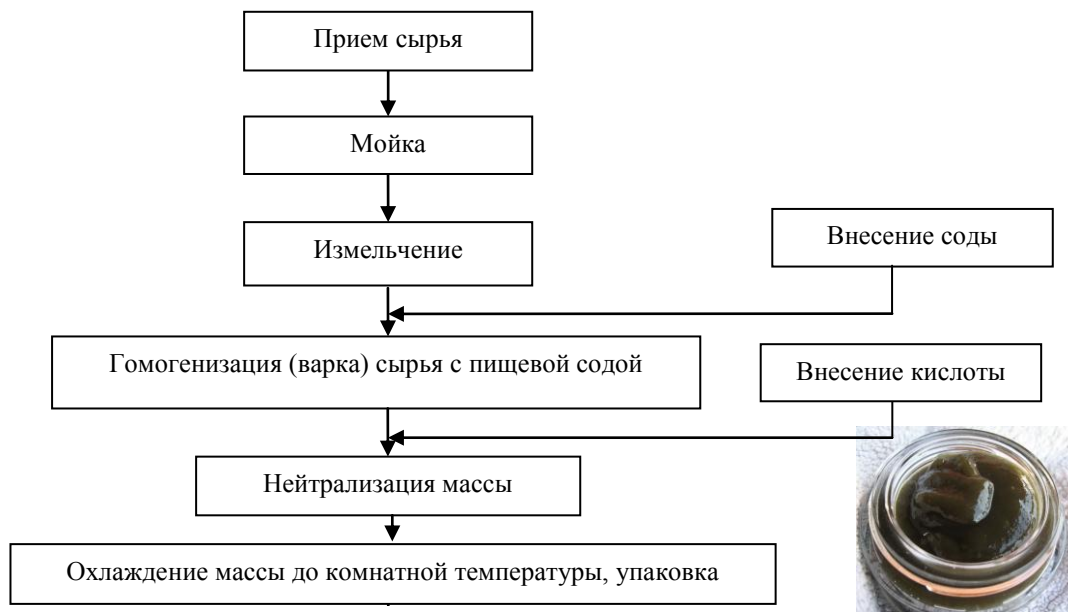


Рис. 4. Технологическая схема производства альгинатсодержащего продукта

Полученный альгинатсодержащий продукт имеет гелеобразную консистенцию, pH 6,8–7,2, средне выраженный привкус водорослей. Готов к употреблению без дополнительной обработки. Рекомендуется принимать гель в чистом виде взрослым по 2 столовые ложки (40 г) во время еды 2 раза в день, а также добавлять в сок, молоко, йогурт и другие напитки. Полученный продукт прошел лабораторные испытания по подтверждению качества. На водорослевой гель разработан и утвержден стандарт организации – СТО 00471585-001-2018 «Пищевая рыбная продукция. Продукты переработки морских водорослей (требования к продукции, требования к условиям производства, хранения, реализации)».

Альгинатный гель можно широко применять в пищевой промышленности при производстве хлебобулочных изделий в виде добавки в тесто, не только в качестве обогащающего полезными веществами компонента, но и с целью повышения бродильной активности дрожжевых клеток и интенсификации процесса брожения; в качестве гелеобразующей добавки при получении ягодного и фруктового джема; при производстве колбасных изделий в качестве структурообразователя, повышающего водоудерживающую способность фаршевой массы; для получения «альгиновых сливок».

## Литература

1. Аминина Н.М., Клочковат Н.Г. Перспективы развития производства по переработке водорослей на побережье Камчатки // Рыболовство России. – 2002. – № 1. – С. 54–56.
2. Аминина Н.М., Подкорытова А.В. Альгинаты: состав, свойства, применение // Изв. ТИНРО. – 1995. – Т. 118. – С. 130–138.
3. Ковалева Е.А. Разработка технологии пищевых лечебно-профилактических продуктов из ламинарии японской, *Laminaria japonica*: Дис. ...канд. техн. наук. – Владивосток, 2000. – 192 с.
4. Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы Дальневосточных морей: биология, распространение, запасы, технология переработки. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 243 с.



УДК 664.955: 639.222.2

**В.Б. Чмыхалова, Р.Г. Иванова**

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

## **ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЛЕНОЙ ДЕЛИКАТЕСНОЙ ИКРЫ СЕЛЬДИ ТИХООКЕАНСКОЙ**

В статье обоснована целесообразность разработки технологии икры сельди тихоокеанской пробойной соленой с растительными добавками – икры соленой деликатесной. Формулируются цели и задачи исследования. Приведены результаты органолептических исследований образцов икры сельди с добавлением облепихи, брусники, укропа и черемши. Приведены разработанные рецептуры икры деликатесной и технологическая схема приготовления продукции. Введение растительных добавок в икру сельди позволит снизить соленость готового продукта, уменьшить дозу либо исключить применение антисептика, расширить ассортимент продукции с привлекательным внешним видом и новыми вкусоароматическими свойствами, обеспечить повышение пищевой ценности продукции за счет обогащения компонентами растительного происхождения. Показана необходимость популяризации ценной икорной продукции среди потребителей.

**Ключевые слова:** икра сельди, органолептическая оценка, растительные добавки, облепиха, брусника, укроп, черемша.

**V.B. Chmykhalova, R.G. Ivanova**

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

## **SUBSTANTIATION OF PACIFIC HERRING SALTED DELICACY CAVIAR TECHNOLOGY**

The substantiation of technology development of Pacific herring screened salted caviar with vegetable additives – salted delicacy caviar is proved in the article. The goals and tasks of the study are formulated. The results of organoleptic studies of herring caviar samples with the addition of sea-buckthorn, cranberry, dill and ramson are presented. The developed recipes of delicacy caviar and technological scheme of production are given. The introduction of vegetable additives in herring caviar will allow to reduce the salinity of the finished product, to decrease or eliminate the use of antiseptics, to expand the range of products with attractive appearance and new flavor properties, to increase the nutritional value of products by enriching with vegetable additives. The necessity of popularization of valuable caviar products among consumers is shown.

**Key words:** herring caviar, organoleptic evaluation, vegetable additives, sea-buckthorn, cranberry, dill, ramson.

### **Введение**

Тихоокеанская сельдь является ценным промысловым объектом. Продукция из сельди, прежде всего, соленая, пользуется высоким спросом потребителей, так как обладает высокими органолептическими свойствами и имеет высокую пищевую и биологическую ценность. Больше половины выловленной сельди составляет сельдь икраяная, из которой выпускают очень ограниченный ассортимент продукции. Икра рыб, в том числе сельди, содержит значительно больше белковых веществ, липидов и меньше воды, чем мышечная ткань рыб. Доля полноценных белков в икре сельди пробойной соленой составляет – 19%, липидов – 4,3%, энергетическая ценность продукта – 222 ккал [1].

Давно существует необходимость разработки новых технологий и нового ассортимента продуктов из этого уникального сырья; внедрение таких технологий актуально для рыбоперерабатывающих предприятий рыбной отрасли Камчатского края [2].

Природа Камчатки уникальна в отношении произрастания ценных в пищевом отношении растений, которые широко использует в рационе население края, в том числе коренное. Высокой популярностью отличаются такие дикоросы, как папоротник, рябина, черемша, облепиха, брусника. Однако эти ценные и полезные растения пока не находят широкого применения в промышленных технологиях. В отличие от дикоросов давно входят в рецептуры многих пищевых продуктов огородные культуры – петрушка, укроп, сельдерей.

В настоящее время в пищевых технологиях существует устойчивая тенденция расширения ассортимента продуктов [3] и ведутся поиски натуральных комплексных обогатителей, способствующих повышению пищевой ценности продукции, а также обладающих консервирующим действием, что исключило бы применение химических консервантов.

Введение в состав пробойной соленой икры некоторых растительных добавок, обладающих бактерицидным и бактериостатическим действием, позволит снизить соленость готового продукта, снизить либо исключить применение антисептика бензойнокислого натрия, расширить ассортимент выпускаемой продукции с привлекательным внешним видом и новыми вкусоароматическими свойствами, обеспечить повышение пищевой ценности продукции за счет ее обогащения компонентами растительного сырья.

Растительное сырье является богатым источником многих полезных веществ, среди которых особо ценными считаются парафармацевтики, или минорные компоненты. К ним относятся биологически активные вещества с фармакологическим эффектом, благотворно влияющие на функции организма человека. Антисептические, фунгицидные, антиокислительные функции фитоконпонентов издавна использовались человеком при сохранении качества пищевых продуктов. За выраженную полифункциональность растительные компоненты относят к барьерам комплексного действия [4].

При выборе растительного сырья, вводимого в рыбные продукты, необходимо учитывать, что рыбная составляющая имеет свой специфический запах, и вследствие переноса запахов между продуктами может изменяться суммарный вкусовой букет [5]. Использование растительных добавок облепихи, брусники, укропа и черемши в производстве икры сельди пробойной соленой позволит улучшить ее органолептические характеристики, повысить пищевую и биологическую ценность, обогатить икру сельди витаминами, макро- и микроэлементами, пищевыми волокнами. Кроме того, выбранные нами растительные добавки содержат вещества, обладающие бактериостатическим, бактерицидным, антиокислительным действием, что окажет положительное воздействие на сохранение качества готовой продукции, а также позволит увеличивать сроки ее годности.

*Целью* работы является разработка технологии икры сельди тихоокеанской пробойной соленой с растительными добавками в качестве барьеров комплексного действия. В соответствии с поставленной целью на настоящем этапе планируется решить следующие задачи:

- провести аналитический обзор литературы;
- разработать рецептуры икры сельди соленой пробойной с растительными добавками (икры сельди деликатесной).

### **Материалы и методы**

Основным объектом исследований в работе является технология икры сельди пробойной соленой с растительными добавками. Предметами исследования являются икра сельди тихоокеанской пробойная соленая, брусника, облепиха, укроп и черемша, а также икра сельди пробойная соленая с растительными добавками.

При отборе образцов икры сельди пользовались указаниями ГОСТ 31339–2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» [6] и ГОСТ 7631–2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей» [7].

### **Результаты и обсуждение**

По литературным источникам был проведен обзор существующих рецептур и способов приготовления икры сельди соленой пробойной. За основу была взята существующая рецептура приготовления икры сельди соленой пробойной [8]. В качестве контрольных образцов изготовав-

ливали икру сельди без растительных добавок с добавлением в качестве антисептика бензойно-кислого натрия (БКН) и без него. Рецептуры были подобраны по результатам органолептической оценки готовой продукции.

В табл. 1 приведены разработанные рецептуры соленой икры сельди тихоокеанской с добавлением облепихи, брусники, укропа и черемши.

Таблица 1

**Рецептуры соленой деликатесной икры сельди тихоокеанской**

Компонент	Икра без добавок	Икра с добавлением				
		БКН	брусники	облепихи	укропа	черемши
Икра сельди пробойная соленая, г	96	96	96	96	96	96
Масло подсолнечное, г	4	4	4	4	4	4
Натрия бензоат (БКН), г	–	0,1	–	–	–	–
Брусника, г	–	–	3	–	–	–
Облепиха, г	–	–	–	3	–	–
Укроп, г	–	–	–	–	5	–
Черемша, г	–	–	–	–	–	1

Основным критерием разработки рецептуры икры сельди пробойной соленой с растительными добавками являлась органолептическая оценка образцов продукции. Характеристику вносимой растительной добавки определяли по таким показателям, как внешний вид, вкус, запах, консистенция. Органолептическую оценку икры сельди пробойной соленой с растительными добавками (икры деликатесной) проводили сразу после приготовления образцов (табл. 2).

Таблица 2

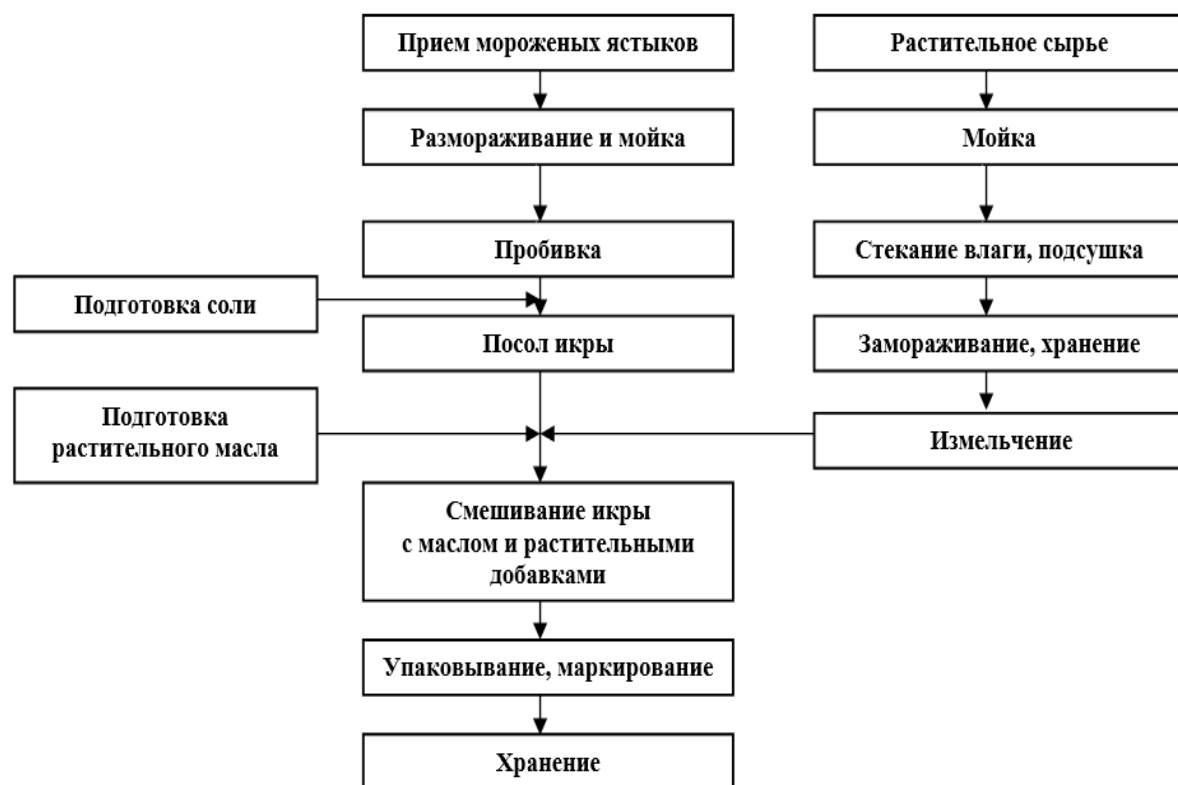
**Органолептические показатели соленой деликатесной икры сельди тихоокеанской**

Наименование показателя	Характеристика образца икры сельди пробойной соленой			
	с облепихой	с брусникой	с укропом	с черемшой
Внешний вид	Икра одного вида рыбы. Икринки чистые, целые. Присутствуют включения частичек измельченной облепихи	Икра одного вида рыбы. Икринки чистые, целые. Присутствуют включения частичек измельченной брусники	Икра одного вида рыбы. Икринки чистые, целые. Присутствуют включения частичек измельченного укропа	Икра одного вида рыбы. Икринки чистые, целые. Присутствуют включения частичек измельченной черемши
Цвет	Однородный, присущий соленой икре данного вида рыбы, с оранжевым оттенком	Однородный, присущий соленой икре данного вида рыбы, с розовым оттенком	Однородный, присущий соленой икре данного вида рыбы, умеренно зелено-кремовый	Однородный, присущий соленой икре данного вида рыбы, с отдельными включениями зеленого цвета
Вкус и запах	Свойственные икре данного вида рыбы и внесенным ингредиентам (едва кисловатые), без посторонних привкуса и запаха	Свойственные икре данного вида рыбы и внесенным ингредиентам (едва кисловатые), без посторонних привкуса и запаха	Свойственные икре данного вида рыбы и внесенным ингредиентам (умеренные укропные), без посторонних привкуса и запаха	Свойственные икре данного вида рыбы и внесенным ингредиентам (легкие черемши), без посторонних привкуса и запаха
Консистенция	Мягкая, однородная	Мягкая, однородная	Мягкая, однородная	Мягкая, однородная

В результате проведенных исследований разработана технология производства икры сельди соленой пробойной с добавлением облепихи, брусники, укропа и черемши. Технологическая схема производства икры сельди соленой пробойной с растительными добавками представлена на рисунке.

Облепиху, бруснику, укроп и черемшу после сбора мыли проточной питьевой водой, соответствующей требованиям СанПиН 2.1.4.1074 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды центральных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» [9], температурой не выше 20°C. Затем давали стечь воде и сушили в электросушилке ЭСБИК–1,25/220 «Икар» в потоке воздуха температурой не выше 20°C, движущегося со скоростью 0,5–1,0 м/с, в течение

15–20 мин для удаления капель воды, не допуская высыхания облепихи, брусники, укропа и черемши, что определяли визуально. Затем растительное сырье упаковывали в полимерные пакеты массой по 100 г и замораживали в морозильной камере до температуры не выше  $-18^{\circ}\text{C}$ . По мере необходимости облепиху, бруснику, укроп и черемшу извлекали из морозильной камеры и, не размораживая, измельчали в дробилке до размера частиц 1–3 мм, после чего вносили в икру сельди пробойную соленую параллельно с растительным маслом и тщательно перемешивали. Получали в итоге деликатесную соленую икру сельди тихоокеанской [10].



Технологическая схема производства икры сельди соленой пробойной с растительными добавками (икры сельди деликатесной)

### Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований разработаны рецептуры соленой деликатесной икры сельди тихоокеанской с растительными добавками – облепихой, брусникой, укропом и черемшой. Введение этих растительных добавок в икру сельди даст возможность снизить соленость готового продукта, уменьшить дозу либо исключить применение антисептика бензоата натрия, расширить ассортимент продукции из икры сельди с привлекательным внешним видом и новыми вкусоароматическими свойствами, обеспечить повышение пищевой ценности продукции за счет обогащения компонентами растительного происхождения.

### Литература

1. Оттавей П.Б. Обогащение пищевых продуктов и биологически активные добавки: технология, безопасность и нормативная база. – СПб.: Профессия, 2010. – 312 с.
2. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк., В.М. Позняковский; под ред. В.Б. Спиричева. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 548 с.
3. Студенцова Н.А., Мазкин А.В., Киселева К.Н. Стратегия развития рыбной отрасли и рыбопереработки в XXI веке // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2007. – № 1. – С. 5–9.
4. Барьерная технология гидробионтов: Учебное пособие / Г.Н. Ким, Т.М. Сафронова, О.Я. Мезенова и др.; под ред. Т.М. Сафроновой. – СПб.: Проспект Науки, 2011. – 336 с.

5. *Абдель-Рахман Саид А.Т.* Совершенствование технологии рыбных колбас с использованием природных веществ с антиоксидантными свойствами: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2011. – 24 с.
6. ГОСТ 31339–2006. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб. – М.: Изд-во стандартов, 2006 – 11 с.
7. ГОСТ 7636–85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Стандартиформ, 2010. – 87 с.
8. Инструкция по изготовлению соленой пробойной икры // Сборник технологических инструкций по обработке рыбы / Под ред. *А.Н. Белогурова* и *М.С. Васильевой*. – Т. 2. – М.: КолосС, 2003. – С. 391–403.
9. СанПиН 2.1.4.1074–01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. – М.: Минздрав России, 2002. – 33 с.
10. ГОСТ 20352–2012. Икра рыб соленая деликатесная. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2014. – 10 с.

УДК 664.955:[639.223+581.6]

**В.Б. Чмыхалова, Н.В. Васюкова**

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

## **ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИКРЫ ТРЕСКОВЫХ С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ**

В работе отмечены особенности химического состава икры тресковых видов рыб. Перечислены способы обработки икры. Указаны варианты пролонгирования сроков годности соленой икры. Приведена типовая технологическая схема производства икры тресковых пробойной соленой. Предложена технология икры трески деликатесной с использованием в качестве добавки порошка черемши и ароматизированного копильным препаратом растительного масла. Спрогнозировано, что благодаря антисептическим свойствам черемша обеспечит стабильность икры в хранении, а сочетание черемши и копильного препарата придаст продукту новые вкусовые свойства и сделает продукцию более востребованной у потребителей.

**Ключевые слова:** икра тресковых рыб, посол, консерванты, черемша, сохраняемость, органолептические свойства.

**V.B. Chmykhalova, N.V. Vasyukova**

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

## **SUBSTANTIATION OF COD CAVIAR WITH VEGETABLE ADDITIVES TECHNOLOGY**

The peculiarities of cod caviar chemical composition are described in the article. The caviar processing methods are listed. The variants of shelf life prolongation of salted caviar are indicated. The typical technological scheme of cod screened salty caviar production is given. The technology of cod delicacy caviar with ramson powder as an additive and flavored with smoking product vegetable oil is proposed. It is predicted that due to the antiseptic properties the ramson will ensure the stable storage of the caviar and the combination of the ramson and smoky product will give new taste properties to the product, and make the product more popular among consumers.

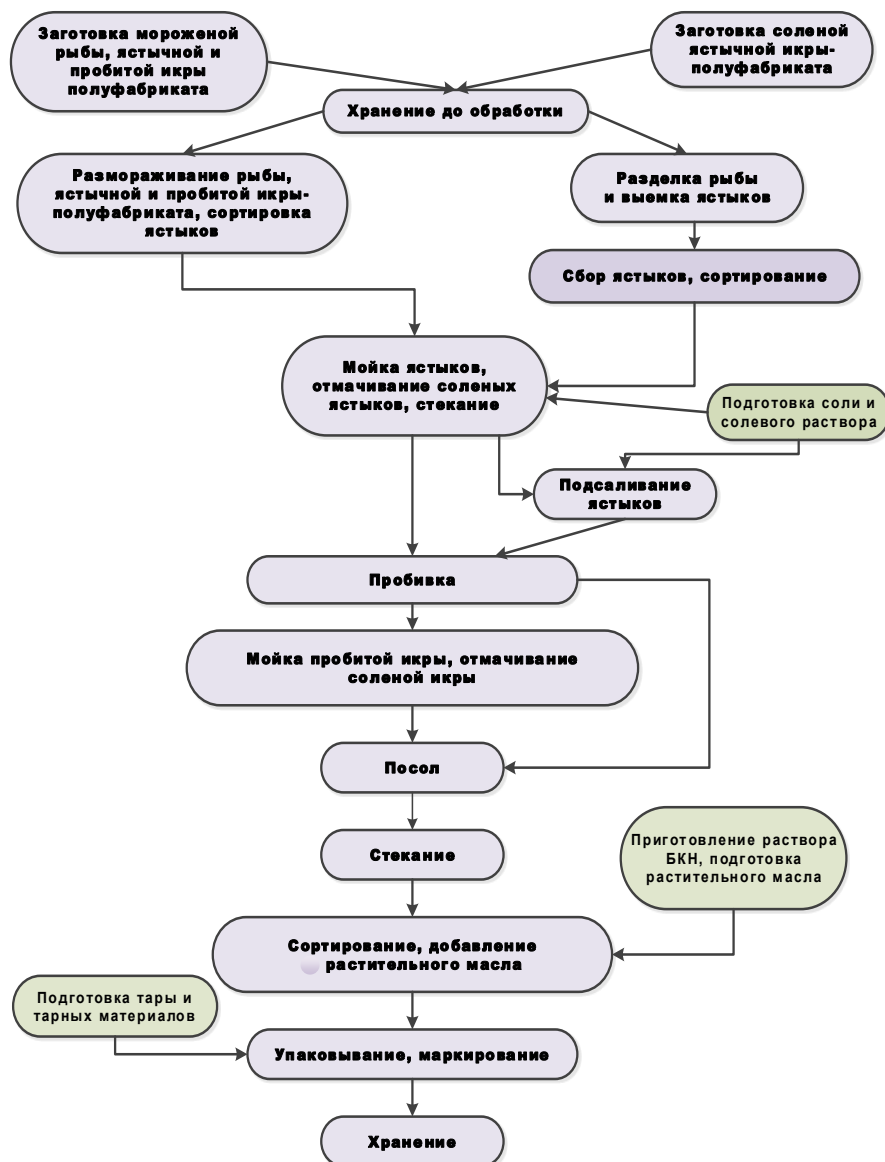
**Key words:** cod caviar, salting, preservatives, ramson, shelf life, organoleptic properties.

Икра является ценным пищевым сырьем благодаря уникальному химическому составу, включающему полноценные белки, высоконасыщенные жирные кислоты, витамины, макро- и микроэлементы. Высокой пищевой ценностью обладают икорные продукты различных объектов промысла: осетровых, лососевых, тресковых, сельдевых рыб, морских ежей. Икра тресковых рыб является популярным продуктом, поскольку сочетает ценный химический состав с невысокой стоимостью продукции, является доступным продуктом для населения различных социальных групп с разным уровнем финансового благополучия.

Икра содержит большое количество легкоусвояемых белков и жиров, а также витамины групп А, D, Е и В. Икра тихоокеанской трески характеризуется невысоким содержанием липидов, однако в ней присутствуют все важные водорастворимые витамины (γ%): тиамин – 50–95, рибофлавин – 110–830, фолиевая кислота – 10–12, цианокобаламин – 0,7–1,4, ниацин – 1 000–3 200, пантотеновая кислота – 50–200 [1].

Для приготовления продукции из икры тресковых рыб применяют такие способы консервирования, как посол в сочетании с вялением либо копчением, термическую обработку при производстве кулинарной продукции, пастеризацию, стерилизацию при производстве консервов. На основе икры тресковых рыб выпускают паштеты и пасты, икорное масло. Традиционным

способом обработки икры тресковых считается пробивка и последующий посол. При традиционном способе приготовления икры тресковых пробойной соленой (рисунок) в состав продукта вводят антисептик бензойнокислый натрий (БКН), обеспечивающий микробную безопасность слабосоленой икры при длительном хранении [2]. Возможен посол икры без добавления консерванта, но в этом случае для сохранности продукта необходимо более высокое содержание поваренной соли, а это, в свою очередь, приведет к снижению объемов реализации икры.



Типовая технологическая схема производства икры пробойной соленой

В настоящее время в ответ на все возрастающий уровень потребностей покупателей в производстве пищевых продуктов существует устойчивая тенденция расширения ассортимента продукции, ведутся поиски натуральных пищевых добавок, способствующих повышению пищевой ценности, обладающих консервирующим действием, что способствовало бы снижению дозы либо исключению химических консервантов.

В соответствии с вышесказанным разработка технологии приготовления икры тресковых с растительными добавками, оказывающими положительное влияние не только на органолептические показатели продукции, но и на сохраняемость, обеспечивающими реализацию направления расширения ассортимента икорной продукции, является актуальной.

Одной из основных задач технологий икорных продуктов является выпуск продукции безопасной для потребителя, обладающей приятными органолептическими характеристиками, без добавления консервантов, тормозящих бактериальную порчу продукта, с длительными сроками

годности [3]. Ведущее место среди применяемых способов пролонгирования сроков годности икорных продуктов занимает применение консервантов [4]. Однако рыбные продукты подвержены не только микробной, но и окислительной порче. Поэтому также активно идет поиск натуральных добавок, обладающих антиокислительными свойствами.

Целью наших исследований является разработка технологии икры трески тихоокеанской с использованием растительных добавок из дикоросов Камчатки, активность которых позволила бы исключить из рецептуры консервант бензойнокислый натрий [5].

Технической задачей работы является создание икорной продукции с добавлением черемши с высокими потребительскими свойствами, обеспечение стабильности качества и безопасности продукта благодаря антисептическим свойствам растительной добавки.

Рациональным считается сухой способ посола икры тресковых. При сухом посоле икры взвешенную в необходимом количестве поваренную соль рассыпают равномерно по всей поверхности загруженной в посольную емкость икры и затем тщательно перемешивают массу до полного растворения соли. В начале процесса образуется тузлук, икра светлеет и разжижается. К окончанию просаливания икра вновь загустевает, перестает приставать к мешалке и при выемке из посольной емкости отделяется пластинами [6, 7].

Продолжительность просаливания икры зависит от ее качества, дозирования соли и температурных условий посола. Ориентировочная продолжительность посола икры трески от 15 до 25 мин. По окончании посола икру выгружают из посольной емкости, инспектируют на экранированном столе и после внесения бензоата натрия и растительного масла тщательно перемешивают. Затем готовую икру фасуют в банки, банки укупоривают.

Реализация поставленной нами задачи достигается тем, что перед фасованием в икру добавляют сухой порошок черемши и ароматизированное коптильным препаратом растительное масло и перемешивают массу в течение 5–10 мин.

Предлагаемый способ позволяет придать готовому продукту гамму вкусовых свойств, в том числе приятный аромат копчености, легкий чесночный вкус и запах черемши, а также сохранить полезные свойства в течение срока годности, повысить пищевую, сохранить биологическую и энергетическую ценность икры.

Производимая икра тресковых должна соответствовать требованиям ГОСТ 20352–2012 «Икра рыб соленая деликатесная» [8]. По показателям безопасности продукция должна отвечать требованиям ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [9, 10].

Интерес к данной теме вызван необходимостью обеспечения населения ценными компонентами, входящими в химический состав икры тресковых [11] за счет привлечения внимания потребителей к этой икре с помощью создания продукции нового ассортимента. Черемша придаст продукту специфический привкус и окажет благодаря бактерицидному действию фитонцидов дополнительное консервирующее действие, а коптильный препарат обеспечит вкус копчености без внесения в продукт вредных компонентов, характерных для дымового копчения (ПАУ, фенолы и др.) [12].

## Литература

1. Серегин И.Г., Дунченко Н.И., Михалева Л.П. Ветеринарно-санитарная экспертиза икры рыбной: Учебное пособие. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 265 с.
2. Технология обработки водного сырья / И.В. Кизеветтер, Т.И. Макарова, В.П. Зайцев, Л.П. Миндер, В.Н. Подсевалов, Л.Л. Лагунов; под ред. И.В. Кизеветтера. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 696 с.
3. Витол И.С., Коваленок А.В., Нечаев А.П. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания: Учеб. для вузов. – М.: ДеЛи принт, 2010. – 352 с.
4. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок: технические рекомендации: 6-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 193 с.
5. Каленик Т.К., Вершинина А.Г., Кушнерова Н.Ф. К вопросу об использовании экстрактов дикорастущих растений в качестве антиоксидантов для увеличения сроков хранения масложировых продуктов // Вопросы питания. – 2009. – № 6. – С. 37–41.
6. Леванидов И.П., Подсевалов В.Н. Технология рыбных продуктов. – Ч. 2. – М.: Гос. изд-во Министерства легкой и пищевой пром-сти, 1953. – 261 с.



7. Технология рыбы и рыбных продуктов: Учебник / С.А. Артюхова, В.В. Баранов, Н.Э. Бражная и др.; под ред. А.М. Ершова. – М.: Колос, 2010. – 1063 с.
8. ГОСТ 20352–2012. Икра рыб соленая деликатесная. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013. – 13 с.
9. ТР ЕАЭС 040/2016. О безопасности рыбы и рыбной продукции. – М.: АО «Кодекс», 2017. – 21 с.
10. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции. – М.: АО «Кодекс», 2011. – 175 с.
11. Репников Б.Т. Товароведение и биохимия рыбных товаров: Учебное пособие. – М.: Норма, 2007. – 250 с.
12. Ким Э.Н., Лаптева Е.П., Семиряжко Ю.А. Новое в теории и практике бездымного копчения // Изв. ТИПРО. – 2001. – Т. 129. – С. 243–254.

## СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ – УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ И ИХ АДРЕСА

### *Научно-исследовательские организации*

**«Российско-Вьетнамский Тропический научно-исследовательский и технологический центр», Приморское отделение**

Вьетнам, г. Нячанг, ул. Нгуен Тхьен Тхуат, д. 30,  
Головное отделение: Вьетнам, г. Ханой, ул. Нгуен Ван Хуен, Нгиа До, Кау Зай  
Тел./факс (04) 37562282  
E-mail: tropcenterhanoi@mail.ru

**Алтайский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»**

656043, г. Барнаул, ул. Пролетарская, д. 113  
Тел.: 8 (3852)63-96-90  
E-mail: artemiaalt@mail.ru; vesninal.v@mail.ru

**Камчатский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»**

683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, д. 18  
Тел., факс: (415-2) 41-27-01  
E-mail: kamniro@kamniro.ru

**Полярный филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»**

183038, г. Мурманск, ул. Академика Книповича, д. 6  
Телефон: 8 (8152) 47-31-81, 40-26-01; Факс: 8 (8152) 47-33-31  
E-mail: persey@pinro.ru

**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@tinro-center.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: tok\_50@mail.ru

**ФГБУН «Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра РАН»**

183010, г. Мурманск, ул. Владимирская, д. 17  
Тел.: (8152) 25-39-63; Факс.: (8152) 25-39-94  
E-mail: mmbi@mmbi.info и murman-mmbi@yandex.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

**ФГБУН «Институт горного дела ДВО РАН»**

680000, г. Хабаровск, ул. Тургенева, д. 51  
Тел./факс (4212) 32-79-27  
E-mail: adm@igd.khv.ru

**Образовательные организации**

**ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»**

119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1,  
Тел.: (495) 939-10-00; Факс: (495) 939-01-26  
E-mail: info@rector.msu.ru

**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 «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»**

690950, Приморский край, 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 «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 «Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга»**

683032, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Пограничная, д. 4  
Тел.: (415)2-42-68-42; Факс: (4152)41-08-33  
E-mail: kamgu@kamgu.ru

**ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23  
Тел.: (831) 462-30-90; Факс: (831) 462-30-85  
E-mail: unn@unn.ru

**МБОУ «Средняя школа № 4 им. А.М. Горького» Петропавловск-Камчатского городского округа**

683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Партизанская, д. 8а.  
Тел.: +7(4152)42-48-01, +7(4152)42-36-33  
E-mail: school4\_pkgo.41@mail.ru

**Другие организации**

**Камчатское Берингийское экорегиональное отделение Всемирного фонда дикой природы**

683023, г. Петропавловск-Камчатский, пр. Победы, д. 27/1, офисы 109–112.  
Тел./факс: 8(4152)41-19-45  
Адрес сайта: <http://www.wwf.ru/kamchatka/>

**ФГБУ «Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море»**

683031, г. Петропавловск-Камчатский, пр. Карла Маркса, д. 29/1  
Тел.: (4152) 251-939; факс (4152) 252-445  
E-mail: ktmd.rpn@mail.ru

**Камчатская испытательная лаборатория АО «Северо-Восточное производственно-геологическое объединение»**

683016, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Мишенная, д. 106  
Тел.: 8(4152)239604; +7 (4152) 23-91-00; Факс (4152)23-91-84  
E-mail: kamchatnedra@mail.kamchatka.ru

**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

**Филиал № 2 федерального государственного казенного учреждения «1477 Военно-морской клинический госпиталь» Министерства обороны Российской Федерации**

683015, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Аммональная Падь, д. 1  
Тел.: +7 (914) 624-41-21; Факс: (4152)24-39-50  
E-mail: dmitry\_alifa@rambler.ru

**АО «Озерновский рыбоконсервный завод № 55»**

684110, Камчатский край, Усть-Большерецкий р-он, п. Озерновский, ул. Октябрьская, д. 1а  
Тел.: +7 (4152)-43-43-31, Факс +7 (4152) 43-43-54  
E-mail: secretar@orkz55.iks.ru

**Ответственный за выпуск Н.Г. Клочкова**

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

*Материалы X Национальной (всероссийской) научно-практической конференции  
(19–21 марта 2019 г.)*

В авторской редакции  
Верстка, оригинал-макет Е. Е. Бабух  
Фото на обложке С.О. Очеретяна

Подписано в печать 12.08.2019 г.  
Формат 61\*84/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman  
Авт. л. 23,9. Уч.-изд. л. 24,3. Усл. печ. л. 29,06  
Тираж 200 экз. Заказ № 15

Издательство  
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ  
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35