

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

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

*Материалы V Всероссийской научно-практической конференции
(25–27 марта 2014 г.)*

Часть I

Петропавловск-Камчатский
2014

УДК 504
ББК 20.1
П77

Ответственный за выпуск

Н.Г. Клочкова,
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

*В.И. Карпенко, д.б.н.; Л.Н. Саушкина, к.б.н.; К.В. Алтухов, к.т.н.;
М.В. Благодирова, к.т.н.; А.А. Бонк, к.б.н.; Н.А. Ступникова, к.б.н.;
Л.М. Хорошман, к.г.н.; М.В. Ефимова, к.б.н.*

П77

Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : материалы V Всероссийской научно-практической конференции (25–27 марта 2014 г.) / Отв. за вып. Н.Г. Клочкова. – Ч. I. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2014. – 222 с

ISBN 978-5-328-00286-8

ISBN (ч. I) 978-5-328-00287-5

В сборнике рассматриваются вопросы природопользования, состояние 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 (ч. I) 978-5-328-00287-5
ISBN 978-5-328-00286-8

© КамчатГТУ, 2014
© Авторы, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Прийдун В.И. Состояние окружающей среды в Камчатском крае и меры по ее улучшению	6
Бонк А.А. Условия воспроизводства корфо-карагинской сельди на нерестилищах лагунного типа	11
Клочкова Н.Г. Распространение кораллиновых водорослей в прибрежных водах юго-восточной Камчатки и угрозы развития процессов опустынивания дна	20

Секция 1. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В ПРОДУКТЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Андреева Э.А., Григорьева В.А. Особенности технологии приготовления икры минтая пробойной соленой	26
Балыкин П.А., Пономарева Е.Н. О перспективах биотехнологий аквакультуры на Камчатке	30
Благонравова М.В., Шапошников В.Ю. Исследование низкотемпературного посола рыбы	34
Воробьев В.В. Проблематичность использования некипяченых солевых растворов в технологии изготовления лососевой икры	36
Воробьев В.В. Разработка экспресс-методов определения безопасности икорной и рыбной продукции	41
Вотинов М.В. Определение зависимости внутренней температуры гидробионта от величины его удельной поверхности при различных режимах сушки	46
Грицаенко Л.Д., Благонравова М.В. Обоснование использования растительного сырья в технологии производства вяленой рыбы	48
Ефимов А.А., Ефимова М.В., Арчибисова А.С. Исследование влияния диоксида углерода на органолептические показатели качества фарша лососевого мороженого	53
Ефимов А.А., Ефимова М.В., Сафонов А.Е., Лезина И.А. Разработка технологии сахарного печенья с красными водорослями	59
Ефимова М.В., Ефимов А.А., Кузьмичев Ю.В., Смирнова А.Е., Сафин В.Ю. Характеристика существующих технологий производства икры лососевой зернистой	66
Ефимова М.В., Ефимов А.А., Леонова Т.Н. Характеристика ассортимента макаронных изделий	73
Ефимова М.В., Ефимов А.А., Сутягина М.В., Сутягин В.В. Разработка рецептуры колбасы вареной рыбной с растительными добавками	80
Ефимова М.В., Ефимов А.А., Сутягина М.В., Сутягин В.В., Ивандюкова А.С. Разработка рецептуры колбасы рыбной сырокопченой с красными водорослями	86
Ефимова М.В., Ефимов А.А., Сутягина М.В., Сутягин В.В., Костенко Н.К. Характеристика существующих технологий производства рыбных колбас	92
Жандалгарова А.Д. Добавление пробиотиков, содержащих бактерии родов <i>Bacillus</i> и <i>Clostridium</i> , и их влияние на осетровых рыб	100

Конева А.А., Аминина Н.М. Химический состав различных частей слоевища <i>Alaria Fistulosa</i> P. et R. (<i>Laminariales, Phaeophyta</i>)	102
Лезина И.А., Ефимов А.А. Фикобилипротеины как основные фотопигменты красных водорослей	104
Малакян Т.Р., Чмыхалова В.Б. Характеристика мучных кондитерских изделий и направления расширения их ассортимента	109
Мищенко О.В., Благодравова М.В. Обоснование целесообразности использования бурых водорослей в технологии мучных кондитерских изделий	116
Руденко В.Ю., Благодравова М.В. Характеристика икры сельди тихоокеанской как сырья для производства соленой продукции	120
Табакаева О.В. Оптимальное использование мягких тканей гребешка приморского	125
Чмыхалова В.Б., Кучумова Е.С., Шульгина А.Г. Влияние способа заготовки водорослей на качественные показатели водорослевых гелей	126

Секция 2. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Авдощенко В.Г. Создание экологических троп как средства локализации антропогенной нагрузки на особо охраняемых природных территориях на примере создания экологической тропы к озеру Кетачан	130
Андруцкий А.В. Проблемы рыбохозяйственного комплекса Камчатского края и его социально-экономическое значение	132
Валова В.Н. Антибиотики: длительность пребывания в организме рыб и влияние на их физиологический статус	136
Валова В.Н. Пробиотики как один из путей повышения жизнестойкости молоди кеты, выпускаемой лососевыми рыбодобными заводами	140
Ванюшин Г.П., Булатова Т.В., Мельников С.П. Изучение влияния поверхностной температуры моря Ирмингера на распределение окуня-клевача в слое 0–500 м	144
Голованева А.Е. Эвтрофирование озера Халактырское	148
Горбачёва Е.А. Результаты биотестирования донных отложений прибрежных районов Баренцева моря	153
Грушко М.П., Светашёва Д.Р., Иванова Н.В. Оценка состояния печени озерной лягушки (<i>Rana Ridibunda</i>) из естественных водоемов..	157
Губина Д.В., Афончева С.А. Структура литоральных зооценозов Кольского залива Баренцева моря	158
Евсеев И.П. Эколого-социальные характеристики населения Камчатского края	162

Жилин А.Ю., Плотицына Н.Ф.	
Мониторинг загрязняющих веществ в экосистеме Баренцева моря	166
Кагановская Е.Д.	
Культивирование <i>Chaetoceros Muelleri</i> (Schutt) и <i>Dunaliella Salina</i> (Dunal) Teod., используемых в качестве корма для личинок дальневосточного трепанга (<i>Apostichopus Japonicus</i> (Selenka), на различных питательных средах	170
Кириенко Е.К.	
Проблема утилизации ртутьсодержащих отходов от населения в муниципальных районах Камчатского края	174
Комракова Д.Г., Малавенда С.С., Малавенда С.В.	
Структура литоральных макрофитобентосных сообществ Мурмана при различном антропогенном влиянии	180
Крупнова Т.Н., Шепель Н.А., Павлючков В.А.	
Ламинариевые плантации как субстрат для оседания личинок гидробионтов	184
Кулеш К.М., Кравец П.П., Афончева С.А.	
Структура, распределение и зараженность партенитами трематод видовых комплексов рода <i>Littorina</i> губы Чупа Белого моря	188
Лаптева А.М.	
Содержание микроэлементов в органах и тканях камчатского краба (<i>Paralithodes camtschaticus</i>) Баренцева моря	191
Миноранский В.А., Даньков В.И., Толчеева С.В., Тихонов А.В., Подгорная Я.Ю.	
Некоммерческая организация – Ассоциация «Живая природа степи» и ее природоохранная деятельность	196
Плотицына Н.Ф., Жилин А.Ю.	
Загрязняющие вещества в промысловых рыбах Баренцева моря	200
Саушкина Л.Н., Хурина О.В.	
Применение биологических методов очистки для сохранения и восстановления экосистемы озера Култучное	205
Сафонов К.Б.	
Задачи и приоритеты современного экологического менеджмента	208
Сергиенко Е.А., Очеретяна С.О.	
Зонально-географическое распространение зеленых водорослей-макрофитов порядка Prasiolales в Мировом океане и во флоре Авачинской губы	209
Ступникова А.А., Замиховская А.В.	
К вопросу переработки и использования изношенных автомобильных шин в Камчатском крае	212
Федорова Н.Н., Исмаилова С.М.	
Патоморфологические изменения печени волжских рыб в современных экологических условиях	217
Царева В.А., Ванюшин Г.П., Кружалов М.Ю., Глубоковский М.К.	
Мониторинг поверхностной температуры в реперных акваториях Охотского моря, связанных с промыслом горбуши (<i>Oncorhynchus Gorbuscha</i>), по данным ИСЗ за период 2007–2013 гг.	218

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 502.1(571.66)

СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В КАМЧАТСКОМ КРАЕ И МЕРЫ ПО ЕЕ УЛУЧШЕНИЮ

В.И. Прийдун

*Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края,
Петропавловск-Камчатский*

В статье приводится общая оценка состояния окружающей среды в Камчатском крае, проанализированы факторы, формирующие неблагоприятную экологическую ситуацию в крае и предложены меры по улучшению экологической обстановки на территории Камчатского края.

Камчатский край является одним из наиболее девственных регионов Российской Федерации, где природные ресурсы сохранены в естественном состоянии, и находятся под пристальным вниманием государственных органов и общественности.

Основные ориентиры и направления деятельности органов государственной власти всех уровней в сфере экологии определяются:

– **Конституцией Российской Федерации**, которая закрепляет основные права человека, к ним относится и право на благоприятную окружающую среду [1];

– **международными конвенциями**, такими как Рамсарская Конвенция 1971 г. о водно-болотных угодьях; Женевская Конвенция 1979 г. о трансграничном загрязнении воздуха; Венская конвенция 1985 г. об охране озонового слоя; Рамочная Конвенция ООН 1994 г. об изменении климата и другими [2–5];

– **федеральным законодательством** в области охраны окружающей среды, среди которых базовым является Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», который определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сбалансированное развитие социально-экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов.

Основные ориентиры и цель деятельности органов государственной власти Камчатского края в сфере экологии, определены Экологической доктриной Российской Федерации, утвержденной постановлением Правительством Российской Федерации от 31.08.2002 г. № 1225-р.

Экологическая доктрина России воплотила в себе понимание опасности экологического кризиса как для планеты в целом, так и для нашей огромной страны, обозначила пути его преодоления. Она представляет собою документ, интегрирующий качества научной доктрины и политической.

Охрана окружающей среды, повышение качества жизни людей за счет улучшения состояния окружающей среды являются одними из приоритетных направлений деятельности государства и его высших должностных лиц [6–8]. Большое внимание этим вопросам уделяется Правительством и лично Губернатором Камчатского края В.И. Илюхиным.

Необходимо отметить, что в современных условиях значительного влияния экологического фактора на экономические процессы в стране одной из главнейших целей Правительства Российской Федерации является обеспечение экологически-ориентированного роста экономики.

В этой связи необходимо развивать экологически-ориентированное предпринимательство, которое можно отнести к эколого-инновационной деятельности. Оно работает в направлении достижения устойчивого развития и связано с путями выхода на паритет экономических, социальных и экологических ценностей общества.

Всем очевидно, что проблемы экологии не знают ни региональных, ни государственных границ. Благополучную экологическую среду нельзя создать в отдельно взятом регионе, силами

какого-либо одного органа государственной власти. Это проблема общая и решать ее необходимо общими усилиями субъектов Российской Федерации, с участием всех ветвей государственной власти.

В этой связи на настоящей конференции необходимо не только обозначить наиболее общие проблемы, но и наметить пути их решения, в том числе путем анализа существующего положения в экологической сфере [9].

Общая оценка состояния окружающей среды в Камчатском крае

Камчатка – необычный по красоте край с удивительным сочетанием уникальных природных ландшафтов, вулканов, гейзеров, целебных термальных и минеральных источников, разнообразием объектов растительного и животного мира.

С одной стороны, Камчатский край является одним из наиболее благополучных в экологическом отношении регионов России по причине малонаселенности и незначительного развития промышленного потенциала. Кроме того, край занимает одно из лидирующих мест по площади особо охраняемых природных территорий, в этом наше преимущество.

С другой стороны, поставленные Президентом, Правительством и Губернатором государственные задачи [6–8], направленные на социально-экономическое развитие региона, и в частности, развитие горнопромышленного и энергетического комплекса, требуют соблюдения баланса между развитием экономики и соблюдением высоких экологических стандартов.

Сохранение такого баланса не является простой задачей.

Экологическая обстановка на территории края определяется сочетанием **природных и техногенных факторов**, особенностями местных климатических условий, накопленным в предыдущие годы экологическим ущербом, а также низкой экологической культурой населения.

Негативное влияние природных факторов на состояние окружающей среды на территории полуострова предопределяется:

- вулканической деятельностью;
- высокой сейсмичностью;
- опасными экзогенными процессами, такими как оползни, сели, лавины;
- неблагоприятными природно-климатическими условиями.

К техногенным факторам, формирующим неблагоприятную экологическую ситуацию в Камчатском крае, можно отнести:

- деятельность топливно-энергетических и рыбоперерабатывающих предприятий,
- транспорта,
- предприятий жилищно-коммунального и сельского хозяйства,
- объектов военной деятельности.

Зачастую они являются следствием накопленных в предшествующие десятилетия нерешенных экологических проблем.

Одной из существенных проблем является очистка сточных вод, сбрасываемых в прибрежные воды предприятиями промышленности и жилищно-коммунального хозяйства, которая вызвана отсутствием и недостаточной мощностью существующих очистных сооружений и сетей канализации. Так, система водоотведения городов Петропавловска-Камчатского и Елизово не соответствует существующим экологическим и санитарным требованиям.

На сегодняшний день в г. Петропавловске-Камчатском на 7 очистных сооружениях проходят очистку только 20% сточных вод, при этом нормативная очистка достигается только на двух из них. Большая часть сточных вод города представлена отдельными канализационными выпусками; 44 из 65 учтенных выпусков сбрасывают воды в Авачинскую губу без очистки [9].

Система водоотведения в г. Елизово характеризуется отсутствием очистных сооружений и наличием 9 канализационных выпусков, через которые сточные воды без очистки сбрасываются в реку Авача. Для решения этой проблемы необходима реконструкция и строительство новой системы водоотведения как в Петропавловске-Камчатском, так и в Елизово.

К серьезнейшей проблеме можно отнести подъем и утилизацию затонувших судов, и очистку Авачинской губы от металлолома и загрязнений нефтепродуктами. Так, в настоящее время в акватории Авачинской губы выявлено 74 затонувших судна и 28 мест концентрации судового лома.

Наболевшей проблемой является использование, обезвреживание, переработка и захоронение отходов производства и потребления, а также отсутствие их раздельного сбора.

В 2013 г. в нашем крае образовалось более 400 тыс. т отходов производства и потребления. Основная часть – это отходы жизнедеятельности населения, а именно малоопасные отходы 4 класса и практически неопасные 5 класса, которые суммарно составляют 98% от всех отходов, образующихся в крае [9]. Основным способом утилизации отходов по-прежнему остается складирование их на полигонах.

В зависимости от состояния окружающей среды можно выделить четыре основных состояния природных комплексов Камчатки.

1. *Благоприятное состояние.* Характерно для территорий края, практически не затронутых антропогенным воздействием, где вмешательство человека в природные процессы связано лишь с охотничьим промыслом и рыболовством, реже – прогонным оленеводством. К этой градации относится практически 75% территории Камчатского края. Значительная часть этой площади мало пригодна для проживания и хозяйственной деятельности, но благоприятна для отдыха и туризма, а главное, для сохранения первозданной природной обстановки, качества природных вод и воздушной среды. Изменения природной среды здесь практически не выявлены.

2. *Удовлетворительное состояние* – характерно примерно для 15% территории края со слабой, на локальных участках со значительной степенью антропогенной нарушенности. К этим площадям отнесены места проведения геолого-поисковых работ на нефть и газ, сельскохозяйственно освоенные территории с мелкими промышленными предприятиями и СОТами, участки ограниченной лесопромышленной деятельности (с небольшими по объему рубками леса), а также линейные участки вдоль автодорог и трассы газопровода.

Изменения природной среды на этих участках могут быть существенны, но восстановительная способность ландшафтов еще не нарушена и они даже способны к самовосстановлению. Отмечается быстрое (до 2–5 лет) зарастание лесных просек, технологических дорог и горных выработок.

3. *Напряженное состояние* – характерно примерно для 5% территорий [9]. Здесь отмечается значительная степень нарушенности природных ландшафтов. Экологические нарушения на этих территориях вызваны интенсивной лесо- и сельскохозяйственной деятельностью, мелиорацией.

На территориях сельхозугодий высока доля эрозийных и дефляционных процессов. Однако в целом площади сельхозугодий, благодаря высоким фильтрационным свойствам вулканических почв, характеризуются хорошей способностью к самоочищению от тяжелых металлов, пестицидов, углеводородов и поверхностно-активных веществ.

Необходимо отметить, что в последнее десятилетие негативное воздействие сельскохозяйственного производства в связи с экономическим спадом уменьшилось, в связи с сокращением доли включенных в севооборот полей и уменьшением дозы вносимых минеральных удобрений и пестицидов.

4. *К районам кризисной обстановки* относятся примерно 5–6% территории края, приуроченной к долинам рек Авача, Корякская и Плотникова [9]. К ним относятся урбанизированные территории городов и районы активного землепользования. Кроме того, они включают также участки природных и техногенных аномалий с очень высоким уровнем концентрации химических элементов (от 2,5 до 20 ПДК в зависимости от класса опасности элемента).

В районах городской и поселковой агломерации наблюдается сильное загрязнение компонентов среды на значительных площадях широким перечнем токсикантов с опасным и чрезвычайно опасным уровнем загрязнения.

Кризисным состоянием характеризуется территория Петропавловск-Камчатской-Елизовско-Вилючинской агломерации. Здесь практически полностью преобразованы природные комплексы, наблюдается высокое общее загрязнение компонентов природной среды с формированием техногенных геохимических и биогеохимических аномалий.

Поэтому состояние окружающей среды в Камчатском крае должно рассматриваться и оцениваться дифференцированно:

1. Для экосистем региона, испытывающих повышенное техногенное и антропогенное воздействие, таких как:

- Авачинская губа;
- агломерация Петропавловск-Камчатский – Елизово – Вилючинск;
- приустьевая часть реки Камчатка;
- залив Корфа и бухта Скрытая;

– в границах некоторых поселений *состояние экологической ситуации в данном временном срезе не может быть признано удовлетворительным.*

2. Для иных ключевых экосистем, в первую очередь, особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

Общее количество ООПТ в Камчатском крае – 119 объектов (4 ООПТ федерального значения; 113 ООПТ регионального значения; 2 ООПТ местного значения).

Общая площадь земель, занятых особо охраняемыми природными территориями в Камчатском крае, составляет 5,3 млн га, или 11,3% территории края. При этом 3,7 млн га, или 8%, территории края включено в Список объектов Всемирного Природного Наследия ЮНЕСКО.

Необходимо отметить, что эти ключевые экосистемы Камчатского края функционируют стабильно, сохраняя свою устойчивость.

Основные меры по улучшению окружающей среды

Для улучшения экологической обстановки на территории Камчатского края предпринимаются меры как *общесистемного*, так и *программного* характера [6–8].

Участие в этой работе принимают исполнительные органы государственной власти, территориальные органы федеральных органов государственной власти и органы местного самоуправления.

В части мер общесистемного характера проводится работа по ряду направлений. Некоторыми из них являются:

1. Разработка схемы территориального планирования Камчатского края, направленной на обеспечение инновационного развития приоритетных, ключевых отраслей экономики, рост валового регионального продукта, переход к устойчивому развитию края, достижение и поддержание определенного и высокого уровня жизни населения реализуется с учетом экологической составляющей. Частью этой работы является завершение проекта «Перспективная схема развития особо охраняемых природных территорий в Камчатском крае».

2. Повышение эффективности функционирования экологической составляющей систем жизнеобеспечения населения, особенно в части системной работы в сфере обращения с отходами производства и потребления.

3. Охрана и экологическая реабилитация водных объектов, в частности Авачинской губы, рек и озер Камчатского края.

4. Сохранение нашего уникального биоразнообразия, особенно видов, занесенных в Красные книги России и Камчатского края.

Распоряжением Губернатора Камчатского края от 25.03.2013 г. № 285-Р был утвержден План мероприятий по проведению Года охраны окружающей среды в Камчатском крае в 2013 г., согласно которому были проведены тематические мероприятия в рамках календарных природоохранных дат, в том числе международных [2–5].

Распоряжением Правительства Камчатского края 08.04.2013 г. № 139-РП утвержден План по проведению Дней защиты от экологической опасности в Камчатском крае. В рамках проведения Общероссийских Дней защиты от экологической опасности в Камчатском крае были инициированы целевые социальные акции: по уборке прибрежных зон водных объектов от бытового мусора, к которым присоединились практически все муниципальные районы и городские округа края.

Результаты этой работы отражались в информационно-аналитических сведениях и справках, материалах совещаний, целевых предложениях к региональным природоохранным программам и планам, направляемым в установленном порядке главному федеральному инспектору по Камчатскому краю Аппарата полномочного представителя Президента РФ в ДФО, Губернатору Камчатского края, в Правительство и Законодательное Собрание Камчатского края, территориальным органам иных ведомств, в органы самоуправления.

Основные оценки, отраженные в ежегодных докладах «Об экологической ситуации в Камчатском крае» [9], доведены до населения, средств массовой информации и общественных организаций.

В Камчатском крае продолжается работа коллегиальных органов в области охраны окружающей среды, которыми являются:

- Координационный совет по охране окружающей среды в Камчатском крае;
- комиссия по редким и находящимся под угрозой исчезновения животным, растениям и грибам Камчатского края;

– межведомственная рабочая группа по выработке решений по вопросам функционирования и развития системы ООПТ Камчатского края.

Их деятельность позволяет в том числе обеспечить скоординированные действия исполнительных органов государственной власти Камчатского края и территориальных органов федеральных органов исполнительной власти по Камчатскому краю по следующим вопросам:

а) участия в реализации федеральной политики в области экологического развития в Камчатском крае [6–8];

б) определения основных направлений охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности на территории Камчатского края;

в) урегулирования проблем межведомственного характера в сфере охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности на территории Камчатского края.

Перспективным направлением для оптимизации работы в части принятия мер общесистемного характера является необходимость подготовки Плана действий Правительства Камчатского края по реализации «Основ государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 г.», утвержденных Распоряжением Правительства Российской Федерации от 18.12.2012 г. № 2423-р).

В настоящее время по предложению Общественной палаты Камчатского края при Министерстве природных ресурсов и экологии Камчатского края создан Общественный совет. Реализуя принцип транспарентности, то есть открытости, будут проводиться необходимые мероприятия во взаимодействии с представителями научной и природоохранной общественности.

Меры программного характера

В настоящее время в Камчатском крае работает программа «Охрана окружающей среды, воспроизводство и использование природных ресурсов в Камчатском крае на 2014–2018 гг.». Общий объем ее финансирования составляет 5 млрд 134 млн руб., в том числе краевого бюджета 2 млрд 373 млн 542 тыс. руб.

Средства федерального бюджета составляют 2 603 538 тыс. руб., в том числе на 2014 г. – 266 738 тыс. руб.

Средства краевого бюджета 2 373 542 тыс. руб., в том числе 537 039 тыс. руб. (2014 г.).

Средства местных бюджетов – 72 211 тыс. руб., в том числе 42 818 тыс. руб. (2014 г.).

Реализация указанной Программы позволит, в частности:

– обеспечить охрану окружающей среды и экологической безопасности в Камчатском крае;

– привлечь инвестиции в сферу обращения с отходами;

– обеспечить снабжение 9 населенных пунктов Тигильского, Карагинского, Пенжинского и Олюторского муниципальных районов запасами пресных подземных вод надлежащего качества;

– повысить защищенность населения и объектов экономики от наводнений и другого негативного воздействия вод (вероятный предотвращенный ущерб от негативного воздействия вод около 278 млн руб.);

– обеспечить благоприятные условия для жизни населения и комфортной среды обитания водных биологических ресурсов;

– укрепить материально-техническую базу подразделений по тушению лесных пожаров в Камчатском крае, осуществить внедрение новых средств обнаружения и тушения лесных пожаров;

– сократить количество лесных пожаров и площади, пройденными лесными пожарами, снизить причиненный ущерб от лесных пожаров;

– обеспечить сохранение и рост численности основных видов охотничьих ресурсов.

Камчатскому краю оказывается многопрофильная федеральная поддержка [6–8]. В частности, Министерством природных ресурсов и экологии России приняты предложения Камчатского края по включению природоохранных мероприятий:

1) экологическая реабилитация Авачинской губы;

2) ликвидация накопленного ущерба в пределах ее акватории;

3) строительство полигонов промышленных отходов и полигонов твердых бытовых отходов для Вилючинского городского округа;

4) рекультивация земель, нарушенных в результате прошлой хозяйственной деятельности, в Федеральную целевую программу «Ликвидация накопленного экологического ущерба на 2014–2025 гг.» на общую сумму – 2076,54 млн руб., в сферу деятельности федеральных органов.

Вместе с тем отмечается необходимость дополнительной финансовой поддержки федерального центра в части создания инновационной экологической составляющей инфраструктуры системы жизнеобеспечения населения края [9].

Благоприятная окружающая среда является необходимым условием социально-экономического развития общества и здоровья его граждан. Проблемы ее обеспечения прямо или косвенно затрагивают интересы каждого жителя Камчатского края. Ее сохранение – основная задача государственных органов и общественности, каждого жителя края.

Литература

1. Конституция Российской Федерации (Официальный текст Конституции РФ с внесенными в нее поправками от 05.02.2014 опубликован на Официальном интернет-портале правовой информации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pravo.gov.ru>, дата обращения 26.02.2014 г.

2. *Абашидзе А.Х., Васильев Ю.Г., Солнцев А.М.* Международное экологическое право: Документы и комментарии. Вып. III: Экологические права человека. – М., 2010.

3. *Копылов М.Н.* Введение в международное экологическое право. – М., 2007.

4. *Копылов М.Н., Копылов С.Н., Кузьменко Э.Ю.* Прогрессивное развитие и кодификация международного экологического права. – М., 2007.

5. *Соколова Н.А.* Международно-правовые проблемы управления в сфере охраны окружающей среды. – М., 2010.

6. Стратегия социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 г., утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.12.2009 № 2094-р // Собрание законодательства РФ – 25.01.2010, № 4. – Ст. 421.

7. Государственная программа Российской Федерации «Охрана окружающей среды» на 2012–2020 гг., утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 27.12.2012 № 2552-р // Собрание законодательства РФ. – 07.01.2013, № 1. – Ст. 71.

8. Государственная программа Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Дальнего Востока и Байкальского региона», утв. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.03.2013 № 466-р // Собрание законодательства РФ. – 08.04.2013, № 14. – Ст. 1713 (распоряжение).

9. Доклад об экологической ситуации в Камчатском крае в 2012 г. / Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края. – Петропавловск-Камчатский, 2013.

УДК 597.541-152.6(265.5)

УСЛОВИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА КОРФО-КАРАГИНСКОЙ СЕЛЬДИ НА НЕРЕСТИЛИЩАХ ЛАГУННОГО ТИПА

А.А. Бонк

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

В статье описываются условия воспроизводства популяции корфско-карагинской сельди на нерестилищах лагунного типа.

Начало XXI в. для корфо-карагинской популяции сельди ознаменовалось очередным периодом снижения численности. Наметившийся в конце 90-х гг. прошлого века рост запасов данной популяции продлился недолго, и в первые годы текущего столетия популяция вновь пришла в депрессивное состояние, чему способствовал как нерациональный промысел, так и отсутствие достаточно многочисленных поколений (рис. 1).

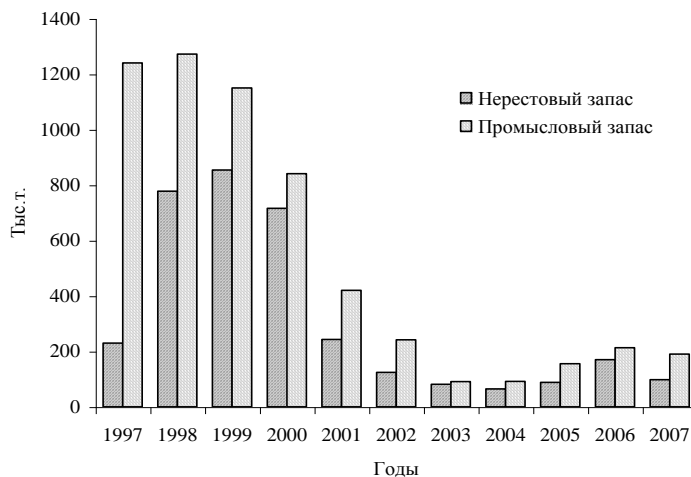


Рис. 1. Динамика нерестового и промыслового запаса корфо-карагинской сельди

Формирование численности поколений многих видов рыб происходит под влиянием многих факторов, определяющих условия жизни в раннем онтогенезе [1]. При этом нельзя выделять какой-либо один этап в развитии рыб или лимитирующий фактор [2], которые будут иметь решающее влияние на величину генерации. Исследования эффективности воспроизводства корфо-карагинской сельди также показали, что формирование урожайности ее поколений зависит от многих факторов, в том числе и от условий, в которых происходит нерест и инкубация икры [3–9].

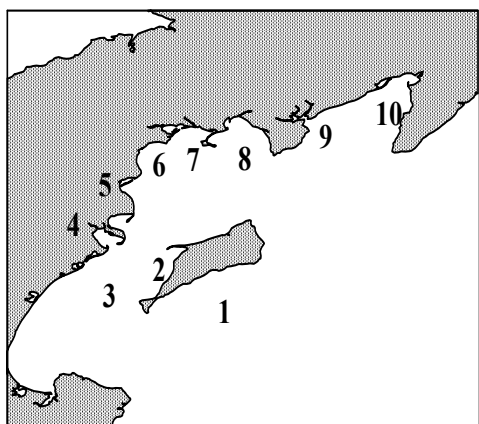


Рис. 2. Районы нереста корфо-карагинской сельди. 1 – о. Карагинский, 2 – Губа Ложных Вестей, 3 – Карагинский залив, 4 – б. Карага и б. Оссора, 5 – б. Тымлат, 6 – Кичигинский залив, 7 – залив Уала, 8 – залив Анапка, 9 – б. Гека, 10 – север залива Корфа (г. Скрытая, Скобелева, Сибирь)

Исследования предыдущих лет [4, 10, 11] позволили выявить районы воспроизводства корфо-карагинской сельди. Репродуктивный ареал корфо-карагинской сельди охватывает преимущественно акваторию Карагинского залива (рис. 2), однако имеются свидетельства и о нересте сельди в Олюторском заливе (район п. Апука). В конце 1930-х и начале 1950-х гг. воспроизводство корфо-карагинской сельди проходило в мелководных заливах, лагунах и бухтах северной части Карагинского залива (бухта Тымлат, заливы Кичигинский, Уала, Анапка), в губе Ложных Вестей (остров Карагинский), на севере и юге залива Корфа. Начиная со второй половины 1950-х и до начала 1960-х гг. нерест корфо-карагинской сельди происходил не только в названных заливах, а и в центральной части Карагинского залива: бухты Оссора и Карага, у западного и юго-восточного побережья острова Карагинский. В 1960-е гг. (1962–1968) произошло сокращение нерестовых площадей. Для размножения корфо-карагинская сельдь стала подходить в заливы Уала, Анапка и Корфа. Сокращение районов нереста отмечалось до середины 1970-х гг. С 1968 по 1974 гг. нерест сельди отмечался только в заливе Корфа (гавани Сибирь, Скобелева, Скрытая и бухта Гека) [4, 11].

Современная область размножения корфо-карагинской сельди начала складываться во второй половине 1970-х гг. В настоящее время воспроизводство корфо-карагинской сельди происходит в заливах Уала, Анапка и Корфа (рис. 2, 3). При этом до 90% производителей нерестятся в первых двух. Эпизодически сельдь нерестится в губе Ложных вестей (о. Карагинский) и бухте Тымлат. В 1997 г. наблюдался нерест сельди с северной стороны о. Верхотурова [4, 5, 8, 9, 12].

Для корфо-карагинской сельди выделяют три типа нерестилищ [4, 8, 10, 11, 13, 14]: лагунные, береговые открытые и береговые закрытые. При этом сельдь для размножения в основном использует лагунные нерестилища и, в меньшей степени, береговые закрытые (рис. 4).

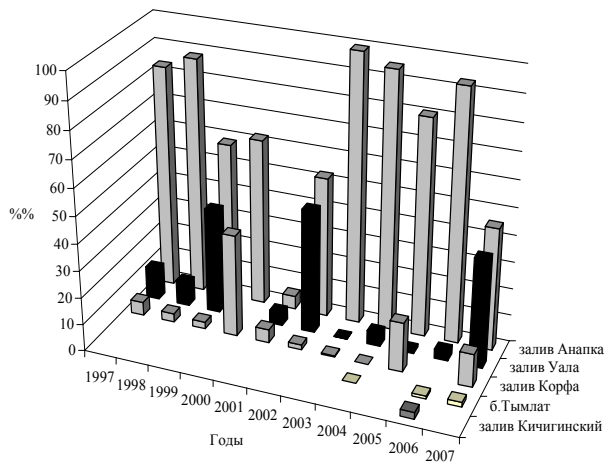


Рис. 3. Доля площадей, занятая обычным субстратом, в различных районах воспроизводства корфо-карагинской сельди

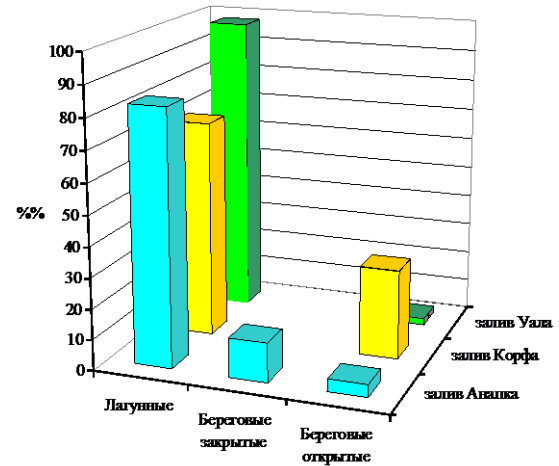


Рис. 4. Использование корфо-карагинской сельдью нерестилищ различного типа, %

Рассмотрим, что собой представляют нерестилища лагунного типа, и в каких условиях происходит воспроизводство сельди на этих нерестилищах.

Этот тип нерестилищ приурочен к кумулятивным участкам побережья и характеризуется преобладанием мягких грунтов, что отражается на видовом составе фитоценоза, который занимают обширные площади дна и располагаются вдоль берега хорошо выраженными плотными или мозаичными поясами [13, 14]. Для этого типа нерестилищ типичны заросли морских трав (*Zostera marina* и *Z. pana*), относящихся к взморниковым и имеющих хорошо развитую корневую систему. У нижней границы литоральной зоны заросли zostеры сменяются ламинариевыми водорослями с доминированием *Laminaria gurjanovae*. Ее обрывки и целые слоевища волнами нередко переносятся в заросли zostеры (рис. 5). Для лагунных нерестилищ характерно значительное колебание уровня воды вследствие приливно-отливных течений, особенно это существенно в период сизигии. В то же время лагунные нерестилища в меньшей степени, по сравнению с нерестилищами берегового типа, испытывают влияние нагонных ветров и штормовой деятельности. Этому способствуют либо наличие кос, отделяющих нерестилища от остальной акватории заливов, либо особенности направления розы ветров, дующих преимущественно с берега.



Рис. 5. Нерестилища корфо-карагинской сельди лагунного типа в период отлива. Залив Анапка. В зарослях *Zostera marina* вкрапления *Laminaria gurjanovae*. На заднем плане видны сублиторальные заросли ламинарии

В центральной части Карагинского залива нерестилища лагунного типа расположены в бухтах Карага, Оссора и губе Ложных Вестей. Эти районы характеризуются наличием песчано-галечных кос, защищающих внутреннюю зону от ветрового и волнового воздействия. Наличие

ровного дна и преобладание ила и песка способствуют развитию водорослевого покрова, состоящего из зоостеры. Однако эти районы обычно поздно освобождаются ото льда. Нерест сельди наблюдался в них лишь в годы высокой численности.

В заливе Уала лагунные нерестилища расположены в лагуне Аннуянговын, которая отделена от залива Уала косами Хаянавын и Чучивин, а также в районе устья реки Хайанапка. Грунт: ил, песок, галька с примесью ракушек и песка. Доминирующим видом растительности является *Zostera marina* с примесью *Z. pana*. Нередко к моменту начала нереста в лагуне у устья р. Хайанапка примерно 50% субстрата представляет собой отмершую зоостеру.

Если нерестовые зоны в лагуне Аннуянговын используются крайне редко, то в лагуне у устья реки Хайанапка нерест отмечается регулярно.

В заливе Анапка, вдающемся в северный берег Карагинского залива, между полуостровами Ильпырь и Ильпинским, нерестилища лагунного типа имеют наибольшую площадь. Они расположены в северной (кутовой) части залива от косы Атворин до м. Валахыл. Эта часть залива достаточно мелководна (по полной воде максимальная глубина 5 м). Часть мелководья обсыхает в отлив. Грунт преимущественно илистый, песчано-илистый. Основным видом растительности зоостера (*Z. marina*), встречаются ламинария (*L. guzjanovae*) и неородомела (*N. larix*). В первой половине мая, когда начинается нерест, в данном районе сохраняется ледовый припай. Эти нерестилища регулярно используются сельдью для размножения.

В заливе Корфа нерестилища лагунного типа в основном расположены в северной части залива – в гаванях Сибирь, Скобелева и Скрытая, а также в бухте Гека (лагуне Легунмун). Гавань Скрытая расположена в западной части вершины залива Корфа и представляет собой лагуну, отделенную от залива узкой песчаной косой. Впадающая в гавань река распресняет воды гавани. Гавань Сибирь отделяется от залива Корфа песчаной косой Конохвал. У основания и средней части косы имеется обширная отмель, часть которой обсыхает в малую воду. Гавань Скобелева расположена в юго-восточной части вершины залива и отделяется небольшой песчаной косой. Гавань доступна северным и северо-восточным ветрам. В отличие от гаваней Сибирь и Скрытая гавань Скобелева имеет большие глубины. На выходе глубина около 12 м, центральная часть – до 10 м. Обсыхаемая часть незначительна.

Грунт на нерестилищах илистый и песчано-илистый, благоприятный для произрастания зоостеры. Этот вид морских трав является основой растительного покрова (более 90%). Помимо зоостеры встречаются *Neorhodomela*, *Devaleraea*, *Ulva*, *Monostroma*.

Сельдью наиболее часто используются нерестовые площади в гаванях Сибирь и Скобелева. Икрометание сельди в гавани Скрытая и лагуне Легунмун происходит редко.

Условия, в которых происходит нерест и развитие икры сельди на нерестилищах лагунного типа в каждом районе их локализации различны [8, 12, 13, 15].

Выше отмечалось, что для рассматриваемого типа нерестилищ характерно периодическое обсыхание части территории при отливах. В период отлива зоны, наиболее подверженные обсыханию, расположены у мыса Валахыл (залив Анапка), в лагуне у устья реки Хайанапка (залив Уала). В этом районе площадь осушки при ежедневных отливах может составлять 2,0–2,5 км², а в период сизигии – до 5 км². Отмель у устья р. Хайанапка в период отлива осушается до 1,5 км², в период сизигии до 3,0 км².

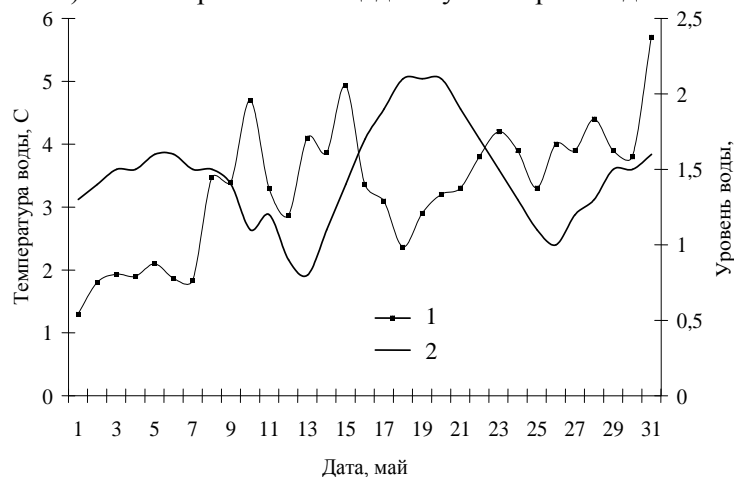


Рис. 6. Изменение температуры поверхности воды (1) и уровня воды (2) в заливе Корфа, 2003 г.

Приливно-отливные явления оказывают влияние на формирование термического режима вод в районе нерестилищ (рис. 6). Особенно это заметно в заливах Анапка и Уала, которые, по сравнению с заливом Корфа, имеют хорошо развитую мелководную зону. В ясные дни под влиянием солнечного радиационного прогрева при минимальном уровне воды около 0,2 м температура ее поверхности сильно

повышается (рис. 7 и 8). По архивным и литературным данным она может достигать 12–17°C [3] и даже выше [4]. Так, у м. Валахыл в период отлива была зафиксирована температура воды 21°C. В заливе Корфа (гавань Сибирь) поверхностный слой воды прогревается до 5°C, в отдельных случаях до 12°C.

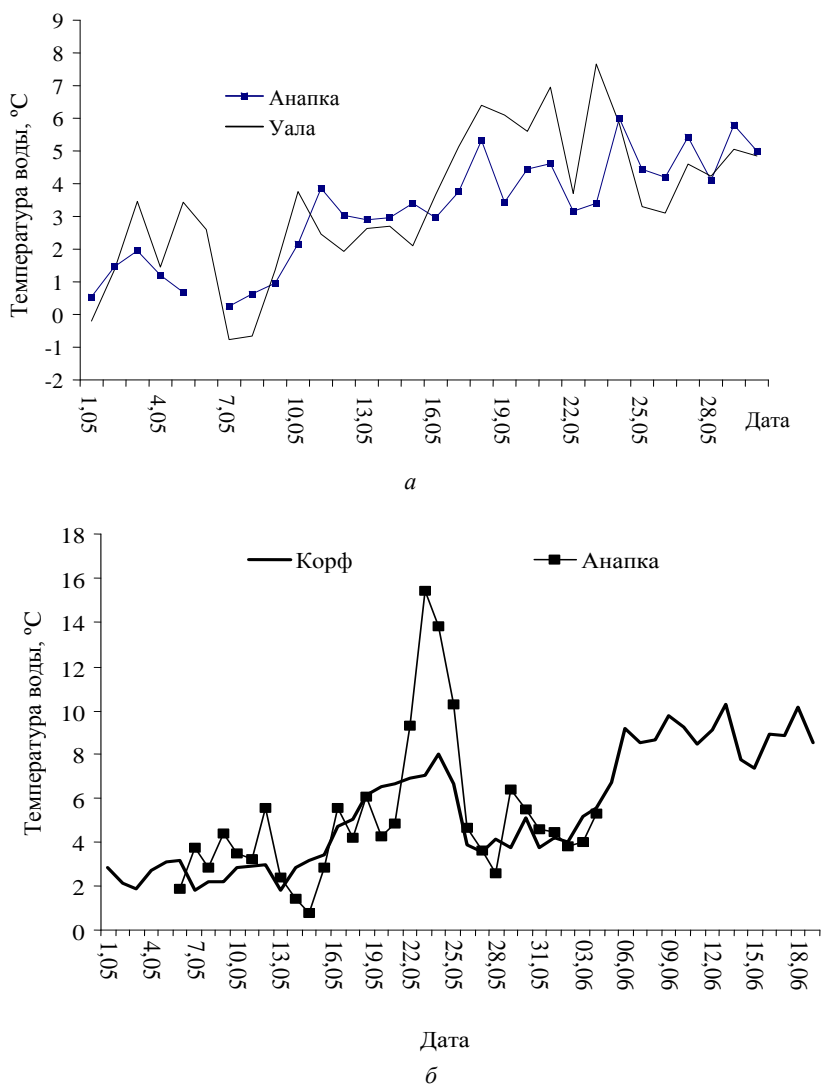


Рис. 7. Среднесуточная температура поверхности воды в заливах: А – Анапка и Уала, май 1961 г. (неопубликованные данные И.И. Афонина), Б – Анапка и Корфа, май – июнь 2001 г.

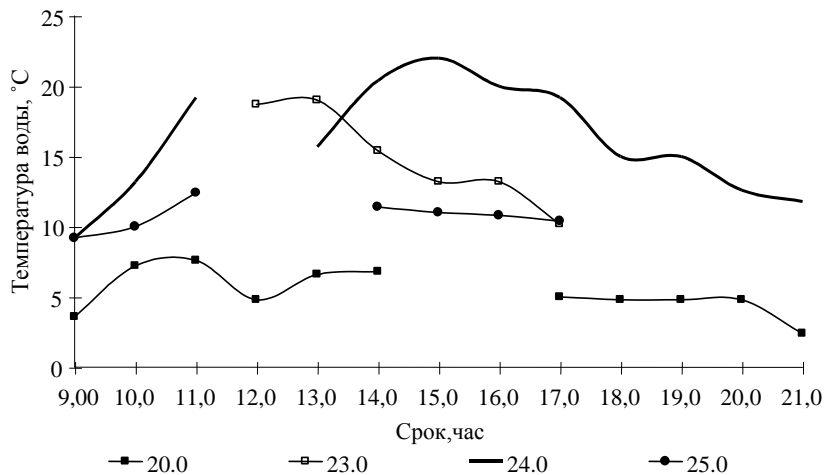


Рис. 8. Суточный ход температуры поверхности воды на лагунном нерестилище в заливе Анапка (м. Валахыл), 2001 г.

В то же время на ряде нерестовых участков лагунного типа ледовый припай и вынос холодных речных вод может препятствовать возникновению резких изменений температуры воды при отливе. Так, холодные речные воды рек Альховаям, Игнаваям, Игунаваям и ледовый припай, который длительное время сохраняется в кутовой части залива Анапка, формируют в этом районе стабильные температурные условия. Даже в отлив температура поверхности воды варьирует в пределах 2,1–4,0°C [12].

Прибрежная зона заливов и бухт, где расположены нерестилища сельди, подвержена значительным колебаниям солености. Солевой режим в этой зоне может изменяться под влиянием многих факторов: это площадь мелководий, приливно-отливные течения и материковый сток.

Обширные зоны мелководий в заливах Анапка и Уала, на которых в период отлива происходит смешение морских вод с пресными, выносимыми многочисленными ручьями и реками, наблюдается резкое изменение солености. По мере развития весенних процессов (вскрытие рек, таяние льда и снега) концентрация солей сильно снижается (рис. 9) и в довольно широком диапазоне [3, 10, 11]. На отдельных участках нерестилищ при отливе возможно и полное опреснение (рис. 10). Если в период нереста соленость колеблется в пределах 20–32‰, то развитие икры и выклев личинок протекает при более широком диапазоне солености – 2,8–30‰ [11].

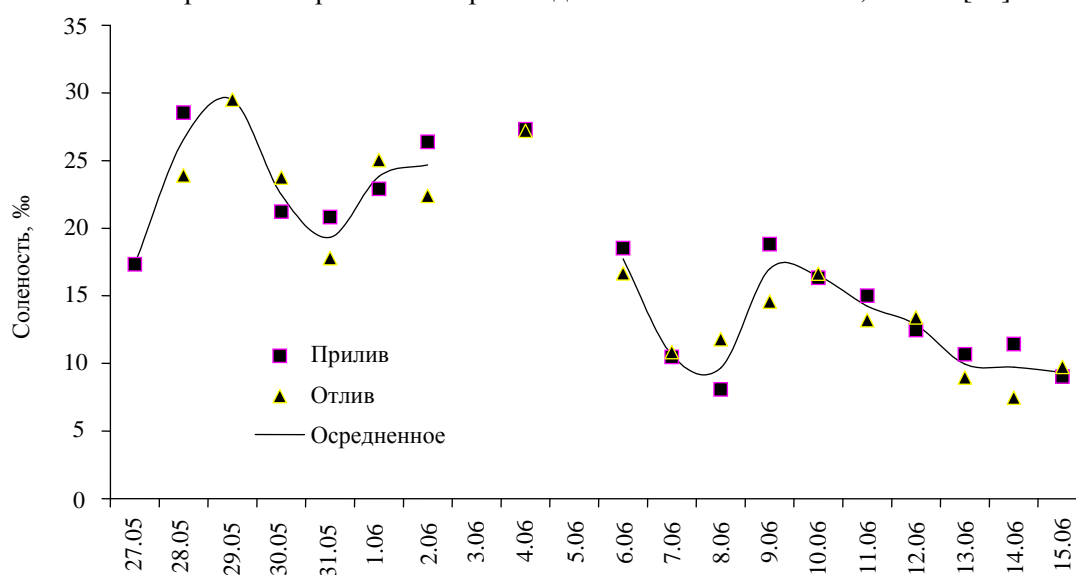


Рис. 9. Изменение солености воды на нерестилищах корфо-карагинской сельди по мере развития весенних процессов (неопубликованные данные Т.К. Уколовой, гавань Сибирь, 1974 г.)

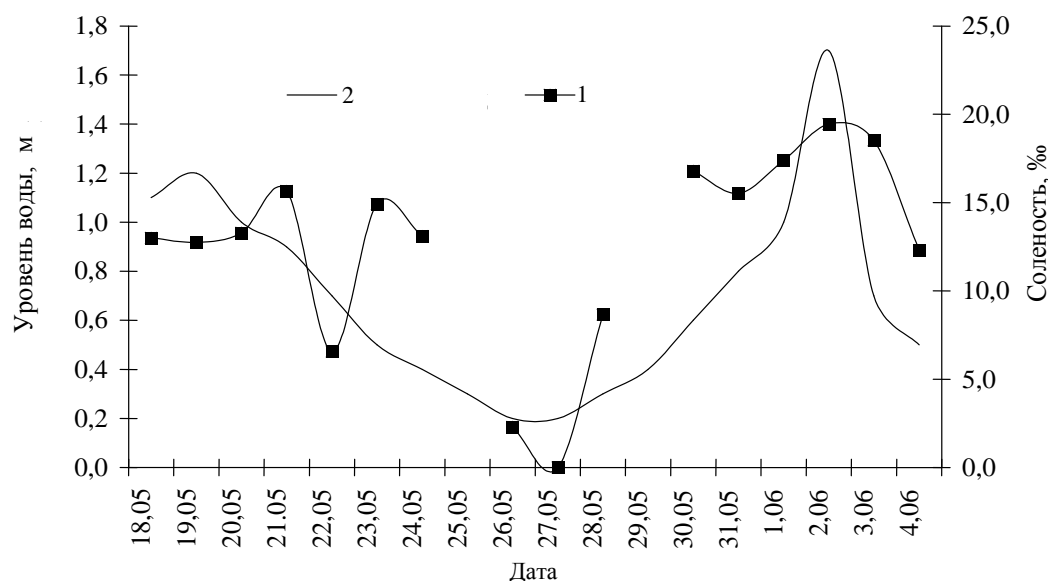


Рис. 10. Изменение солености (1) и уровня воды (2) в заливе Анапка (м. Валахыл), 2001 г.

Количество кислорода в воде в районе нерестилищ непостоянно и изменяется как под влиянием факторов климатического характера, так и биотической природы (рис. 11). С одной стороны, высокая динамичность вод в прибрежных районах, приливно-отливные течения, весеннее цветение фитопланктона и материковый сток способствуют повышенному содержанию в воде кислорода. С другой, в районах, подверженных непосредственному влиянию материкового стока, отмечается усиление окислительно-восстановительных процессов, приводящее к понижению содержания кислорода. Резкое падение содержания кислорода происходит в момент нереста. И.Г. Фриндланд (1951), описывая размножение сельди у юго-западного берега Сахалина, отмечает, что из-за повышенного содержания в воде сперматозоидов количество растворенного кислорода резко падает. На нерестилищах корфо-карагинской сельди дефицит кислорода также отмечается в процессе нереста. В этот период концентрация кислорода составляет 5,0–6,0 мл/л и недосыщение воды кислородом составляет 30%. В период эмбрионального развития количество кислорода в воде более стабильно – 7,0–8,0 мл/л, что соответствует 97–105% насыщения.

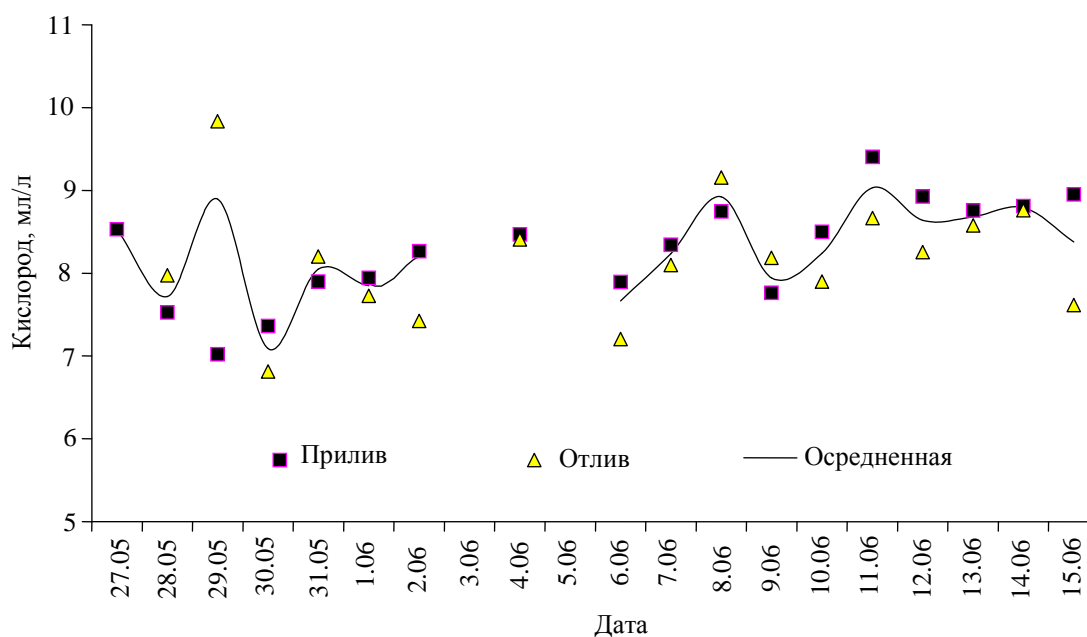


Рис. 11. Содержание кислорода в воде на нерестилищах корфо-карагинской сельди, гавань Сибирь, 1974 г. (неопубликованные данные Т.К. Уколовой)

На нерестилищах лагунного типа, из всех перечисленных факторов, влияющих на успешность воспроизводства, наибольшая роль принадлежит температуре. Известно, что для корфо-карагинской сельди благоприятный температурный диапазон лежит в пределах 3–8°C [4, 11]. Повышенный температурный фон, который характерен для этого типа нерестилищ, способствует ускоренному темпу эмбрионального развития. Наблюдения, выполненные в 2002 г. показали, что на нерестилище лагунного типа, для которого характерны периодические обсыхания обикренного субстрата, развитие икры происходит быстрее, чем на нерестилище, на которое оказывает охлаждающее влияние льды и речной сток (табл. 1). Так, в районе м. Валахыл из-за повышенных значений температуры воды, которые отмечались особенно в период отлива, более 81% эмбрионов находились на завершающих этапах развития (VII и VIII стадии). У них заканчивалось отделение головы от желточного мешка, в глазах появился гуанин и желтый пигмент. У части эмбрионов практически полностью выпрямилась голова. Продолжительность эмбриогенеза на нерестилищах в районе м. Валахыл составила 10–16 суток. В то же время эмбрионы на севере залива развивались у кромки льда, что совместно с материковым стоком формирует пониженный температурный фон. В этом районе 96% зародышей находилось на стадии сегментации и отделения заднего конца туловища от желточного мешка (VI стадия). Отставание в развитии по сравнению с икрой, развивавшейся у м. Валахыл, достигало 9 суток.

Таблица 1

Продолжительность периода эмбрионального развития икры корфо-карагинской сельди на нерестилищах разных типов

Район, тип нерестилищ	Средняя температура воды, °С	Продолжительность инкубационного периода, сутки	Сумма градусодней тепла
Залив Анапка, лагунное	5,8	18,7	109
Залив Анапка, береговое закрытое	3,6	27,7	100
Залив Уала, лагунное	5,6	19,3	108
Залив Уала, береговое закрытое	3,2	30,6	98
Залив Корфа, лагунное	4,7	22,1	105
Залив Корфа, береговое открытое	3,3	29,8	99

В то же время нестабильность термического режима на нерестилищах лагунного приводит к гибели или появлению зачастую нежизнеспособных личинок [3, 4, 8, 11, 12]. При оптимальных, для нормального развития эмбрионов, значениях температуры воды (3–8°С) уровень смертности в среднем составляет 8–9%. Увеличение количества погибших икринок наблюдается за пределами

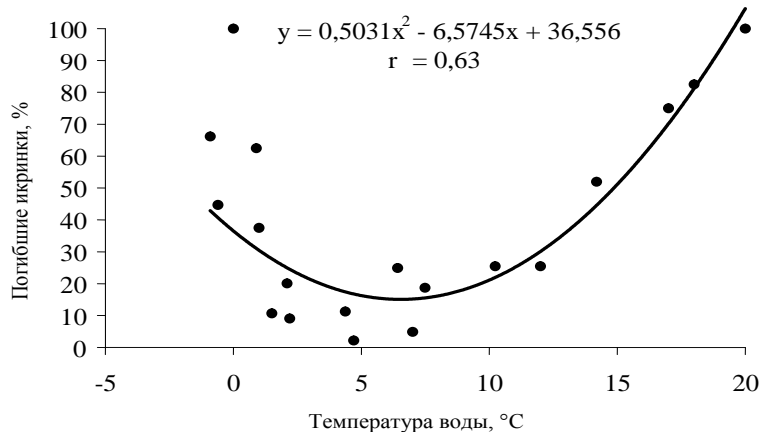


Рис. 12. Зависимость смертности икры корфо-карагинской сельди от температуры воды в процессе эмбриогенеза (осредненные данные за период 1957–2003 гг.)

ми границ оптимальной зоны. Так, выметанная сельдью икра полностью погибает как при температуре воды близкой к 0°С [11], так и при высоких значениях превышающих 10°С. В заливе Уала высокая смертность икры характерна для нерестовых зон у устья р. Хайанапка (15,8%), а в заливе Анапка – у мыса Валахыл и на участке от мыса Валахыл до мыса Песчаный (6,6–19,1%). Для сравнения, на нерестилищах этого же типа, но расположенных в кутовой части залива, доля погибшей икры не превышает 3,2% (рис. 12, табл. 2).

Таблица 2

Смертность икры корфо-карагинской сельди в период эмбриогенеза, %

Год	Район							
	Залив Анапка			Залив Уала		Залив Корфа		
	мыс Валахыл	мыс Пейнытхын	Кутловая часть реки Альховаям	река Хайанапка	река Анапка	гавань Сибирь	гавань Скобелева	бухта Гека
1998	11,6	1,5	–	–	7,0	–	–	37,8
1999	6,6	1,2	3,2	–	–	–	–	–
2000	19,1	3,7	–	–	–	2,0	–	1,4
2001	14,5	0,9	2,9	–	–	–	–	0,7
2002	2,7	–	1,0	15,8	0,2	–	–	–
2003	3,9	4,6	8,2	–	–	–	4,9	–
2004	16,2	2,4	6,7	35,8	–	–	–	–

Примечание. – нет нереста.

Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что одной из причин отсутствия поколений повышенной численности в популяции корфо-карагинской сельди в последнее десятилетие является использование ее для размножения нерестилищ лагунного типа. Преимущественно это касается тех участков, которые на длительный промежуток времени обсыхают при отливах. В результате воздействия неблагоприятных факторов наблюдается высокая гибель развивающейся икры и личинок сельди.

Если же воспроизводство сельди происходит на тех же лагунных нерестилищах, но основная масса икры отложена на участках, не подверженных длительной осушке, то условия ее развития более стабильны, и возрастает вероятность появления поколения повышенной численности. Так, в 2000 г. нерест сельди наблюдался в основном на нерестилищах лагунного типа в заливах Анапка и Корфа. При этом в заливе Корфа сельдь выметала икру на тех участках, которые не обсыхали даже в сизигийный отлив. Выполненная осенью сеголеточная съемка показала, что поколение данного года оценивалось как среднее по численности и при вступлении в промысел в возрасте 4+ могло бы достигнуть уровня 300 млн рыб.

Литература

1. Бердичевский Л.С., Деменьтьева Т.Ф., Иоганзен Б.Г., Крисунов Е.А., Расс Т.С. История развития и современное состояние теории динамики популяции рыб // Биологические ресурсы гидросферы и их использование. Теория формирования численности и рационального использования стад промысловых рыб. – М.: Наука, 1985. – С. 12–28.
2. Дехник Т.В., Серебряков В.П., Соин С.Г. Значение ранних стадий развития рыб в формировании численности поколений // Биологические ресурсы гидросферы и их использование. Теория формирования численности и рационального использования стад промысловых рыб. – М.: Наука, 1985. – С. 56–72.
3. Науменко Н.И. Выживание корфо-карагинской сельди на первом году жизни // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа: Сб. науч. тр. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. – 1995. – Вып. III. – С. 49–56.
4. Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2001. – 330 с.
5. Науменко Н.И., Бонк А.А., Трофимов И.К. Влияние условий окружающей среды, плотности кладок икры и вида субстрата на воспроизводство корфо-карагинской сельди // Рациональное использование биоресурсов Тихого океана: Тез. докл. Всесоюз. конф. – Владивосток: ТИНРО, 1991. – С. 120–121.
6. Науменко Н.И., Бонк А.А., Коробкова Д.В. Применение искусственных нерестилищ для задержки выклева личинок корфо-карагинской сельди // Экосистемы морей России в условиях антропогенного пресса (включая промысел): Тез. докл. Всесоюз. конф. – Астрахань: КаспНИРХ, 1994. – С. 493–495.
7. Бонк А.А., Науменко Н.И. Выживание икры корфо-карагинской сельди на искусственных нерестилищах // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа: Сб. науч. тр. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. – 1995. – Вып. III. – С. 23–24.
8. Бонк А.А. Влияние некоторых биотических и абиотических факторов на выживание корфо-карагинской сельди в период раннего онтогенеза // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2004. – 24 с.
9. Бонк А.А. Элиминация икры корфо-карагинской сельди (*Clupea pallasii*) в процессе инкубации // Изв. ТИНРО. – 2005. – Т. 143. – С. 21–34.
10. Прохоров В.Г. О типах нерестилищ тихоокеанской сельди // Изв. ТИНРО. – 1967. – Т. 61. – С. 328–330.
11. Качина Т.Ф. Сельдь западной части Берингова моря. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. – 121 с.
12. Bonk A.A., Dubinina A. Yu. Spawning grounds location influence upon the duration of embryonic development of herring egg of the Western Bering Sea // PICES, Сеул. October 10–18. – 2003.
13. Клочкова Н.Г., Бонк А.А. Современный видовой состав альгофлоры в разных районах воспроизводства корфо-карагинской сельди // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Сб. матер. IV науч. конф. – Петропавловск-Камчатский. – 2003. – С. 201–203.
14. Клочкова Н.Г., Бонк А.А., Клочкова Т.А. Макрофитобентос районов воспроизводства корфо-карагинской сельди и значение отдельных видов растений в ее размножении // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Сб. докл. IV науч. конф. 17–18 ноября 2003 г. – Петропавловск-Камчатский. – 2004. – С. 57–70.
15. Душкина Л.А. Биология морских сельдей в раннем онтогенезе. – М.: Наука. 1988. – 192 с.

УДК 582.272(265)

РАСПРОСТРАНЕНИЕ КОРАЛЛИНОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ И УГРОЗЫ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ ОПУСТЫНИВАНИЯ ДНА

Н.Г. Клочкова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

Обсуждается проблема замещения в морских прибрежных альгоценозах высокопродуктивных бурых водорослей, главным образом ламинариевых, низкопродуктивными кораллиновыми водорослями и современное состояние изученности этого процесса в российских водах Дальнего Востока. На основании материалов подводной съемки макрофитобентоса в Авачинском заливе делается заключение о наличии здесь участков дна, классифицируемых как кораллиновые пустоши. Высказана необходимость проведения специальных исследований, направленных на выяснение реальных масштабов этого явления в прибрежных водах восточной Камчатки.

В прибрежных водах Северного полушария основная первичная продукция создается макрофитами и особенно ламинариевыми водорослями, занимающими большие площади дна и формирующими глубинах до 20–40 м подводные леса. Проективное покрытие и биомасса в их зарослях могут достигать значительных показателей – до 80–100% и 25–30 кг/м² и более, соответственно (Кизеветтер и др., 1981; Critchley, Ohno, 1998).

Ламинариевые являются поставщиками пищевой растительной массы, детрита, взвешенной и растворенной органики не только в зоне своего произрастания. Оторванные от грунта они могут переноситься течениями и волнами на большие расстояния, формировать валы береговых выбросов или сноситься на большие до 70–150 м глубины. Об этом можно судить по данным гидробиологических траловых съемок, проведенных у Камчатки, Сахалина и Курильских островов. Они показывают присутствие на этих глубинах в достаточно больших количествах целых слоевищ водорослей и крупнодисперсного растительного детрита (Огородников, 2007).

Успех воспроизводства ламинариевых зависит от целого ряда факторов, в том числе от плотности оседания зооспор и плотности проростков спорофитов (Макаров, 1987). При ее снижении до определенной критической величины наблюдается остановка развития и гибель проростков. Эти выводы были получены в ходе проведения лабораторных экспериментов (Петров, 1975; Макаров, 1987). Процитированные выше авторы сообщают также о том, что в естественной среде взрослым растениям ламинариевых свойственно групповое произрастание и при низкой плотности поселения маточных слоевищ их воспроизводство становится проблематичным.

Лабораторные эксперименты и наблюдения, в том числе собственные, проведенные в естественных условиях, показывают, что для развития ламинариевых столь же пагубно чрезмерное загущение зарослей. Оно приводит к высокой конкуренции растений за жизненные ресурсы, повышению концентрации их экзометаболитов и, как следствие этого, к ухудшению физиологического состояния организма, распространению явления эпи- и эндофитизма.

Одним из природных механизмов регулирования плотности проростков ламинариевых является почти постоянное присутствие в их зарослях других гидробионтов – конкурентов за субстрат. Наиболее успешно эту роль выполняют некальцифицированные корковые виды бурых и красных водорослей и сидячие колониальные беспозвоночные: мшанки, губки, кишечнорастворимые, ракообразные, черви и другие. В чрезмерно загущенных зарослях ламинариевых наблюдается повышенная гибель животных и растений, обитающих в самом нижнем ярусе фитоценоза и сдерживающих оккупацию субстрата ламинариевыми. Исчезновение корковых кораллиновых водорослей в подлеске ламинариевых в итоге приводит к исчезновению ламинариевых. В загрязненных местообитаниях их выдавливают зеленые водоросли. Эту последовательность смены альгоценозов в течение ряда лет автор настоящей работы наблюдала в горле Авачинской губы (Клочкова, Березовская, 2001).

Многоуровневые природные механизмы поддержания оптимальной структуры биоценозов обеспечивают сбалансированное количественное соотношение ламинариевых и корковых водорослей, однако под влиянием определенных экологических факторов или при неблагоприятном стечении обстоятельств количественная структура альгоценозов может нарушаться. Доминирование в макрофитобентосе кораллиновых и других корковых некальцифицированных водорослей приводит к сокращению уровня первичной продукции растительного покрова, упрощению вертикальной структуры сообщества, уменьшению его биоразнообразия. Итогом таких негативных процессов является постепенное опустынивание дна. Считается, что при 100%-й занятости субстрата корковыми водорослями участок побережья безвозвратно теряется для самовосстановления зарослей ламинариевых (Masaki et al., 1981).

Первые тревожные сообщения о прогрессировании негативных процессов опустынивания дна у японского побережья появились в середине 70-х гг., хотя можно полагать, что к этому времени такие же процессы уже имели место в других районах Мирового океана. Косвенно о развитии этого явления упоминал еще К. Йендо (Yendo, 1902), изучавший флору членистых кораллиновых Северной Америки и Японии. В японской альгологической литературе замещение ламинариевых корковыми кораллиновыми получило название «исояке». Там основную роль в опустынивании дна играют виды с коркообразными слоевищами, распространенные, главным образом, в теплых и теплоумеренных водах азиатского побережья.

Судя по сообщениям японских альгологов, в первой трети прошлого века наблюдалось уменьшение зарослей ламинариевых у юго-западной части о. Хоккайдо, позже оно стало прогрессировать у охотоморского побережья Хоккайдо, в районе п-ова Ширитокю. В последние годы появились сообщения о сокращении зарослей ламинариевых вдоль всего восточного Хоккайдо и на севере Хонсю (Н. Йотсукура, личное сообщение). Проблемы «опустынивания дна» и восстановления подводных зарослей бурых водорослей давно стали предметом постоянного обсуждения на крупных фикологических форумах и специальных минисимпозиумах (Critchley, Ohno, 1998; Fugita, 1997; Kawaguchi, 2003; Masaki et al., 1981; и др.), а способы восстановления подводных зарослей – предметом патентования (Турубжанова, 2009).

Причины, стимулирующие развитие кораллиновых, пока не известны. Предполагалось, что их активный рост вызывают изменения температуры и гидрохимического режима прибрежных вод, в частности дефицит некоторых минеральных соединений (Masaki et al., 1981), большую роль играют также вспышки численности морских ежей и других растительноядных беспозвоночных (Nabata et al, 1992; Турубжанова, 2009).

В качестве мер борьбы с «исояке» в ходе экспериментов, проведенных на Хоккайдо, производили ручной сбор молоди морских ежей или удаляли их направленными струями водомета, вносили на экспериментальные площадки естественный или искусственный субстрат с проростками бурых водорослей. В экспериментах, проводившихся на Севере Хонсю, проростки бурых саргассовых и некоторых южных видов ламинариевых водорослей и закрепляли на участки дна, покрытые кораллиновыми, и далее следили их развитием и воспроизводством (Т. Нагава, устное сообщение). Для уменьшения численности ежей в подлеске ламинариевых на дно рассеивали негашеную известь. При попадании на ежю она вызывала повреждение их панциря. Последующее проникновение в рану инфекции вызывало гибель животных, но вместе с тем меняло гидрохимический фон. При обсуждении последствий разных мелиоративных мероприятий практически все авторы, проводившие эксперименты, отмечали, что использованные ими трудоемкие способы расчистки дна и воспроизводства ламинариевых являются дорогостоящими и дают при этом лишь кратковременный эффект.

Специальные исследования, проведенные Жаклин Кабьеш, позволили сделать ей вывод о высочайшей способности кораллиновых к регенерации. Об их высокой устойчивости к биообрастанию свидетельствуют опыты японских коллег (Masaki et al., 1981). Так, они выяснили, что одним из механизмов отторжения с поверхности корок осевших на нее организмов является способность периодически счищать покровный эпителиальный слой. В других случаях корки кораллиновых выделяют экзометаболиты, играющие функцию аллелопатических веществ, препятствующих оседанию и развитию на поверхность корки спор водорослей и личинок беспозвоночных. Такая способность корковых кораллиновых водорослей сохранять пространственные ресурсы как нельзя лучше способствует их сохранению и массовому развитию.

Судить о масштабах опустынивания дна у российских берегов Дальнего Востока достаточно трудно, поскольку для большинства участков побережья этого обширного района отсутствуют дан-

ные многолетних исследований состава и структуры растительного покрова, сравнительный анализ которых мог бы дать ответ на этот вопрос. Исключение в отношении изученности состояния прибрежного растительного покрова в российских водах составляют некоторые районы Приморья, Южного Сахалина и Южных Курил, многократно посещавшиеся специалистами альгологами.

Первые сообщения о сокращении у Сахалина площади дна, занятой ламинариевыми, были опубликованы Л.А. Балконской (1979). Судя по ее оценке по сравнению с данными, полученными в ходе альгологической съемки в 60-е годы они уменьшилась практически в два раза. По расчетам сахалинских альгологов промысловые запасы ламинарии японской у Сахалина к концу прошлого века сократились почти в 7,6 раза (Балконская, Шпакова, 1999). Обильное развитие кораллиновых они наблюдали также на участке побережья между г. Невельск и пос. Садовники. В 1997 г. кораллиновые занимали там уже более 50% от площади бывшего распространения ламинариевых (Балконская, Шпакова, 1999). Сообщения о сокращении зарослей ламинариевых в Приморском крае впервые были опубликованы Т.Н. Крупновой (2002). Среди вытеснивших ламинарию видов большую роль также играли кораллиновые. Прогрессирование процессов замещения ламинарии японской корковыми кораллиновыми в Среднем Приморье отмечала И.Н. Турбжанова (2009). Ею в этом районе были проведены специальные наблюдения и эксперименты.

Единой и доказательной точки зрения на причины, вызывающие уменьшение запасов ламинарии японской на российском Дальнем Востоке, пока не существует (Крупнова, 2002), если не иметь в виду чрезмерное промысловое изъятие этого вида в Среднем Приморье (Паймеева, Гусарова, 1993) и у Южных Курил (Евсеева, 2009), вызвавших антропогенную деградацию ламинариевых зарослей и приведших к их резкому сокращению.

Сведения о распределении водорослей у восточной Камчатки, основанные на данных альгопромысловых водолазных съемок, встречаются в работах Е.И. Блиновой, И.С. Гусаровой (1971) и М.В. Суховеевой (1998), А.В. Климовой и С.В. Ермаковой (2013). Поскольку даже эпизодически мониторинг состояния водорослевых зарослей у побережья восточной Камчатки никогда не велся, судить о процессах, происходящих на морском дне, трудно. Из-за разного видового и родового состава представителей обсуждаемых групп в высокоумеренных и низкоумеренных широтах экстраполировать данные изучения взаимоотношений видов ламинариевых и кораллиновых на юге российского Дальнего Востока и в Японии на прикамчатские воды также не возможно.

На Юге Приморского края и у южного Сахалина наиболее серьезную конкуренцию для ламинариевых, и в частности для *Saccharina japonica*, составляют корковые, представители родов *Lithothamnium*, *Lithophyllum* и *Clathromorphum*. Активно конкурирует с ней за субстрат также морская трава филлоспадикс. Отметим, что состав камчатской ламинариевой флоры иной. Его слагают виды, не встречающиеся на Сахалине и в Приморье. Здесь также иная флора кораллиновых водорослей. Даже общие для всего дальневосточного российского побережья представители порядка *Corallinales* в южных и северных районах этого обширного региона играют разную экологическую роль и имеют разную частоту встречаемости.

Камчатский промысловый район по запасам бурых водорослей является одним из наиболее ценных на российском Дальнем Востоке. Их сокращение по понятным причинам может весьма негативно отразиться на общей продуктивности прибрежных вод и состоянии биологических ресурсов, в том числе не водорослевых. В связи с этим оценка состояния ламинариевых зарослей и угрозы появления и прогрессирования на камчатском шельфе явления «исояки» имеют большое практическое значение.

Литературные и собственные данные показывают, что ламинариевые водоросли в сублиторальной зоне шельфа юго-восточной Камчатки образуют подводные скопления различной мощности. В их формировании участвуют представители родов *Saccharina*, *Laminaria*, *Arthrothamnus*, *Eualaria*, *Alaria*, *Agarum*.

В формировании растительных сообществ участие различных представителей ламинариевых не одинаково. Среди видов, произрастающих у юго-восточной Камчатки, наиболее массовыми, способными формировать самостоятельные заросли и доминировать в полимиксных сообществах, является *Saccharina bongardiana*. Зоной ее наибольшего развития являются глубины 4–6 м. Распределение остальных видов у юго-восточной Камчатки также имеет свои закономерности (Климова, Ермакова, 2013).

Для изучения распределения кораллиновых в Авачинском заливе автор изучала материалы подводной видеосъемки, проводившейся в ходе совместных работ сотрудников КамчатГТУ и

Хоккайдского университета (Саппоро, Япония) в разных районах Авачинской губы в 2011 г. Для прогнозирования возможности формирования у берегов Камчатки кораллиновых пустошей анализировались данные изучения спороношения массовых представителей камчатских ламинариевых и кораллиновых, полученные в разные годы автором и коллегами альгологами.

Анализ указанных материалов показал, что в Авачинском заливе в разных горизонтах фотической зоны достаточно часто встречаются участки дна сплошь покрытые кораллиновыми. В литоральной зоне в формировании этих зарослей участвуют 3 вида членистых водорослей, из которых самым массовым является *Corallina pilulifera*, и 5 видов корковых, наиболее массовыми из которых являются представители рода *Clathromorphum* – *C. circumscriptum* и *C. compactum*. Ниже на рис. 1 показаны наиболее типичные примеры растительного покрова в местах развития кораллиновых пустошей в литоральной зоне шельфа.

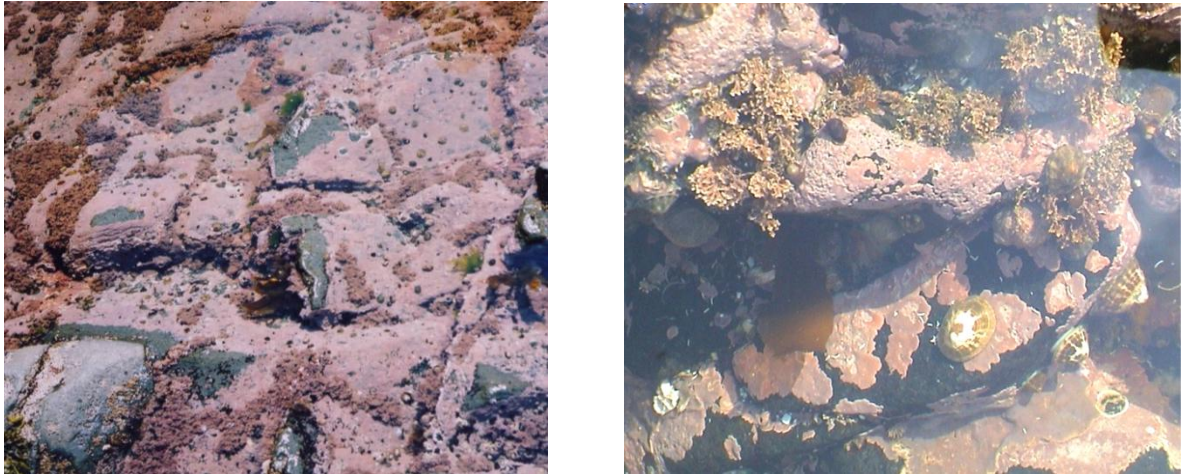


Рис. 1. Полидоминантное сообщество членистых и корковых кораллиновых водорослей в литоральной зоне шельфа в б. Саранная в период сизигийного отлива

В местах со скалистым субстратом кораллиновые водоросли способны формировать отчетливо выраженные пояса с почти 100%-м проективным покрытием в sublиторальной кайме. Их доминирование здесь, по-видимому, обусловлено высокой гидродинамической нагрузкой, которую испытывает население этой зоны, особенно в местах с крутым уклоном дна. Забурунивание волн весьма неблагоприятно для закрепления в зоне их влияния крупных водорослей и их спор. Именно поэтому здесь развиваются обычно только хорошо сцепленные с субстратом виды, и в частности корковые кораллиновые (рис. 2).



Рис. 2. Пояс корковых кораллиновых водорослей (бело-розовый цвет), развивающийся на вертикальной поверхности грунта в sublиторальной кайме

Изучение подводной видеосъемки показало, что в разных участках Авачинского залива на разных глубинах встречаются участки морского дна, пригодные для развития ламинариевых, но полностью лишенные фолиозной растительности. В некоторых случаях можно предполагать, что отсутствие видов с некальцифицированными слоевищами обусловлено выеданием водорос-

лей морскими ежами. Такие участки обширные участки дна – пастбища морских ежей были встречены в горле Авачинской губы и в прилежащих к ней районах, в бухтах Спасения и Саранная, с подветренной стороны о. Старичкова (рис. 3).



Рис. 3. Кораллиновые на скалистом и глыбововалуном грунте в сублиторальной зоне шельфа

В прошлые годы кораллиновые пустоши с более или менее обильным поселением морских ежей были отмечены нами также в б. Медвежка (данные 2001 г.) и у п-ова Шипунский. Видовой состав в местах развития кораллиновых пустошей, судя по нашим наблюдениям, могут формировать не только разнообразные корковые виды, но и членистые, в первую очередь представители родов *Pachyarthron* и *Bossiella*, которые иногда формируют обширные самостоятельные заросли.

Оценивая опасность развития у юго-восточной Камчатки опустынивания дна, можно определенно говорить о том, что устойчивое изменение температурного режима прибрежных вод в сторону повышения летних температур будет заметно сдвигать сроки размножения массовых видов ламинарий на более позднее время, как это имело место в 2012 г. В то же самое время высокий прогрев вод будет стимулировать раннее размножение *Pachyarthron cretaceum* и *Clathromorphum circumscriptum*, активно участвующих в процессах опустынивания дна. (Повышение температуры воды у этих видов, судя по нашим наблюдениям, заметно ускоряет развитие концептакулов). Это, безусловно, будет создавать указанным и, возможно, другим представителям порядка Corallinales преимущество в заселении свободных участках дна.

Чтобы знать точно, как будут вести себя другие виды кораллиновых, необходимо изучение биологии их развития. Сейчас можно лишь предполагать, что активнее всего процессы замещения зарослей ламинариевых сообществами корковых видов будут протекать на участках побережья с разреженным растительным покровом. Там из-за низкой плотности поселений ламинариевых и, как следствие этого, низкой плотности оседания их зооспор кораллиновые будут наращивать свое присутствие. С учетом их гораздо большей продолжительности жизни, чем у всех ламинариевых, они будут прочно удерживать оккупированное ими пространство. Более успешно противостояние ламинариевых давлению кораллиновых будет наблюдаться в их плотных зарослях. Однако такие, как показывает изучение распределения водорослевого пояса у юго-восточной Камчатки, основанное на анализе материалов аэровидеосъемки, занимают юго-восточного побережья Камчатки не более 17% общей длины ее береговой линии (Климова, Ермакова, 2013).

Нет необходимости говорить о том, насколько пагубными могут быть последствия процессов опустынивания дна. В прибрежной зоне уменьшится валовый объем первичной продукции, резко упростится пространственная структура донных сообществ, уменьшится количество животных, питающихся ламинариевыми и другими некальцифицированными видами водорослей и растительным детритом, уменьшится количество взвешенного детрита (ВОВ), и, следовательно, сократится продукция бактериального планктона, а вслед за этим зоопланктона и нектона. Перечисленные изменения спровоцируют изменения в последующих звеньях пищевой цепи и в итоге отразятся на общей продуктивности прибрежных экосистем, структуре донных и пелагических сообществ. Для предотвращения этих явлений в ряде приморских стран, как говорилось выше,

разрабатываются меры по предотвращению процессов опустынивания дна. В России исследования в этом направлении находятся пока в зачаточном состоянии. Представленные в настоящей работе сведения лишь попытка обратить внимание на необходимость всестороннего изучения этого явления на Камчатском шельфе.

Литература

1. Балконская Л.А. Распределение и запасы промысловых бурых водорослей южно-курильского побережья о. Кунашир // Тез. докл. III Всесоюз. совещ. по морской альгологии – макрофитобентосу. – Киев: Наукова Думка. – 1979. – С. 23–24.
2. Балконская Л.А., Шпакова Т.А. Смена растительных сообществ у юго-западного Сахалина (г. Невельск – пос. Садовники). // Прибрежные гидробиол. исследования. – М.: ВНИРО. – 1999. – С. 71–74.
3. Блинова Е.И., Гусарова И.С. Водоросли сублиторали юго-восточного побережья Камчатки // Известия ТИНРО. – 1971. – Т. 76. – С. 139–155.
4. Евсеева Н.В. Макрофитобентос прибрежной зоны Южных Курильских островов: состав, распространение и ресурсы // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Москва: ВНИРО, 2009. – 30 с.
5. Кизеветтер И.В., Суховеева М.В., Шмелькова А.П. Промысловые морские водоросли и травы дальневосточных морей. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1981. – 110 с.
6. Климова А.В., Ермакова С.В. Распределение запасов ламинариевых водорослей у юго-восточной Камчатки // Вестник КамчатГТУ. – 2013. – Вып. 23. – С. 58–64.
7. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав. – Владивосток, Петропавловск: Дальнаука, 1997. – 155 с.
8. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 205 с.
9. Крупнова Т.Н. Причины сокращения запасов ламинарии японской в Приморье, разработка методов прогнозирования, перспективы воспроизводства // Докл. Всер. конферен. «Пути решения проблем изучения, освоения и сохранения биоресурсов Мирового океана в свете морской доктрины Российской Федерации на период до 2020 года. – М.: ВНИРО. 2002. – С. 196–201.
10. Макаров В.Н. Поведение зооспор и ранние стадии развития *Laminaria saccharina* (L.) Lamour. Белого и Баренцева море: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1987. – 20 с.
11. Огородников В.Н. Водоросли-макрофиты Северных Курильских островов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2007. – 26 с.
12. Паймеева Л.Г., Гусарова И.С. Состояние зарослей *Laminaria japonica* f. *longipes* (Miyabe et Tokida) Petr. в северном Приморье // Комаровские чтения. – 1993. – Вып. 38. – С. 20–36.
13. Петров Ю.Е. Ламинариевые и фукусовые водоросли морей СССР: Автореф. докт. дис. – М., 1975. – 25 с.
14. Турабжанова И.С. Восстановление полей ламинарии японской (*Laminaria japonica* Aresc.) в Среднем Приморье: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2009. – 24 с.
15. Critchley A., Ohno M. Seaweed resources of the world. – Japan ICA, 1998. – 431 p.
16. Fugita, D. Competition of crustose coralline algae and macroalgae. In: The mechanism of crust-dominated community and the development of its forecast // Jpn. Agr. Fish. Tech. Assoc. – 1997. – Vol. 32. – N 4. – P. 34–48.
17. Kawaguchi T. The influence of forested watershed on fisheries productivity. A new perspective // Intern. Journ. Mar. Sci. Thalassic. – 2003. – Vol. 19. – N 2. – P. 9–12.
18. Masaki T., Fujita D., Akioka H. Observation on the spore germination of *Laminaria japonica* on *Lithophyllum yessoense* (Rhodophyta, Corallinaceae) in culture // Bull. Fac. Fish. Hok. Univ. – 1981. – Vol. 32. – P. 349–356.
19. Nabata, S., Abe, E., Kakiuchi, M. On the "Isoyake" condition in Taisei-cho, south western Hokkaido // Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. St. – 1992. – Vol. 38. – P. 1–14.
20. Yendo K. Corallinae verae of Port Renfrew, Minnesota // Botanical Studies. – 1902. Vol. 2. – P. 711–722.

Секция 1. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В ПРОДУКТЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

УДК 664.955:639.223

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ИКРЫ МИНТАЯ ПРОБОЙНОЙ СОЛЕННОЙ

Э.А. Андреева, В.А. Григорьева

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

Представлен краткий анализ литературных данных о существующих технологиях производства икры минтая пробойной соленой. Приведена типовая технологическая схема и типовые режимы основных технологических операций. Приведен химический состав готовой продукции.

Основным способом консервирования икры рыб является посол. Цель посола – предохранить икру от автолиза и гнилостного разложения. Проникая в икринки, соль способствует извлечению из них некоторого количества влаги, что обусловлено силами осмоса. При этом икринки уплотняются пропорционально содержанию в них соли. Соль также вызывает плазмолиз клеток микроорганизмов, вызывающих порчу икры, и таким образом замедляет развитие микрофлоры.

Исходя из концепции здорового питания, главной проблемой в производстве икорной продукции является снижение содержания поваренной соли и антисептиков, поиск новых технологий консервирования ценного сырья.

Ценным сырьем для производства икорной продукции является икра минтая, уловы которого в настоящее время составляют основу промысла Камчатки.

Абсолютная и относительная масса ястыков икры минтая колеблется в широких пределах и находится в прямой зависимости от степени зрелости и возраста рыбы. Перед началом нереста относительная масса ястыков составляет от 18,9 до 25,8% [1] (в среднем 20% [2]), а сразу же после нереста – от 0,8 до 2% [1]. Изменения показателей ястыков икры минтая в зависимости от стадии зрелости представлены в табл. 1 [1].

Таблица 1

Характеристика стадий зрелости ястыков икры минтая

Стадия зрелости	Описание ястыков
Стадия 2	Ястыки малы, по объему занимают не более 1/5 брюшной полости, длиной около 2–4 см, цвет от бледно-желтого до слабо-оранжевого. Консистенция плотная, на поперечном срезе видна зернистость структурообразующей ястык массы, но икринок нет. Оболочка ястыков гладкая, тонкая. Кровеносные сосуды тонкие слаборазветвленные, слабовыраженные.
Стадия 3	Ястыки по объему занимают не менее 1/3 брюшной полости. Цвет варьируется от бледно-желтого до красноватого. Икринки мелкие, хорошо различимы невооруженным глазом, непрозрачные, при разрезе ястыка икринки отделяются группами по несколько десятков штук. Кровеносные сосуды развиты сравнительно хорошо.
Стадия 4	Ястыки занимают 2/3 и более брюшной полости. Цвет варьируется от желтого до оранжевого. Икринки крупные, непрозрачные, легко отделяются друг от друга. Кровеносные сосуды хорошо развиты, толстые, вздутые.
Стадия 4–5	Основная масса икры непрозрачна, но при осмотре заметны включения более крупных прозрачных икринок. При поперечном разрезе ястыка в центральной его части таких икринок заметно больше, чем на периферийных участках. Икринки свободно отделяются друг от друга, но вытекают из анального отверстия только при надавливании.
Стадия 6	Стадия выбоя. Стенки ястыков воспалены, дряблые. Цвет от бледно- до темно-красного. Внутри ястыков по стенкам заметны отдельные прозрачные икринки, сгустки крови и овариальная жидкость.

Икринки минтая имеют почти правильную шаровидную форму. Оболочка икринок состоит из основной оболочки и наружной поверхности пленки. Толщина оболочки в среднем равна 0,05 мм. Внутри икринок находится желточная масса мелкозернистой структуры без визуально заметных липидов [3, 4].

Традиционно соленую пробойную икру приготавливают в соответствии с ТИ № 81 [5].

Для изготовления соленой пробойной икры используют зрелые ястыки [3–6], полученные при разделке рыбы-сырца, охлажденной, мороженой и соленой рыбы, а также мороженую и соленую ястычную икру, охлажденную и мороженую пробитую икру-полуфабрикат.

Технологическая схема производства икры пробойной соленой представлена на рис. 1.

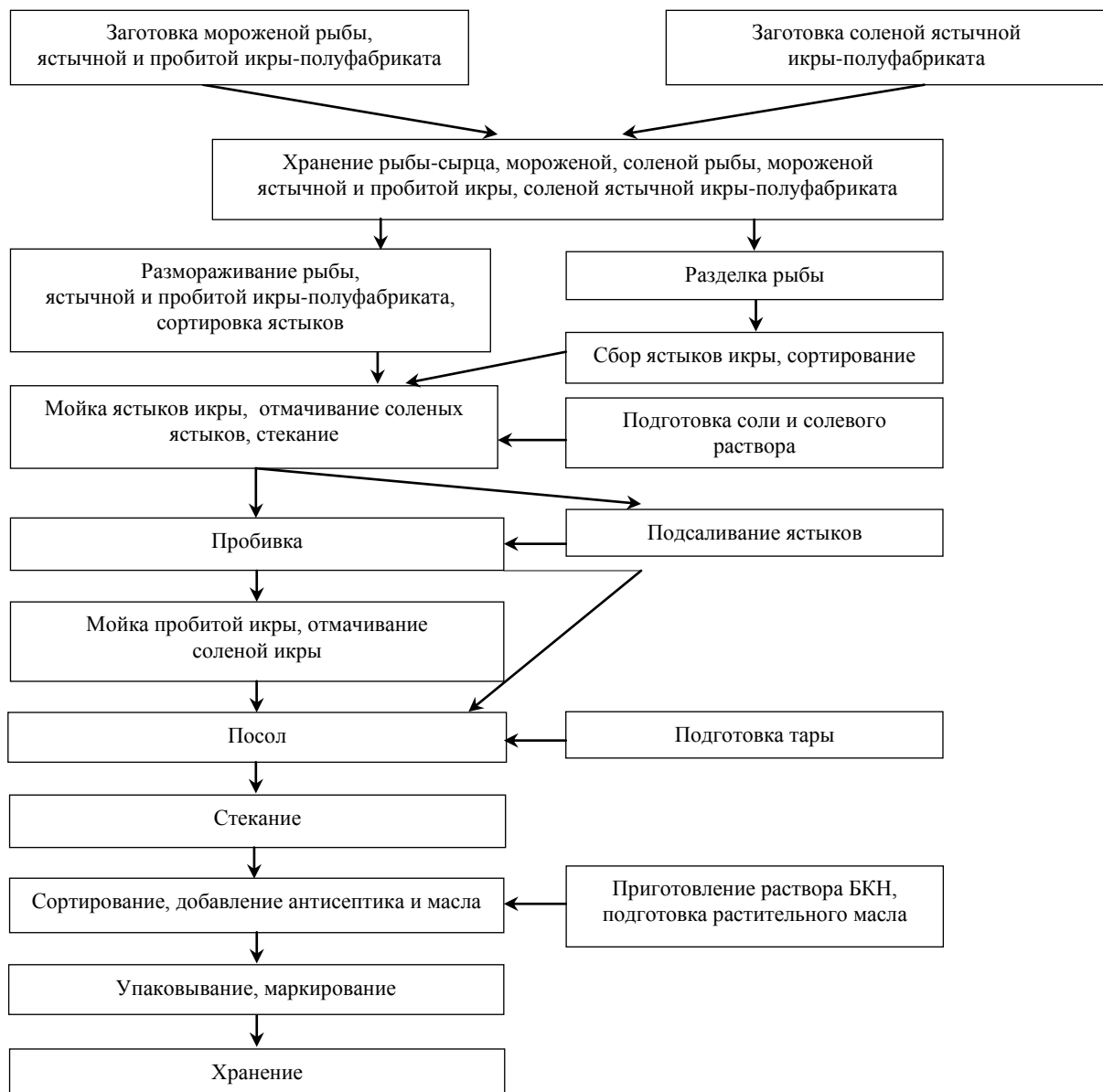


Рис. 1. Технологическая схема производства икры пробойной соленой в соответствии с ТИ № 81 [5]

Основной операцией, обеспечивающей сохранность готовой икры, является посол и внесение антисептика натрия бензойнокислого (БКН) [7].

При изготовлении слабосоленой пробойной икры с массовой долей соли до 10,0% и икры минтая пробойной соленой (из перезрелых ястыков) в процессе посола к икре вместе с солью добавляют 0,1% от массы икры БКН или смесь соли и антисептика. Смесь соли с антисептиком готовят заранее и хранят в хорошо укупоренной посуде в сухом помещении. Допускается изготавливать слабосоленую икру без антисептика при посоле с условием внесения его в готовый продукт перед упаковыванием.

Консервирующее действие БКН (бензойнокислого натрия) заключается в изменении pH, в результате чего создаются неблагоприятные условия для развития микроорганизмов. Бензойная кислота в форме бензойнокислого натрия применяется и как компонент, обладающий противогрибковым действием. БКН представляет собой почти бесцветное кристаллическое вещество с очень слабым запахом, хорошо растворяющееся в воде [8]. Бензойная кислота практически не накапливается в организме человека. Она входит в состав некоторых плодов и ягод как природное соединение. В небольших количествах бензойная кислота образует с глицином гиппуровую кислоту и полностью выделяется с мочой [9].

Как правило, посол икры минтая ведут сухим способом. При сухом посоле икры взвешенную или отмеренную в нужном соотношении по массе соль или смесь соли с антисептиком рассыпают равномерно по всей поверхности загруженной в посольную ванну икры и затем тщательно перемешивают икру с солью деревянной лопаткой (веслом) до полного растворения соли. При посоле икры в посольной машине или в ванне с механической мешалкой соль или смесь соли с антисептиками вносят в икру при непрерывном ее перемешивании.

В начале просаливания икры образуется тузлук, икра светлеет и разжижается, но в дальнейшем постепенно густеет. К концу просаливания икра густеет, перестает приставать к мешалке и при выемке из посольной ванны отделяется пластами [3, 10] (рис. 2).



Рис. 2. Вид икры минтая при сухом способе посола:
а, б – в начале процесса просаливания; в – при окончании просаливания

Продолжительность просаливания икры зависит от ее вида, размера икринок и качества, дозирования соли и температурных условий посола. Ориентировочная продолжительность посола икры минтая от 15 до 45 минут.

При тузлучном посоле используемый для посола икры солевой раствор плотностью $1,20 \text{ г/см}^3$ должен быть предварительно прокипячен, профильтрован и охлажден до температуры $10\text{--}15^\circ\text{C}$. Массовое соотношение икры и солевого раствора 1:3. В процессе просаливания икру непрерывно перемешивают с солевым раствором. Просаливание икры в солевом растворе происходит быстрее, чем при посоле сухой солью. В зависимости от вида и состояния икры ориентировочная продолжительность посола от 1 до 5 минут. Просолившуюся икру без задержки вынимают из посольной ванны и немедленно направляют на стекание для отделения избытка солевого раствора. В икру, посоленную в солевом растворе, перед упаковыванием добавляют БКН [5].

Известна технология соленой деликатесной икры минтая, особенностью которой является сухой посол икры до содержания в ней поваренной соли $3,7\text{--}4,6\%$ и последующее замораживание [11].

На основе пробойной соленой икры минтая готовят кулинарную продукцию, добавляя к икре компоненты по рецептурам. К таким продуктам относят икру деликатесную с ароматизированным уксусом, икру минтая «Провансаль» с добавлением уксусно-сахарного раствора и маринованного лука, икру «Любительскую» с добавлением лимонно-сахарного раствора, икру «Закусочную» с добавлением уксусной кислоты, репчатого лука и черного молотого перца, икру «Бутербродную с чесноком», икру «Бутербродную с перцем» [12].

Соленая пробойная икра минтая – ценный пищевой продукт. В икре содержится в среднем 28,4% белков, 1,9% липидов [13]. Содержание витаминов и минеральных веществ представлено в табл. 2.

Таблица 2

Содержание витаминов и минеральных веществ в 100 г пробойной соленой икры минтая

Витамин	Содержание	Минеральный элемент	Содержание
Ретинол, мг	0,04	Калий, мг	190
β-каротин, мг	0,01	Кальций, мг	35
Токоферол, мг	1,6	Магний, мг	35
Аскорбиновая кислота, мг	2,3	Железо, мкг	1500
Пиридоксин, мг	0,31	Кобальт, мкг	170
Ниацин, мг	0,7	Марганец, мкг	550
Рибофлавин, мг	0,22	Медь, мкг	400
Тиамин, мг	0,67	Никель, мкг	35
Фолацин, мкг	22,0	Молибден, мкг	30

Для расширения ассортимента кулинарной продукции на основе пробойной соленой икры минтая нами предложены технологии икры с добавлением камчатских дикоросов – черемши, рябины, брусники. Помимо достижения специфического приятного вкуса продукта добавление этих дикоросов, обладающих уникальным химическим составом по содержанию пищевых волокон, витаминов, микроэлементов, полисахаридов, биологически активных веществ (антиоксидантов, антисептиков) позволит обогатить традиционную, пользующуюся спросом потребителей продукцию ценными компонентами растительного происхождения.

Литература

1. Леванидов И.П., Никитина И.Н., Орехова Н.В. Технохимическая характеристика икры минтая // Исследования по технологии рыбных продуктов. – 1974. – Вып. 5. – С. 81–93.
2. Тюльзнер М., Кох М. Технология рыбопереработки. – СПб.: Профессия, 2011. – 404 с.
3. Леванидов И.П., Подсевалов В.Н. Технология рыбных продуктов. – Ч. 2. – М.: Гос. изд-во Министерства легкой и пищевой пром-сти, 1953. – 261 с.
4. 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.
5. Инструкция по изготовлению соленой пробойной икры // Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. Т. 2. – М.: ВНИРО, 2003. – С. 391–403.
6. Технология комплексной переработки гидробионтов: Учебное пособие / Т.М. Сафронова, В.Д. Богданов, Т.М. Бойцова, В.М. Дацун, Г.Н. Ким, Э.Н. Ким, Т.Н. Слуцкая; под ред. Т.М. Сафроновой. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – 512 с.
7. Экспертиза рыбы, рыбопродуктов и нерыбных объектов водного промысла. Качество и безопасность / В.М. Позняковский, О.А. Рязанова, Т.К. Каленик, В.М. Дацун; под ред. В.М. Позняковского. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 311 с.
8. Барьерная технология гидробионтов: Учеб. пособие / Г.Н. Ким, Т.М. Сафронова, О.Я. Мезенова, С.Н. Максимова, И.Н. Ким; под ред. Т.М. Сафроновой. – СПб.: Проспект Науки, 2011. – 336 с.
9. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 455 с.
10. 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.
11. Алтухов К.В. Разработка технологии соленой деликатесной икры минтая с использованием низкотемпературной обработки: Автореф. дис.канд. техн. наук. – Владивосток, 2013. – 23 с.
12. Борисочкина Л.И., Гудович А.И. Производство рыбных кулинарных изделий и полуфабрикатов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 223 с.
13. Голубев В.Н., Кутина О.И. Справочник технолога по обработке рыбы и морепродуктов. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 408 с.

УДК 639.3(571.66)

О ПЕРСПЕКТИВАХ БИОТЕХНОЛОГИЙ АКВАКУЛЬТУРЫ НА КАМЧАТКЕ

П.А. Балыкин, Е.Н. Пономарева

*Южный научный центр Российской академии наук,
Ростов-на-Дону*

В статье обобщаются результаты выращивания товарной аквакультуры, в том числе лососевых и осетровых рыб. Особое внимание уделяется перспективам разведения гидробионтов в Камчатском крае.

Общеизвестно, что главное богатство Камчатки – это рыба и морепродукты. Так, в 2012 г. в водах, омывающих полуостров, добыто 1,2 млн т (данные ТИПРО-центра), а суммарная масса доступных промыслу водных биоресурсов превышает 2 млн т [1]. Рыболовство может существовать еще много лет, однако никто уже не утверждает, что богатства морей неисчерпаемы. Буквально на глазах запасы ценных гидробионтов сокращаются. Так, уловы минтая в прикамчатских водах с 2010 по 2012 г. уменьшились с 735 до 657 тыс. т, в перспективе ожидается дальнейшее сокращение запасов минтая [2].

Все очевиднее становится неизбежность добычи нефти и газа на шельфе Охотского и Берингова морей. К каким последствиям это приведет – объяснить не надо. Вся история человечества показывает, что уничтожить природные запасы ему вполне по силам, а вот восстановить – обычно не удается. Ярким примером может являться Азовское море, которое до недавнего времени было одним из важнейших промысловых районов на юге России. Так, главной промысловой рыбой Азовского моря в настоящее время является дальневосточный пиленгас, акклиматизированный еще советскими учеными. А местные виды столь немногочисленны, что возникла опасность, что многие из них, в первую очередь – осетровые рыбы, вообще исчезнут как биологические таксоны.

В последние годы в мире на фоне снижения общего вылова гидробионтов наблюдается подъем и развитие аквакультуры, выращивание гидробионтов в управляемых человеком условиях. Уже в 2011 г. по данным ФАО рыболовство и аквакультура в мировом масштабе поставили 154 млн тонн рыбы, что составило 18,8 кг на душу населения. Следует отметить, что наряду со стабильностью вылова гидробионтов наблюдается рост производства пищевой продукции в секторе аквакультуры, в среднем на 9–10% в год [3].

Преимущества аквакультуры перед рыболовством демонстрируют такие цифры: годовой улов российского дальневосточного флота составляет в последние годы около 3 млн т, тогда как только Китай ежегодно производит около 40 млн т рыбы и других продуктов водного происхождения в основном за счет выращивания. На примере Норвегии можно оценить перспективы товарной аквакультуры и в северных регионах, как вполне благоприятные. Там широкое распространение получило товарное выращивание таких ценных видов, как лосось и форель. В 2012 г. только в Россию было ввезено 120 тыс. т норвежской рыбы на сумму 820 млн евро [4].

Камчатка имеет уникальные природные возможности для развития современных, интенсивных и новых биотехнологий аквакультуры не хуже, чем в Норвегии. Однако «Программа по развитию Аквакультуры на территории Камчатского края на 2013–2020 гг.» предусматривает только строительство трех десятков лососевых рыбоводных заводов в дополнение к имеющимся, при том, что польза от них неочевидна [5]. При наличии достаточного естественного воспроизводства тихоокеанских лососей нет жесткой необходимости заниматься его искусственным разведением, выгоднее осваивать и развивать выращивание товарной рыбы. Себестоимость производства одной тонны рыбной продукции в пересчете на единицу белка меньше чем мяса крупного рогатого скота в 2,6 раза, свиней – в 2,4 раза, птицы – в 1,5 раза.

Известно, что одним из высокоприбыльных направлений товарной аквакультуры является осетроводство. Современные технологии позволяют выращивать осетровых не только на «мясо», но и получать деликатесную икру, когда из созревшей рыбы добывается «черное золото», но она остается живой и еще несколько десятков раз приносит «урожай». Следует сказать, что такое производство развивается не только в странах, где осетры обитают (или обитали) в природных

условиях (США, Канада, страны Европы), но и в других регионах мира. Так, по сообщению сайта Интернета fishres.ru, в 2007 г. 20 т черной икры получено в Уругвае от производителей, содержащихся в специальном хозяйстве, которое построено и функционирует при участии российских научных специалистов из Астрахани. Ежегодно в Европе и Америке создаются новые фермы для производства 200–1000 т осетрины. Современная тенденция такова, что товарное производство продуктов из осетровых рыб в перспективе полностью перекроет объем их экспорта из природных водоемов. Из-за стремительного падения запасов осетровых рыб цены на черную икру ежегодно растут. В странах СНГ рыночная цена на икру осетровых колеблется от 0,5 до 1,5 тыс. долларов за 1 кг, а в США и странах ЕЭС розничные цены варьируют от 4 до 9 тыс. долларов. Цены на мясо осетровых рыб в Европе и Америке составляют от 18 до 22 долларов США за 1 кг. В перспективе мировой рынок продукции из осетровых рыб может быть оценен величиной порядка 25–30 тыс. т рыбы и деликатесной продукции и около 150–200 т икры в год. Объем выращиваемой товарной продукции из осетровых рыб в России составляет около 3,5 тыс. т; Украина, Белоруссия и Молдавия выращивают в сумме около 0,1 тыс. т. Основными видами, культивируемыми в этих странах, являются русский и сибирский осетры, стерлядь, веслонос, гибридные формы осетровых [6]. Современное производство и вылов удовлетворяют эти потребности не более чем на 25–30%. То есть имеются потенциальные возможности для организации производства, продукция которого будет пользоваться широким спросом. В этом плане у Камчатки имеются определенные преимущества. В первую очередь – это тепло подземных вод, которые могут быть использованы для подогрева воды в бассейнах для содержания осетровых рыб. Технология круглогодичного выращивания осетровых рыб (в природных условиях рост рыб зимой прекращается) в модульных системах замкнутого цикла (УЗВ) разработана в Южном научном центре РАН. Новые методы и оптимально подобранное техническое обеспечение позволили сократить сроки выращивания деликатесной осетровой продукции до 8–12 месяцев при наименьших затратах, получить зрелых производителей, дающих икру, через 2–3 года. К преимуществам выращивания рыбы в УЗВ, кроме ускоренного в 3 раза роста по сравнению со стандартными технологиями, относится невозможность биологического загрязнения естественных водоемов, поскольку сброс воды или отходов из таких установок отсутствует. Данные технологии позволяют развивать индустриальное рыбоводство без опасности нарушения естественного баланса природных экосистем. Полученные разработки прошли апробацию в модульной системе аквакомплексов на научно-экспериментальной базе ЮНЦ РАН (2007–2012 гг.) и уже применяются на юге России.

Преимущество выращивания объектов аквакультуры в УЗВ заключается в поддержании параметров водной среды в оптимальных пределах, обеспечивающих жизнедеятельность организма рыбы на разных этапах онтогенеза. Осетровые круглогодично содержатся в бассейнах с замкнутым циклом водоснабжения, в которых поддерживается температура воды на уровне 20–22°, насыщение воды кислородом – 70–85%. Кормление, в отличие от естественных условий, также осуществляют в течение всего года с применением комбикормов различного состава и мелкой, сорной рыбы.

Исследования роста молоди различных видов осетровых рыб в установке замкнутого водоснабжения были проведены нами на молоди стерляди, белуги и гибридной формы осетровых «стерлядь × белуга». Получены следующие результаты: использование интенсивной технологии выращивания осетровых рыб реально обеспечивает получение через 6–12 месяцев товарной рыбы. Так, гибрид «стерлядь × белуга» показал хороший рост и высокую выживаемость. За 12 месяцев выращивания рыбы достигают массы от 1 до 1,5 кг, за 24 месяца – 2–2,5 кг, за 36 месяцев – от 3,5 до 4,5 кг.

Результаты выращивания молоди осетровых рыб представлены в табл. 1. Белуга за 208 суток достигла массы 580 г, гибрид – 484 г, стерлядь – 81,8 г. Общий прирост у белуги и гибрида почти в 6,1 и 6,6 раза превышает таковой у стерляди. Однако следует отметить, что гибридная форма осетровых рыб обладает очень высоким ростом, об этом свидетельствует коэффициент накопления массы, который у белуги составляет 0,72 ед., у гибрида – 0,68 ед. У стерляди коэффициент накопления массы в 2 раза ниже.

Сравнительные показатели гибрида (стерлядь × белуга) и родительских видов осетровых рыб

Показатели	Белуга	Гибрид «стерлядь × белуга»	Стерлядь
Масса начальная, г	3±0,11	3±0,11	3±0,11
Масса конечная, г	584±1,06	487±1,02	81,8±0,64
Общий прирост, г	581	484	78,8
Среднесуточный прирост, г	2,78	2,32	0,38
Коэффициент накопления массы, ед.	0,72	0,68	0,31
Время выращивания, сут	208	208	208

При регулировании параметров водной среды гибридные формы осетровых рыб демонстрируют высокий темп роста, это связано с тем, что от стерляди они унаследовали предрасположенность к пресной воде. Эксперименты по подращиванию рыб до четырехлетнего возраста показали следующие результаты: средняя масса стерляди составила 1,5–2,5 кг, белуги – 10,8–15, 0 кг, гибрида стерлядь × белуга – 5,9–7,5 кг.

В результате разработаны элементы комплексной биотехнологии с целенаправленным формированием искусственной экосистемы, позволяющие моделировать условия водной среды, исключать негативное влияние природно-климатических факторов на разных этапах онтогенеза при выращивании рыб (рис. 1).

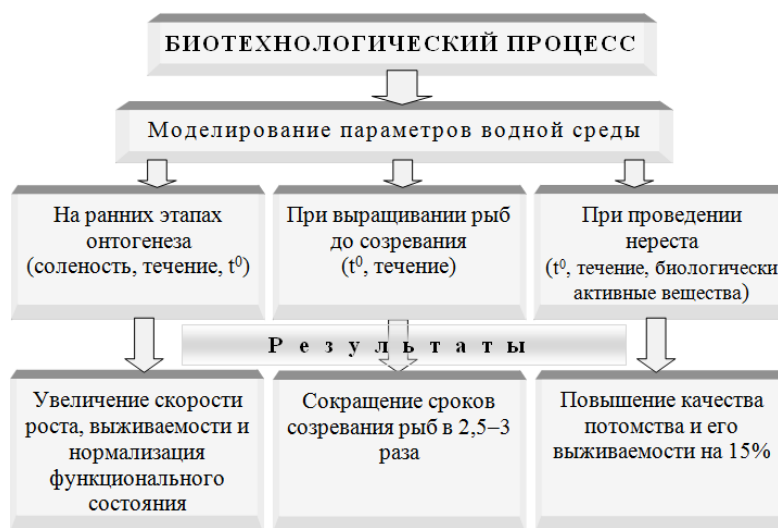


Рис. 1. Комплексная биотехнология воспроизводства и выращивания осетровых рыб

Обоснована структура технологического процесса, складывающегося из взаимоотношения организма рыбы со средой обитания, подобраны оптимальные условия водной среды, абиотические и биотические факторы, способствующие интенсивному росту и развитию рыб.

Поддержание температуры выращивания 20–22°C, оптимальных показателей водной среды, регулирование кормления с использованием биологических ритмов и высокопродуктивных кормов, позволило увеличить плотности посадки до 80 кг/м³, сократить сроки получения товарной продукции средней массой 1,5–2 кг до 8–10 месяцев.

Установлено, что оптимизация показателей водной среды увеличивает интенсивность генеративного обмена репродуктивной системы рыб, сокращает интервал между нерестами. Технология предлагает для преднерестовой подготовки производителей применять разработанную методику комплекса витаминов (С, Е и В₁₂) и обработку икры в период набухания цианокобаламином, что увеличивает созревание самок на 10%, процент оплодотворения на 20, процент развивающихся эмбрионов на 15 и их выход на 20%, а также сокращает аномалии в развитии эмбрионов на 10%.

Использование новых элементов: моделирование искусственной зимы в комплексе с биологически активными веществами (витаминами) вводимыми по специальной схеме, последовательное чередование нагула и нерестовых миграций, регулирование солености, скорости тече-

ния и температуры в период нерестовых миграций, позволило получить 100%-ное созревание производителей, повысить качество репродуктивной икры.

Для повышения уровня гетерогенности получаемого потомства, исключения негативных последствий инбридинга, предложено ежегодное использование 10% долгосрочно хранившихся в жидком азоте репродуктивных клеток самцов из криобанка (при выходе 50% после оплодотворения), что дает возможность применения высококачественной спермы в любое время, устраняет риск несвоевременного созревания рыб и применение большего числа самок в репродуктивных целях. Эксперименты использования криоконсервации репродуктивных клеток рыб подтвердили актуальность этого направления при товарном выращивании осетровых рыб и формировании репродуктивных маточных стад.

Экономические расчеты показали, что окупаемость затрат составит 2,5–3 года. Следует иметь в виду, что в наших экспериментах поддержание нужной температуры воды осуществлялось с использованием электроэнергии; велики также затраты на очистку воды. Если использовать для обогрева геотермальную воду, а для водоснабжения – чистые камчатские источники, то себестоимость, вероятно, может заметно сократиться. Проблема обеспечения кормами тоже может быть решена – на Камчатке имеется комбикормовый завод, а отходы рыбопереработки используются в утилизации.

Конечно, на первом этапе развития товарного рыбоводства на Камчатке неизбежны высокие затраты, например на доставку с материка производителей и посадочного материала, проектирование и строительство предприятий. Однако, оценивая перспективы экономики региона с учетом неизбежного снижения запасов биоресурсов, уже сейчас следует думать о том, какие отрасли могли бы поддержать производство и обеспечить занятость населения. В настоящее время упор сделан на развитие горнорудной промышленности. Но полезные ископаемые – ресурс не возобновляемый, соответственно и это направление деятельности нельзя считать долгосрочным в плане развития Камчатского края. Поскольку сейчас обсуждается «Программа по развитию Аквакультуры на территории Камчатского края», уместно было бы предусмотреть в ней не только меры по развитию лососеводства. Думается, что Камчатский край с его водными и геотермальными ресурсами весьма перспективен для развития товарной аквакультуры. Новые технологии внесут большой вклад в формирование индустрии рыборазведения и развитие фермерства в сфере рыбного хозяйства, дадут возможность конкурировать на внутреннем и внешнем рынке рыбохозяйственной продукции, позволят дать населению Камчатского края дополнительные рабочие места, адаптировать рыбохозяйственный комплекс Камчатки к современным экономическим условиям.

Положительный опыт имеется в других регионах России. Строятся два завода по выращиванию осетров в Рязани и Калуге, проектируется – в Самаре. «Кавиар Кубани» – один из свежих «рыбных» проектов на юге России, в рамках которого планируется организовать в Горячем Ключе производство по выращиванию в бассейнах осетровой рыбы. При выходе на проектную мощность к 2017 г. объем производства составит 96 т икры и 1,2 тыс. т готовой рыбной продукции в год [7].

Опыты по подращиванию молоди осетровых с использованием геотермальных вод ставились в 1970-х гг. в Тюменской области [8]. В наше время гибрид белуги и стерляди (бестер) и сибирский осетр выращиваются на сбросных водах ГРЭС в Приморском крае и Иркутской области. Подобная ферма, наверно, могла бы быть организована и на ТЭЦ-2 в Петропавловске-Камчатском.

Имеются научные разработки в области биотехнологий товарного выращивания камчатского краба, морского гребешка и других высокоценных гидробионтов [3]. Теперь дело за властями и бизнес-структурами и привлечением инвестиционных потоков в аквакультуру.

Литература

1. Балыкин П.А., Карпенко В.И. Водные биоресурсы дальневосточных морей и проблемы их использования // Материалы III Всерос. науч.-практ. конф. «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование». – Петропавловск-Камчатский, КамчатГТУ, 2012. – С. 8–13.

2. Булатов О.А., Бизиков В.А., Кловач Н.В., Борисов В.М., Леонтьев С.Ю., Бражник С.Ю. Запасы водных биоресурсов и перспективы отечественного рыболовства // Рыбохозяйственной науке России – 130 лет: Всерос. конф. Тез. докл. – М.: Изд-во ВНИРО, 2011. – С. 27–28.

3. Практическая аквакультура (разработки ЮНЦ РАН и ММБИ КНЦ РАН). – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. – 284 с.
4. Электронный ресурс. Режим доступа: www.utro.ru/2013/12/13/1163184.
5. Запорожец Г.В., Запорожец О.М. Лососевые рыболовные заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2011. – 268 с.
6. Пономарев С.В., Гамыгин Е.А., Никоноров С.И., Пономарева Е.Н., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России (справочное, учебное пособие). – Астрахань: Нова плюс, 2002. – 264 с.
7. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.fishnet.ru>
8. Пономарев С.В. Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Индустриальное рыболоводство. – М.: Колос, 2006. – 320 с.

УДК 664.951.2

ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПОСОЛА РЫБЫ

М.В. Благонравова, В.Ю. Шапошников

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

В статье обосновывается возможность низкотемпературного посола с использованием сухого посола крупной солью. Приводятся результаты исследования динамики просаливания рыбы солью второго помола в процессе замораживания и последующего холодильного хранения.

Разработанная на настоящий момент технология низкотемпературного посола лососевых путем инъектирования солевого раствора позволяет проводить первичное консервирование лососевых в местах добычи. Интерес вызывает разработка подобной технологии для сельди, посол для которой является основным способом обработки. Вероятно, использование инъектирования в данном случае нецелесообразно. Как известно инъектирование проводится на оборудовании, которое имеет высокую стоимость, требует технического обслуживания, подготовки мест для размещения оборудования и специалистов для его обслуживания. Так как технология низкотемпературного посола предполагает посол рыбы в местах ее добычи, установка и обслуживание такого высокотехнологичного оборудования в условиях производства зачастую невозможно или вызывает значительные проблемы [1].

В связи с вышесказанным встает вопрос о возможности посола путем пересыпания рыбы солью, в частности солью крупного посола. Объектом исследования являлась сельдь тихоокеанская (*Clupea pallasii*). Цель работы – изучение возможности низкотемпературного посола с использованием сухого посола солью крупного помола.

При проведении исследований сельдь разделяли на филе с кожей и пересыпали солью второго помола с двух сторон в количестве 5% от массы рыбы. Пересыпанную рыбу замораживали до температуры минус 18°C и хранили при этой температуре. В процессе замораживания и холодильного хранения в образцах определяли органолептические показатели, содержание соли в наружных и внутренних слоях рыбы, а также температуру рыбы.

Определение содержания соли проводили аргентометрическим методом по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [2]. С этой целью навеску 2–5 г, взвешенную с абсолютной погрешностью не более 0,01 г, помещают в химический стакан и приливают в него мерным цилиндром дистиллированную воду до 245–248 см³, размешивают стеклянной палочкой с резиновым наконечником. Через 25–30 минут настаивания содержимое стакана фильтруют через бумажный фильтр.

В две колбы для титрования отбирают пипеткой 10–25 см³ фильтрата, добавляют 3–4 капли ненасыщенного раствора хромовокислого калия и титруют раствором азотнокислого серебра до исчезающей красновато-бурой окраски.

Массовую долю хлористого натрия (X) в процентах вычисляют по формуле

$$X = \frac{K \times 0,00585 \times V \times V_1 \times 100}{V_2 \times m}, \quad (1)$$

где V – объем водной вытяжки в мерной колбе, см³;

V_1 – объем раствора азотнокислого серебра 0,1 моль/дм³, израсходованный на титрование исследуемого раствора, см³;

V_2 – объем водной вытяжки, взятый для титрования, см³;

m – масса навески исследуемого образца, г;

0,00585 – количество хлористого натрия, соответствующее 1 см³ раствора 0,1 моль/дм³ азотнокислого серебра, г;

K – коэффициент пересчета на точный раствор 0,1 моль/дм³ азотнокислого серебра.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение двух результатов параллельных определений, допустимое расхождение между которыми не должны превышать 0,2%. Вычисления проводят до первого десятичного знака.

Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

Изменение физико-химических показателей рыбы при использовании сухого низкотемпературного способа с применением крупной соли в процессе замораживания и холодильного хранения

Продолжительность хранения рыбы	Температура в слое мяса рыбы, °С			Содержание хлорида натрия в слое мяса рыбы, %		
	Наружный слой без кожи	Внутренний слой	Наружный слой с кожей	Наружный слой без кожи	Внутренний слой	Наружный слой с кожей
0 ч	20			0,3		
1 ч	15	13	15	4,6	3,8	1,7
1 неделя	-18			4,4	4,5	3,0

Как видно из результатов исследования, уже в процессе замораживания (через 1 ч) содержание соли в наружном слое без кожи достигло значений, соответствующих требованиям стандарта для малосоленых сельдей (4–6%) [3]. В то же время интенсивность диффузионно-осмотических процессов недостаточна для достижения необходимой концентрации NaCl во внутренних слоях рыбы в течение 1 ч и массовая доля соли во внутренних слоях достигла лишь 3,8%, что не соответствует требованиям стандарта. Незначительное повышение солёности (до 1,7%) в наружном слое с кожей очевидно связано с препятствием кожи проникновению соли в мясо.

При дальнейшем замораживании происходит перераспределение соли, и содержание соли в наружном слое без кожи и во внутреннем слое достигает значений, соответствующих требованиям стандарта для малосоленых сельдей – 4,4 и 4,5% соответственно, о чем свидетельствуют результаты исследований содержания соли в слоях рыбы по истечении 1 недели холодильного хранения при температуре минус 18°С. В то же время солёность наружного слоя с кожей по-прежнему не достигает значений, требуемых стандартом.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что сухой посол крупной солью, совмещенный с замораживанием и холодильным хранением сельди, разделанной на филе с кожей невозможен. В то же время проведенная работа дает основания полагать, что при разделке на филе без кожи, возможно получить продукт, соответствующий требованиям стандарта по массовой доле соли в мясе рыбы уже в процессе замораживания и в процессе последующего холодильного хранения происходит более равномерное перераспределение соли в мясе рыбы.

Литература

1. Богданов В.Д. Современные технологии производства соленой продукции из сельди тихоокеанской и лососевых [Монография] / В.Д. Богданов, М.В. Благоданова, Н.С. Салтанова. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2007. – 235 с.

2. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Стандартинформ, 2010. – 87 с.
3. ГОСТ 815-2004. Сельди соленые. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2006. – 12 с.

УДК 664.955.2

ПРОБЛЕМАТИЧНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕКИПЯЧЕННЫХ СОЛЕВЫХ РАСТВОРОВ В ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛОСОСЕВОЙ ИКРЫ

В.В. Воробьёв

*Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,
Москва*

Рассматриваются проблемы безопасности и качества при изготовлении икры лососевых рыб некипяченными солевыми растворами. Приведены результаты микробиологических исследований лососевой икры, изготовленной с использованием «холодных тузлуков» и кипяченым раствором поваренной соли.

Частое нарушение предприятиями санитарно-эпидемиологических норм и требований законодательства в области безопасности пищевого сырья и продуктов питания является основной причиной, угрожающей здоровью россиян, приводящей к развитию многих скрытых патологий, нарушению метаболизма организма, и как следствие к эндокринным расстройствам, сердечно-сосудистым и другим социально значимым заболеваниям среди населения.

Применение за последние двадцать лет различных химических консервантов и пищевых добавок при изготовлении соленой икры дальневосточных рыб не способствовало повышению уровня качества и безопасности. В этот период уровень качества и безопасности лососевой икры значительно ухудшился, и тенденция снижения безопасности икры приобрела хронический характер. По данным Испытательных лабораторий «ВНИРО-ТЕСТ» и других организаций, аттестованных Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии и Госстандартнадзором РФ, систематически проводящих экспертизу образцов икры лососевых рыб, поступающих от контролирующих органов, в разные годы не соответствовали требованиям нормативной документации от 30% – баночной икры до 90% – в потребительской таре [1]. Сегодня на рынке и торговых сетях реализуется более 50–70 % лососевой икры, опасной для здоровья и жизни людей. В начале августа 2007 г. жители столицы обращались в больницы Москвы с симптомами острого отравления икрой лососевых рыб, порча которой возникла из-за нарушений технологии производства, неконтролируемого использования химических консервантов и правил хранения деликатесной продукции [2].

В течение многих лет проведенные экспертизы лососевой зернистой икры Л.Р. Копыленко и др. показали, что требованиям СанПиН и ГОСТ по микробиологическим и органолептическим показателям не соответствовали в разные годы от 41,7–52% до 90% [3]. Причинами ухудшения качества и микробиологической безопасности лососевой икры являются нарушения требований технологической инструкции и технологических регламентов в ходе основных этапов производства деликатесного продукта и условий его хранения. При изготовлении икры лососевых рыб важны все требования основных этапов технологии – от степени свежести выловленной рыбы, ее разделки и подаваемых икорных ястыков на обработку, пробивки ястыков на бутарах, соблюдения санитарных требований обработки икорных цехов и технологического оборудования, до приготовления растворов поваренной соли – тузлуков, и дифференциально-разностного процесса посола лососевой икры в зависимости от стадии ее зрелости и прочности оболочки икринок.

Технология приготовления раствора поваренной соли многие десятилетия основывается на классическом научно обоснованном методе. Чистую пресную воду подают в солеконцентратор слабой струей через душирующее устройство на слой поваренной соли высотой 35–40 см. Полуценный солевой раствор плотностью 1,20 г/см³ повторно пропускают через слой в солеконцентраторе. Изготовленный насыщенный солевой раствор нагревают в котле до кипения и кипятят в течение 25–35 минут, после чего сливают через фильтр в чистую емкость для охлаждения, от-

стаивания и хранения до употребления. Отстаивание прокипяченного солевого раствора перед употреблением для посола икры необходимо осуществлять не менее 10 суток [4]. Используемая для приготовления солевого раствора пресная вода должна соответствовать требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода». При этом необходимо учитывать ряд важных показателей воды: уровень минерализации, водородный показатель pH, общая жесткость, щелочность воды, стабильность воды, органические вещества, фенольный индекс, цветность и микробиологическая загрязненность. Поваренная соль должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 51574-2000 «Соль поваренная пищевая. ТУ». При приготовлении тузлуков для посола икры необходимо использовать поваренную соль с наименьшими примесями ионов калия и магния, которые существенно влияют на органолептические показатели и качество соленой лососевой икры.

Сначала 90-х годов XX столетия стало развиваться новое научное направление электрохимическая активация (ЭХА) и разработка различных технологических процессов с использованием электрохимически активированных сред. Сущность явления ЭХА состоит в том, что разбавленные растворы минеральных солей (обычная питьевая вода) в результате анодной или катодной обработки в диафрагменном электрохимическом реакторе переходят в метастабильное состояние, характеризующееся аномальной физико-химической активностью, которая постепенно снижается по времени. В период релаксации ЭХА-среды проявляют свои основные технологические свойства [5]. Широкую известность в России и за рубежом получили установки СТЭЛ, которые обеспечивают экологически чистыми стерилизующими и дезинфицирующими растворами (анолитом типа АНК), используемые для дезинфекции и стерилизации медицинского оборудования, для обеззараживания семян, свеклы и другого сырья, обработки воды, технологического оборудования на пищевых производствах.

Вместо традиционно приготовленных солевых растворов для посола икры в 1996–2002 годах В.Г. Ежовым с соавторами был разработан и апробирован новый метод консервирования лососевой икры «холодными тузлуками» на основе синтезированного в установке СТЭЛ электрохимически активированного раствора хлорида натрия – анолита нейтрального [6]. Обработку осуществляли погружением икры радужной форели, нерки и горбуши в активированный раствор хлорида натрия концентрацией 0,5–1,0%, соотношение икры и анолита – 1:3, продолжительность обработки не превышала 1 минуты. Режим обработки устанавливали с учетом исходного состояния икры-сырца, начальной обсемененности и упругости оболочек икринок, задаваемого содержания поваренной соли в продукте, прогнозируемых сроков хранения икры. Содержание поваренной соли в опытных образцах икры составляло 3,5–4,3%. Изготовленная лососевая икра новым способом с использованием анолита, по данным исследователей, обеспечивала в процессе хранения стабильность биохимических, физико-химических и органолептических показателей и по микробиологическим показателям безопасности соответствовала требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01.

Однако нашими исследованиями в 2009–2010 гг. выявлено, что у изготовленной лососевой икры с использованием анолита существенно изменяется вкус до неестественного и несвойственного лососевой икре, это искажение вкуса отчетливо различалось даже при добавлении в икру используемых консервантов – уротропина и сорбиновой кислоты. Выработанный в установке СТЭЛ нейтральный анолит АНК представляет собой бесцветную прозрачную жидкость с незначительным запахом хлора, содержащие высокоактивные соединения хлора (HClO , ClO^\bullet , ClO_2 , ClO^- , Cl^\bullet) и кислорода (HO_2 , HO^\bullet , H_2O_2 , O_3 , O_2 , O^\bullet) в рабочей концентрации. Содержание активного хлора 100–500 мг/л, pH раствора $7,7 \pm 0,5$. Водородный показатель анолита АНК колеблется от pH 7,2 до pH 8,2! При минерализации раствора до 1 г/л содержание оксидантов в анолите АНК составляет от 500 до 700 мг/л и выше.

Нами экспериментально установлено, что pH свежей икры лососевых рыб колеблется от pH 5,9 до pH 6,2, а после посола в растворе поваренной соли pH икры незначительно возрастает до значений 6,0–6,3. В процессе посола икры анолитом АНК происходит существенный сдвиг pH в щелочную среду, что и является основной причиной искажения естественного вкуса, присущего лососевой икре, изготовленной с традиционным приготовленным по ТИ тузлуком. Установлено, что нейтральный анолит проявляет прооксидантное действие и способствует ускорению окислительных процессов, происходящих в липидах и белках икры, так как действующие вещества анолита АНК представлены гидропероксидными и хлоркислородными оксидантами.

В начале нового века ООО «Технологическое оборудование» разработало установку УХПТ 1000 и УХПТ 2000 для приготовления холодного раствора поваренной соли, но без кипячения и отстаивания

вания, как это предусмотрено действующей в рыбной отрасли технологической инструкцией. В солеконцентраторе УХПТ происходит растворение поваренной соли в воде до насыщения раствора $1,18-1,19 \text{ г/см}^3$. Получение обеззараженного раствора поваренной соли осуществляется двумя операциями: 1 – растворение хлорида натрия методом однократного прокачивания воды через определенный слой соли (30–40 см) – получение «грязного» тузлука; 2 – обеззараживание «грязного» тузлука методом ультрафильтрации – прокачивания «грязного» тузлука через полое ультрафильтрационное волокно с пределом задержания 100000 Дальтон. В ходе работы установки УХПТ предусмотрена химическая промывка (обратная и прямая). **Обратная промывка** осуществляется «чистым» тузлуком для очистки фильтра от накопившейся в нем грязи от соли и воды. **Прямая промывка** «грязным» тузлуком дополнительно вымывает грязь из фильтра. Продолжительность промывки фильтра в обоих циклах не превышает одной минуты. Установленный фильтр на УХПТ фактически не меняют в течение всей лососевой путины – 40–60 дней.

Руководством по эксплуатации установки УХПТ предусмотрено использование воды питьевой по ГОСТ 2874-82, соли поваренной по ГОСТ Р 51574-2000. На Камчатке и Сахалине предприятия, изготавливающие лососевую икру и пищевую рыбную продукцию, в основном используют соль поваренную пищевую каменную помол № 2 первого сорта ОАО «Тыретский солерудник» из Иркутской области. Однако эта соль для приготовления тузлуков и последующего посола икры визуально грязная, так как содержит достаточно много примесей.

В ходе проведенных нами исследований в 2012 г. на рыбообрабатывающем предприятии Камчатки было установлено, что способ посола «холодными тузлуками» имеет серьезные недостатки и не обеспечивает требуемые показатели качества и безопасности, предъявляемые к лососевой икре, особенно по показателям микробной обсемененности.

С целью проведения исследований влияния посола лососевой икры «холодными тузлуками» были проведены экспериментальные работы и заготовлены опытные партии икорной продукции. За контроль принимали лососевую зернистую икру, изготовленную по традиционной технологии, предусматривающей посол кипяченым и отстоянным раствором поваренной соли. Для чистоты эксперимента опытную и контрольную партии лососевой икры изготавливали без консервантов и пищевых добавок.

Полученные результаты микробиологических исследований опытной и контрольной партии лососевой икры кеты, представленные в табл. 1, икры горбуши – табл. 2, свидетельствуют о явном влиянии посола «холодными тузлуками», изготовленными на установке УХПТ 2000, и прокипяченным раствором поваренной соли, на микробиологические показатели продукции.

Представленные данные микробиологических исследований свидетельствуют о том, что лососевая икра, изготовленная с использованием посола «холодными тузлуками» не соответствует гигиеническим требованиям безопасности икорной продукции СанПиН 2.3.2.1078-01 и не может подвергаться дальнейшей переработке и реализации через торговые сети. Однако по причине отсутствия многоуровневого государственного контроля по безопасности пищевой продукции в нашей стране, как на производстве, так и в торговых сетях, значительные объемы опасных продуктов питания, в том числе и рыбной, покупаются и употребляются россиянами, что, безусловно, отражается на их здоровье.

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в образцах лососевой икры, обработанной «холодными тузлуками», превышает нормативно допустимый предел КОЕ в 1 грамме икры. Это вызвано обсемененностью различной микрофлорой поваренной соли, используемой для приготовления солевых растворов для посола икры лососевых рыб.

В 1 г соли, поступающей на рыбообрабатывающие предприятия, содержится в среднем от 10^1 до 10^3 клеток микроорганизмов. Видовой состав микроорганизмов поваренной соли разнообразен и представлен споровой микрофлорой, а также бактериями родов *Bacillus*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Corynebacterium*, *Sarcina*, спорами микроскопических грибов, дрожжами и в небольшом количестве бактериями родов *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*. При кипячении и дальнейшем длительном отстаивании растворов поваренной соли и обеспечивается высокий уровень качества тузлука для технологического дифференциально-разностного посола икры лососевых рыб. Если поваренная соль чрезмерно загрязнена, то ее прокачивают при температуре не ниже 150°C в течение 0,5–2 часов. Это необходимые меры в технологии изготовления лососевой икры, которые обеспечивают стабильность качества и безопасности деликатесной продукции.

В опытных образцах икры кеты и горбуши обнаружены бактерии группы кишечных палочек (БГКП), что может являться основанием запрета использования питьевой воды для приготовления «холодных тузлуков» и применения их для технологического посола икры лососевых рыб. Развивающиеся колибактерии (родов *Escherichia* и *Enterobacter*), можно считать показателями фекального загрязнения и обнаружение их в свыше допустимом количестве в готовом продукте свидетельствует о категорической непригодности и недопустимости использования такой питьевой воды в пищевом производстве.

Таблица 1

Микробиологические показатели образцов лососевой икры кеты, изготовленной с использованием различных растворов поваренной соли

Наименование определяемых показателей	Нормы по НД	Значения икры при обработке «Холодным тузлуком»	Значение икры при обработке «Кипяченым тузлуком»	НД на метод испытаний
КМАФАнМ, КОЕ/г	$1,0 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$4,7 \times 10^3$	ГОСТ 10444.15-94
БГКП (колиформы) в 1,0 г	не допускается	обнаружено	не обнаружено	ГОСТ 50474-93
<i>S. aureus</i> в 1,0 г	не допускается	не обнаружено	не обнаружено	ГОСТ 10444.2-94
Патогенные м/о, в том числе сальмонеллы в 25 г	не допускается	не обнаружено	не обнаружено	ГОСТ 50480-93
Сульфитредуцирующие клостридии в 1,0 г	не допускается	обнаружено	не обнаружено	ГОСТ 29185-91
Плесени, КОЕ/г, не более	50	не обнаружено	не обнаружено	ГОСТ 10444.12-88
Дрожжи, КОЕ/г, не более	300	250	150	ГОСТ 10444.12-88

Таблица 2

Микробиологические показатели образцов лососевой икры горбуши, изготовленной с использованием различных растворов поваренной соли

Наименование определяемых показателей	Нормы по НД	Значения икры при обработке «Холодным тузлуком»	Значение икры при обработке «Кипяченым тузлуком»	НД на метод испытаний
КМАФАнМ, КОЕ/г	$1,0 \times 10^5$	$4,8 \times 10^6$	$6,5 \times 10^3$	ГОСТ 10444.15-94
БГКП (колиформы) в 1,0 г	не допускается	обнаружено	не обнаружено	ГОСТ 50474-93
<i>S. aureus</i> в 1,0 г	не допускается	не обнаружено	не обнаружено	ГОСТ 10444.2-94
Патогенные м/о, в том числе сальмонеллы в 25 г	не допускается	не обнаружено	не обнаружено	ГОСТ 50480-93
Сульфитредуцирующие клостридии в 1,0 г	не допускается	обнаружено	не обнаружено	ГОСТ 29185-91
Плесени, КОЕ/г, не более	50	не обнаружено	не обнаружено	ГОСТ 10444.12-88
Дрожжи, КОЕ/г, не более	300	350	150	ГОСТ 10444.12-88

В опытных партиях икры кеты и горбуши, обработанной «холодными тузлуками» обнаружены микроорганизмы, обладающие токсигенными свойствами – сульфитредуцирующие клостридии (*Clostridium*). Эта группа микроорганизмов наиболее опасна как остаточная микрофлора в пищевых продуктах. Свойства мезофильных клостридий разнообразны – они разлагают белки и сбраживают углеводы, расщепляют пектиновые вещества, крахмал [7]. Пищевые отравления вызывают два вида микроорганизмов – *Cl. botulinium* и *Cl. perfringens*.

Среди клостридий наиболее распространены виды с субтерминальным и, в меньшей степени, центральным расположением спор. Они делятся на три подгруппы. Подгруппа А. Гнилостные клостридии (*Cl. sporogenes*) – разлагают преимущественно белки, имеют очень термоустойчивые споры, вызывают почернение продукта и тары, не развиваются при рН ниже 5,6. Подгруппа Б. Это *Cl. botulinium* и токсигенные *Cl. perfringens* – разлагают белки, но могут сбра-

живать углеводы. *Cl. perfringens*, штаммы типа А, В, С, D, Е, F – наиболее опасные из них типы А, С и F. В основном развиваются в мясных и рыбных продуктах. Они широко распространены в природе – встречаются на сырье растительного и животного происхождения, в воде, пряностях, крупе, муке. При pH выше 5,6 в продуктах почти всегда образуются токсины *Cl. perfringens*. Значение концентрации водородных ионов (pH) в икре лососевых рыб в среднем составляет 5,9–6,3. Согласно данным исследований ученых, *Cl. perfringens* были обнаружены в 21,5–45% кишечника салаки, в 21% кишечника кильки, в 33% кишечника ряпушки и 19% кишечника корюшки, а также в 71,4% кишечника креветок [8]. Кроме того, *Cl. perfringens* найдены в 0,6% образцов воды.

В нашей стране токсикоинфекции, вызываемые *Cl. perfringens*, составляют около 2% общего числа фиксированных пищевых отравлений, причем наиболее часты и лучше изучены пищевые токсикоинфекции, вызванные типом А. Заболевания чаще протекают в легкой форме, но бывают и тяжелые формы, кончающиеся даже летальным исходом [9]. Случаи отравления от рыбных продуктов в меньшей степени известны, поскольку в России ежегодное употребление рыбной продукции не превышает 10–12 кг на одного человека, по сравнению с мясными продуктами. Учитывая широкое распространение *Cl. perfringens* в окружающей среде, а также в содержимом кишечника рыбы, рыбные и икорные продукты должны строго контролироваться в отношении обсемененности этими микроорганизмами.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о недопустимости использования «холодных тузлуков» для посола икры лососевых рыб. Дегустация опытных партий лососевой икры кеты, горбуши и нерки показала, что уже через 20–30 суток, даже при хранении при температуре минус 2 – минус 4⁰С, икра приобретает слегка кисловатый вкус и посторонний запах, не свойственные лососевой икре данных видов рыб. И дальнейшее ее хранение приводит к усилению порочных свойств, обусловленных многими микроорганизмами, и в первую очередь, БГКП (колиформы) и *Cl. perfringens*.

Серьезные опасения и беспокойство вызывает массовое явление образования чирьев и фурункулов на руках мастеров икрынщиков и работников икорного цеха, соприкасающихся в процессе производства с «холодными тузлуками». Этими «холодными тузлуками» ополаскивают грохоты, посольные емкости, сепараторы, емкости для стечки тузлука и другое технологическое оборудование, что приводит к дополнительному обсеменению опасными микроорганизмами. Ряд предприятий отказались использовать установки УХПТ для изготовления «холодных тузлуков» и перешли на кипячение и отстаивание растворов поваренной соли.

Результаты наших исследований показали, что при производстве икры лососевых рыб нельзя использовать для приготовления «холодных тузлуков» установки СТЭЛ и УХПТ, не обеспечивающих требуемый по СанПиН 2.3.2.1078-01 уровень безопасности и качества лососевой икры. Необходимо строго соблюдать требования изготовления кипяченных солевых растворов для посола лососевой икры в соответствии с технологическим регламентом, обеспечивающих санитарно-гигиенические нормативы безопасности деликатесного икорного продукта.

Литература

1. *Абрамова Л.С., Копыленко Л.Р., Филиппова С.В.* Некоторые аспекты проблемы качества и безопасности икры лососевых рыб // Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов: материалы второй междунар. науч.-практ. конф. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – С. 291–292.
2. *Афанасьева О.В.* Продукты: полезные или опасные? – СПб.: Вектор, 2008. – 180 с.
3. *Копыленко Л.Р., Платонова Н.А., Хамзина А.К., Ахмерова Е.А.* Проблемы качества и безопасности зарнистой икры рыб // Рыбное хозяйство. – 2011.– № 5. – С. 111–115.
4. Инструкция по изготовлению лососевой зернистой икры // Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. Т. 2. – М.: «Колос», 1994. – 590 с.
5. Электрохимическая активация: очистка воды и получение полезных растворов. / Под ред. В.М. Бахира/ – Изд-во «Маркетинг Саппорт Сервисиз», 2001. – 176 с.
6. *Ежов В.Г., Богерук А.К., Маслова Г.В.* Экологически чистый способ приготовления зернистой рыбной икры. Патент № 2118885, 1998 г.
7. *Панов В.П., Кострова Е.И., Панов А.В.* Микробиология продуктов питания и объектов окружающей среды. – М.: Агар, 2004. – 142 с.

8. Равич-Щербо Ю.А., Иванова С.И. Практическое руководство по микробиологии производства рыбных консервов и пресервов. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – 85 с.

9. Дутова Е.Н., Гофтарш М.М., Призренова И.И., Сазонова А.С. Техническая микробиология рыбных продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 270 с.

УДК 664.95.014

РАЗРАБОТКА ЭКСПРЕСС-МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИКОРНОЙ И РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ

В.В. Воробьев

*Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова,
Москва*

В статье рассматриваются экспресс-методы определения токсичности пищевого сырья и икорных продуктов на основе использования инфузорий *Stilinichia mytilus* и *Tetrahymena pyriformis*. Приводится пример ускоренной биотис-оценки определения биологической безопасности и токсичности лососевой икры с консервантом «Варэкс-2», выработанной по ГОСТ Р 52336-2005, и консерванта Сорбат калия Е202.

Обеспечение безопасности пищевой продукции является основополагающим фактором повышения качества жизни россиян и успешного социально-экономического развития Российской Федерации. Употребление некачественных и опасных продуктов питания приводит к существенным метаболическим и эндокринным расстройствам, повышению уровня заболеваемости и нарушению здоровья у детей, подростков и взрослого населения, а также к негативным демографическим процессам в стране.

Недостаточно обоснованное вступление России в ВТО еще больше осложнило ситуацию в вопросе обеспечения продовольственной безопасности страны. В настоящее время население страны обеспечивается продуктами питания отечественного производства менее чем на 60%, а крупные административно-промышленные центры зависят от поставок по импорту на 70–80%. Поставляемые по импорту продукты питания очень часто не соответствуют гигиеническим нормативам, как по качественным и безопасным характеристикам, так и по срокам хранения. Многие отечественные и особенно импортные продукты питания содержат различные пищевые добавки: консерванты, усилители вкуса, загустители, красители, эмульгаторы и др. Употребление в пищу таких опасных продуктов, безусловно, неблагоприятно влияет на состоянии здоровья не только ныне живущих россиян, но и будущих поколений, и потому такие опасные продукты питания относят к опасным средствам (биологическому оружию) для нации.

В настоящее время в РФ нет эффективной системы контроля, не осуществляется госорганами должный контроль по безопасности и качеству пищевого сырья и изготавливаемых продуктов питания. Требования СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» фактически не соблюдаются многими предприятиями пищевых отраслей и общественного питания [1]. СанПиН 2.3.2.1078-01 регламентирует контроль безопасности продуктов по многим показателям: уровню токсичных элементов, химических соединений, пестицидов, нитрозаминов, антибиотиков, полихлорированных бифенилов (ПХБ), микотоксинов, радионуклидов; микробиологическим показателям (КМАФАнМ, БГКП (колиформы), сульфитредуцирующие кластридии, патогенные, сальмонеллы, плесени, дрожжи и т.п.). Определение указанных показателей безопасности требует современной аппаратно-приборной базы, химических реактивов, квалифицированного персонала, достаточно длительного времени и значительного финансирования.

Наиважнейшим звеном в комплексе мер реализации концепции продовольственной безопасности является создание эффективной системы контроля по безопасности и качеству пищевого сырья и изготавливаемых из него продуктов питания. Для решения этой задачи многие десятилетия традиционно привлекается весь комплекс эколого-токсикологических, химико-аналитических и санитарно-гигиенических методов. Однако этот путь связан с большими трудо-

емкими затратами по времени и финансовым средствам. Прежде всего, это относится к химико-аналитическим и санитарно-гигиеническим методам контроля, результаты которых известны только через 2–7 суток и, самое главное, не учитывают суммационного действия всей гаммы токсикантов аддитивной, синергической или антагонистической направленности.

Существующие методы определения множества единичных показателей безопасности пищевого сырья и продуктов питания не могут обеспечить достоверного ускоренного контроля качества. Поэтому необходимо введение одного обобщенного критерия безопасности пищевого сырья и готовой продукции, дифференцированно характеризующего уровень контролируемого допустимого порога безвредности продукта.

Таким обобщенным показателем априори, вероятно, должен быть объективный показатель «общая токсичность», информирующий и предупредительно-указывающий об опасности в случае употребления небезопасных продуктов питания, а также о возможной угрозе отравления и неблагоприятного воздействия на здоровье и жизнь населения страны. Показатель «общая токсичность» позволяет научно обоснованно регламентировать порог допустимой безвредности пищевого сырья, полуфабрикатов и любых пищевых продуктов (мясных, рыбных, молочных, хлебобулочных, кондитерских, овощных и т.д.).

Достаточно широкое использование получил метод, в котором общая токсичность определяется с помощью биологического экспресс-метода, и где в качестве тест-объекта используются инфузории стилонихии – *Infusoria stilinichia mytilus*. Метод основан на качественном и количественном определении ответных реакций инфузорий стилонихий на действие токсических веществ различной природы (бактериальной, грибковой и химической).

Метод апробирован на различных типах растительного и животного сырья, рыбной и мясной продукции, комбикормах. Реакции тест-организмов на сырье и продукты откалиброваны по ответным реакциям арбитражных биотестов (мыши, кролики) и объектов выращивания (рыбы, птицы, сельскохозяйственные животные), что позволяет дать количественную характеристику доброкачественности продукта для конкретного объекта выращивания. С учетом времени подготовки образца продукта определение токсичности одной пробы занимает 1,5–2 часа, 10 проб (при одновременной их постановке) – от 3-х до 4-х часов. Для сравнения – при использовании арбитражных методов на мышах (внутрижелудочное введение экстракта) и кроликах (кожная проба) результаты получают соответственно через 3–4 и 7–10 суток. Производственные проверки на ряде предприятий и в производственных лабораториях системы Минсельхозпрода РФ показали 80–90% сходимость результатов определения токсичности комбикормов и сырья экспрессным методом на инфузориях – стилонихиях и арбитражными методами.

При использовании общей токсичности пищевого сырья и продуктов питания впервые регламентируется обобщенный показатель «общая токсичность» с научно обоснованным установленным уровнем порога допустимости безвредности пищевого сырья, полуфабрикатов и различных пищевых продуктов.

Вторым из наиболее распространенных методов по определению токсичности продуктов животного происхождения является метод с использованием реснитчатых инфузорий *Tetrahymena pyriformis* [2]. Это связано с тем, что эти простейшие по основным этапам обменных процессов во многом сходны с высшими организмами. У инфузорий *Tetrahymena pyriformis* глубоко изучена экология, морфология, биология, биохимия, иммунология, генетика, реакция на воздействие различных физических, химических и биологических агентов. Экспресс-метод биологической оценки с использованием инфузории *Tetrahymena pyriformis* имеет ряд преимуществ перед методами биологической оценки высших животных. При анализе учитывается результат воздействия на инфузории только изучаемого продукта. Инфузории характеризуются высокой интенсивностью обмена веществ, в результате чего более быстро проявляют свою анаболическую реакцию на исследуемый продукт [3, 4].

Эти методы компактны, профессионально безвредны, не требуют дорогостоящего оборудования и реактивов, и их можно использовать как в научно-исследовательской работе, так и в условиях производства для постоянного контроля качества и безопасности вырабатываемой пищевой продукции, а также в системе общественного питания.

В последнее время многие разработчики «новых технологий» по изготовлению пищевой рыбной и икорной продукции занимаются поиском новых «эффективных» химических консервантов и пищевых химических добавок, и на их основе создаваемых многокомпонентных «пре-

миксов». Негативное воздействие многих химических консервантов и пищевых добавок на здоровье человека достаточно давно изучено и хорошо известно. Подавляющая часть пищевых добавок и вкусоароматических химических веществ является выраженными иммунодепрессантами и иммуносупрессорами, а многие из них обладают канцерогенным, мутагенным, тератогенным и эмбриотоксическим эффектами, острой токсичностью, создающими многофакторную опасность отдаленных последствий для здоровья и жизни людей, особенно, подрастающего поколения россиян [5–7]. Однако проблема широкого научно необоснованно и немотивированного, «узаконенного» Роспотребнадзором, использования большой группы химических консервантов и пищевых химических добавок при изготовлении рыбной продукции, осетровой и лососевой икры и последствия нанесения непоправимого вреда здоровью и жизни людей от употребления такой опасной продукции, является важнейшей задачей, которую необходимо безотлагательно решать на государственном уровне [7].

Результаты проведенных нами в 2009–2012 годах экспериментальных работ по влиянию консервантов и химических пищевых добавок на лососевую икру с использованием инфузорий *Tetrahyena pyriformis* достаточно подробно представлены в научно-практических и производственных [8–10] и других изданиях.

Целью работы являлось определение биологической безопасности и токсичности лососевой икры, изготовленной с разрешенным химическим консервантом «Варэкс-2», а также идентификация «Варэкс-2» и определение общей токсичности. В работе применяли метод информационно-ускоренной оценки качества, безопасности и токсичности лососевой икры, консервантов и пищевых добавок на инфузориях *Stilinichia mytilus*.

Икра зернистая лососевая (нерки, кеты и горбуши) без пищевых добавок и консервантов (контрольные партии) в соответствии с требованиями ГОСТ была изготовлена в производственных условиях из свежих ястыков нерки в августе 2012 г. на Камчатке. С разрешенной Роспотребнадзором химической пищевой добавкой «Варэкс-2» в соответствии с ГОСТ 52336-2005 «Икра зернистая лососевых рыб. ТУ» были изготовлены экспериментальные партии икры нерки.

Кроме того, нами были приобретены в торговой сети образцы икры лососевой «Очень изысканная икра лососевая редких пород рыб (нерка, горбуша) с пищевой добавкой «Варэкс-2», первый сорт, масса нетто одной упаковки 260 г (в стеклянной банке). Состав: икра лососевая зернистая, соль, растительное масло, Варэкс-2 (с содержанием сорбиновой кислоты). Икра нерки с «Варэкс-2» изготовлена (расфасована) ООО «Путина» в г. Сертолово Ленинградской области. Фактически икру нерки изготовило производственное предприятие на Сахалине.

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 52337-2005 опыты ставили в острых 1-часовых и 24-часовых экспериментах. Расчеты безвредных концентраций икры лососевой «Очень изысканная икра лососевая редких пород рыб (нерка) с пищевой добавкой «Варэкс-2» и контрольной икры лососевой (нерка) без консервантов осуществляли по результатам острых опытов. Результаты биотестирования икры «Очень изысканная икра лососевая редких пород рыб (нерка) с пищевой добавкой «Варэкс-2» и контрольной икры лососевой (нерка) без консервантов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние консерванта «Варэкс-2» на выживаемость инфузорий и токсичность соленой икры нерки

№ п/п	Образец	Разбавление	Выживаемость инфузорий, %	Степень токсичности
1	Натрий хлор (раствор)	5%	92	нетоксичный
2	Натрий хлор (раствор)	2,5%	89	нетоксичный
3	Икра лососевая б/к, контроль	неразбавленная	94	нетоксична
4	Икра лососевая б/к, контроль	1:2	96	нетоксична
5	Икра лососевая б/к, контроль	1:4	97	нетоксична
6	Икра лососевая с Варэкс-2	неразбавленная	0	токсична
7	Икра лососевая с Варэкс-2	1:2	28	токсична
8	Икра лососевая с Варэкс-2	1:4	76	слабо токсична

Полученные данные свидетельствуют о существенной токсичности образца икры лососевой «Очень изысканная икра лососевая редких пород рыб (нерка) с пищевой добавкой «Варэкс-2». При этом образец икры лососевой «Очень изысканная икра лососевая редких пород рыб (нерка) с пищевой добавкой «Варэкс-2» проявлял токсические свойства даже при 4-кратном разведении. Ре-

зультаты биотестирования контрольного образца икры лососевой (нерка) без консервантов не выявили токсического действия и показали, что икра нетоксична неразбавленная и при разведении.

Для исключения возможного негативного действия на инфузории хлорида натрия (поваренной соли) в икре лососевой дополнительно провели биотестирование растворов поваренной соли в концентрациях, аналогичных в лососевой икре. Результаты не выявили токсического действия исследованных концентраций солей хлорида натрия. Следовательно, токсический эффект водных экстрактов икры лососевой обусловлен влиянием технологии приготовления икры с пищевой добавкой консервантом «Варэкс-2».

Икра нерки, изготовленная с консервантом «Варэкс-2», по цвету, запаху и вкусовым свойствам значительно отличалась от контрольной партии соленой лососевой икры. В ходе дегустации было установлено, что икра нерки соленая, изготовленная без консервантов, имела естественный приятный запах, свойственный икре нерки, без постороннего запаха; имела приятный естественный вкус икры нерки, без постороннего привкуса.

А вот соленая икра нерки с консервантом «Варэкс-2» по внешнему виду слегка жидковатая, «плывет» и растекается, оболочки икринок ослабевшие; запах посторонний и резковато-неприятный с присущим Сорбиновой кислоте E200 запахом; горьковатый вкус, отдающий прогорклостью окисленного жира, несвойственный лососевой икре нерки.

Нами официально были приобретены несколько партий пищевой добавки «Варэкс-2» для изготовления лососевой икры у разработчика ООО «Веста-ВАР». Спектрометрическая идентификация на основе рамановского анализа спектра консерванта «Варэкс-2» в 2008-2012 годах показала, что комплексная пищевая добавка «Варэкс-2» содержала 98,52–99,68% консерванта Сорбат калия E202. Консерванта E202 Сорбат калия – белый кристаллический порошок, имеющий специфический достаточно неприятный запах и обладающий горьковатым вкусом [11]. Растворимость в воде 1380 г/л. Из-за специфического запаха и горького вкуса практически не используется в производстве пищевых продуктов.

Однако указанного в ГОСТ Р 52336-2005 «Икра зернистая лососевых рыб. ТУ» консерванта Сорбиновая кислота E200 (пищевой добавки «Варэкс-2») массовой доли 0,2 (2 г на 1 кг икры) нами во всех партиях приобретенных консервантов не было обнаружено. В ГОСТ Р 52336-2005 не указана методика идентификации пищевой добавки «Варэкс-2». Все это указывает на то, что данный национальный стандарт ГОСТ Р 52336-2005 принят Росстандартом с грубейшими нарушениями, что противоречит ряду Федеральных законов.

Кроме того, по технологической инструкции к ГОСТ Р 52336-2005 и в памятке, разработанных ООО «Веста-ВАР», указано, что пищевую добавку «Варэкс-2» вносить в соленую икру лососевых рыб в количестве 0,6% к массе, то есть 6 г на 1 кг икры. А это нарушает требования санитарных правил и норм СанПиН 2.3.2.1293 – 03 «Гигиенические требования по применению пищевых добавок», в соответствии с которыми в пищевые продукты консервант E202 Сорбат калия разрешено вносить в количестве не более 2 г на 1 кг продукта.

Известно, что консервант Сорбат калия E202 является опасной пищевой добавкой. В этой связи нами проведено биотестирование E202 на токсичность на инфузориях *Stilinichia mytilus*, результаты которого представлены в табл. 2.

Полученные данные, представленные в табл. 2, указывают, что консервант «Варэкс-2» (образцы № 1 и 2) при внесении 5 граммов в 1 литр питательного раствора для инфузорий – чрезвычайно токсичен. Приведенные данные указывают на более высокую токсичность консерванта «Варэкс-2» (образец № 2) по сравнению с консервантом «Варэкс-2» (образец № 1). Для консерванта «Варэкс-2» (образец № 2) даже при минимальной концентрации не отмечено 100 % выживаемости инфузорий.

Представленные результаты исследований по токсичности пищевой добавки - консерванта «Варэкс-2» (Сорбат калия E202) свидетельствуют, что безвредная концентрация консерванта «Варэкс-2» (образец № 1) составляет 0,08 г/л, консерванта «Варэкс-2» (образец № 2) вдвое ниже и составляет 0,04 г/л. То есть, безвредная концентрация «Варэкс-2» при внесении ее в лососевую икру и другие рыбные продукты составляет 0,04–0,08 г на 1 кг икры, что меньше в 75–150 раз рекомендуемой по технологической инструкции к ГОСТ Р 52336-2005 ООО «Веста-ВАР».

Установленные безвредные концентрации консервантов «Варэкс-2» рекомендуется использовать для расчета максимальных уровней их содержания в пищевых продуктах в соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы».

Для продуктов широкого потребления (мясо рыбы, теплокровных животных, птицы) эти максимальные уровни консерванта «Варэкс-2» будут близки к значениям, установленным в биотестах на инфузориях, то есть, порядка 0,08 и 0,04 г/кг. Приведенные значения рассчитаны с учетом норм потребления пищевых продуктов с консервантами и диапазонов безопасных концентраций, для которых выживаемость инфузорий 70–100% укладывается в нормативы.

Таблица 2

Влияние консерванта «Варэкс-2» (Сорбат калия E202) на выживаемость инфузорий и токсичность

№ п/п опыта	Консервант, № образца	Концентрация, г/л	Выживаемость инфузорий, %		Степень токсичности консерванта «Варэкс-2»		Безвредная концентрация консерванта	
			1 ч	24 ч	1 ч	24 ч	1 ч	24 ч
1	Варэкс-2 № 1	10,0	0	0	токсичен	токсичен		
2	Варэкс-2 № 1	5,0	0	0	токсичен	токсичен		
3	Варэкс-2 № 1	2,5	0	0	токсичен	токсичен		
4	Варэкс-2 № 1	1,25	0	0	токсичен	токсичен		
5	Варэкс-2 № 1	0,62	0	0	токсичен	токсичен		
6	Варэкс-2 № 1	0,31	0	0	токсичен	токсичен		
7	Варэкс-2 № 1	0,16	100	100	нетоксичен	нетоксичен		
8	Варэкс-2 № 1	0,08	100	100	нетоксичен	нетоксичен	0,08	0,08
1	Варэкс-2 № 2	10,0	0	0	токсичен	токсичен		
2	Варэкс-2 № 2	5,0	0	0	токсичен	токсичен		
3	Варэкс-2 № 2	2,5	6	0	токсичен	токсичен		
4	Варэкс-2 № 2	1,25	43	0	сл. токсичен	токсичен		
5	Варэкс-2 № 2	0,62	69	44	нетоксичен	сл. токсичен	0,3	
6	Варэкс-2 № 2	0,31	70	60	нетоксичен	сл. токсичен		
7	Варэкс-2 № 2	0,16	68	53	нетоксичен	сл. токсичен		
8	Варэкс-2 № 2	0,08	70	69	нетоксичен	нетоксичен		0,04

Консервант «Варэкс-2», содержащий Сорбат калия E202, для использования в рыбных пищевых и икорных продуктах чрезвычайно опасен для здоровья и жизни населения, поэтому должен быть запрещен Роспотребнадзором, также необходимо отменить действие ГОСТ Р 52336-2005 «Икра зернистая лососевых рыб. Технические условия».

Проведенные исследования по определению общей токсичности биологическим экспресс-методом лососевой икры и консерванта «Варэкс-2», фактически Сорбат калия E202, свидетельствуют о перспективе широкого использования данного метода в пищевых отраслях и системе общественного питания.

На данном этапе имеются необходимые, но не достаточные условия для создания эффективной системы контроля по безопасности пищевого сырья и изготавливаемых продуктов питания – разработаны методические и теоретические основы для определения степени опасности пищевого сырья и готовой пищевой продукции. В дальнейшем потребуются разработать ряд экспресс-методов для исследования безопасности отдельных видов пищевого сырья и многих групп пищевой продукции по показателю общей токсичности с последующим утверждением их Росстандартом в качестве национальных стандартов (ГОСТ).

Литература

1. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – Москва: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. – 168 с.
2. Методические указания по ускоренному определению токсичности продуктов животноводства и кормов. МУ № 13-7-2/2156 от 16.10.2000 г.
3. Бельский М.Б. Биологическая оценка продуктов животноводства и кормов с использованием тест-организмов *Tetrahymena pyriformis*. – М.: ВАСХНИИ, 1977. – 16 с.
4. Игнатьев А.Д., Исаев М.К., Долгов В.А. и др. Модификация метода биологической оценки пищевых продуктов с помощью реснитчатой инфузории тетрахимена пириформис // Вопросы питания. – 1980. – № 1. – С. 70–71.

5. Булдаков А.С. Пищевые добавки. Справочник. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 436 с.
6. Росивал Л., Энгст Р., Соколай А. Посторонние вещества и пищевые добавки в продуктах. – М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1982. – 264 с.
7. Воробьев В.В. Вредное воздействие пищевых добавок на безопасность морепродуктов и здоровье населения // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 5. – С. 8–11.
8. Воробьев В.В. Влияние консервантов на биологическую безопасность лососевой икры и здоровье граждан // Рыбное хозяйство. – 2010. – № 6. – С. 24–27.
9. Воробьев В.В. Токсичность консервантов в икре лососевых рыб // Аграрная Россия. – 2011. – № 5. – С. 17–21.
10. Воробьев В.В., Янченко И.Н. Проблемы безопасности и качества лососевой икры // Товаровед продовольственных товаров. – 2012. – № 5. – С. 31–35.
11. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки: Энциклопедия. – СПб.: ГИОРД. – 2004. – 808 с.

УДК 664.956

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВНУТРЕННЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ГИДРОБИОНТА ОТ ВЕЛИЧИНЫ ЕГО УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ СУШКИ

М.В. Вотинов

*Мурманский государственный технический университет,
Мурманск*

Статья посвящена изучению зависимости внутренней температуры гидробионта от величины его удельной поверхности при конвективной, инфракрасной и комбинированной сушке.

В процессе сушки гидробионтов имеет место процесс обезвоживания, в течение которого полуфабрикат теряет свою массу. Процесс потери массы не одномерен по времени. Ускорение процессов обезвоживания гидробионтов возможно с интенсификацией процессов внутреннего массопереноса. Интенсивность процесса обезвоживания зависит от геометрических размеров тела, химического состава и режимных параметров сушки [1].

Однако, необходимо учитывать, что увеличение температурного режима сушки может привести к резкому перепаду температур между поверхностью ($T_{пов}$) полуфабриката и его центром $T_{вн}$, что будет препятствовать внутренней диффузии влаги.

Для оценки влияния различных режимов сушки (конвективная, инфракрасная, комбинированная сушка) как на нагрев поверхности полуфабриката, так и его прогрев изнутри на малогабаритной сушильной установке была проведена серия экспериментов, в ходе которой исследовались образцы рыб с торпедовидной формой тела.

Температура поверхности полуфабриката определялась на основе разработанного и запатентованного устройства для непрерывного бесконтактного измерения температуры на основе инфракрасных датчиков температуры [2]. Как показали проведенные ранее исследования, применение инфракрасных датчиков температуры в пищевой промышленности позволяет добиться высокой точности измерений при высоком быстродействии [3].

В экспериментах использовались образцы сельди, путассу и трески, контрольная масса которых составляла соответственно 186 г, 132 г, 650 г. Начальная влажность образцов составляла 64,2%, 74,6%, 70,3%, а содержание соли 3,2%, 3,2%, 3,3% соответственно.

Системой автоматического управления малогабаритной сушильной установки поддерживалась температура в термокамере на уровне 80°C при режиме рециркуляции воздушных потоков.

Графики переходных процессов по температуре поверхности сырья, а также по внутренней температуре сырья для путассу приведены на рис. 1–3.

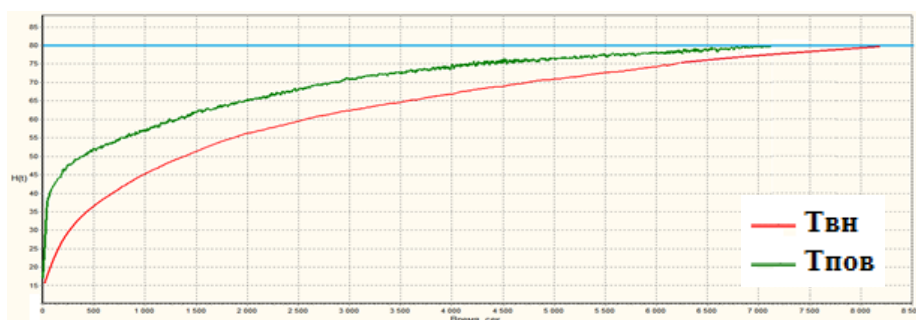


Рис. 1. Переходные характеристики $T_{пов}$, $T_{вн}$ при конвективной сушке

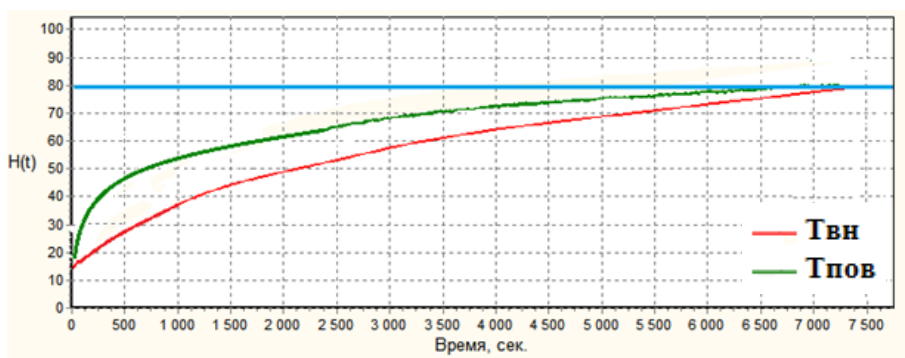


Рис. 2. Переходные характеристики $T_{пов}$, $T_{вн}$ при инфракрасной сушке

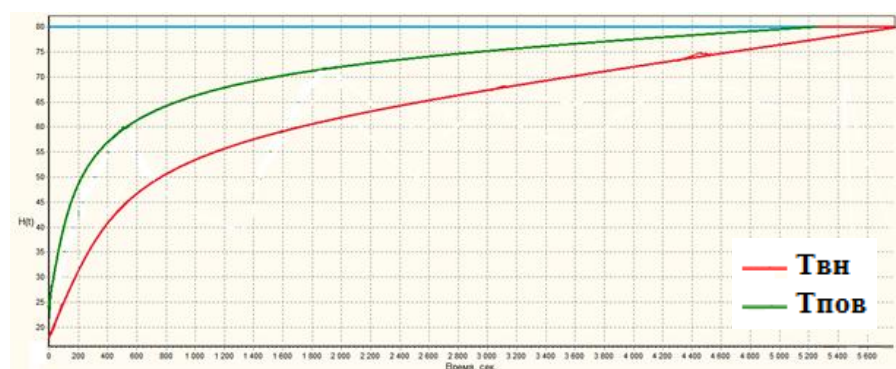


Рис. 3. Переходные характеристики $T_{пов}$, $T_{вн}$ при комбинированной сушке

Представленные графики переходных процессов наглядно демонстрируют изменение температур поверхности ($T_{пов}$) полуфабриката и его центром $T_{вн}$. Скорость прогрева поверхностного слоя всегда выше, чем у внутреннего слоя. Вид графиков при сушке сельди и трески аналогичен, отличается только продолжительность технологического процесса.

Прогрев поверхностного слоя сырья зависит прежде всего от поддерживаемой температуры в термокамере малогабаритной сушильной установки и от используемых исполнительных механизмов, будь то инфракрасные лампы или трубчатые электронагреватели. Изменение внутренней температуры сырья более сложный процесс, зависящий от ряда физических и химических процессов, протекающих в мясе рыбы.

Проведенные исследования позволяют математически описать переходные характеристики изменения внутренней температуры для данных образцов рыб.

Очевидно, что постоянная времени T , определяющая переходный процесс изменения переменной $T_{вн}$ зависит как от режима сушки, так и от размеров и массы используемых образцов рыбного сырья.

С использованием статистического программного обеспечения «Statgraphics Plus» для каждого режима функционирования малогабаритной сушильной установки были установлены корреляци-

онные зависимости между удельной поверхностью образцов рыбы (s/m, м²/кг) и постоянной времени Т (в секундах). Полученные уравнения корреляционных зависимостей представлены в табл. 1.

Таблица 1

Корреляционные зависимости между постоянной времени Т и удельной поверхностью гидробионтов

Режим	Зависимость
Конвективная сушка	$T = 306658 - 3.21 \cdot 10^6 \cdot (s/m) + 7.95 \cdot 10^6 \cdot (s/m)^2$
Инфракрасная сушка	$T = 263492 - 2.76 \cdot 10^6 \cdot (s/m) + 6.85 \cdot 10^6 \cdot (s/m)^2$
Комбинированная сушка	$T = 204667 - 2.15 \cdot 10^6 \cdot (s/m) + 5.31 \cdot 10^6 \cdot (s/m)^2$

Полиномная регрессия с вероятностью 99,8% объясняет зависимость постоянной времени Т от удельной поверхности гидробионтов. Средняя абсолютная ошибка равна 0,02.

Таким образом, по полученной корреляционной зависимости можно в зависимости от размеров гидробионта, подверженного термической обработке, определить постоянную времени прогрева его внутренних слоев. Безусловно, полученную корреляционную зависимость можно усовершенствовать, связывая постоянную времени Т не только с удельной поверхностью гидробионта, но и с начальным содержанием влаги и соли, скоростью сушильного агента. Дальнейшее моделирование технологического процесса позволит исключать перепады температур между поверхностью полуфабриката и его центром при создании интенсифицированных режимов сушки.

Литература

1. Баранов В.В. 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, 2005. – 966 с.: ил.
2. Пат. 109559 Российская Федерация, Устройство для непрерывного бесконтактного измерения температуры / Воинов М.В., Маслов А.А.; заявитель и патентообладатель ФГОУВПО "Мурман. гос. техн. ун-т. Заявка № 2011114739/28; заявл. 14.04.2011; опубл. 20.10.2011, Бюл. № 29. – 10 с. : ил.
3. Воинов М.В., Ершов М.А. Специфика использования инфракрасных датчиков температуры в пищевой промышленности / М.В. Воинов, М.А. Ершов // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов – Курск, 2011.

УДК 664.956:664.86

ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ВЯЛЕННОЙ РЫБЫ

Л.Д. Грицаенко, М.В. Благодрава

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

В статье приводится характеристика пищевой ценности вяленой камбалы. Дается характеристика используемых в производстве продуктов питания пищевых добавок. Приводятся органолептические, физико-химические и микробиологические показатели салатов из морской капусты. Делается вывод о целесообразности использования ламинарии при производстве вяленой рыбы.

Рыба и морепродукты – важнейший источник пищевых веществ высокой биологической ценности. В состав мяса рыбы входят белки, жиры, значительное количество минеральных веществ, витамины, вода. Как показывает сравнение химического состава рыб и мяса теплокровных животных, в рыбе содержится более полноценный и усвояемый организмом человека белок.

Камбала – один из важнейших видов промысловых рыб, которые поставляются с прибрежных территорий Дальнего Востока. Основные районы добычи – акватории Сахалина, Кольского полуострова и район Камчатки [1–3]. Это придонная рыба, основную часть времени проводящая, лежа на дне и плавающая на правом боку. Отсюда и оригинальное строение тела. Ее мальки не-

отличимы от других разновидностей, имеющих симметричную форму, но с ростом (начиная от 1,5–2 см) преобразуются. Оба глаза рыбы размещаются на правой стороне туловища, деформируется череп, смещается рот.

Камбала имеет одну сторону тела светлую – она обращена ко дну. Верхняя поверхность тела темная, она способна менять оттенок цвета в зависимости от характера дна в районе обитания, помогая рыбе надежно маскироваться от хищников. На заиленном дне даже крупные скопления ее малозаметны, их выдает только легкая муть, поднятая резкими движениями плавников [3].

Вяленая камбала обладает полезными пищевыми качествами. Это огромное количество витаминов, необходимых человеческому организму для правильного функционирования, высокое содержание легкоусвояемого белка, прекрасные вкусовые качества.

Вяленая камбала обладает высокими органолептическими показателями. Ее нежное мясо очень вкусно и питательно, благодаря чему вяленая продукция пользуется большим спросом у населения. На настоящий момент существует тенденция к правильному образу жизни и здоровому питанию, многие стараются употреблять полезную пищу. В этой связи вяленая рыба и другие морепродукты являются наилучшими продуктами, которые сочетают в себе великолепный вкус и несомненные полезные качества. Вяленая камбала в процессе приготовления не проходит жесткую (термическую) обработку, что позволяет ей сохранять практически все полезные вещества и витамины. Органолептические показатели вяленой камбалы представлены в табл. 1 [4]. Физико-химические показатели вяленой камбалы представлены в табл. 2.

Таблица 1

Органолептические показатели вяленой камбалы

Наименование показателя	Характеристика и норма для первого сорта
Внешний вид	Поверхность чистая, без наружных повреждений
Цвет	Свойственный вяленой камбале
Разделка	В соответствии с требованиями стандарта
Консистенция	От плотной до твердой
Вкус и запах	Свойственный вяленой камбале без порочащих привкуса и запаха

Таблица 2

Физико-химические показатели вяленой камбалы

Наименования показателя	Характеристика и норма
Массовая доля влаги, % не более	50
Массовая доля поваренной соли, %	От 6 до 10

Кроме полноценного белка, данная продукция содержит целый ряд важных веществ. В первую очередь это йод, крайне нужный организму. Во-вторых, мясо камбалы источник фосфора, который входит в состав костей человеческого скелета. Кроме того, липиды вяленой камбалы содержат ненасыщенные жирные кислоты семейства омега-3 [5]. Что немаловажно, все эти вещества находятся в легкоусвояемой организмом человека форме.

В настоящий момент активно совершенствуются технологии обработки морепродуктов. Одно из направлений – внесение пищевых добавок в традиционную продукцию с целью расширения ассортимента и обогащения пищевой ценности. Пищевые добавки применяют для того, чтобы придать продуктам более аппетитный вид, вкус и запах. С этой целью используются натуральные компоненты, изготовленные из натуральных продуктов. Пищевые растительные добавки обогащают рацион питательными веществами, витаминами и минеральными солями.

Большой интерес вызывает использование в традиционных технологиях обработки рыбы такого ценного пищевого продукта, как морская капуста (ламинария). Она обладает не только высокой пищевой ценностью, но также лечебными свойствами, которые ценятся во многих уголках земного шара. В ее химический состав входит уникальный и жизненно необходимый микроэлемент – йод. Кроме того, в морской капусте имеется богатый набор микро- и макроэлементов (калия, магния, брома, железа и др.), витаминов, в том числе фолиевая и пантотеновая кислоты.

Ламинария проявляет полезные свойства в лечении и профилактике заболеваний щитовидной железы, при ишемической болезни сердца, рекомендована при повышенном давлении и атеросклерозе сосудов и при других заболеваниях. Особенно полезна она для детей, поскольку питает мозг, улучшаются память и зрение. Сбалансированный природный комплекс витаминов противостоит нарушениям в работе нервной системы, повышает физические возможности [6–9]. Пищевая ценность морской капусты приведена в табл. 3. Содержание витаминов в морской капусте указано в табл. 4. Содержание макро- и микроэлементов в морской капусте приведено в табл. 5.

Таблица 3

Пищевая ценность ламинарии (на 100 г продукта)

Наименование показателя	Характеристика
Калорийность, ккал	24,9
Белки, г	0,9
Липиды, г	0,2
Углеводы, г	3
Пищевые волокна, г	0,6

Таблица 4

Содержание витаминов в ламинарии

Наименование витамина	Содержание в 100 г ламинарии
Витамин РР	0,4 мг
β-каротин	0,15 мг
Витамин А	2,5 мкг
Витамин В1 (тиамин)	0,04 мг
Витамин В2 (рибофлавин)	0,06 мг

Таблица 5

Содержание макро- и микроэлементов ламинарии

Наименование микроэлемента	Содержание (мг на 100 г ламинарии)
Кальций	40 мг
Магний	170 мг
Магний	170 мг
Натрий	520 мг
Натрий	520 мг
Калий	970 мг
Железо	16 мг
Йод	300 мкг

По органолептическим и химическим показателям морская капуста-сырец должна соответствовать требованиям ТУ 15-01-360 «Капуста морская – сырец» [10], указанным в табл. 6.

Таблица 6

Органолептические и химические показатели морской капусты-сырца

Наименование показателей	Характеристика и норма
Состояние слоевищ	Целые, естественной длины и ширины, поверхность чистая без известковых отложений. Ризоиды ровно обрезаны. Возможно незначительное повреждение края слоевища; разрешение слоевища на протяжении не более 1/5 его длины; заготовка кусков слоевищ
Цвет	Естественный. От темно-коричневого до темно-оливкового, равномерный по всей длине слоевища. Возможно наличие светло-коричневой окраски от края верхушки, но не более, чем на 1/5 длины слоевища.
Запах	Свойственный свежесобранной морской капусте, без порочащих признаков.
Толщина срединной полосы слоевища на расстоянии 50 см от основания пластины для ламинарии японской, мм, не менее	4
Массовая доля влаги %, не более	85

На настоящий момент ламинарию используют для производства сушеной, мороженой продукции, салатов. Согласно техническим условиям ТУ 9265-006-00461342 «Капуста морская мороженая» [11] к мороженой морской капусте предъявляются определенные требования по органолептическим, химическим и физическим показателям (табл. 7).

Таблица 7

Органолептические, химические и физические показатели ламинарии (морской капусты)

Наименование показателя	Характеристика и норма
Внешний вид блока капусты (после размораживания)	Поверхность чистая со снежным налетом. Могут быть незначительные впадины на поверхности отдельных блоков. Поверхность чистая, ризоиды и черешки удалены. Допускается для капусты замороженной слоевищами и кусками слоевищ: наличие в блоке обрезков слоевищ длиной не менее 100 мм; разрыв кромки слоевищ глубиной не более 5 мм; шинкованная морская капуста в виде полосок шириной от 2–5 мм, длиной 20–70 мм
Консистенция (после размораживания)	Плотная, эластичная
Цвет	От зеленовато-бурого до темно коричневого
Запах	Свойственный морской капусте без постороннего запаха
Порядок укладки	Слоевища, его куски уложены рядами по длине блока. Допускается сгибание слоевища, разрезание по средней утолщенной части, подгибание кромки слоевища.
Массовая доля песка, % не более	0,1
Наличие посторонних примесей (для продукции в потребительской таре)	Не допускается

По содержанию токсичных элементов и радионуклидов, а также микробиологическим показателям мороженая капуста должна соответствовать требованиям СанПиН 2.3.2.1078 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» [12], указанным в таблице 8, 9.

Таблица 8

Допустимое содержание токсичных элементов и радионуклидов в ламинарии (морской капусте)

Наименование элемента	Допустимый уровень его содержания, мг/кг, не более	
Токсичные элементы	Свинец	0,5
	Мышьяк	5,0
	Кадмий	1,0
	Ртуть	0,1
Радионуклиды	Цезий-137	200
	Стронций 90	100

Таблица 9

Микробиологические показатели мороженой морской капусты

Наименование показателя	Значение показателя	
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	5×10	
Масса продукта (г), в которой не допускается	БГКП (колиформы)	0,1
	Сальмонеллы	25

По органолептическим и физико-химическим показателям сушеная морская капуста должна соответствовать требованиям ТУ 15-01-206 «Капуста морская сушеная» [13], указанным в табл. 10, 11.

Таблица 10

Органолептические показатели сушеной морской капусты

Наименование показателя	Характеристика и норма для		
	шинкованной	слоевищ	
		первого сорта	второго сорта
Внешний вид	Полоски морской капусты, нарезанные поперек слоевища, шириной не более 5 мм. Возможно наличие деформированных полосок	Слоевища и куски слоевищ длиной не менее 15 см естественной ширины. Поверхность слоевищ чистая, без известковых отложений. Может быть белый налет солей; разрушение слоевища на протяжении не более 1/5 его длины, вызванное биологическими особенностями и гидрологическими изменениями.	
		Допускается не более 2 % слоевищ с вырезами мест недопустимой окраски	Допускается наличие трещин, вырезом мест с недопустимой окраской; повреждения на 1/3 поверхности слоевища.
Цвет	Темный	От светло-оливкового с зеленоватым оттенком до оливкового, зеленовато-бурого, черно-зеленого. сушеной морской капусте без посторонних порочащих признаков	
Запах	Свойственный	Свойственный морской капусте, без порочащих признаков	

Таблица 11

Физическо-химические показатели сушеной морской капусты

Наименование показателя	Характеристика и норма для		
	шинкованной капусты	слоевищ	
		первого сорта	второго сорта
Массовая доля воды, %, не более	20	20	20
Массовая доля йода в пересчете на сухое вещество, %, не менее	0,1	0,1	0,1
Массовая доля песка в пересчете на сухое вещество, %, не более	0,2	0,2	0,2

К салатам из морской капусты также предъявляются определенные требования. По органолептическим показателям салаты из морской капусты должны отвечать требованиям, указанным в табл. 12 [14].

Таблица 12

Органолептические показатели салатов из морской капусты

Наименование показателя	Характеристика и норма
Внешний вид	Морская капуста, овощи нарезаны в виде соломки или кусков, равномерно перемешаны с солью, сахаром, специями и заправлены растительным маслом.
Цвет	Темно-зеленый для морской капусты, красный для моркови, белый для лука и капусты белокочанной, красный, бордовый или зеленый для перца сладкого.
Консистенция морской капусты овощей	Мягкая, допускается жестковатая.
Вкус и запах	Приятные, свойственные данному виду продукта, без портящих привкуса и запаха.
Массовая доля минеральных примесей (% не более)	0,01
Посторонние примеси	Не допускается

По физико-химическим показателям салаты из морской капусты должны отвечать требованиям, указанным в табл. 13 [14].

Таблица 13

Физико-химические показатели салатов из морской капусты

Наименование показателя	Характеристика и норма
Массовая доля поваренной соли, % от массы нетто продукта.	От 1,2 до 2,0 включительно.
Титруемая кислотность, % в пересчете на уксусную кислоту не более	От 0,3 до 1,0 включительно
Титруемая кислотность, % в пересчете на лимонную кислоту не более	От 0,32 до 1,1 включительно
Массовая доля овощей и морской капусты, % от массы нетто продукта.	От 75 до 90 включительно.
Температура в толще продукта в охлажденном виде	От +4 С до +10 С включительно

По микробиологическим показателям салаты из морской капусты должны отвечать требованиям, указанным в табл. 14 [14].

Таблица 14

Микробиологические показатели салатов из морской капусты

Наименование продукта	Количество мезофильных и факультативно аэробных микроорганизмов, КОЕ в 1 г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются				Примечание
		БКГ (количество)	S. aureus	Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонелла	Сульфитредуцирующие клостридии	
Салаты из морской капусты	2×10 ⁵	0,01	1,0	25	0,01	Плесневение и дрожжи отсутствуют в 0,1 г

Пищевая и энергетическая ценность салатов из морской капусты на 100 г продукта приведены в табл. 15 [14].

Таблица 15

Пищевая и энергетическая ценность салатов из морской капусты (на 100 г продукта)

Углеводы, г	Белки, г	Липиды, г	Витамины, мг			Энергетическая ценность, ккал
3,0	0,906	0,2	В ₁ 0,03	В ₂ 0,05	PP 0,338	15,5

На наш взгляд, столь узкое использование этой водоросли (в основном в виде сушеной, мороженой и салатов) недостаточно. Огромные запасы ламинарии в акватории дальневосточных морей, в том числе и омывающих Камчатку, требуют более широкого использования этого крайне ценного в пищевом отношении продукта, обеспечивающего наш организм огромным количеством полезных веществ и внедрения новых технологий, использующих морскую капусту.

В связи с этим разработка технологии вяленой камбалы с внесением ламинарии является целесообразным и позволит получить продукцию с высоким органолептическими показателями, богатую полноценным белком, витаминами и минеральными солями. Это позволит расширить ассортимент вяленой продукции, повысив при этом ее пищевую ценность.

Литература

1. *Фигуркин А.Л.* Некоторые особенности формирования и распространения ХПС в западной части Берингова моря // *Океанологические основы биологической продуктивности северо-западной части Тихого океана*. – Владивосток: ТИПРО. – 1992. – С. 20–29.
2. *Филатова З.А.* Сообщества донной фауны западной части Берингова моря / Н.Г. Барсанова // *Тр. ИОАН СССР*. – 1964. – Т. 69. – С. 6–97.
3. *Филатова З.А.* Биоценозы донной фауны Берингова моря / А.А. Нейман // *Океанология*. – 1963. – Т. 3. – Вып. 6. – С. 1079–1084.
4. ГОСТ 1551-93. Рыба вяленая. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2007. – 15 с.
5. *Нечаев А.П.* Пищевая химия / С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова, В.В. Колпакова, И.С. Витол, И.Б. Кобелева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
6. *Вассер С.П.* Водоросли: Справочник / Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк. – Киев: Наукова Думка, 1989. – 608 с.
7. *Кизеветтер И.В.* Промысловые морские водоросли и травы дальневосточных морей / М.В. Суховеева, Л.П. Шмелькова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 113 с.
8. *Подкорытова А.В.* Распределение, химический состав и использование ламинариевых водорослей дальневосточных морей / М.В. Суховеева. – М.: ВНИРО – 9 с.
9. *Кириллов Н.В.* Морская капуста как средство пищевое и лечебное. – Русское общество охраны народного здоровья, 2002. – № 6–7. – С. 267.
10. ТУ 15-01-206-94 Капуста морская – сырец. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 38 с.
11. ТУ 9265-006-00461342-02 Капуста морская мороженая. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 27 с.
12. СанПиН 2.3.2.1078 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – М., 2002. – 196 с.
13. ТУ 15-01-206-94 Капуста морская сушеная. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 38 с.
14. ТУ РБ 05421232.001-99 Капуста морская маринованная. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 5 с.

УДК [664.951.65:639.211.2]:546.264-31

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ФАРША ЛОСОСЕВОГО МОРОЖЕНОГО

А.А. Ефимов, М.В. Ефимова, А.С. Арчибисова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

Приведены существующие способы сохранения качества фарша рыбного мороженого. Рассмотрены существующие способы применения диоксида углерода для консервирования мороженой продукции. Приведены данные исследования зависимости органолептических показателей качества фарша лосося от способа его обработки углекислотой после замораживания. Показано, что наиболее высокими показателями качества характеризовались образцы фарша, обработанного углекислотой по всему объему и глазурованного раствором углекислоты.

Обеспечение населения качественными и безопасными продуктами питания из водных биоресурсов является стратегической задачей рыбной отрасли, что нашло свое отражение в принятом Указе Президента РФ от 30.01.2010 г. № 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» [1].

Одним из путей решения проблемы обеспечения населения продуктами питания является производство мороженой рыбопродукции.

Замораживание – перспективное направление, которое дает возможность обеспечить сохранность химического состава продуктов, свести к минимуму все биохимические, микробиологические, гистологические и физико-химические процессы, а также позволяет в дальнейшем из замороженного сырья выпустить различные виды высококачественной пищевой продукции.

В настоящее время продуктом, в большей степени пользующимся спросом в России и за рубежом, является мороженая рыбопродукция. Другие виды рыбной продукции зачастую имеют показатели качества, не соответствующие мировым стандартам по содержанию соли, фенолов, химическому составу, применяемым консервантам. И только мороженая рыбопродукция достаточно успешно проходит жесткий контроль и пользуется спросом у отечественных и зарубежных торговых и промышленных предприятий.

Однако в процессе хранения мороженой продукции наблюдаются неблагоприятные изменения, такие как окисление жира, гидролиз, денатурация белка, высыхание верхних слоев мяса и другие. Эти факторы ограничивают время реализации рыбной продукции. В этой связи совершенствование технологии замораживания рыбных фаршей с целью сохранения их качества и увеличения сроков годности является актуальной задачей для рыбной отрасли.

Для увеличения стабильности качества мороженого рыбного фарша в настоящее время применяются следующие способы: понижение температуры хранения, применение герметичных упаковок, защитных покрытий, антиоксидантов, хранение в модифицированной газовой среде. Применение модифицированной газовой среды (МГС) является одним из эффективных методов обработки сырья в среде инертного газа. Управлять сохраняемостью некоторых видов продуктов можно путем регулирования газового состава воздуха. При хранении в МГС состав среды задается заранее. Для создания МГС обычно применяют такие газы, как диоксид углерода, оксид углерода, азот [2].

Применение диоксида углерода (CO_2) весьма перспективно не только из-за простоты его получения, но и потому, что использование CO_2 в разных агрегатных состояниях (газообразном, жидком, твердом) позволяет решать различные технологические задачи [3, 4].

Диоксид углерода – давно и широко известный дезинфектант в модифицированных и регулируемых газовых средах [5]. Углекислый газ, обладающий антисептическими свойствами, инактивирует развитие посторонней микрофлоры и до определенных концентраций улучшает сохраняемость продуктов.

Антибактериальные свойства диоксида углерода известны довольно давно. Действие CO_2 зависит от вида микроорганизмов: грамотрицательные подавляются сильнее, чем грамположительные. Так как грамотрицательная флора, как правило, многочисленнее грамположительной, хранение рыбы в атмосфере диоксида углерода замедляет порчу и значительно увеличивает срок годности [6]. Действие диоксида углерода направлено главным образом против плесневых грибов и психротрофных бактерий родов *Pseudomonas* и *Achromobacter*; менее чувствительны к нему дрожжи, *Lactobacillus* и *Microbacterium thermosphactum* [7, 8]. Любопытно, что в атмосфере CO_2 обычные грамотрицательные бактерии рода *Pseudomonas*, вызывающие порчу, сменяются грамположительными рода *Lactobacillus*. Такое явление, вероятно, обусловлено анаэробизмом, существующим в атмосфере диоксида углерода.

В экспериментах с использованием МГС наблюдалось увеличение срока годности как овощей и фруктов, так и продуктов из водного сырья (форель, филе морского окуня, лосось, крабы, филе тихоокеанской трески, тихоокеанская треска разделанная, креветки и др.) [6]. При контакте с лососевыми диоксид углерода может вызывать потемнение поверхности, что связывают с окислением оксимиоглобина. Добавление небольшого количества оксида углерода (СО) в состав модифицированной атмосферы приводит к образованию карбоксимиоглобина. Так как карбоксимиоглобин более устойчив к окислению, поверхность рыбы не темнеет. Максимальная концентрация диоксида углерода для мяса красной рыбы составляет 20%, кроме случаев, когда в среду добавляют какой-либо другой газ, например оксид углерода. Однако это относят не ко всем лососевым рыбам, так как содержание миоглобина в разных видах лососевых неодинаково.

Твердая углекислота широко применяется для обеспечения низких температур при хранении, перевозке и реализации замороженных, скоропортящихся и охлажденных продуктов [9].

При исследовании влияния углекислоты на качество мороженого кальмара было установлено, что использование твердого и газообразного диоксида углерода позволило увеличить сроки годности продукции до 10 месяцев без снижения качества [10], а срок годности филе трески мороженого удалось повысить до 8 месяцев, что на 3 месяца превышает срок, предусмотренный нормативной документацией [11].

Жидкий диоксид углерода применяют в морозильных установках вместо воздушного потока. В результате понижения температуры до минус 50 – минус 70°C возрастает скорость замораживания, увеличивается в 2 раза производительность морозильных аппаратов, снижается усушка, повышается качество продукта. Расход жидкого диоксида углерода на замораживание 1 кг продукта составляет около 1,5 кг, возможна конденсация отработанного диоксида углерода и его повторное использование. Продукты, замороженные в жидком диоксиде углерода, более стабильны в хранении, чем замороженные в обычных условиях. Так как температура продукта после замораживания несколько ниже температуры хранения, то вокруг его поверхности образуется защитная оболочка из углекислого газа, которая тормозит окислительные процессы в липидах и инактивирует микрофлору [12].

Диоксид углерода является экологически чистым консервантом. Диоксид углерода представляет собой неотъемлемый компонент естественных природных процессов метаболизма [13]. Он служит одной из основных составляющих процесса фотосинтеза в зеленых растениях, превращаясь под воздействием солнечной энергии в разнообразные сложные органические соединения, и в то же время он является конечным продуктом распада в процессе жизнедеятельности растений и животных. Диоксид углерода, таким образом, представляет собой неотъемлемый компонент естественных природных процессов метаболизма [13]. Газообразный диоксид углерода является обязательной частью атмосферного воздуха и единственным источником углерода для образования органического вещества биосферы. При этом концентрация его в воздухе колеблется от 0,03 до 0,5%. В гидросфере, океанской воде и в воде минеральных источников растворено гораздо большее количество – до $1,4 \times 10^{14}$ т. В значительных количествах CO_2 выделяется в атмосферу в виде газа из природных газовых скважин, из подземных образований в районах вулканической активности, из некоторых минеральных источников, а также с дымовыми и отходящими газами различных химических производств. В определенной мере в природе происходит саморегулирование содержания свободного диоксида углерода в атмосфере за счет поглощения его зелеными растениями [13, 14].

Целью работы являлось исследование влияния диоксида углерода на органолептические показатели фарша лососевого мороженого в процессе холодильного хранения.

В качестве сырья для приготовления фарша была выбрана кета, которая относится к одному из наиболее широко распространенных и часто встречающихся видов лососевых рыб в северной части Тихого океана, составляет значительную долю уловов.

Способы обработки фарша были экспериментально обоснованы по изменению физико-химических показателей продукта в процессе хранения. Для проведения испытания образцы были подготовлены следующим образом:

- фарш приготовлен по традиционной технологии, заморожен до температуры минус 18°C в толще, глазурирован пресной водой – контрольный образец;
- фарш обработан диоксидом углерода по всему объему при температуре 0°C и глазурирован водным раствором диоксида углерода (с максимальной концентрацией диоксида углерода 0,16% от массы фарша с глазурью) – опытный образец.

Существующие методы определения срока годности стабильных в микробиологическом отношении пищевых продуктов (как в случае с мороженой продукцией), для которых основным фактором, ограничивающим срок их годности, является изменение органолептических свойств, обуславливают некоторые трудности для производства пищевых продуктов. Единственным органолептическим критерием оценки срока годности, по определению британского Института пищевых исследований и технологий, является «выраженное сохранение требуемых органолептических свойств» [15]. В связи с этим для определения влияния условий обработки и хранения на качество продукции проводили параллельно с химическими испытаниями определение органолептических показателей качества фарша – внешнего вида, а также цвета, запаха и консистенции – после размораживания, вкуса – после отваривания.

Для определения органолептических показателей фарша применяли профильный метод [16–18]. Результаты органолептической оценки качества фарша представлены на рис. 1–14 (наиболее высокому качеству соответствует более высокий балл).

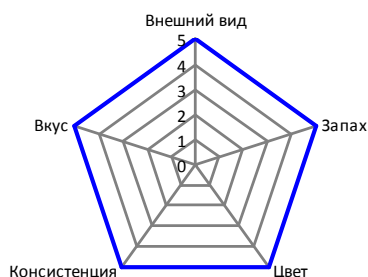


Рис. 1. Профилограмма качества свежеприготовленного фарша

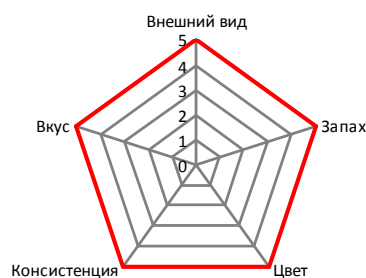


Рис. 2. Профилограмма качества свежеприготовленного фарша, обработанного диоксидом углерода по всему объему

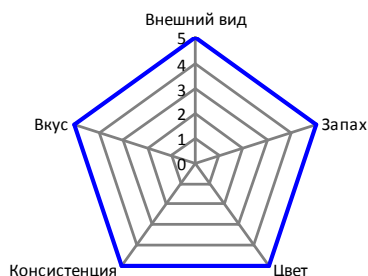


Рис. 3. Профилограмма качества фарша, глазурированного пресной водой, через 2 и через 4 месяца хранения

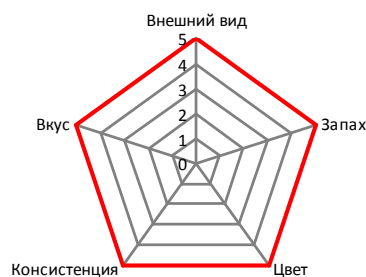


Рис. 4. Профилограмма качества фарша, обработанного диоксидом углерода по всему объему, через 2 и через 4 месяца хранения

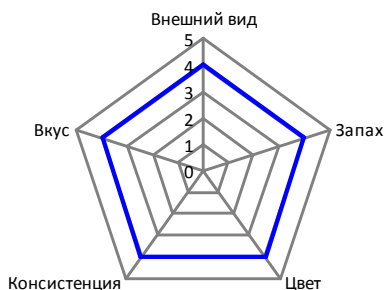


Рис. 5. Профилограмма качества фарша, глазурированного пресной водой, через 6 месяцев хранения

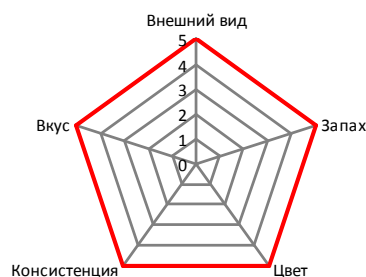


Рис. 6. Профилограмма качества фарша, обработанного диоксидом углерода по всему объему, через 6 месяцев хранения

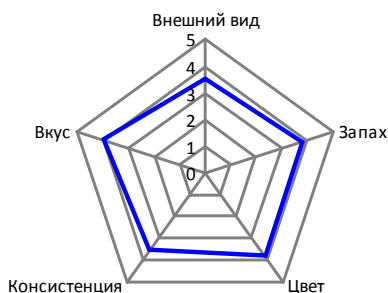


Рис. 7. Профилограмма качества фарша, глазурированного пресной водой, через 8 месяцев хранения

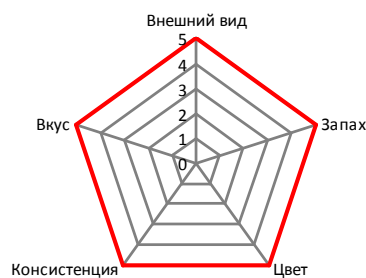


Рис. 8. Профилограмма качества фарша, обработанного диоксидом углерода по всему объему, через 8 месяцев хранения

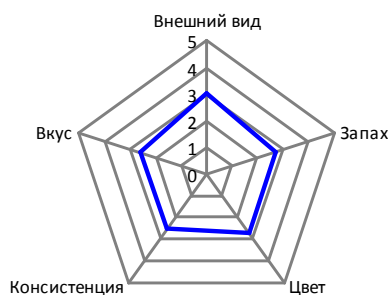


Рис. 9. Профилограмма качества фарша, глазурированного пресной водой, через 10 месяцев хранения

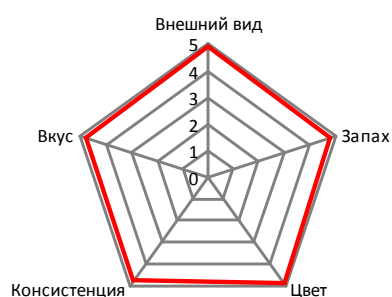


Рис. 10. Профилограмма качества фарша, обработанного диоксидом углерода по всему объему, через 10 месяцев хранения

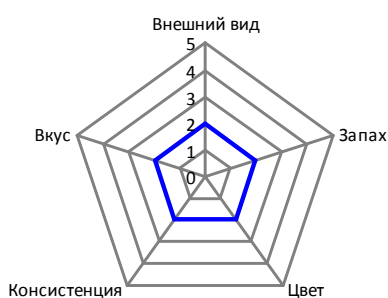


Рис. 11. Профилограмма качества фарша, глазурированного пресной водой, через 12 месяцев хранения

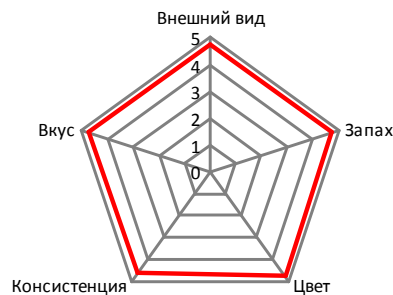


Рис. 12. Профилограмма качества фарша, обработанного диоксидом углерода по всему объему, через 12 месяцев хранения

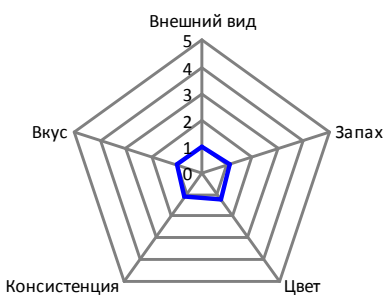


Рис. 13. Профилограмма качества фарша, глазурированного пресной водой, через 14 месяцев хранения

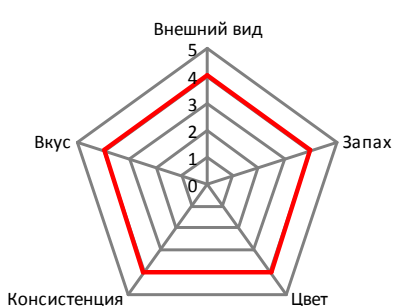


Рис. 14. Профилограмма качества фарша, обработанного диоксидом углерода по всему объему, через 14 месяцев хранения

Как видно из рис. 1–14, и у контрольного и у опытного образца фарша лососевого мороженого органолептические показатели качества оставались стабильно высокими на протяжении 4 месяцев хранения при температуре минус 18°C. Однако по истечении 6 месяцев у контрольного образца все исследованные органолептические показатели снизились на 1 балл, у опытного образца все показатели по-прежнему оставались на высоком уровне. Через 8 месяцев хранения показатели опытного образца оставались стабильными в то время как у контрольного образца еще понизились значения показателей внешнего вида, запаха, цвета и консистенции. На протяжении последующего периода хранения качество контрольного образца снижалось вплоть до 1 балла по истечении 14 месяцев. К этому времени значения органолептических показателей качества опытного образца снизились лишь до 4 баллов, что приемлемо для годного продукта.

Из результатов определения изменения органолептических показателей фарша лососевого мороженого в процессе хранения следует, что применяемая нами обработка фарша объемным методом распределения диоксида углерода с последующим глазированием раствором диоксида

углерода позволяет значительно снизить показатели порчи продукта, позволяет стабилизировать его органолептические показатели, увеличить сохраняемость фарша, а значит и продлить срок его годности. Эти достоинства делают перспективным использование предложенного способа приготовления мороженого рыбного фарша.

Литература

1. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента РФ от 30.01.2010 г. № 120.
2. *Ефимов А.А.* Влияние углекислоты на органолептические показатели качества филе трески мороженого / А.А. Ефимов, М.В. Ефимова, Е.И. Кобзарева, А.С. Арчибисова // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: матер. IV Всеросс. науч.-практич. конф. (18–22 марта 2013 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – С. 20–27.
3. *Боковикова Т.Н., Касьянов Г.И., Тарасов В.Е.* Новые пути использования диоксида углерода // Сборник матер. научно-практ. конф. «Теоретическое и экспериментальное обоснование суб- и сверхкритической CO₂-обработки сельскохозяйственного сырья». – Краснодар, 2010. – С. 14–17.
4. *Касьянов Г.И., Коробицын В.С., Рохмань С.В.* Перспективы использования диоксида углерода // Сборник матер. междунар. научно-технической интернет-конференции «Инновационные технологии в мясной, молочной и рыбной промышленности». – Краснодар: КубГТУ, 2012. – С. 91.
5. *Сидоренко О.Д.* Микробиология / О.Д. Сидоренко, Е.Г. Борисенко, А.А. Ванькова, Л.И. Войно. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 287 с.
6. *Долганова Н.В.* Упаковка, хранение и транспортировка рыбы и рыбных продуктов: Учебное пособие / Н.В. Долганова, С.А. Мижуева, С.О. Газиева, Е.В. Першина. – СПб.: ГИОРД, 2011. – 272 с.
7. *Сарафанова Л.А.* Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы. – СПб.: Профессия, 2007. – 256 с.
8. *King A.D., Nagel C.W.* Influence of carbon dioxide up on the metabolism of *Pseudomonas aeruginosa* // J. Food Sci. – 1975. – V. 40. – P. 362.
9. *Касьянов Г.И.* Способы обработки растительного и животного сырья диоксидом углерода // Сборник трудов КНИИХП «Современные технологии хранения и переработки сельскохозяйственного сырья». – Краснодар: Экоинвест, 2010. – С. 70–73.
10. *Жуков А.В.* Совершенствование технологии производства кальмара мороженого с применением жидкого и газообразного диоксида углерода // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: II Всероссийская научно-практическая конференция 15–18 марта 2011 г. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2011. – С. 98–101.
11. *Кобзарева Е.И.* Разработка технологии филе трески мороженого с пролонгированным сроком годности: Дис. на соискание степени магистра. – 2013. – 116 с.
12. *Сафронова Т.М.* Технология комплексной переработки гидробионтов: Учебное пособие / Т.М. Сафронова, В.Д. Богданов, Т.М. Бойцова, В.М. Дацун, Г.Н. Ким, Э.Н. Ким, Т.Н. Слуцкая / Под ред. Т.М. Сафроновой. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – 512 с.
13. *Касьянов Г.И., Боковикова Т.Н., Тарасов В.Е.* Диоксид углерода: производство и применение. – Краснодар: Экоинвест, 2010. – 171 с.
14. *Коган А.Х., Грачев С.В., Елисеева С.В.* Модулирующая роль CO₂ в действии активных форм кислорода. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 224 с.
15. *Килкаст Д., Субраманиами П.* Стабильность и срок годности. Мясо и рыбопродукты. – СПб.: Профессия, 2012. – 420 с.
16. *Сафронова Т.М.* Органолептическая оценка рыбной продукции: Справ. – М.: Агропромиздат, 1985. – 216 с.
17. *Сафронова Т.М.* Справочник дегустатора рыбной продукции. – М.: ВНИРО, 1998. – 244 с.
18. *Ким Г.Н.* Сенсорный анализ продуктов из гидробионтов / Г.Н. Ким, И.Н. Ким, Т.М. Сафронова, Е.В. Мегеда. – М.: Колос, 2008. – 534 с.

УДК 664.681.15:639.64

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ САХАРНОГО ПЕЧЕНЬЯ С КРАСНЫМИ ВОДОРΟΣЛЯМИ

А.А. Ефимов, М.В. Ефимова, А.Е. Сафонов, И.А. Лезина

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

Приведен анализ литературных данных о направлениях обогащения мучных кондитерских изделий. Представлена краткая характеристика химического состава красных водорослей и результаты исследования химического состава красных водорослей рода *Palmaria*. Показаны результаты разработки рецептуры печенья с красными водорослями на основе органолептического анализа.

Обогащение продуктов питания путем внесения в них нутриентов стало применяться с древних времен. Еще в средние века матери кормили своих дочерей яблоками, в которые вставляли железные гвозди и выдерживали некоторое время. Коренное индейское население Колумбии лечило зуб солью из источника с высоким содержанием йода. При приготовлении традиционных мексиканских лепешек зерна кукурузы сначала замачивали в известковой воде, а в тесто добавляли измельченный известняк. Одно из первых документированных предложений по обогащению пищевых продуктов – датированная 1831 г. рекомендация врача Бусинго йодировать соль для профилактики зоба. Впервые официально начали йодировать поваренную соль в Швейцарии в 1900 г. В 1919 г., через 6 лет после открытия витамина А, главный врач Лондона написал руководителю концерна Unilever письмо, в котором говорилось, что если фирма желает, чтобы ее маргарины больше были похожи на сливочное масло, то в них следует добавлять «новомодные витамины». Во время Второй мировой войны в Великобритании был принят закон об обязательном обогащении всей хлебопекарной муки витамином В₁ (тиамином), В₅ (ниацином), карбонатом кальция и разрешенным к применению источником железа [1].

Уже более 100 лет обогащение пищевых продуктов играет важную роль в здоровом питании и оздоровлении населения. Одной из быстро развивающихся областей обогащения является производство функциональных продуктов питания, многие из которых содержат вещества, оказывающие требуемый физиологический или оздоровительный эффект, а также микронутриенты, в том числе витамины-антиоксиданты [1, 2].

Одним из важнейших и любимых компонентов рациона населения всех возрастных групп в настоящее время являются кондитерские изделия [3]. Из лакомства [4] кондитерские изделия давно превратились в продукты повседневного спроса. Существенным недостатком кондитерских изделий является практически полное отсутствие в них таких важных биологически активных веществ, как витамины, каротиноиды, пищевые волокна, макро- и микроэлементы. По расчетам, 100 г мучных кондитерских изделий обеспечивают не более 4–5% суточной потребности человека в витаминах В₁, В₂ и РР. Однако при этом вклад мучных кондитерских изделий в общую энергетическую ценность рациона может достигать 18–20%. Это определило необходимость коррекции химического состава кондитерских изделий за счет обогащения витаминами, минеральными элементами, пищевыми волокнами при одновременном снижении энергетической ценности [5]. Достичь поставленной цели можно путем обогащения традиционных кондитерских изделий комплексными обогатителями в виде натуральных растительных компонентов.

Комплексные исследования по разработке рецептур и технологий кондитерских изделий, обогащенных биологически активными добавками функционального назначения были проведены с 1990 по 2003 гг. Лабораторией технологии новых специализированных продуктов профилактического действия НИИ питания РАМН совместно с НИИ кондитерской промышленности и несколькими предприятиями отрасли. В ходе исследований были подобраны обогащающие добавки, обоснован ассортимент обогатяемых кондитерских изделий, разработаны рецептуры и технологии обогащения [5].

Второе место по объему производства в кондитерской промышленности занимают мучные кондитерские изделия [4]. Наиболее распространенным видом мучных кондитерских изделий является печенье [6]. Содержание микронутриентов в 100 г печенья приведено в табл. 1 и 2 [5].

Таблица 1

Содержание микронутриентов в 100 г печенья, мг

Вид печенья	Минеральные элементы						Витамины					
	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	A	β-каротин	B ₁	B ₂	PP	C
Сахарное из муки высшего сорта	36	110	29	20	90	2,1	Следы	Следы	0,08	0,05	0,70	0
Затяжное из муки высшего сорта	32	104	28	14	75	0,9	Следы	Следы	0,10	0,03	0,88	0
Сдобное	38	132	43	22	122	1,8	Следы	Следы	0,08	0,03	0,75	0

Таблица 2

Содержание микронутриентов в 100 г печенья, % от рекомендуемой нормы потребления

Вид изделия	Минеральные элементы			Витамины			
	K	Ca	Fe	A	C	B ₁	B ₂
Печенье	16	4	10	0	0	6	2

Как видно из табл. 1 и 2, в печенье, выпускаемом по традиционным рецептурам, практически полностью отсутствуют важные микронутриенты. Это обуславливает актуальность дальнейших разработок, направленных на обогащение изделий с одновременным расширением ассортимента для удовлетворения постоянно растущего потребительского спроса.

Уже существующие технологии обогащения печенья предусматривают использование водорастворимых форм β-каротина. Однако при приготовлении теста и его дальнейшей технологической обработке наблюдаются значительные потери β-каротина. В качестве комплексной полифункциональной добавки в рецептуры печенья включают пшеничные отруби и пшеничные зародышевые хлопья, являющиеся источниками пищевых волокон и витаминов группы В [5]. Разработаны рецептуры белкового печенья для спортсменов [7].

Целью наших исследований являлась разработка технологии сахарного печенья с красными водорослями в качестве полифункциональной комплексной добавки.

Красные водоросли (багрянки) представляют особый отдел Rhodophyta и насчитывают более 600 родов и около 4000 видов багрянок [8].

Красные водоросли содержат от 13 до 23% сухих веществ [9]. Органические вещества красных водорослей представлены сложным комплексом углеводов, каротиноидов, азотистых соединений, состав которых специфичен для каждого вида и зависит от стадии развития растений и условий их произрастания.

Общее содержание липидов в багрянках сильно варьирует и составляет 2,6–39,4 мг/г сухой массы [10]. Общее содержание углеводов может достигать 70%. Количество сахарозы составляет 0,003–2%. Кроме запасных полисахаридов водоросли образуют различные сахара и сахароспирты [11]. В качестве продукта ассимиляции у красных водорослей откладывается полисахарид, называемый багрянковым крахмалом. По химической природе он ближе всего к амилопектину и гликогену [8, 12]. Кроме багрянкового крахмала, в качестве запасных веществ у красных водорослей откладываются трегалоза, флоридозид, сахароза и др.

Пектиновые вещества красных водорослей представляют собой соли кальция и магния пектиновых кислот. Они обладают способностью растворяться в кипящей воде с образованием слизистых растворов. К группе пектиновых веществ относятся также фикоколлоиды (агар, каррагинаны, нори, агароиды), которые содержатся в клеточных оболочках и межклеточном пространстве многих багрянок. Эти вещества обладают желеобразующей способностью [12].

Комплекс пигментов красных водорослей существенно отличается от пигментов зеленых водорослей. Пигменты представлены смесью хлорофиллов, α- и β-каротинами, ксантофиллами, фикобилипротеинами. Суммарное содержание пигментов в сухом веществе у разных видов красных водорослей изменяется от 50 до 200 мг%. Особенностью состава пигментов красных водорослей является присутствие фикоэритробилинов, которые не содержат в молекуле Mg²⁺ в отличие от хлорофилла и легко образуют комплексы со специфическими белками – фикоэритрин (красный) и фикоцианин (синий). В фикоэритрине содержится 15,6%, а в фикоцианине – 15,8% азотистых соединений. Фикоэритрин и фикоцианин хорошо растворяется в воде и высоко ценятся как натуральные безвредные для организма человека красители.

Состав минеральных веществ красных водорослей достаточно богат. Обнаруживают высокое содержание калия, особенно в каррагинанофитах, а также натрия, кальция, магния [9, 13, 14]. Содержание некоторых минеральных элементов в багрянках приведено в табл. 3 [15].

Таблица 3

Содержание минеральных химических элементов в красных водорослях

Минеральный элемент	Содержание, % от массы сухого вещества	Минеральный элемент	Содержание, % от массы сухого вещества
Калий К	1,0–2,2	Кремний Si	0,2–0,3
Натрий Na	1,0–7,9	Сера S	0,5–1,8
Кальций Ca	0,4–1,5	Фосфор P	0,2–0,3
Магний Mg	0,7–2,1	Хлор Cl	1,5–3,5
Железо Fe	0,1–0,15	Бром Br	До 0,005
–	–	Йод I	0,1–0,15

Нами предложено применять в качестве добавки при производстве мучных кондитерских изделий красные морские водоросли рода *Palmaria* (рис. 1).



Рис. 1. Красные водоросли рода *Palmaria*

Запасы этих водорослей являются одними из самых обширных в прикамчатских водах, а сами водоросли характеризуются богатым набором витаминов, микро- и макроэлементов, наличием фотопигмента фикоэритрина, обладающего антиоксидантным действием. *P. stenogona*, например, обладает приятным вкусом, богата эйкозапентаеновой кислотой, обладает биологической, в частности, антибактериальной, и физиологической активностью [16].

Нами был определен общий химический состав красных водорослей рода *Palmaria*. Результаты определения представлены в табл. 4.

Таблица 4

Общий химический состав красных водорослей *Palmaria stenogona*

Место сбора образцов	Содержание воды, %	Содержание золы, % от сухого вещества	Содержание органической части, % от сухого вещества	Содержание общего азота, % от органической части	Содержание фотопигмента фикоэритрина, г / кг воздушно-сухих водорос-
м. Маячный	82,28–82,59	99,10–99,13	0,87–0,90	6,3–9,06	5,94–6,65
о. Старичков	92,46	99,57	0,43	11,26	
б. Спасения	82,60–92,60	99,46–99,57	0,43–0,54	9,30–15,05	

Как видно из табл. 4, исследованные образцы водорослей характеризуются высоким содержанием минеральных компонентов (золы), содержат фикоэритрин.

Введение в состав мучных кондитерских изделий водорослевых добавок обеспечит повышение пищевой ценности изделий, приведет к снижению интенсивности протекания окислительных процессов жиров, вносимых в тесто по рецептуре, а, значит, повысит качество и сохранность готовой продукции.

В процессе проводимых исследований за основу принимали рецептуру сахарного печенья, приведенную в табл. 5.

Таблица 5

Рецептура печенья сахарного (контрольный образец), кг на 100 кг муки [17]

Ингредиенты	Количество
Мука пшеничная высшего сорта	100,0
Сахар	33,3
Яйцо куриное	13,3
Масло сливочное	41,6
Соль поваренная	2,0
Сода питьевая	1,0

Технология приготовления печенья включает следующие операции: подготовку сырья к замесу, замес теста, прокатку теста, формование изделий, выпечку, охлаждение, упаковку.

Экспериментальные образцы готовили с добавлением измельченных до размера частиц 2–3 мм предварительно дезинтегрированных циклическим замораживанием-размораживанием и высушенных при температуре 50°C до содержания влаги 3% водорослей.

Водоросли вносили непосредственно в муку в количестве 1%, 2%, 3%, 5%, 7% (табл. 6). Для образцов теста определяли вязкость с помощью экспресс-анализатора консистенции ЭАК-1М. Результаты определения вязкости теста показали, что количество вносимых водорослей на вязкость влияния не оказывало.

После замеса теста формовали изделия (рис. 2) массой 33 г и выпекали в течение 10 мин при температуре 180°C до готовности (рис. 3).

Таблица 6

Характеристика образцов печенья

Обозначение образца	Количество вносимых водорослей, % от массы муки
К	0
Э-1	1,0
Э-2	2,0
Э-3	3,0
Э-5	5,0
Э-7	7,0



Рис. 2. Образцы тестовых заготовок изделий



Рис. 3. Образцы готового печенья

Приемлемость дозы вносимой водорослевой добавки определяли по органолептическим показателям. При проведении органолептической оценки продукта применяли нестандартный метод органометрии, основанный на балльных шкалах. Определение органолептических показателей проводили на дегустационном совещании, где в качестве дегустаторов выступали

магистранты группы и сотрудники кафедры «Технологии пищевых производств». Результаты органолептических исследований представлены в табл. 7.

Таблица 7

Сравнительные органолептические показатели образцов печенья сахарного с красными водорослями

Показатель	Образец печенья					
	К	Э-1	Э-2	Э-3	Э-5	Э-7
Поверхность	Рифленая, шероховатая, нижняя сторона ровная	Рифленая, шероховатая, с вкраплениями частичек водорослей, нижняя сторона ровная				
Цвет	Свойственный данному наименованию изделия, равномерный, с более темной окраской краев печенья и нижней стороны	Золотистый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, с более темной окраской краев печенья и нижней стороны, едва заметные вкрапления водорослей бордовой окраски	Золотистый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, с более темной окраской краев печенья и нижней стороны, заметные вкрапления водорослей бордовой окраски	Золотистый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, с более темной окраской краев печенья и нижней стороны, выраженные вкрапления водорослей бордовой окраски	Золотистый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, с более темной окраской краев печенья и нижней стороны, хорошо выраженные вкрапления водорослей бордовой окраски	Золотистый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, с более темной окраской краев печенья и нижней стороны, значительное количество вкраплений водорослей бордовой окраски
Вкус и запах	Свойственные данному наименованию печенья, без посторонних запаха и привкуса	Свойственные данному наименованию печенья, без посторонних запаха и привкуса	Свойственные данному наименованию печенья, слабовыраженный вкус и запах водорослей	Свойственные данному наименованию печенья, умеренный вкус и запах водорослей	Свойственные данному наименованию печенья, сильно выраженный вкус и запах водорослей	Не свойственные данному наименованию печенья, сильный вкус и запах водорослей, перебивающий естественный запах печенья
Вид на изломе	Пропеченное с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса	Пропеченное с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса, редкие вкрапления частиц водорослей	Пропеченное с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса, редкие вкрапления частиц водорослей	Пропеченное с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса, умеренные равномерные вкрапления частиц водорослей	Пропеченное с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса, значительные равномерные вкрапления частиц водорослей	Пропеченное печенье, резко выраженные вкрапления частиц водорослей, искажающие общее восприятие
Средний балл по состоянию поверхности	4	4	4	4	4	4
Средний балл по цвету	4	2	3	4	4	2
Средний балл по вкусу и запаху	4	4	4	4	3	1
Средний балл по виду на изломе	4	2	2	4	3	2

Как видно из табл. 7, наиболее высокие органолептические показатели были определены у образца Э-3 с добавлением водорослей 3% от массы муки.

Порядковая балльная шкала для оценки органолептических показателей изделий приведена в табл. 8.

Таблица 8

Балльная шкала для оценки органолептических показателей образцов печенья сахарного с красными водорослями

Наименование показателя	Словесная характеристика баллов	Балл
Поверхность	Рифленая, шероховатая, нижняя сторона ровная	4
	Рифленая, сильно шероховатая, нижняя сторона ровная	3
	Бугристая, сильно шероховатая, нижняя сторона ровная	2
	Бугристая, сильно шероховатая, нижняя сторона ровная	1
	Бугристая, сильно шероховатая, нижняя сторона неровная	0
Цвет	Свойственный данному наименованию изделия, равномерный, с более темной окраской краев печенья и нижней стороны, с выраженными вкраплениями водорослей бордовой окраски	4
	Свойственный данному наименованию изделия, но не равномерный, с более темной окраской краев печенья и нижней стороны либо с заметными вкраплениями водорослей бордовой окраски	3
	Свойственный данному наименованию изделия, но не равномерный, с более темной окраской краев печенья и нижней стороны либо с едва заметными или значительными вкраплениями водорослей бордовой окраски	2
	Темноватый, неравномерный, с более темной окраской краев печенья и нижней стороны	1
	Темноватый, неравномерный, с подгорелыми краями и нижней стороной	0
Вкус и запах	Свойственные данному наименованию печенья, без посторонних запаха и привкуса, с легким или умеренно выраженными вкусом и запахом водорослей	4
	Свойственные данному наименованию печенья, без посторонних запаха и привкуса, с сильно выраженными вкусом и запахом водорослей	3
	Свойственные данному наименованию печенья, без посторонних запаха и привкуса, с резко выраженными вкусом и запахом водорослей	2
	Не свойственные данному наименованию печенья либо с резко выраженными вкусом и запахом водорослей	1
	Не свойственные данному наименованию печенья с порочащими запахом и привкусом	0
Вид на изломе	Пропеченное с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса, умеренные равномерные вкрапления частиц водорослей	4
	Пропеченное с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса, значительные равномерные вкрапления частиц водорослей	3
	Пропеченное с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса, едва заметные, редкие либо резко выраженные вкрапления частиц водорослей	2
	Пропеченное печенье с неравномерной пористостью, с пустотами и следами непромеса	1
	Непропеченное печенье с неравномерной пористостью, с пустотами и следами непромеса	0

Профилограммы качества печенья с красными водорослями представлены на рис. 4.

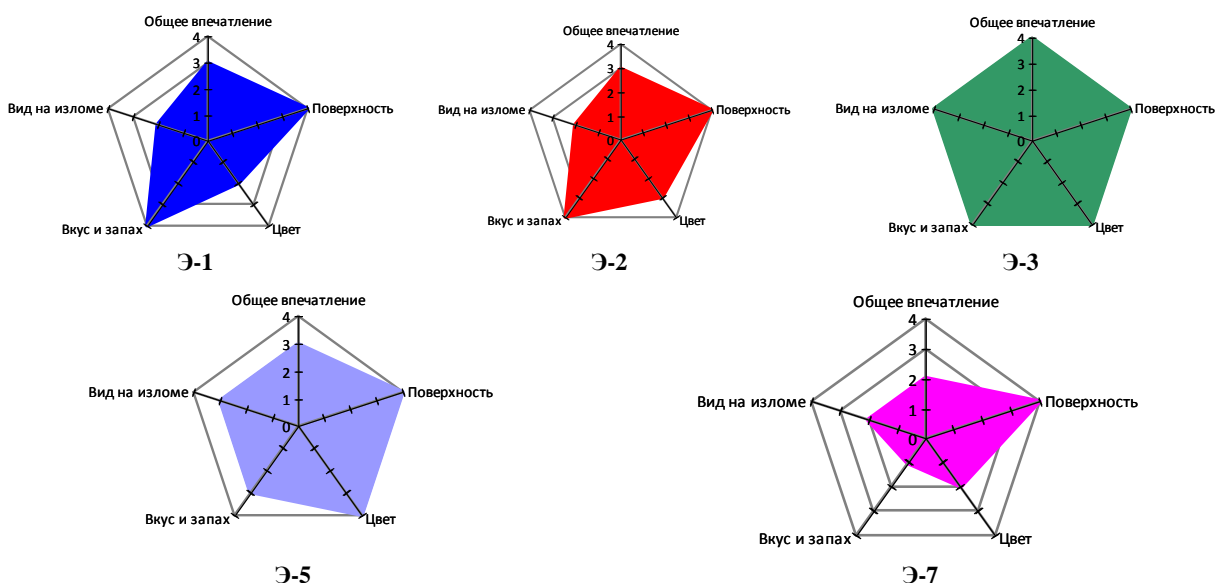


Рис. 4. Профилограммы качества образцов сахарного печенья с красными водорослями

Как видно из рисунка 4, наиболее приемлемым по органолептическим показателям является образец печени Э-3 с добавлением водорослей в количестве 3% от массы муки.

Дальнейшие исследования технологии будут направлены на определение физико-химических показателей образцов печени, пищевой и энергетической ценности.

Проведенные на данном этапе исследования доказывают возможность и актуальность расширения ассортимента обогащенного печени за счет введения ценного водорослевого сырья.

Литература

1. *Оттавей П.Б.* Обогащение пищевых продуктов и биологически активные добавки: технология, безопасность и нормативная база. – СПб.: Профессия, 2010. – 312 с.
2. Пищевая биотехнология: научно-практические решения в АПК: Монография / А.И. Жаринов, И.Ф. Горлов, Ю.Н. Нелепов, Н.А. Соколова. – М.: Вестник РАСХН, 2007. – 476 с.
3. Технология карамели: Уч. пособие / Г.О. Магомедов, А.Я. Олейникова, И.В. Плотникова, А.Ф. Брехов. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 216 с.
4. *Драгилев А.И., Маршалкин Г.А.* Основы кондитерского производства. – М.: Колос, 1999. – 448 с.
5. *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.
6. Технологии пищевых производств / А.П. Нечаев, И.С. Шуб, О.М. Аношина и др.; под ред. А.П. Нечаева. – М.: КолосС, 2008. – 768 с.
7. Экспертиза специализированных пищевых продуктов. Качество и безопасность: Учеб. пособие / Л.А. Маюрникова, В.М. Позняковский, Б.П. Суханов и др.; под ред. В.М. Позняковского. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 424 с.
8. *Клочкова Н.Г., Березовская В.А.* Водоросли Камчатского шельфа. Распространение, биология и химический состав. – Владивосток; Петропавловск-Камчатский: Дальнаука, 1997. – 154 с.
9. *Кизеветтер И.В., Суховеева М.В., Шмелькова Л.П.* Промысловые морские водоросли и травы дальневосточных морей. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 112 с.
10. *Дембицкий В.М., Розенцвиг О.А., Печенкина Е.Е.* Липиды морских водорослей – макрофитов. I. Жирнокислотный и фосфолипидный состав *Rhodophyta* // Химия природных соединений, 1990. – № 1. – С. 113–115.
11. *Саут Р., Уиттик А.* Основы альгологии. – М.: Мир, 1990. – 597 с.
12. *Виноградова К.Л.* Отдел красные водоросли // Жизнь растений / Под ред. М.М. Голлербаха. – М.: Просвещение, 1977. – Т. 3. – С. 72–86.
13. *Барашков Г.К.* Сравнительная биохимия водорослей. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 336 с.
14. *Подкорытова А.В., Кушева О.А., Кадникова И.А.* Технология гелеобразующих полисахаридов из смеси дальневосточных красных водорослей // Технология и биотехнология гидробионтов. – Т. 120. – Владивосток: Изд-во ТИНРО, 1997. – С. 225–229.
15. *Кизеветтер И.В., Грюнер В.С., Евтушенко В.А.* Переработка морских водорослей и других промысловых растений. – М.: Пищ. пром-сть, 1967. – 416 с.
16. *Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э.* Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Т. 2. Красные водоросли. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. – С. 176.
17. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.povarenok.ru/recipes/show/8875/> – Дата обращения 10.10.2013 г. – 14:23.

УДК 664.955.2

ХАРАКТЕРИСТИКА СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ИКРЫ ЛОСОСЕВОЙ ЗЕРНИСТОЙ

М.В. Ефимова¹, А.А. Ефимов¹, Ю.В. Кузьмичев², А.Е. Смирнова¹, В.Ю. Сафин¹

¹Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский;

²ООО «Озерновский РКЗ № 55», Петропавловск-Камчатский

Приведен анализ литературных данных о существующих технологиях икры лососевой зернистой. Рассмотрены используемые в производстве компоненты. Приведена типовая технологическая схема и типовые режимы основных технологических операций. Показаны проблемы сохранения качества икорных продуктов.

Традиционно считается [1–6], что приоритетной технологией обработки икры лососевых является производство соленой зернистой икры.

Икра впервые упоминается в III веке до н. э. в текстах Дифилуса из Сифноса, рассуждавшем о различии между свежей икрой и икрой соленой. В России обрабатывать икру научились еще в XII веке [7]. Лососевая икра становится популярной в Европе, начиная с XVIII века, и остается популярной и в наши дни [8]. Ее производят в России, Америке и Финляндии, экспортирующей икру в больших количествах в Японию [9].

Традиция засолки икры в России появилась приблизительно в 15 веке. Рыбу вспарывали и вынимали ястык, в котором находятся миллионы икринок в природной «упаковке» из тонких пленок, клали в специальные сита и осторожно растирали руками. Икринки проваливались, а пленка оставалась в сите. Красную икру опускали в прокипяченный насыщенный раствор соли, обсушивали и перемешивали с растительным маслом, чтобы икринки не склеивались. Такая традиционная технология является основой производства зернистой лососевой икры и в настоящее время. Но режимы способы проведения технологических операций, конечно, за шесть веков усовершенствовались.

Производство этого вида икорной продукции широко распространено на рыбообрабатывающих предприятиях Дальнего Востока и, в частности, Камчатки.

Технология производства лососевой зернистой икры реализуется в соответствии с ТИ № 80 Сборника технологических инструкций по обработке рыбы [10] (рис. 1).

Качество поступающей на предприятие рыбы-сырца должно соответствовать требованиям ТУ 9246-011-33620410 «Рыбы лососевые дальневосточные-сырец». Рыбу-сырец транспортируют и хранят до разделки в ящиках с послойной пересыпкой льдом. Высота слоя льда должна быть не более 0,4 м. Допускается хранить рыбу с икрой в бункерах с льдоводяной смесью при соотношении рыбы и смеси 1:1. Высота льдоводяной смеси и рыбы составляет 0,6–1,6 м и зависит от конструкции бункера. Продолжительность хранения рыбы, охлажденной льдом, с момента вылова до разделки и выемки ястыков не должна превышать 8 ч. При температуре окружающего воздуха не выше 15°C разрешается хранить и перевозить рыбу без охлаждения льдом в течение не более 2 ч. Известно, что в теле живой рыбы икра стерильна [11]. Но после смерти рыбы в результате автолитических изменений создаются благоприятные условия для проникновения в икру микроорганизмов из кишечника. Если ястыки оставить в теле снулой рыбы, то качество икры будет быстро снижаться, и вскоре икра станет непригодной для переработки. Поэтому для предотвращения загрязнения икры разнообразной микрофлорой рекомендуется ястыки вынимать прежде, чем внутренности.

На большинстве предприятий рыбной промышленности Камчатки разделка рыбы производится в две стадии: на первой стадии рыба поступает на головоотсекающее устройство, затем обезглавленная рыба подается на конвейер для выемки ястыков, которая производится вручную.

Извлеченные ястыки собирают в сетчатые корзины или ящики емкостью 6–8 кг. При этом высота слоя икры не должна превышать 6 см. Ящики с икрой без задержки подают в икорный цех и сортируют по качеству на первый и второй сорт. При сортировании икры-сырца в соответ-

ствии с ТУ 9246-011-33620410 «Рыбы лососевые дальневосточные-сырец» в зависимости от состояния оболочки зерна икра направляется на приготовление продукции различного качества. Так, для производства икры первого сорта направляется зерно с упругой оболочкой, рассыпчатое или с относительной рассыпчатостью. Для приготовления икры второго сорта допускается использование зерна с ослабевшей оболочкой, покрытого слизью, плохо рассыпающегося. Зерно со слабой оболочкой, мягкой, легко лопающейся для приготовления икры не пригодно.

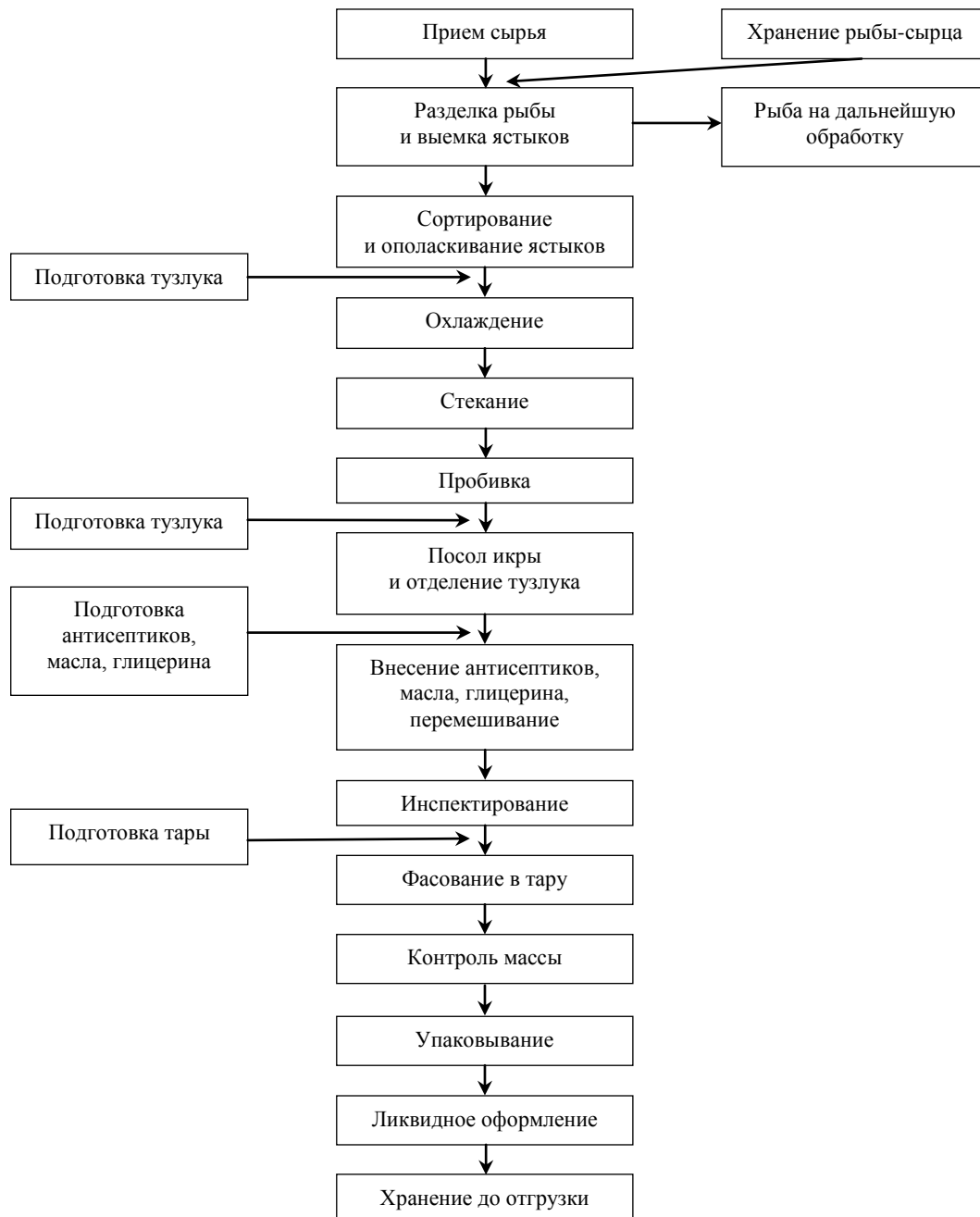


Рис. 1. Технологическая схема приготовления зернистой икры лососевых [10,12]

Рассортированные ястыки ополаскивают пресной водой, соответствующей требованиям СанПиН 2.1.4.1074 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», температурой не выше 5°C, что способствует повышению вязкости желточной массы и снижению активности ферментов. Мойку осуществляют для удаления кусочков пленок, сгустков крови и других загрязнений.

Охлаждение производят солевым раствором плотностью 1120–1160 кг/м³ температурой минус 2 – минус 3°C с целью закрепления зерна. Поваренная соль должна отвечать требованиям

ГОСТ Р 51574 «Соль поваренная пищевая. Технические условия». Продолжительность охлаждения около 3 мин. После охлаждения до температуры 0–3°C ястыки укладывают на перфорированные лотки, выдерживают в течение 5–10 мин для удаления излишков влаги и без промедления направляют на пробивку.

На практике охлаждение ястыков производят в ваннах или оросительных охладителях (например, марки ИОЯ).

Пробивка ястыков производится с целью отделения зерна от соединительной ткани. Операцию можно производить либо вручную на бутаре, либо с помощью икропробивочной машины (например, ИПЯ-4 или НЗ-ИПЯ) или икорного сепаратора. Процесс пробивки всегда характеризуется значительным количеством отходов и потерь (до 30%). Особенно высоки потери при проведении машинного процесса. Для пробивки икры горбуши используются грохотки с ячеей размером 6×6–8×8 мм. С середины 80-х годов прошлого века в России ведутся научные исследования по выделению икры из ястыков лососевых рыб с использованием протеаз [13].

Пробитую икру собирают в сетчатые корзины слоем высотой не более 5 см и направляют на посол.

Солевой раствор, используемый для посола икры, должен иметь плотность не менее 1,2 кг/м³. Тузлук предварительно обязательно подвергают кипячению в течение 25–35 мин, фильтрованию, охлаждению и отстаиванию в течение 3–10 суток. Для приготовления тузлука применяют пищевую поваренную соль высшего сорта или сорта «Экстра», соответствующую требованиям ГОСТ Р 51574.

Солят икру порциями по 20 кг. Продолжительность посола до 22 мин в зависимости от вида икры, ее качества, размера, а также температуры солевого раствора и заданного содержания соли. Соотношение икры и тузлука должно быть не менее 1:3. Окончание процесса посола определяется по следующим органолептическим признакам: при раздавливании икринок между пальцами содержимое ее не разбрызгивается, не растекается по пальцам, а держится в виде капли; содержимое икринок не должно быть кровавого цвета; слегка сжатые в кулак зерна икры после разжатия пальцев свободно отделяются друг от друга. Содержание соли в готовой бочковой зернистой икре первого сорта должно быть 4–6%, второго сорта – 4–8% (для баночной первого сорта – 4–6%, второго сорта – 4–7%).

Достаточно высокое содержание поваренной соли, необходимое для сохранения готового продукта в течение длительного срока, не позволяет рассматривать соленую икру как продукт обычного, повседневного рациона. К сожалению, избыток поваренной соли характеризует пищевые рационы большинства людей. При потреблении поваренной соли и других веществ, богатых натрием, в количествах больших физиологической потребности, нежелательно изменяется структура практически всех клеток, тканей, со сбоями начинают функционировать многие органы [14, 15].

Посол можно проводить в посольном аппарате типа ИПОИ 3000. В этом случае соотношение икры и тузлука должно быть не менее 1:4. Отделение тузлука после посола осуществляется в этом же аппарате с помощью насоса. При проведении посола в посольной емкости с ручным перемешиванием отделение тузлука из выбранной в корзины просолившейся икры осуществляют с помощью процесса центрифугирования. Дегтярев В.Н., например, предлагает использовать для отделения тузлука непрерывно действующую центрифугу, конструкция которой позволяет в процессе центрифугирования удалять из ротора через щелевую перфорацию не только тузлук, но и лопанец [16, 17]. Тузлук отделяют в течение 5–10 мин, после чего производят инспектирование икры на экранированных столах порциями предельной массой 25 кг. Можно применять экранированные конвейеры, как, например, на большинстве предприятий Японии.

На экранированном столе в икру вносят антисептики, растительное масло по ГОСТ Р 52465 «Масло подсолнечное. Технические условия» и глицерин. В соответствии с требованиями ГОСТ 1629 «Икра лососевая зернистая бочковая» и ГОСТ 18173 «Икра лососевая зернистая баночная», в качестве антисептиков применяют сорбиновую кислоту в количестве не более 0,1%, и, в соответствии с введенными в действие в 2008 году дополнениями и изменениями к СанПиН в части исключения применения уротропина при производстве икорной продукции, бензойноокислый натрий (БКН) в количестве не более 0,1%.

Сорбиновая кислота должна соответствовать требованиям ТУ 6-22-5800146-358 «Кислота сорбиновая (кислота 2,4-гексадиеновая). Технические условия».

Бензойнокислый натрий, применяемый для приготовления икры в потребительской таре, должен соответствовать требованиям ТУ 64-6-395 «Натрия бензоат пищевой. Технические условия».

В соответствии с ГОСТ Р 52336 «Икра зернистая лососевых рыб. Технические условия», применяют сорбиновую кислоту в количестве не более 0,2% от массы готовой икры или пищевую добавку «Варэкс-2».

ГОСТ 18173 на икру лососевую зернистую баночную и ГОСТ 1629 на икру бочковую, а также ТИ № 80 по изготовлению лососевой зернистой икры [10], предусматривают изготовление икры без антисептиков по требованию потребителя. Но при этом сроки хранения бочковой икры сокращаются с 8 до 2 месяцев, а баночной – с 12 до 4 месяцев.

Предлагаемая ГОСТ Р 52336 пищевая добавка «Варэкс-2» позволяет хранить зернистую икру в банках при температуре от 2 до 4°C не более 12 месяцев при содержании поваренной соли в готовом продукте до 3,0%.

Для смешивания икры с компонентами на инспекционный стол подают порцию икры и добавляют заранее подготовленную в соотношении 1:1 смесь антисептиков, равномерно распределяя их по всей поверхности икры.

Растительное рафинированное масло, предварительно прокаленное при температуре 120°C в течение 30 мин и охлажденное до температуры помещения, перед внесением смешивают с глицерином [10, 18, 19]. Растительное масло и глицерин предотвращают склеивание икринок между собой. Расход масла на 100 кг готовой зернистой баночной икры составляет 300 г, бочковой – 600 г. Расход глицерина на 100 кг готовой зернистой икры – 15 г.

Затем икру на том же столе тщательно перемешивают с добавленными компонентами и проводят ее инспекцию, удаляя остатки пленок, сгустки крови и другие посторонние включения. Технологии, применяемые в середине прошлого столетия, предусматривали смешивание икры с компонентами в специальных ваннах порциями по 50 кг [19–21].

После этого икру упаковывают в новые деревянные заливные бочки вместимостью не более 50 дм³, металлические или стеклянные банки вместимостью не более 270 см³. Деревянные бочки снаружи покрываются олифой, а внутри их парафинируют. Внутренняя поверхность металлических крышек и банок должна быть покрыта лаком или эмалью. Укупоривание банок производят на вакуум-закаточной машине при остаточном давлении в камере машины не менее 500 мм рт. ст. с таким расчетом, чтобы остаточное давление в банке с икрой было не менее 133,322 ГПа (100 мм рт. ст.).

Далее проводят операции ликвидного оформления (мойка и протирка банок, укладка их в ящики, упаковывание, маркирование ящиков, опломбирование). Затем продукт направляют на хранение до отгрузки.

Срок годности икры лососевой зернистой баночной с антисептиками, в соответствии с ГОСТ 18173 «Икра лососевая зернистая баночная», 12 месяцев, без антисептиков – 4 месяца.

В процессе хранения в икре происходят различные изменения вкуса, запаха, консистенции и химического состава. Вкус икры может измениться из-за появления кислого и горького привкуса, которые постепенно усиливаются при неправильном хранении. Если икра хранится в металлической таре, то может появиться металлический привкус. При неблагоприятных условиях хранения изменяется консистенция икры, вплоть до образования отстоя. При этом увеличивается содержание свободных летучих и нелетучих жирных кислот и продуктов распада белков – аминокислот и азотистых оснований, что ограничивает сроки хранения икры. Икринки представляют собой идеальную среду для развития микрофлоры, тем более что у каждой неоплодотворенной икринки есть отверстие для ее оплодотворения, а также многочисленные питательные каналы, через которые в нее легко проникают микроорганизмы, даже при условии целостности оболочки зерна [18].

При применении традиционной технологии нередко возникают дефекты готовой продукции, что связано, в первую очередь, со сложностями доставки рыбы-сырца с мест вылова к местам переработки, что приводит к задержке сырца. Возникновение пороков, связанных с нарушением требований действующих нормативных документов, в последние годы участилось из-за особенностей производства на современном этапе: применение труда «сезонных» в основном неквалифицированных работников; организация производства на местах вылова предприятиями «однодневками»; существующими только в период лососевой путины; общая экономическая нестабильность в стране, приведшая к заинтересованности многих работников и целых предпри-

ятий лишь в «настоящем моменте», так как нет уверенности в будущих прибылях из-за беспорядочного распределения квот между предприятиями и продаж лицензий. А одними из основных направлений обеспечения качества продукции являются непрерывное и систематическое обучение, специализированная профессиональная подготовка, постоянное повышение квалификации работников, повышение роли стимулирования труда [22].

На настоящее время разработано достаточно много способов приготовления лососевой зернистой икры, направленных на увеличение срока годности и на сохранение качества в течение установленного срока годности.

Известен способ приготовления лососевой зернистой икры с использованием молочной сыворотки кислотностью 60°Т [23, 24]. Использование молочной сыворотки в пищевой промышленности позволяет существенно замедлить окислительные и микробные процессы. Технологическая схема производства икры лососевой зернистой с использованием молочной сыворотки отличается от традиционной наличием операций надрезания ястыков, приготовления солевого раствора молочной сыворотки. Для приготовления раствора смешивают 6 кг соли и 94 кг молочной сыворотки кислотностью 60°Т при температуре 10°С. Отсутствует операция внесения консервантов. Подготовка сырья заключается в разделке рыбы, сортировании ястыков по качеству в зависимости от прочности оболочки и состояния икры, промывании ястыков, ополаскивании в пресной воде, охлажденной до температуры не менее 5°С, после этого ястыки аккуратно надрезают и разворачивают. Ястыки выдерживают в солевом растворе молочной сыворотки в соотношении «ястыки : раствор» 1 : 2 в течение 10 мин. После выдерживания икру отправляют на пробивку и последующий посол. Икру солят в тузлуке плотностью 1200 г/м³ в течение 5 мин. Далее икру направляют на стекание в течение 10–15 мин, после чего икру инспектируют, вносят растительное масло, фасуют в стеклянные баночки, герметично укупоривают, маркируют и направляют на хранение при температуре минус 4 – минус 6°С не более 6 месяцев с даты изготовления. Недостатками способа являются зависимость процесса производства икры от продуктивности молочного скота и способов переработки молока, а также низкий срок годности – 6 месяцев.

Известны способы изготовления зернистой икры лососевых на основе методов биотехнологии, в частности применения в производственном процессе разрушения пленки ястыка за счет ферментативного воздействия. При этом используют ферменты, полученные из внутренностей рыб, или их смесь с папаином [25], коллагеназу микробиологического синтеза или выделенную из гепатопанкреаса краба [26, 27]. Использование протеолиза обеспечивает существенное снижение потерь сырья и увеличение выхода готовой продукции, позволяет механизировать трудоемкий процесс пробивки и значительно сократить трудовые и временные затраты.

Возможна обработка ястыков раствором панкреатина, что позволит сократить расходы, так как этот препарат достаточно дешев, и так же как и коллагеназа позволяет избежать повреждений икры и, соответственно, увеличить выход готовой продукции. Панкреатин – ферментный препарат, в состав которого входят панкреатические ферменты – липаза, альфа-амилаза, трипсин, химотрипсин. Панкреатин получают из поджелудочной железы свиней. Панкреатин выпускается в таблетках по 0,25 г. Одна таблетка содержит: протеазу – 12,500 ЕД, амилазу – 12,500 ЕД, липазу – 100 ЕД. Панкреатин содержит полный набор ферментов, расщепляющих белки, углеводы и жиры. Особенно много панкреатин содержит протеаз – намного больше, чем другие препараты подобного рода [28].

Известен способ производства икры лососевой зернистой [27], который позволяет за счет предупреждения проникновения ферментного препарата во внутренние слои оболочки икры в процессе обработки ястыков ферментным раствором получить высококачественную продукцию длительного (12 месяцев) срока хранения из свежего и мороженого сырья. Способ заключается в том, что перед обработкой ястыков ферментным препаратом их выдерживают в течение 1–3 мин в насыщенном растворе тузлука, содержащем хлористый кальций в количестве 0,03–0,1 моль/дм³, имеющем температуру 8–14°С при соотношении тузлук : ястыки – 1:1 – 1:1,5, а затем проводят обработку в растворе, содержащем 3–10% ферментного препарата, выделенного из внутренностей ракообразных при температуре 12–18°С. Однако ферментативные способы обработки до сих пор не используются в производственных условиях, вследствие дестабилизации качества готовой продукции при длительном хранении из-за разрушения оболочки икры.

Известна технология консервирования икры лососевых, основанная на использовании электрохимически активированного анолита АН раствора поваренной соли [29], которая обеспечивает

длительное сохранение (более 1 года) продуктов высокого качества. В технологии применяется синтезированный в установке СТЭЛ, электрохимически активированный анолит АН на основе раствора поваренной соли, имеющий рН 6,5–6,7 и окислительно-восстановительный потенциал в пределах +850 – +900 мВ. При данной технологии производят посол в насыщенном растворе поваренной соли, стекание, обработку раствором АН, стекание, инспектирование и фасование в банки, хранили при температуре минус 4 – минус 6°С. Данный способ консервирования икры лососевых может заменить традиционно используемые химические консерванты и позволяет получить деликатесный продукт длительного срока хранения (12 месяцев) с пониженным содержанием соли (3%) и улучшенными потребительскими свойствами.

Известен способ производства икры лососевой зернистой солено-мороженой. Икру изымают из рыбы, промывают, солят. После прохождения основных стадий производства независимые эксперты градируют всю произведенную икру, разделяя ее на три сорта, иногда выделяют еще и сорта 4 и 5. Икра фасуется в упаковку по требованиям клиентов (от 0,5 и 1 кг до 7 кг) и замораживается в сверхмощных морозильных камерах при температуре минус 40°С. Моментальная заморозка позволяет сохранить все полезные качества икры. Солено-мороженая икра не требует применения консервантов для длительного срока хранения.

Известен способ приготовления лососевой зернистой икры, предусматривающий посол икры, смешивание с растительным маслом, укупоривание в банки, пастеризацию и охлаждение. После пастеризации банки с икрой выдерживают при температуре от 0 до минус 2°С в течение 20–30 дней, затем банки с икрой подвергают пастеризации вторично. Изобретение позволяет получить консервированный продукт со сроком хранения до двух лет.

Известен способ консервирования икры лососевых рыб, включающий посол пробитой икры, смешивание с растительным маслом и глицерином, укупоривание в банки, выдерживание на открытом воздухе и последующую пастеризацию. Пастеризацию проводят путем постепенного нагревания банок с икрой до температуры 57–58°С и прогреванием при данной температуре в течение 90–95 мин с последующим выдерживанием до температуры 20–26°С. Кроме того, банки с икрой выдерживают перед пастеризацией при температуре от минус 2 до минус 5°С в течение 30–120 дней [30].

Недостатком способа является прогревание банок во время пастеризации длительное время (90–95 минут) приводит к потемнению цвета икры, готовый продукт получается подваренным, что негативно сказывается на его органолептических свойствах.

Известен способ консервирования икры дальневосточных лососевых, включающий сбор сырья, посол пробитой икры, смешивание с растительным маслом, укупоривание в банки, пастеризацию и охлаждение. В качестве сырья используют ястыки лососевых рыб «зубатка», а пастеризацию проводят при температуре 60±1°С. Причем содержание соли в готовом продукте составляет 3–4,5%, а содержание масла – 140–160 г на 100 кг готовой продукции [31]. Мягкий режим пастеризации положительно влияет на органолептические показатели готового продукта. Оболочка икринок мягкая, и при этом сохраняется разбористость икринок, продукт имеет пикантный вкус и аромат.

Однако готовая икра имеет небольшой срок хранения, так как при однократной пастеризации не удастся избежать прорастания бактериальных спор. Для подавления оставшейся микрофлоры и стабилизации ее состояния необходимы дополнительные мероприятия.

Известен способ производства зернистой лососевой икры, включающий сбор сырья, посол пробитой икры, смешивание с растительным маслом, укупоривание в банки, пастеризацию и охлаждение, выдерживание после пастеризации при температуре в от 0 до минус 2°С в течение 20–30 дней, вторичную пастеризацию путем постепенного нагревания банок с икрой до температуры 57–59°С и выдерживания при этой температуре 20–30 мин. Температурный и временной режимы повторной пастеризации способствуют сохранению вкусовых свойств, стабилизации цвета и консистенции икры. Срок хранения продукта 2 г.

Недостатком способа являются повышенные энергозатраты на двукратную пастеризацию икры.

Известен способ приготовления зернистой лососевой икры [32], включающий сортировку сырья, промывание его, пробивку ястыков, посол икры, смешивание ее с антисептиками и растительным маслом и фасование, отличающийся тем, что посол икры осуществляют в ястыках перед пробивкой, а в качестве антисептиков используют водный раствор, содержащий 3–5% NaCl, 0,01–0,35% CaCl₂ и 0,01–0,08% цитрата кальция, или водный раствор, содержащий 3–5% NaCl и

0,1–0,5% CaCl_2 , причем икру в нем выдерживают при перемешивании в течение 3–5 мин. Затем икру отделяют от жидкости, перемешивают с растительным маслом и фасуют. Размораживание ястыков на воздухе не снижает прочности оболочки икры, что способствует уменьшению потерь при пробивке ястыков. Посол ястыков в нагретом концентрированном растворе поваренной соли уменьшает эластичность пленки ястыка, что облегчает отделение зерен икры при пробивке и повышает выход готовой продукции. Относительно невысокая (30–45°C) температура нагрева тузлука не приводит к необратимым изменениям химических компонентов икры и не снижает качество готовой продукции. Обработка икры раствором, содержащим небольшое количество солей кальция, предотвращает развитие микрофлоры при хранении готового продукта. Ястыки лососевые свежие обрабатывают аналогичным образом, при этом выход готовой продукции возрастает на 10–20% по сравнению с принятым в промышленности способом приготовления зернистой лососевой икры.

Как видно из выше изложенного, приоритетными задачами технологий лососевой икры всегда являлись и являются минимизация потерь сырья при пробивке, а также обеспечение качества готовой продукции. Наряду с указанными основополагающими задачами совершенствования обработки икры серьезное влияние на ее развитие оказывают утвердившиеся в обществе взгляды на «здоровую» пищу, требующие ограничить применение искусственных добавок, уменьшить содержание соли, предъявляющие особые требования к режиму и способу обработки. В последние годы повышается культура питания населения, многие принимают для себя установку на здоровое питание, использование натуральных продуктов, без консервантов.

Литература

1. Баль В.В., Верейн Е.А. Технология рыбных продуктов и технологическое оборудование. – М.: Агропромиздат, 1990. – 60 с.
2. Макарова Т.И. Технология приготовления икры. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 110 с.
3. Таникава И. Продукты морского промысла Японии. – М.: Пищ. пром-сть, 1975. – 352 с.
4. Технология переработки рыбы и морепродуктов: Учебное пособие / Г.И. Касьянов, Е.Е. Иванова, А.Б. Одинцов, Н.А. Студенцова, М.В. Шалак. – Ростов-на-Дону: Март, 2001. – 416 с.
5. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун и др. / под ред. Т.М. Сафроновой и В.И. Шендерюка. – М.: Колос, 2001. – 496 с.
6. Экспертиза рыбы, рыбопродуктов и нерыбных объектов водного промысла. Качество и безопасность / В.М. Позняковский, О.А. Рязанова, Т.К. Каленик, В.М. Дацун / под ред. В.М. Позняковского. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 311 с.
7. Хуришудян С.А., Зайчик Ц.Р. История производства пищевых продуктов и развития пищевой промышленности России: учебное пособие. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 204 с.
8. Щеникова Н.В. Питание народов мира: культура и традиции: Учебное пособие. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 268 с.
9. Рамад Ф. Мир икры. – М.: ООО «Миракл», 2003. – 144 с.
10. Инструкция по изготовлению лососевой зернистой икры // Сборник технологических инструкций по обработке рыбы; под ред. А.Н. Белогунова и М.С. Васильевой. Т. 2. – М.: КолосС, 2003. – С. 379–391.
11. 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.
12. Технология комплексной переработки гидробионтов: Учебное пособие / Т.М. Сафронова, В.Д. Богданов, Т.М. Бойцова, В.М. Дацун, Г.Н. Ким, Э.Н. Ким, Т.Н. Слуцкая / под ред. Т.М. Сафроновой. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – 512 с.
13. Стародубцева Н.Б. Получение соленой зернистой икры лососевых с использованием протеаз: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2003. – 24 с.
14. Билич Г.Л., Назарова Л.В. Основы валеологии. – СПб.: Водолей, 1998. – 559 с.
15. Ефимов А.А., Ефимова М.В. Основы рационального питания: Учебное пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007. – 178 с.
16. Дегтярев В.Н. Интенсификация процесса подсушки икры // Пути развития предприятий рыбной промышленности Камчатки: Тез. докл. обл. науч.-техн. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский РИО, 1985. – С. 42–43.

17. *Дегтярев В.Н.* Установка для подсушки лососевой икры после посола // Рыбохозяйственное образование Камчатки в 21 веке: Матер. междунар. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2002. – С. 104–107.
18. *Голубев В.Н., Кутина О.И.* Справочник технолога по обработке рыбы и морепродуктов. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 408 с.
19. *Леванидов И.П., Подсевалов В.Н.* Технология рыбных продуктов. – М.: Газлегпищепром, 1953. – Ч. 2. – 264 с.
20. *Воскресенский Н.А., Лагунов Л.Л.* Технология рыбных продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1968. – 424 с.
21. *Шамрай В.Л.* Технология рыбных продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1975. – 172 с.
22. *Мишин В.М.* Управление качеством. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 463 с.
23. *Штанько Т.И.* Разработка технологии икры лососевой зернистой с использованием молочной сыворотки: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Владивосток, 2012. – 24 с.
24. *Штанько Т.И.* Технология лососевой икры с использованием молочной сыворотки // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: Матер. междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – Ч. 2. – С. 171–175.
25. Пат. 286745, США. МПК D09/416. Packaging tray for food or the like / Jr. Hampton, E. Forbes. Заявл. 03.08.1984; Оpubл. 18.11.1986.
26. Пат. 1685249, США. 425/462. Method of and apparatus for producing profiled strands from elastomeric material / M. Tajstzi, M. Tajstzi. Заявл. 23.08.1928; Выдан. 25.09.1928.
27. Пат. 2060669, РФ. А23В4/023, А23Л1/328. Способ получения соленой зернистой икры из свежих и мороженых ястыков рыб / Купина Н.М.; Поваляева Н.Т.; Стародубцева Н.Б.; Леванькова И.Н. Заявл. 18.07.1994; Публ. 27.05.1996.
28. *Пысина 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 / Матер. II Всеросс. науч.-практ. конф. 15–18 марта 2011 г. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2011. – С. 131–135.
29. *Маслова Г.В., Зайцева В.М., Данилина Л.Н.* Использование электрохимически активированных технологических растворов при производстве икры лососевых видов рыб // Электрохимическая активация – 2001 / Третий междунар. симпозиум «Электрохимическая активация в медицине, сельском хозяйстве, промышленности» 28–29 октября 2001 г. (Москва): Доклады и краткие сообщения. – М.: Всероссийский научно-исследовательский и испытательный институт медицинской техники, 2001. – С. 229–233.
30. Пат. 2240020, РФ А23В4/005, А23Л1/328. Способ консервирования я икры лососевых рыб / Копыленко Л.Р., Рубцова Т.Е., Курлапова Л.Д. Заявл. 11.12.2002; Публ. 20.11.2004.
31. Пат. 2180778, РФ. А23Л1/328, А23В4/00. Способ консервирования я икры дальневосточных лососевых / Голландскова Л.Б.; Великанова Т.Н. Заявл. 31.05.2000; Публ. 27.03.2002.
32. Пат. 2031584, РФ. А23В4/023, А23Л1/328. Способ приготовления зернистой лососевой икры / Горшкова М.М.; Блинов Ю.Г.; Шульгина Л.В.; Бывальцева Т.М. Заявл. 06.07.1992; Публ. 27.03.1995.

УДК 664.691/.694

ХАРАКТЕРИСТИКА АССОРТИМЕНТА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

М.В. Ефимова, А.А. Ефимов, Т.Н. Леонова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

Приведена характеристика ассортимента вырабатываемых промышленностью макаронных изделий. Показаны тенденции расширения ассортимента за счет введения в макароны обогащающих добавок. Приведены данные исследования ассортимента макаронных изделий, представленных на прилавках магазинов г. Петропавловска-Камчатского.

Макаронные изделия (от «макрос», греч. – длинный) [1] изделия из высушенного пшеничного теста, замешенного на воде [2], которые перед употреблением в пищу подвергают варке. Макароны относятся к продуктам длительного хранения (до года).

Изделия в виде лапши изготавливали в Азии еще с 3 тысячелетия до н.э. В 1295 г. известный итальянский путешественник Марко Поло привез из путешествия по странам Дальнего Востока рецепт изготовления длинных узких полосок из теста. Затем макаронные изделия распространились по Западной Европе. В то же время итальянские специалисты находят сведения, относящиеся к 1250 г. о макаронах в Италии [1, 3].

Промышленная выработка макаронных изделий началась в XVIII веке в Италии и на юге Франции. В 1767 г. француз Малуэн впервые описал технологию изготовления макарон. Первая макаронная фабрика с механическим прессом на конном приводе появилась в 60-х годах XIX века в Италии. Позже таким же образом стали механизировать макаронные фабрики во Франции и Германии.

В Россию макаронные изделия попали из Азии. В России первая макаронная фабрика была зарегистрирована в Одессе в 1797 г. В 1856 г. макаронное предприятие фабрично-заводского типа с четырьмя гидравлическими прессами и паровой машиной мощностью 6 лошадиных сил было создано в Москве. Во второй половине XIX века выработка макарон и вермишели неуклонно увеличивалась и в 1913 г. достигла 24,6 тыс. т. Число макаронных фабрик с 1877 по 1913 г. возросло с 15 до 39. После Первой мировой и Гражданской войны макаронное производство начало постепенно восстанавливаться и в 1930 г. превысило объемы 1913 г. более чем в 2 раза. В последующие годы средняя мощность макаронных фабрик возросла в 20 раз. В 1970 г. производство макаронных изделий в России достигло 1184 тыс. т, в 1988 г. – 1781 тыс. т, однако к 2007 г. производство снизилось до 1007,9 тыс. т [1]. В настоящее время на прилавках магазинов представлен широчайший ассортимент макаронных изделий отечественных и зарубежных производителей.

Макаронные изделия обладают высокой питательной ценностью из-за высокого содержания углеводов и белков. В зависимости от качества и сорта муки макаронные изделия подразделяют на группы – А, Б, В и классы 1-й и 2-й. Изделия группы А – из муки из твердой пшеницы (дурум); группы Б – из муки из мягкой высокостекловидной пшеницы; группы В – из хлебопекарной пшеничной муки; 1-й класс – изделия из муки высшего сорта и 2-й класс – изделия из муки 1-го сорта.

При внесении вкусовых добавок или обогатителей группу и класс изделий дополняют названием добавки или обогатителя, например группа А 1-й класс яичный, группа А 2-й класс томатный.

Макаронные изделия всех групп и классов подразделяют на четыре типа: трубчатые изделия – в виде трубок различных длины и диаметра; нитеобразные – в виде нитей разных длины и сечения; лентообразные – в виде лент различных длины и ширины; фигурные – прессованные и штампованные разнообразной формы и рисунка [4–8]. В последние годы на прилавках появились макаронные изделия ручной работы (рис. 1).



Рис. 1. Макароны ручной работы

Кроме традиционных макаронных изделий влажностью не выше 13% на мировой рынок поступают сырые макаронные изделия влажностью 28% и сроком реализации 24 часа [4].

В результате выхода на рынок широкого ассортимента пищевых продуктов и неуклонного повышения «рыночной грамотности» потребителей наблюдается более осознанное их отношение к пищевой ценности и безопасности продуктов. Более того, сегодняшнего потребителя интересует «дополнительная польза» пищи [9]. Этому требованию отвечают обогащенные пищевые продукты, в том числе макаронные изделия, составляющие значительную долю рациона современного человека.

Обогащение пищевых продуктов и внесение в них нутриентов применяется с древних времен. Одним из первых документированных предложений по обогащению пищевых продуктов, является датированная 1831 г. рекомендация врача Бусинго йодирования соли для снижения частоты и тяжести зоба. Во время Второй мировой войны в Великобритании был принят закон об обязательном обогащении всей хлебопекарной муки витамином В₁, ниацином, карбонатом кальция и разрешенным к применению источником железа [10]. Обогащение пищевых продуктов уже более 100 лет играет важную роль в здоровом питании и оздоровлении населения [10, 11].

В настоящее время макаронные изделия изготавливают не только из пшеничной муки, но и из рисовой, ржаной, гречишной, бобовой и др. Так, например, ржаные изделия изготавливают по специальной технологии из ржаной муки, особенно богатой незаменимыми аминокислотами, пищевыми волокнами и витаминами группы В и РР, соединениями железа, фосфора и кальция. Ржаные макаронные изделия могут использоваться как высоко питательный продукт для снижения массы тела. По сравнению с пшеничной мукой, белковый комплекс ржаной муки лучше сбалансирован по аминокислотному составу.

Кроме того в некоторые виды макаронных изделий вносят обогащающие добавки [12], а также добавки, влияющие на вкус и цвет изделий (яйцепродукты, молоко, витамины, овощные и фруктовые порошки, водоросли, сепию, рыбный белковый концентрат) [4–8]. Овощные порошки, например, используют в качестве комплексных полифункциональных обогатителей, содержащих наряду с витаминами, макро- и микроэлементами белки, моносахара, органические кислоты, пищевые волокна и др. [10, 13].

Ассортимент макаронных изделий расширяют за счет повышения пищевой ценности и создания новых видов изделий лечебно-профилактического назначения. Изделия безбелковые получают из кукурузного крахмала нативного и набухающего с внесением обогатителей в виде витаминов группы В и глицерофосфата. Они имеют белый цвет, после варки становятся прозрачными, поверхность их матово-гладкая, на изломе мучнистая. Вкус – нейтральный, запах отсутствует. Рекомендуются для диетического питания лиц с почечной недостаточностью.

Выпускают также следующие группы обогащенных макаронных изделий [4]:

- изделия, обогащенные кальцием в виде мела пищевого или скорлупы;
- изделия с повышенным содержанием пищевых волокон с высоким содержанием отрубчатых частиц или цельносмолотого зерна, с добавлением пшеничного зародыша;
- изделия овощные «Мозаика» с различными овощными добавками: 15% томата-пасты – томатные, 30% шпината и щавеля – шпинатные, 15% морковного сока – морковные;
- изделия направленного лечебного действия, обогащенные растительными добавками: биодобавками из кожуры винограда – изделия виноградные, предназначены для усиления иммунозащитных функций человека к воздействию радиации, биодобавками из тыквы или тыквы и яблок в виде пасты – изделия янтарные, оказывают благоприятное воздействие при гастритах, желчекаменной болезни, язвах желудка, стимулируют работу сердца.

В ассортименте макаронных изделий некоторых зарубежных стран присутствуют изделия улучшенного вкуса. Так, в упаковку макаронных изделий помещают таблетку, состоящую из поваренной соли – 60%, овощного концентрата – 20, глутамата натрия – 10, карамели – 1, чеснока – 0,1, перца – 0,1, муки – 0,1, порошкообразного соевого соуса – 5, глюкозы – 5%; изделия из цельносмолотого зерна; изделия с наполнителями (начинками из мяса и овощей); изделия с приправами из чеснока, кофе, в виде готовых сухих завтраков, называемых «макаронные чипсы»; замороженные изделия. Вырабатывают также изделия для длительного хранения, которые упаковывают в термостойкие пакеты и облучают с двух сторон ИК-лучами при 100–160°C в течение 3–4 мин. Под действием ИК-лучей происходит стерилизация изделий, в результате чего их сохраняемость увеличивается [4].

В настоящее время многие производители используют следующее дополнительное сырье и добавки для обогащения макаронных изделий и муки [14].

ЗАО «Вобекс-Интерсоя» предлагает соевую муку для выработки макаронных изделий СОПРО-УТБ. Это обезжиренная, умеренно термически обработанная соевая мука, с содержанием белка 52%; при гидратации связывает не менее 3,5 частей воды. Характеризуется повышенной эмульгирующей, структурирующей, стабилизирующей, влаго- и жиросвязывающей способностями и антиокислительным действиям. Мука содержит липоксигеназу, что позволяет получать макаронные изделия быстрого приготовления. Использование соевой муки позволяет обогатить продукт белком, регулировать содержание белка до заданного уровня, снижать расход яиц и жира, улучшать дисперсию жира и сахара, пролонгировать свежесть и сроки годности продукта, увеличить выход готовой продукции, улучшить снабжение населения диетическими продуктами повышенной пищевой ценности.

ЗАО «Евро ресурс» предлагает использовать вместо искусственных пищевых красителей каротины, полученные из растительного сырья. Для обогащения и частичной витаминизации макаронных изделий используют β -каротин, который, поступая в организм человека, в результате сложной цепи реакций превращается в две молекулы витамина А [15]. Синтезируемый клетками растений β -каротин защищает клетки от действия свободных радикалов. Свободные радикалы, взаимодействуя с ненасыщенными жирными кислотами, превращают их в насыщенные, тугоплавкие, плотные, которые способствуют развитию атеросклероза. Особенно опасно для клеток насыщение жирных кислот клеточных мембран. Это может привести к гибели клеток. Одним из важнейших свойств β -каротина и витамина А является их способность предотвращать это опасное влияние свободных радикалов. Именно поэтому β -каротин и витамин А играют важную роль в профилактике злокачественных опухолей, сердечно-сосудистых заболеваний, повышают сопротивляемость организма, уменьшают токсическое влияние различных загрязнений окружающей среды, табакокурения, алкоголя, стрессов [16]. В качестве источника бета-каротина применяют 0,2% раствор «Бета-каротин микробиологический (провитамин А) в масле», вырабатываемый ООО «НПП «Витан».

ООО «Информкондитер» разработал рецептуру макаронных изделий с натуральными пищевыми добавками, обладающими лечебными свойствами. Например, макароны с цикорием или топинамбуром улучшают обмен веществ. Изделия с добавлениями пророщенных зерен пшеницы, гороха и фасоли способствуют повышению иммунитета.

ООО «Сосновоборская» макаронная фабрика (Санкт-Петербург) организовала производство макаронных изделий с добавлением свеклы, укропа, йода. В ближайших планах – запуск изделий с добавлением кожуры кедровых орешков, с лимоном и чесноком.

Орловский институт разработал рецептуру макаронных изделий с использованием высокоамилозного горохового крахмала [17]. Высокоамилозный гороховый крахмал – перспективное сырье для создания продуктов функциональной направленности.

Макаронные изделия «Зерновые» отличаются повышенным содержанием пищевых волокон и минеральных элементов: фосфора, калия, магния, марганца, кальция, цинка, железа. Регулярное употребление таких макаронных изделий рекомендуется людям с повышенной массой тела, нарушенным обменом веществ, а также для профилактики сахарного диабета.

Макаронные изделия «Йодформа» изготавливаются с морской капустой. Их употребление позволяет обеспечить в достаточном количестве потребность человека в йоде и укрепить общее состояние организма. Морская капуста содержит растворимые и нерастворимые диетические волокна, полисахариды, незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины групп А, С, D, В₁, В₆, В₁₂. Содержащая йод морская капуста регулирует обмен веществ, участвует в регуляции функций сердечно-сосудистой системы и центральной нервной системы.

Макароны, обогащенные топинамбуром, содержат инулин, фруктозу, пектины, железо, кремний, незаменимые аминокислоты, микроэлементы и витамины. Употребление топинамбура способствует укреплению иммунной системы, улучшает обмен веществ, показано диабетикам.

Нами было проведено исследование ассортимента макаронных изделий с различными добавками, представленных на прилавках магазинов г. Петропавловска-Камчатского. Ассортимент макарон весьма разнообразен (рис. 2–8), и в качестве добавок в их состав включены томаты, шпинат, щавель, морковь, грибы, свекла, зеленая фасоль, орегано, куркума, сепия (чернила каракатицы), мясо лосося, морская капуста, яйцепродукты, топинамбур. Помимо макаронных изделий из пшеничной муки представлена продукция из ржаной, рисовой, гречишной, кукурузной муки.



Рис. 2. Макароны изделия с яйцепродуктами и шпинатом

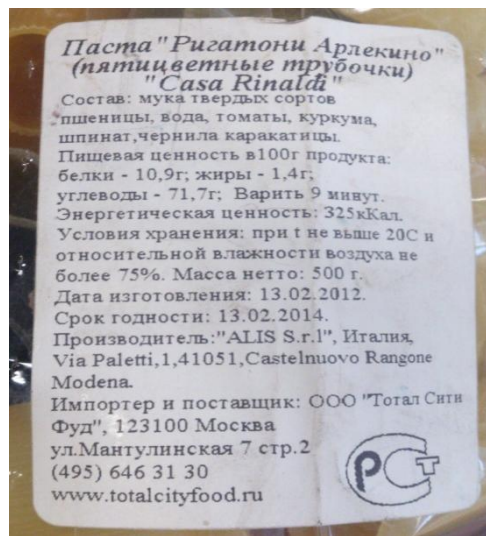


Рис. 3. Макароны изделия с томатами, шпинатом, чернилами каракатицы, куркумой

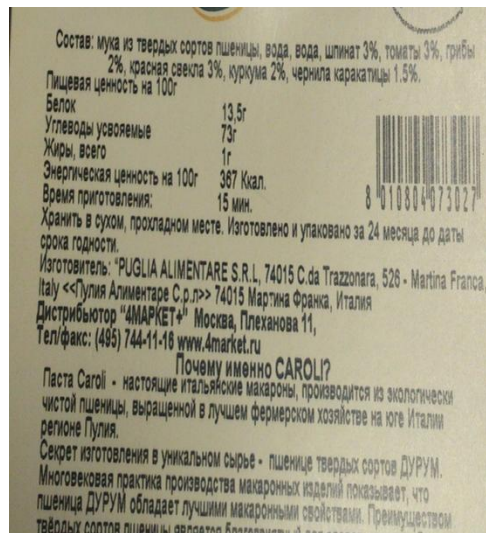


Рис. 4. Макароны изделия с грибами, шпинатом, томатами, свеклой, чернилами каракатицы, куркумой

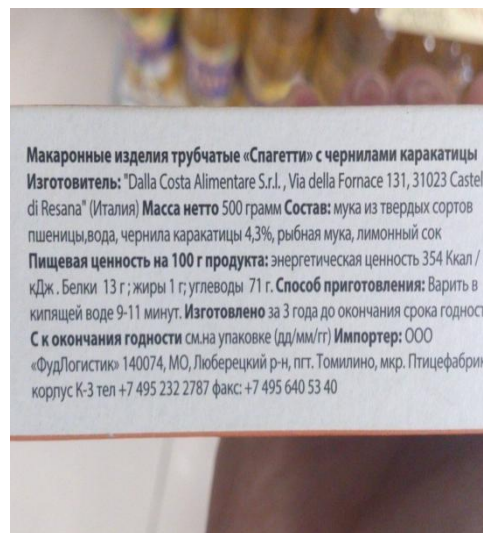


Рис. 5. Макароны изделия с чернилами каракатицы

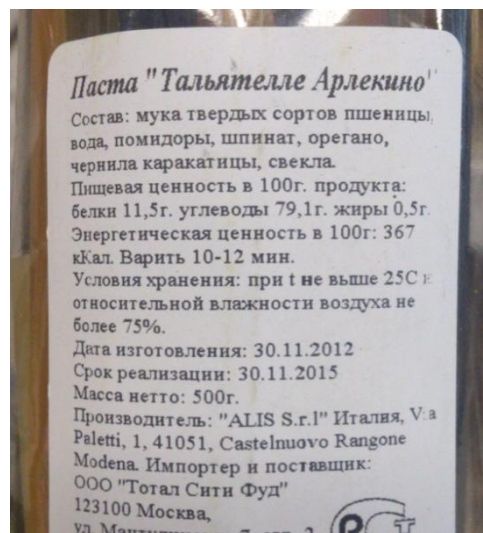


Рис. 6. Макароны изделия с орегано, шпинатом, томатами, свеклой, чернилами каракатицы



Рис. 7. Макароны изделия с лососем

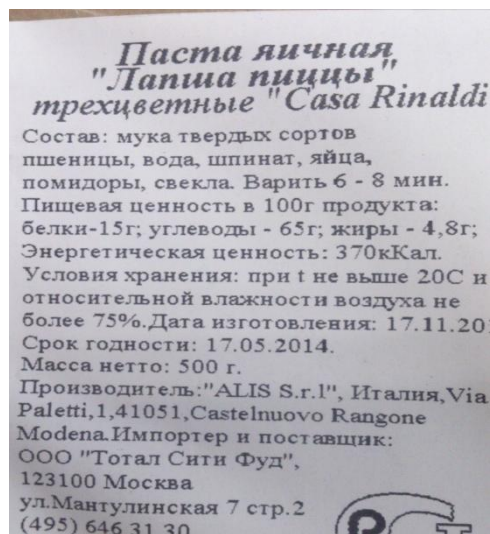


Рис. 8. Макаaronные изделия с яйцепродуктами, шпинатом, томатами, свеклой

Кроме традиционных и обогащенных макаронных изделий изготавливают макаронные изделия специализированного назначения [9] – для детского и диетического питания. Это – мелкие в виде крупки изделия повышенной биологической ценности для детского питания из муки высшего сорта с введением казеина, глицерофосфата железа и витаминов В₁, В₂, РР; вермишель для лечебного питания взрослых и для детей, нуждающихся в низкобелковой диете, из смеси кукурузного крахмала и кукурузного набухающего амилопектинового фосфатного крахмала с введением глицерофосфата железа, глицерофосфата кальция, витаминов В₁, В₂, В₆, РР.

Макаронные изделия как продукты питания обладают следующими достоинствами [18]: способностью к длительному хранению без изменения свойств, быстротой и простотой приготовления, относительно высокой пищевой ценностью, высокой усвояемостью основных питательных веществ.

Макаронные изделия заслуженно пользуются постоянным спросом у потребителей разных возрастов и слоев населения. Для дальнейшего расширения ассортимента нами разработана технология макаронных изделий, обогащенных красными водорослями рода *Palmaria*, широко распространенными в Камчатских водах, характеризующимися богатым набором витаминов, микро- и макроэлементов, наличием фотопигмента фикоэритрина, обладающего антиоксидантным действием.

Литература

1. Хуришудян С.А., Зайчик Ц.Р. История производства пищевых продуктов и развития пищевой промышленности России: Учеб. пособие. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 204 с.
2. Большая советская энциклопедия / под ред. А.М. Прохорова. – М.: Советская энциклопедия. – 1974. – Т. 15. – С. 230–231.
3. Щеникова Н.В. Питание народов мира: культура и традиции: Учеб. пособие. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 268 с.
4. Товароведение и экспертиза потребительских товаров: Учебник / В.В. Шевченко, И.А. Ермилова, А.А. Вытовтов, В.А. Герасимова и др. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 544 с.
5. Греллерт Ф. Энциклопедия правильного и здорового питания. – М.: Зебра Е, 2006. – 653 с.
6. Справочник товароведов продовольственных товаров / Б.В. Андрест, В.И. Базарова, И.Л. Волкинд, В.З. Гарнецков и др. – М.: Экономика, 1980. – Т. 1. – 416 с.
7. Общая технология пищевых производств / Н.И. Назаров, А.С. Гинзбург, С.М. Гребенюк и др.; под ред. Н.И. Назарова. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 360 с.
8. Технология пищевых производств / А.П. Нечаев, И.С. Шуб, О.М. Аношина и др./ под ред. А.П. Нечаева. – М.: КолосС, 2008. – 768 с.
9. Экспертиза специализированных пищевых продуктов. Качество и безопасность: Учеб. пособие / Л.А. Маюрникова, В.М. Позняковский, Б.П. Суханов и др./ под ред. В.М. Позняковского. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 424 с.

10. *Оттавей П.Б.* Обогащение пищевых продуктов и биологически активные добавки: технология, безопасность и нормативная база. – СПб.: Профессия, 2010. – 312 с.
11. Пищевая биотехнология: научно-практические решения в АПК: Монография / А.И. Жаринов, И.Ф. Горлов, Ю.Н. Нелепов, Н.А. Соколова. – М.: Вестник РАСХН, 2007. – 476 с.
12. Сложнорецептурные обогащенные макаронные изделия / В.В. Мартиросян, Е.В. Жиркова, В.Д. Малкина, Н.А. Шмалько, Е.С. Оболонкова Е.С. // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2008. – № 4. – С. 26–28.
13. *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.
14. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/college/tovarovedenie/makaronnye-izdeliya.html> – Дата обращения 09.12. 2013 г., 23:15.
15. *Кислухина О.В.* Витаминные комплексы из растительного сырья. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 308 с.
16. *Морозкина Т.С., Мойсеёнок А.Г.* Витамины. – Минск: ООО «Асар», 2002. – 112 с.
17. *Корячкина С.Я., Осипова Г.А.* Нетрадиционные источники белка в производстве макаронных изделий повышенной биологической ценности // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2007. – № 5–6. – С. 36–37.
18. *Кругляков Г.Н.* Основы товароведения продовольственных товаров. – М.: Экономика, 1984. – 247 с.

УДК 664.952:664.86

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ КОЛБАСЫ ВАРеной РЫБНОЙ С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ

М.В. Ефимова, А.А. Ефимов, М.В. Сулягина, В.В. Сулягин

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

Приведены данные по разработке рецептуры колбасы рыбной вареной с растительными добавками. Обоснована рецептура фаршевой смеси. Показаны результаты исследования физико-механических свойств фарша и органолептических показателей качества готовой продукции, а также пищевой и энергетической ценности и срока годности продукции.

Целью проводимых исследований являлось научное обоснование рецептуры колбасы вареной рыбной с растительными добавками, обеспечивающими повышение пищевой ценности и сохранение качества готовой продукции.

Камчатский край богат ценными в пищевом отношении дикоросами, которые широко используются населением, в том числе коренным, в рационе. Особой популярностью пользуются такие дикоросы как папоротник, борщевик, черемша, рябина, брусника. Однако эти и другие ценные растения пока не нашли применения в промышленных технологиях. Ценным растительным сырьем являются также морские водоросли, запасы которых на Камчатке значительны, но которые до сих пор не добываются для промышленной переработки. Нами предложено применение в технологии рыбных вареных колбас папоротника, черемши и ламинариевых водорослей.

В качестве контрольного образца изготавливали колбасу вареную лососевую без растительных добавок по рецептуре, основанной на рецептуре колбасы рыбной варено-копченой «Классической» по ТУ 9266-340-01597945 «Колбасные изделия варено-копченые из рыбы и морепродуктов» [1]. Количество вносимых растительных компонентов выбирали на основе рецептуры колбасы «Дальневосточной» – 10% от массы готовой фаршевой смеси. В рецептурах экспериментальных образцов в качестве белково-жировой эмульсии использовали эмульгированный яичный порошок.

В качестве экспериментальных образцов готовили колбасы с растительными добавками, рецептуры которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика образцов колбасы вареной рыбной

Компонент	Контрольный образец	Колбаса «Весенняя» с черемшой	Колбаса «Лесная» с папоротником	Колбаса «Волна» с морской капустой
Основные компоненты, кг на 100 кг фаршевой смеси				
Фарш лососевый (из кеты)	74,5	69,5	69,5	69,5
Белково-жировая эмульсия:				
шпик свиной	5,0	–	–	–
вода	5,0	5,0	5,0	5,0
Комплексная добавка Тарипрот 84 С	0,5	–	–	–
Яичный порошок	–	5,5	5,5	5,5
Шпик свиной	10,0	–	–	–
Крахмал	5,0	–	–	–
Крупа манная гидратированная	–	10,0	10,0	10,0
Черемша	–	10,0	–	–
Папоротник	–	–	10,0	–
Морская капуста	–	–	–	10,0
Итого	100	100	100	100
Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья				
Соль	2000	2000	2000	2000
Лук сушеный	400	400	400	400

Основным критерием выбора рецептуры колбас как комбинированных продуктов являлась органолептическая оценка готовых изделий, а также определение структурно-механических показателей фаршевой смеси с разными растительными добавками.

При введении в фарш каких-либо ингредиентов происходит их взаимодействие со всей коллоидной системой в целом и с отдельными ее компонентами. Определенные вещества, вносимые в фарш, могут значительно улучшать его реологические показатели. Особенно эффективно введение добавок при тонком измельчении мышечной ткани, когда контакт частиц фарша со стабилизирующими добавками повышается. Однако эффект от применения добавок при приготовлении фарша из различных видов сырья неодинаков. Поэтому при производстве фарша в каждом конкретном случае необходимо подбирать наиболее эффективные добавки и определять оптимальные их концентрации [2–5].

В ходе работы проведены исследования по влиянию вносимых растительных добавок на структурно-механические свойства фарша.

Перед внесением в фаршевую смесь по рецептуре черемшу, папоротник и морскую капусту измельчали в блендере до достижения размеров частиц 2–4 мм. Свойства фарша определяли после внесения полного набора компонентов. Определяли такие структурно-механические показатели фарша, как липкость, предельное напряжение сдвига (ПНС) и водоудерживающую способность (ВУС) (рис. 1, 2 и 3).

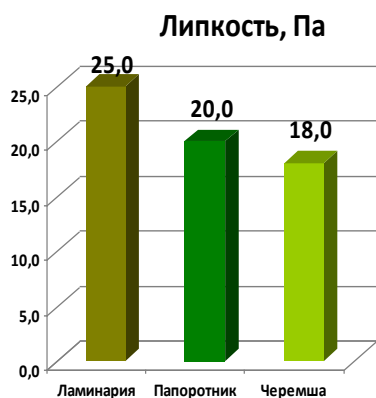


Рис. 1. Изменение липкости фарша в зависимости от внесенных растительных добавок

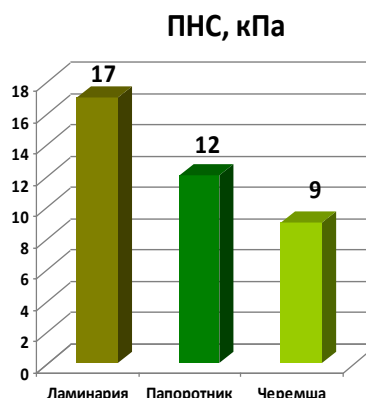


Рис. 2. Изменение ПНС фарша в зависимости от внесенных растительных добавок

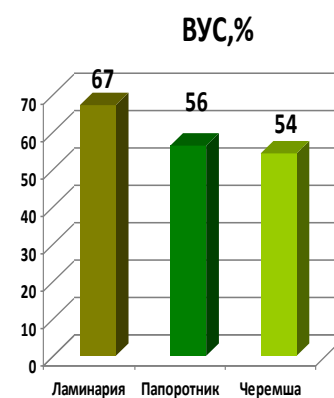


Рис. 3. Изменение ВУС фарша в зависимости от внесенных растительных добавок

Как видно из рис. 1–3, наиболее высокие структурно-механические свойства были отмечены в фаршевой смеси с ламинарией (морской капустой), что объясняется присутствием в морской капусте структурообразующих полисахаридов (альгинатов, ламинарана и др.).

Для определения органолептических показателей применяли как стандартные описательные методы, так и нестандартный метод, основанный на применении балльных шкал.

Сравнительные результаты органолептических исследований отражены в табл. 2. Порядковая балльная шкала для оценки органолептических показателей изделий приведена в табл. 3.

Таблица 2

Сравнительные органолептические показатели образцов колбасы вареной рыбной

Показатель	Колбаса «Весенняя» с черемшой	Колбаса «Лесная» с папоротником	Колбаса «Волна» с морской капустой
Консистенция	Однородная, уплотненная, легко разжевываемая		Однородная, упругая, легко разжевываемая
Вид на разрезе	Фарш равномерно перемешан, бледно-розового цвета, содержит равномерно распределенные кусочки черемши	Фарш равномерно перемешан, бледно-розового цвета, содержит равномерно распределенные кусочки папоротника	Фарш равномерно перемешан, бледно-розового цвета, содержит равномерно распределенные кусочки водоросли
Запах	Свойственный данному продукту с резко выраженным запахом черемши	Свойственный данному продукту с тонким папоротника	Свойственный данному продукту с тонким ароматом водорослей
Вкус	Свойственный данному продукту с резким вкусом черемши, неприятным послевкусием	Свойственный данному продукту с тонким «букетом» папоротника	Свойственный данному продукту с тонким «букетом» водорослей
Средний балл по консистенции	4	4	5
Средний балл по виду на разрезе	5	5	5
Средний балл по запаху	3	5	5
Средний балл по вкусу	2	5	5

Таблица 3

Балльная шкала для оценки органолептических показателей образцов колбасы вареной рыбной

Показатель	Словесная характеристика баллов	Балл
Консистенция	Однородная, упругая, легко разжевываемая	5
	Однородная, уплотненная, легко разжевываемая	4
	Однородная, мягкая, легко разжевываемая	3
	Неоднородная, рыхлая или суховатая	2
	Неоднородная, рыхлая или суховатая, крошащаяся	1
	Неоднородная или однородная мажущая	0
Вид на разрезе	Фарш равномерно перемешан, бледно-розового цвета, содержит равномерно распределенные кусочки растительных компонентов	5
	Фарш равномерно перемешан, бледно-розового цвета, содержит неравномерно распределенные кусочки растительных компонентов	4
	Фарш неравномерно перемешан, с пустотами, бледно-розового цвета, содержит неравномерно распределенные кусочки растительных компонентов	3
	Фарш неравномерно перемешан, серо-розового цвета, содержит неравномерно распределенные кусочки растительных компонентов	2
	Фарш неравномерно перемешан, с пустотами, серо-розового цвета, содержит неравномерно распределенные кусочки растительных компонентов	1
	Фарш неравномерно перемешан, с пустотами, серо-желтоватого цвета, содержит неравномерно распределенные кусочки растительных компонентов	0
Запах	Свойственный данному продукту с тонким ароматом растительных добавок	5
	Свойственный данному продукту с выраженным ароматом растительных добавок	4
	Свойственный данному продукту с невыраженным или резко выраженным ароматом растительных добавок	3
	Неприятный	2
	Выраженный посторонний	1
	Выраженный порочащий	0

Показатель	Словесная характеристика баллов	Балл
Вкус	Свойственный данному продукту с тонким «букетом» растительных добавок	5
	Свойственный данному продукту с резко выраженным вкусом растительных добавок	4
	Свойственный данному продукту с невыраженным вкусом растительных добавок	3
	Неприятное послевкусие	2
	Неприятный	0

Как видно из табл. 2, наиболее высокие органолептические показатели были определены у образцов колбасы с добавлением морской капусты и папоротника. Образцы с черемшой требуют корректирования количества вносимой добавки для достижения умеренного вкуса и аромата черемши, а также исключения после дегустации неприятного послевкусия.

Профилограммы вкуса образцов рыбных колбас с растительными добавками представлены на рис. 4. Как видно из рисунка, наиболее приемлемыми по вкусу являются образцы колбасы с добавлением папоротника и морской капусты.

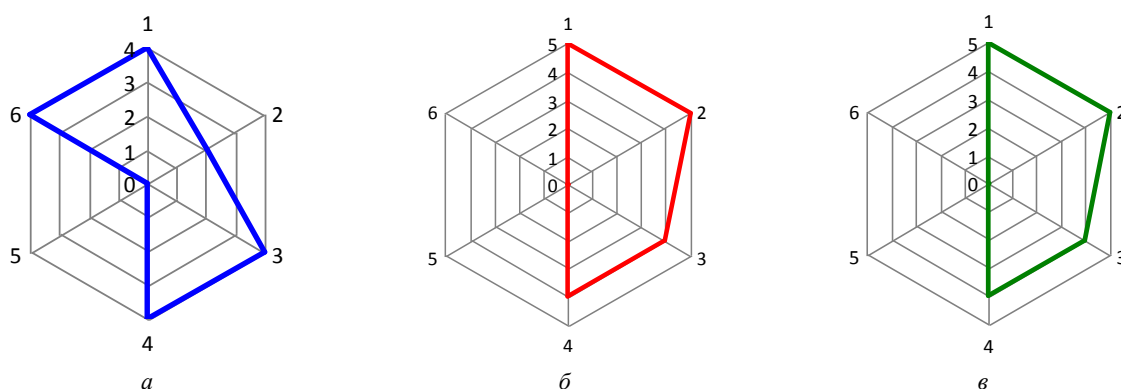


Рис. 4. Профилограммы вкуса образцов рыбных колбас:

a – образец с черемшой; *б* – образец с папоротником; *в* – образец с морской капустой

Шкала оценки качества: 1 – свойство не ощущается; 2 – свойство едва ощущается; 3 – свойство слабо ощущается; 4 – свойство умеренно ощущается; 5 – свойство сильно выражено

Шкалы: 1 – общее впечатление; 2 – гармоничность; 3 – вкус растительной добавки; 4 – соленый вкус; 5 – окисленный вкус; 6 – неприятный вкус

Растительные компоненты, входящие в состав формованных продуктов, оказывают влияние не только на структуру, органолептические свойства, но и на пищевую ценность готового продукта [6–11].

Для определения пищевой ценности колбасы, приготовленной по разработанным рецептурам, проводили количественную оценку составляющих компонентов. В табл. 4 приведены данные по содержанию основных веществ в образцах колбасы вареной рыбной.

Таблица 4

Пищевая ценность образцов колбасы вареной рыбной

Образец	Содержание, %					Энергетическая ценность, ккал
	воды	белка	жира	зола	углеводов	
Контрольный образец	65	15,1	6,9	1,2	11,8	169,7
Колбаса «Весенняя» с черемшой	68	11,9	6,9	3,1	10,1	150,1
Колбаса «Лесная» с папоротником	69	11,1	6,8	2,8	10,3	146,8
Колбаса «Волна» с морской капустой	73	9,7	6,9	2,7	7,7	131,7

Расчет степени удовлетворения суточной потребности в основных веществах и энергии проводился методом расчета интегрального сора:

$$ИС = \frac{C_1}{C_2} \cdot 100\%,$$

где C_1 – содержание веществ (белков, жиров, углеводов) в 100 г продукта,

C_2 – требуемое для суточного потребления количество вещества по формуле сбалансированного питания (белки 80–100 г, углеводы 400–450 г, жиры 80–100 г).

Средняя потребная суточная энергетическая ценность составляет 2850 ккал [12].

При употреблении 100 г колбасы степень удовлетворения в основных веществах и энергии составляет:

– для колбасы с черемшой: в белке – 16,7%, в жирах – 7,6%, в углеводах – 2,4%, в энергии – 5,2%;

– для колбасы с папоротником: в белке – 13,2%, в жирах – 7,6%, в углеводах – 2,4%, в энергии – 5,15%;

– для колбасы с морской капустой: в белке – 12,3%, в жирах – 7,6%, в углеводах – 1,8%, в энергии – 4,6%.

Таким образом, из данных табл. 4 можно сделать вывод, что колбасы, приготовленные по разным рецептурам, содержат все основные группы нутриентов. В состав продукта входят белки животного происхождения (мышечная ткань рыбы), обеспечивающие организм полноценным и легко усваиваемым белком; в небольшом количестве жиры; углеводы растительного сырья, содержащие грубые волокна; также витамины и минеральные вещества.

Так как колбаса с черемшой по органолептическим показателям оказалась неприемлемой для потребления, дальнейшие исследования проводили для образцов с папоротником и с морской капустой.

С целью установления срока годности колбасных изделий исследовали физико-химические и органолептические показатели в процессе хранения при температуре 0–5°C (условия, обеспечиваемые при хранении в бытовом холодильнике).

Изменения физико-химических показателей образцов колбасы в процессе хранения представлены в табл. 5.

Таблица 5

Изменение физико-химических показателей образцов колбасы вареной рыбной в процессе хранения

Вид изделия	Продолжительность хранения, часов	Изменение азота летучих оснований, мг%	Изменение перекисного числа, % J ₂ на 1 г жира
Контрольный образец	0	17,6	0,007
	6	17,6	0,007
	12	17,7	0,007
	24	18,1	0,008
	36	18,2	0,008
	48	18,5	0,009
	60	19,1	0,010
	72	19,2	0,011
	84	23,2	0,012
Колбаса «Лесная» с папоротником	0	17,4	0,007
	6	17,5	0,007
	12	17,7	0,007
	24	18,0	0,008
	36	18,2	0,008
	48	18,5	0,009
	60	18,9	0,010
	72	19,1	0,011
	84	21,2	0,012
Колбаса «Волна» с морской капустой	0	16,7	0,008
	6	16,8	0,008
	12	17,0	0,008
	24	17,4	0,008
	36	17,5	0,009
	48	17,8	0,010
	60	17,9	0,011
	72	18,5	0,011
	84	19,3	0,012
96	21,6	0,013	

Изменения органолептических показателей образцов колбасы в процессе хранения представлены в табл. 6.

Изменение органолептических показателей образцов колбасы вареной рыбной в процессе хранения

Образец	Продолжительность хранения, часов	Вид на разрезе	Запах	Вкус	Консистенция
Колбаса «Лесная» с папоротником	0	Фарш равномерно перемешан, бледно-розового цвета, содержит равномерно распределенные кусочки папоротника и морской капусты	Свойственный данному продукту с тонким ароматом растительных добавок, без признаков порчи	Свойственный данному продукту с тонким «букетом» растительных добавок, без признаков порчи	Однородная, уплотненная и упругая, легко разжевываемая
	6				
	12				
	24				
	36				
Колбаса «Волна» с морской капустой	48				
	60				
	72				
	84				
	96				

Из данных табл. 5 и 6 видно, что при хранении колбасы в течение всего периода (до 96 часов) изменение физико-химических показателей происходит незначительно и не влияет на органолептические свойства продукта. За время хранения не происходит ухудшения внешнего вида изделий, не ухудшаются вкус, запах и консистенция. По изменению азота летучих оснований и перекисного числа можно сделать вывод, что наиболее значительное изменение показателей происходит на 4 сутки хранения.

В настоящее время для оценки порчи пищевых продуктов применяется множество методов, основным из которых является микробиологический [13–15]. Потенциальным индикатором степени свежести и безопасности пищевых продуктов является зависимость между ростом и размножением микроорганизмов и биохимическими реакциями, протекающими в продукте в процессе его хранения.

В процессе хранения в соответствии с МУК 4.2.1847 [16] определяли микробиологические показатели образцов – изменение КМАФАнМ, значение которого, в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078 [17], не должно превышать 1×10^4 КОЕ/г.

Сравнительные результаты микробиологических исследований отражены в табл. 7.

Таблица 7

Сравнительные значения КМАФАнМ образцов колбасы вареной рыбной, КОЕ/г

Контрольный образец		Колбаса «Лесная» с папоротником		Колбаса «Волна» с морской капустой	
2 сутки	3 сутки	2 сутки	3 сутки	2 сутки	3 сутки
2×10^3	$2,6 \times 10^3$	$1,7 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$	$2,2 \times 10^3$

Как видно из табл. 7, значение КМАФАнМ для всех образцов на протяжении контрольного периода хранения оставалось в пределах допустимого с большим запасом.

Исходя из данных органолептических, биохимических и микробиологических исследований были приняты рекомендуемые сроки годности вареных колбас не более 48 ч при температуре хранения 0–5°C.

Таким образом, в ходе проводимых исследований были разработаны рецептуры колбасы вареной рыбной с растительными добавками (папоротником и ламинарией), обладающими уникальным химическим составом по содержанию пищевых волокон, витаминов, микроэлементов, полисахаридов, биологически активных веществ, что позволило обогатить традиционный, неизменно пользующийся спросом потребителей продукт ценными компонентами. Разработанные рецептуры не предусматривают внесение искусственных добавок для стабилизации консистенции, вкуса и цвета, что определяет возможность применения колбас в качестве диетического продукта.

Литература

1. ТУ 9266-340-01597945 Колбасные изделия варено-копченые из рыбы и морепродуктов. – Мичуринск: Мичуринский филиал Московского университета потребительской кооперации, 2003. – 10 с.

2. *Измайлова В.Н., Ребиндер П.А.* Структурообразование в белковых системах. – М.: Наука, 1974. – 268 с.
3. *Маслова Г.В., Маслов А.М.* Реология рыбы и рыбных продуктов. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. – 216 с.
4. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун и др./ под ред. Т.М. Сафроновой и В.И. Шендерюка. – М.: Колос, 2001. – 496 с.
5. *Шалдеева Н.В., Классен Н.В.* Влияние технологических факторов на качество фаршевой продукции // Рыбное хозяйство. – 1999. – № 6. – С. 52–54.
6. *Богданов В.Д., Сафронова Т.М.* Структурообразователи и рыбные композиции. – М.: ВНИРО, 1993. – 172 с.
7. *Скурихин И.М., Нечаев А.П.* Все о пище с точки зрения химика. – М.: Высшая школа, 1991. – 288 с.
8. *Скурихин И.М., Тутельян В.А.* Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов. – М.: Дели принт, 2008. – 276 с.
9. *Толстогузов В.Б.* Роль химии в разработке перспективных методов получения пищевых продуктов. – М.: Знание, 1985. – 48 с.
10. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / под ред. Скурихина И.М., Волгарева М.Н. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
11. *Ястина Г.М.* Повышение пищевой ценности изделий из рыбной котлетной массы: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М. – 1981. – 24 с.
12. *Гатько Н.Н., Варламова А.Г.* Влияние введения полифосфатов на мясные рубленые изделия // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 2. – С. 28–29.
13. *Килкаст Д., Субраманиами П.* Стабильность и срок годности. Мясо и рыбопродукты. – СПб.: Профессия, 2012. – 420 с.
14. Микробиологическая порча пищевых продуктов / под ред. К. де В. Блекберна. – СПб.: Профессия, 2011. – 784 с.
15. Микробиология / О.Д. Сидоренко, Е.Г. Борисенко, А.А. Ванькова, Л.И. Войно. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 287 с.
16. 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.
17. СанПиН 2.3.2.1078. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов:– М.: Минздрав России, 2001. – 21 с.

УДК 664.952:639.64

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ КОЛБАСЫ РЫБНОЙ СЫРОКОПЧЕНОЙ С КРАСНЫМИ ВОДОРОСЛЯМИ

М.В. Ефимова, А.А. Ефимов, М.В. Сутягина, В.В. Сутягин, А.С. Ивандюкова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

Приведены данные по разработке рецептуры колбасы рыбной сырокопченной с красными водорослями. Обоснована рецептура фаршевой смеси. Показаны результаты исследования физико-механических свойств фарша и органолептических показателей качества готовой продукции, а также пищевой и энергетической ценности продукции.

С повышением уровня жизни с 2000 г. в нашей стране резко увеличился спрос на продукты, готовые к употреблению без дополнительной кулинарной обработки, в том числе на деликатес-

ные. В условиях рыночных отношений «борьба» за покупателя неизбежно ставит перед производителями вопрос о повышении качества и, естественно, о расширении ассортимента выпускаемой продукции, в том числе рыбной.

Продуктами, готовыми к употреблению без дополнительной кулинарной обработки, неизменно пользующимися высоким спросом потребителей, являются колбасные изделия. В настоящее время на основе рыбного сырья изготавливают вареные, варено-копченые и полукопченые колбасные изделия [1–3] при незначительной доле сырокопченых. Для расширения ассортимента деликатесной рыбной продукции актуальна разработка технологии сырокопченых рыбных колбас.

Последние достижения технологии как науки показали важность переработки сырья определенной категории на фарш и производство на его основе готовой продукции. Особенности рыбного фарша являются высокие лиофильность белка и окисляемость жира, требующие надежного консервирования, а также присутствие рыбного запаха и видовая зависимость структурообразующей способности. Одним из путей решения задачи может являться производство сырокопченых колбасных изделий на основе промытого фарша, сурими, что позволит свести к минимуму проблемные особенности, и в то же время расширить ассортимент выпускаемой рыбной продукции.

Целью работы являлась разработка рецептуры колбасы рыбной сырокопченной на основе промытого фарша минтая с добавлением красных водорослей.

В качестве контрольного образца изготавливали колбасу рыбную сырокопченную по рецептуре, основанной на рецептуре колбасы сырокопченной рыбной «Калининградской» [2, 3]. Сочетание компонентов подбирали опытным путем на основе органолептической оценки образцов по показателям «вкус» и «консистенция». Для выбора рационального количества красных водорослей готовили образцы с внесением водорослей в количестве 3, 5, 7%. По результатам дегустационной оценки определили количество вносимых ингредиентов (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика образцов колбасы рыбной сырокопченной

Компонент	Контрольный образец	Экспериментальный образец		
		Рецептура № 1	Рецептура № 2	Рецептура № 3
Основные компоненты, %				
Рыбный фарш или мясо тощих рыб	111,8	111,8	111,8	111,8
Свиной шпик	27,7	27,7	27,7	27,7
Пряности и материалы, %				
Перец черный	0,121	0,121	0,121	0,121
Перец душистый	0,101	0,101	0,101	0,101
Мускатный орех	0,040	0,040	0,040	0,040
Чеснок сушеный	0,202	0,202	0,202	0,202
Фосфаты	0,500	–	–	–
Красные водоросли	–	3,00	5,00	7,00
Соль поваренная пищевая	2,00	2,00	2,00	2,00
Нитрит натрия	0,013	–	–	–

Как видно из табл. 1, в рецептурах экспериментальных образцов фосфаты, как влагоудерживающий агент, и нитриты, как цветообразующий агент, заменены красными водорослями.

Основным критерием выбора рецептуры колбасы рыбной сырокопченной как поликомпонентного изделия являлась органолептическая оценка готовых изделий, а также определение структурно-механических показателей фаршевой смеси. Кроме того, взяв за основу рецептуру сырокопченной рыбной колбасы «Калининградской», стремились решить задачу снижения в составе химических пищевых добавок – заменить фосфаты и нитрит натрия нативным компонентом – красными водорослями рода *Palmaria*. При этом выдвигалась следующая гипотеза исследования. В красных водорослях высокое содержание фикоколлоидов (каррагинанов), обладающих свойствами загустителя, гелеобразователя, водосвязывающего и водоудерживающего агента [4–11]. В красных водорослях содержится пигмент красного цвета – фикоэритрин, обладающий антиокислительными свойствами, термонеустойчивый [12, 13]. Это позволяет использовать его в колбасах холодного копчения в качестве пищевого красителя и в качестве антиокислителя, тем самым снизив степень прокопченности, т. е. снизив содержание фенолов как компонентов копильного дыма, обладающих антиокислительными свойствами.

По данным И.А. Якушевой с соавторами, содержание красного пигмента фикоэритрина в образцах водорослей составило 6,65% от массы сухого вещества. Наилучший выход пигмента из клеток водорослей наблюдается после их механического разрушения в блендере после предварительного проведения циклического замораживания–размораживания, что обеспечивает дезинтеграцию клеточных стенок красных водорослей [14]. Определено, что при нагревании раствора фикоэритрина выше 50°C происходит разрушение пигмента, обесцвечивание раствора и снижение оптической плотности – фикоэритрин термолабилен, в связи с чем сфера его использования в пищевой промышленности ограничивается технологическими процессами, проводимыми при температуре ниже 50°C [15].

Для исследования структурно-механических свойств фаршевых смесей определяли вододерживающую способность, предельное напряжение сдвига и липкость. При введении в фарш каких-либо ингредиентов, в том числе нативных, происходит их взаимодействие со всей коллоидной системой в целом [16–19].

В работе проведены исследования по влиянию добавки измельченных красных водорослей в разных количествах на структурно-механические свойства фарша.

Перед внесением в фаршевую смесь по рецептуре красные водоросли измельчали в блендере до достижения размеров частиц 2–4 мм. Свойства фарша определяли после внесения полного набора компонентов, включая поваренную соль, так как внесение соли влияет на величину липкости. Результаты определения структурно-механических показателей фаршей приведены на рис. 1–3.

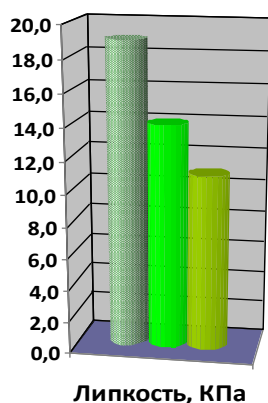


Рис. 1. Изменение липкости фарша в зависимости от количества добавленных красных водорослей

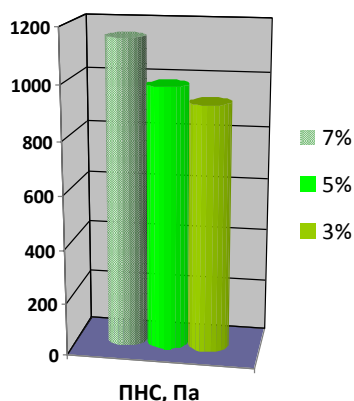


Рис. 2. Изменение предельного напряжения сдвига (ПНС) фарша в зависимости от количества добавленных красных водорослей

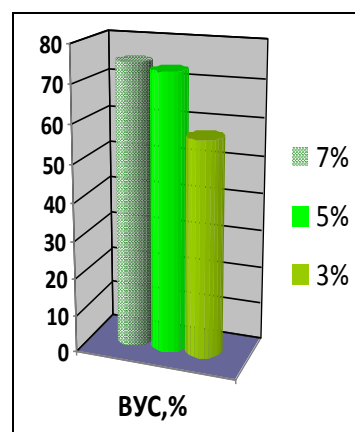


Рис. 3. Изменение вододерживающей способности (ВУС) фарша в зависимости от количества добавленных красных водорослей

Как видно из рис. 1–3, наиболее высокие свойства, обуславливающие монолитность структуры готовых колбас, были определены в фаршевой смеси с добавлением красных водорослей в количестве 7%, что объясняется присутствием в них фикоколлоидов.

Фарш с содержанием водорослей в количестве 7% по значению ПНС (рис. 2) относится ко второй группе дисперсионных сред – сред высокой консистенции (ПНС 1000–1200 Па); фарш с содержанием водорослей в количестве 5% относится к средам первой группы – нормальной консистенции (ПНС 900–1000 Па); фарш с содержанием водорослей в количестве 3% относится к средам третьей группы – низкой консистенции (ПНС менее 900 Па) [20].

При проведении органолептической оценки продукта применяли стандартные методы в соответствии с ГОСТ 7631 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей» [21] и нестандартный метод органомерии, основанный на балльных шкалах. Результаты органолептических исследований представлены в табл. 2. Порядковая балльная шкала для оценки органолептических показателей изделий приведена в табл. 3.

Определение органолептических показателей проводили на дегустационном совещании, где в качестве дегустаторов выступали магистранты, аспиранты и сотрудники кафедры «Технологии пищевых производств».

Таблица 2

Сравнительные органолептические показатели образцов колбасы рыбной сырокопченной				
Показатель	Контрольный образец	Экспериментальные образцы		
		Рецептура № 1	Рецептура № 2	Рецептура № 3
Внешний вид	Поверхность батонов сухая, чистая, без плесени, повреждения оболочки, слипов и наплывов фарша			
Консистенция	Плотная	Плотная	Плотная	Жесткая, сухая
Вид на разрезе	Фарш равномерно перемешан, без серых пятен и пустот. Содержит кусочки шпика размером не более 3 мм, белого цвета с розоватым оттенком	Фарш равномерно перемешан, без серых пятен и пустот. Содержит кусочки шпика размером не более 3 мм, белого цвета с розоватым оттенком. Содержит равномерно распределенные кусочки водорослей		
Вкус и запах	Вкус приятный, слегка острый, солоноватый, с выраженным ароматом копчения и пряностей, без постороннего привкуса и запаха	Вкус приятный, слегка острый, солоноватый, с выраженным ароматом копчения и пряностей, приятным привкусом водорослей, без постороннего привкуса и запаха		Вкус приятный, слегка острый, солоноватый, с выраженным ароматом копчения и пряностей, выраженным привкусом водорослей, без постороннего привкуса и запаха
Средний балл по консистенции	5	5	5	3
Средний балл по виду на разрезе	5	5	5	5
Средний балл по вкусу и запаху	5	5	5	4

Таблица 3

Балльная шкала для оценки органолептических показателей образцов колбасы рыбной сырокопченной		
Показатель	Словесная характеристика баллов	Балл
Консистенция	Плотная	5
	Твердая	4
	Жесткая, сухая	3
	Очень жесткая, не разжевываемая	2
	Рыхлая, крошащаяся	1
	Размягченная	0
Вид на разрезе	Фарш равномерно перемешан, без серых пятен и пустот. Содержит кусочки шпика размером не более 3 мм, белого цвета с розоватым оттенком. Содержит равномерно распределенные кусочки водорослей	5
	Фарш равномерно перемешан, без серых пятен и пустот. Содержит кусочки шпика размером более 3 мм, белого цвета с розоватым оттенком. Содержит равномерно распределенные кусочки водорослей	4
	Фарш неравномерно перемешан, без серых пятен и пустот. Содержит кусочки шпика размером более 3 мм, белого цвета с розоватым оттенком. Содержит неравномерно распределенные кусочки водорослей	3
	Фарш неравномерно перемешан, без серых пятен, с пустотами. Содержит кусочки шпика размером более 3 мм, желтого цвета с розоватым оттенком. Содержит неравномерно распределенные кусочки водорослей	2
	Фарш неравномерно перемешан, с серыми пятнами и пустотами. Содержит кусочки шпика размером более 5 мм, желтого цвета. Содержит неравномерно распределенные кусочки водорослей	1
	Фарш неравномерно перемешан, с серыми пятнами и пустотами. Содержит кусочки шпика размером более 5 мм, темно-желтого цвета. Содержит неравномерно распределенные кусочки водорослей	0
Вкус и запах	Вкус приятный, слегка острый, солоноватый, с выраженным ароматом копчения и пряностей, приятным привкусом водорослей, без постороннего привкуса и запаха	5
	Вкус приятный, слегка острый, солоноватый, с выраженным ароматом копчения и пряностей, выраженным привкусом водорослей, без постороннего привкуса и запаха	4
	Вкус приятный, острый, соленый, с резко выраженным ароматом копчения и / или пряностей, выраженным вкусом водорослей, без постороннего привкуса и запаха	3
	Неприятный	2
	Выраженный посторонний	1
	Выраженный порочащий	0

Как видно из табл. 2, наиболее приемлемые органолептические показатели были определены у образцов колбас с добавлением водорослей в количестве 3 и 5%. Образец с содержанием водорослей 7% характеризовался жесткой сухой консистенцией, выраженным вкусом и запахом водорослей.

Профилограммы вкуса и запаха образцов колбасы рыбной сырокопченой представлены на рис. 4. Профилограммы консистенции представлены на рис. 5.

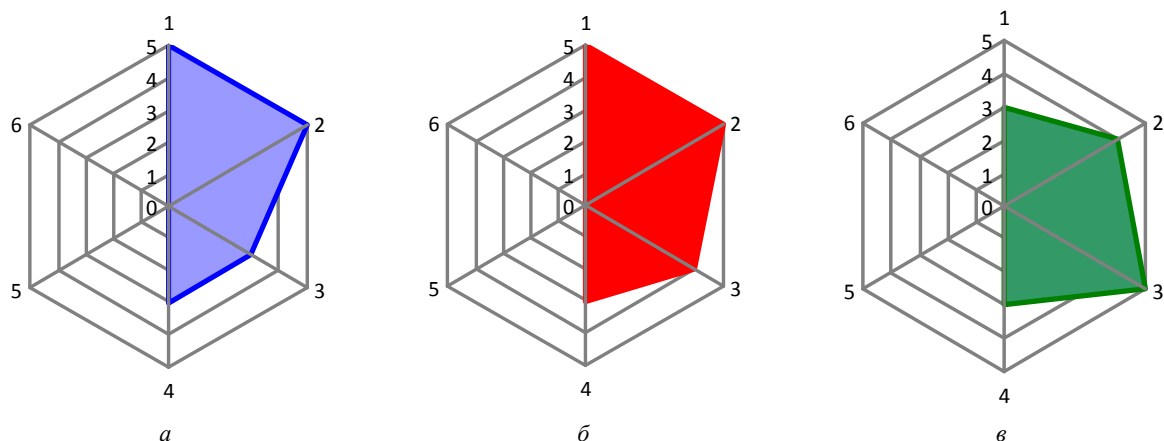


Рис. 4. Профилограммы вкуса и запаха образцов колбасы рыбной сырокопченой:
а – с добавлением красных водорослей в количестве 3%; б – с добавлением красных водорослей в количестве 5%;
в – с добавлением красных водорослей в количестве 7%.

Шкала оценки качества: 1 – свойство не ощущается; 2 – свойство едва ощущается; 3 – свойство слабо ощущается; 4 – свойство умеренно ощущается; 5 – свойство сильно выражено.

Шкалы: 1 – общее впечатление; 2 – гармоничность; 3 – вкус и запах водорослей; 4 – острый вкус и запах; 5 – окисленный вкус и запах; 6 – посторонний вкус и запах

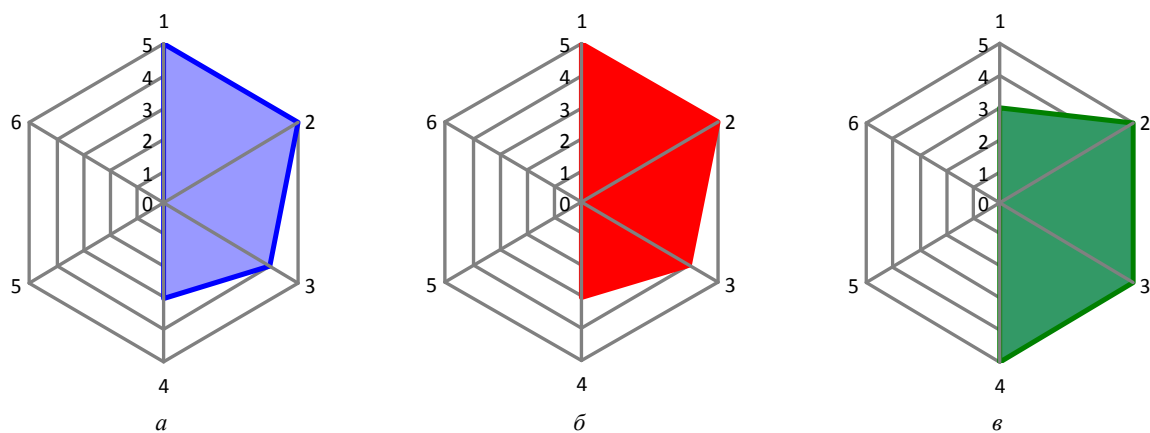


Рис. 5. Профилограммы консистенции образцов колбасы рыбной сырокопченой:
а – с добавлением красных водорослей в количестве 3%; б – с добавлением красных водорослей в количестве 5%;
в – с добавлением красных водорослей в количестве 7%

Шкала оценки качества: 1 – свойство не ощущается; 2 – свойство едва ощущается; 3 – свойство слабо ощущается; 4 – свойство умеренно ощущается; 5 – свойство сильно выражено

Шкалы: 1 – общее впечатление; 2 – плотность; 3 – жесткость; 4 – сухость; 5 – крошливость; 6 – мягкость

Как видно из рис. 4 и 5, наиболее приемлемыми по органолептическим показателям оказались образцы колбас с добавлением водорослей в количестве 3 и 5%. Образец с содержанием водорослей 7% для дальнейших исследований не применялся.

Для определения пищевой ценности колбасы рыбной сырокопченой по разработанным рецептурам проводили исследования по определению количества воды, белка, жира и золы. Содержание углеводов определяли косвенным методом. В табл. 4 приведены данные по содержанию основных веществ в образцах колбасы рыбной сырокопченой.

Пищевая ценность образцов колбасы рыбной сырокопченной

Образец	Содержание, %					Энергетическая ценность, ккал
	воды	белка	жира	зола	углеводов	
Контрольный образец	29	35,1	25,9	2,4	7,6	403,9
Образец с добавлением красных водорослей в количестве 3%	28	35,0	20,1	3,1	13,8	376,1
Образец с добавлением красных водорослей в количестве 5%	28	34,2	19,6	3,4	14,8	372,4

В соответствии с формулой сбалансированного питания, суточная потребность в белках составляет 80–100 г, в углеводах – 400–450 г, в жирах – 80–100 г. Средняя потребная суточная энергетическая ценность составляет 2850 ккал [22,23].

Степень удовлетворения в основных веществах и энергии при употреблении 100 г колбасы рыбной сырокопченной представлена в табл. 5.

Таблица 5

Степень удовлетворения в основных веществах и энергии при употреблении 100 г колбасы рыбной сырокопченной

Образец	Степень удовлетворения, %			
	в белке	в жирах	в углеводах	в энергии
Контрольный образец	39	28,8	1,8	14,1
Образец с добавлением красных водорослей в количестве 3%	38,9	22,3	3,2	13,2
Образец с добавлением красных водорослей в количестве 5%	38	21,8	3,5	13,1

Из данных табл. 4 и 5 можно сделать вывод, что колбасы рыбные сырокопченные содержат все основные группы нутриентов.

В состав продукта входит мышечная ткань рыбы, обеспечивающая организм полноценным и легкоусваиваемым белком; в достаточном количестве жиры; растительные углеводы, в том числе балластные; а также минеральные вещества и входящие в состав животных и растительных компонентов витамины. В то же время, исходя из содержания жиров, можно заключить, что данная продукция не может являться продукцией повседневного потребления. Это подчеркивается присутствием веществ копильного дыма, в том числе фенолов. В любом случае, несмотря на присутствие многих полезных для организма человека компонентов, копченые колбасы можно рассматривать только как деликатесный продукт (деликатес – изысканное, тонкое кушанье [24]).

В ходе исследований были разработаны рецептуры колбасы рыбной сырокопченной с добавлением в качестве структурообразователя, антиокислителя и пищевого красителя красных водорослей рода *Palmaria*, обладающих уникальным химическим составом по содержанию пищевых волокон, витаминов, микроэлементов, полисахаридов, биологически активных веществ. Разработанные рецептуры не предусматривают внесение искусственных добавок для стабилизации консистенции и цвета, что повышает безопасность корченного деликатесного продукта.

Литература

1. *Абрамова Л.С.* Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья. – М.: ВНИРО, 2005. – 175 с.
2. Биотехнология морепродуктов / Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова, Н.Т. Сергеева, Т.Н. Слуцкая, Г.Е. Степанцова. – М.: Мир, 2006. – 560 с.
3. *Борисочкина Л.И., Гудович А.В.* Производство рыбных кулинарных изделий. Технология и оборудование. – М: Агропромиздат, 1989 – 312 с.
4. *Барашков Г.К.* Сравнительная биохимия водорослей. – М.: Пищ. пром-сть, 1972. – 336 с.
5. *Богданов В.Д.* Рыбные продукты с регулируемой структурой. – М.: Мир, 2005 – 310 с.
6. *Богданов В.Д., Сафронова Т.М.* Структурообразователи и рыбные композиции. – М.: ВНИРО, 1993. – 172 с.
7. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова, В.В. Колпакова, И.С. Витол, И.Б. Кобелева; под ред. А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 640 с.

8. Подкорытова А.В. Морские водоросли и травы. – М.: ВНИРО, 2005. – 175 с.
9. Подкорытова А.В., Фан Т.К. Винь. Пигменты и каррагинаны из красных водорослей // Рыбпром, 2010. – № 3. – С. 74–78.
10. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы. – СПб.: Профессия, 2007. – 256 с.
11. Технология комплексной переработки гидробионтов: Уч. пособие / Т.М. Сафронова, В.Д. Богданов, Т.М. Бойцова, В.М. Дацун, Г.Н. Ким, Э.Н. Ким, Т.Н. Слуцкая / под ред. Т.М. Сафроновой. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – 512 с.
12. Аминина Н.М. Биологическая ценность морских водорослей дальневосточного побережья // Рыбпром. – 2010. – № 3. – С. 32–35.
13. Аминина Н.М., Кадникова И.А., Вострокнутов А.А. Антиоксидантная активность экстрактов морских водорослей // Материалы научной конференции, посвященной 70-летию С.М. Коновалова. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2008. – С. 838–841.
14. Якушева И.А., Ефимов А.А., Ефимова М.В. Влияние дезинтеграции биомассы на экстрагирование фикобилиновых пигментов синезеленых и красных водорослей // Вестник КамчатГТУ. – 2012. – № 19. – С. 56–60.
15. Инновационные технологии пререработки водных биоресурсов Камчатки: Отчет о науч.-исслед. работе / Н.С. Салтанова, М.В. Благоданова, Е.Г. Михайлова, К.М. Афанасьева, И.А. Якушева, А.А. Боков. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – 136 с.
16. Измайлова В.Н., Ребиндер П.А. Структурообразование в белковых системах. – М.: Наука, 1974. – 268 с.
17. Маслова Г.В., Маслов А.М. Реология рыбы и рыбных продуктов. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. – 216 с.
18. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун и др./ под ред. Т.М. Сафроновой и В.И. Шендерюка. – М.: Колос, 2001. – 496 с.
19. Шалдеева Н.В., Классен Н.В. Влияние технологических факторов на качество фаршевой продукции // Рыбное хозяйство. – 1999. – № 6. – С. 52–54.
20. Фатьянов Е.В., Авылов Ч.К. Производство сырокопченых и сыровяленых колбас. – М.: Эдиториал сервис, 2008. – 168 с.
21. ГОСТ 7631–2008. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей. – М.: Изд-во стандартов, 2006. – 10 с.
22. Петровский К.С. Азбука здоровья: о рациональном питании человека. – М.: Знание, 1982. – 306 с.
23. Покровский А.А. О биологической и пищевой ценности продуктов питания // Вопросы питания. – 1975. – № 3. – С. 25–40.
24. Словарь иностранных слов. – М.: Русский язык, 1989. – С. 155.

УДК 664.952

ХАРАКТЕРИСТИКА СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА РЫБНЫХ КОЛБАС

М.В. Ефимова, А.А. Ефимов, М.В. Сутягина, В.В. Сутягин, Н.К. Костенко

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

Приведен анализ литературных данных о существующих технологиях рыбных колбас как поликомпонентных пищевых продуктов. Рассмотрены используемые виды сырья и добавок. Приведена типовая технологическая схема и типовые режимы основных технологических операций. Показано значение рыбных колбасных изделий как пищевых продуктов.

Серьезное влияние на развитие технологии переработки рыбы и морепродуктов оказывают утвердившиеся в обществе взгляды на «здоровую» пищу, требующие ограничить применение

искусственных добавок, уменьшить содержание соли, предъявляющие особые требования к режиму и способу обработки сырья [1–3]. Производство продуктов питания на основе рыбного фарша становится все более перспективным направлением в обеспечении населения высококачественной продукцией. Эта тенденция обусловлена тем, что технология изготовления фаршевых изделий позволяет рационально и комплексно использовать различные объекты промысла, в том числе рыб, мало пригодных в технологическом отношении и пониженной товарной ценности; введение разнообразных добавок в фарш дает возможность повысить его пищевую ценность, улучшить вкус, аромат и структуру готовых продуктов.

Колбасы относят к многокомпонентным, комбинированным продуктам питания. Перечисленные ниже направления и задачи производства комбинированных продуктов питания [3] определяются как ситуацией в области производства сельскохозяйственного сырья, так и потребностью человека в пищевых веществах:

- поиск новых источников белкового сырья, наиболее полная, безотходная его переработка;
- создание пищевых ароматизаторов, улучшителей вкуса и красителей для обеспечения высоких органолептических показателей комбинированных продуктов;
- развитие прикладной биотехнологии в области производства комбинированных продуктов на базе традиционных биотехнологических процессов, поиска новых направлений;
- обогащение пищевых продуктов витаминами, минеральными веществами, другими незаменимыми нутриентами с целью обеспечения полноценного питания.

Создание комбинированных продуктов питания осуществляется в соответствии со следующими принципами [3]:

- определение гигиенической безопасности новых источников сырья и готовых пищевых продуктов;
- использование пищевых и вкусоароматических добавок согласно имеющимся гигиеническим требованиям, предъявляемым органами здравоохранения;
- сочетание органолептических показателей комбинированного продукта с привычками людей, традициями и национальными особенностями в питании отдельных групп населения;
- сбалансированность продуктов по основным компонентам, стойкость при хранении, доступность для потребителя;
- указание направленности комбинированного продукта, характеризующейся определенной пищевой и биологической ценностью;
- осуществление целенаправленного контроля показателей качества.

Из рыбного фарша вырабатывают копченые и вареные колбасы, сосиски, котлеты и многое другое. Интерес к такой продукции во всем мире постоянно растет. Именно из-за этого технология производства рыбных пищевых фаршей перспективна и актуальна в свете происходящих перемен в сырьевой базе рыбной промышленности многих стран мира. Рыбные фарши открывают новые возможности в области рационального использования рыбного сырья [4].

Фаршевая продукция относительно недорога по сравнению с другими видами рыбных продуктов, и ее производство дает возможность расширения ассортимента одновременно с созданием продуктов с заданными вкусовыми и биологическими характеристиками.

Среди изделий на основе рыбных фаршей большой популярностью у потребителей пользуются колбасные изделия.

Технология комбинированных колбасных изделий – одно из рациональных направлений использования рыбного сырья, так как приятные вкус, аромат, упруго-эластичная однородная структура колбас, их высокая пищевая ценность достигаются в результате внесения различных поликомпонентных добавок [5].

Интерес к производству колбас обусловлен как необходимостью решения проблем рационального использования сырья, так и необходимостью получения новых продуктов высокой пищевой и энергетической ценности: гидробионты богаты полноценными белками, липидами, витаминами, микро- и макроэлементами. Кроме того, колбасные изделия из рыбы и морепродуктов по пищевой ценности не уступают мясным колбасным изделиям, так как по общему химическому и аминокислотному составу, составу жирных кислот мясо гидробионтов превосходит мясо наземных животных. Рыбные колбасные изделия характеризуются приятным вкусом, однородной упруго-эластичной структурой, а также высокой пищевой ценностью за счет использования различных поликомпонентных добавок.

Еще в Древней Греции небольшие колбаски и начиненные молотым мясом свиные желудки служили закуской на пирах. Среди различных блюд, употребляемых византийцами в IV–VII веках, упоминаются окорока и колбасы [6]. Колбасы упоминаются и в письменах XIII века.

Слово «колбаса» объясняется как общеславянское, заимствованное из тюркских языков. Считается, что слово «колбаса» образовано от двух греческих слов: «коло» – кишка и «бас» – дробить. Как известно, оболочками у колбас часто служат именно кишки животных, а содержимое оболочек находится в измельченном виде.

В Россию колбасное дело проникло в конце XVII века из Западной Европы. По данным за 1906 г., в России насчитывалось всего около 2 тыс. колбасных предприятий, в том числе 65 крупных. Большинство крупных предприятий принадлежало в то время немецким фирмам. К 1916 г. только в одной Москве работали 22 колбасных предприятия, которые выпускали более 60 сортов колбас и сосисок [7–10].

Разные аспекты производства мясных и рыбных колбасных изделий с разной степенью глубины изучались многими авторами [11–22].

В настоящее время, как в нашей стране, так и за рубежом, разработано множество технологий колбасных изделий из гидробионтов, в том числе вареных и копченых колбас, сосисок и ветчин. Интерес к производству такой продукции обусловлен не только необходимостью расширения ассортимента, но и получением продуктов высокой пищевой и энергетической ценности. Рыбные колбасные изделия часто употребляют в качестве диетических, лечебно-профилактических продуктов, а также в детском и школьном питании.

Основное значение гидробионтов в составе колбас как комбинированных пищевых продуктов заключается в том, что они являются источником незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, фосфолипидов, витаминов, минеральных веществ. Технология комбинированных пищевых продуктов наиболее отвечает технологии «идеального» пищевого продукта – продукта, сбалансированного по основным ингредиентам формулы теории оптимального питания. Теория оптимального питания позволила обосновать основное требование к комбинированным пищевым продуктам на основе водного сырья – обогащение гидробионтов рациональными пищевыми и биологически активными компонентами с целью создания изделий с заданными свойствами.

Технология комбинированных пищевых продуктов на основе мышечной ткани рыб специфична по сравнению с технологией таковых из мясного и растительного сырья. Это связано, в первую очередь, с высокой лиофильностью белков и окисляемостью липидов тканей гидробионтов, присутствием «рыбного» запаха [5]. В связи с этим важное значение имеют пищевые добавки, влияющие на внешний вид и консистенцию продуктов, антисептики и антиокислители.

Существующие технологии близки по составу и последовательности технологических операций и по технологическим режимам. Технология приготовления рыбных колбас и сосисок аналогична технологии приготовления мясных колбас и сосисок [23].

Основным сырьем при производстве рыбных колбас является свежая, охлажденная и мороженая рыба, мороженые рыбные фарши, а также нерыбное сырье (например, белковая паста «Океан», получаемая из мелкой креветки, а также мясо кальмара) [12, 15, 24]. В производстве колбасных изделий из гидробионтов в основном применяют мороженую рыбу, отвечающую по качеству требованиям первого сорта и характеризующуюся высокой эластичностью мяса, о котором судят по содержанию в мясе белка миозина и значению рН тканевого сока.

При выборе сырья для приготовления колбас предпочтение отдают нежирным рыбам, мясо которых отличается высокой эластичностью. Для повышения эластичности мясо рыб с низким значением этого показателя сочетают с мясом наземных животных и птицы [14].

Не рекомендуется использовать в производстве рыбных колбасных изделий мясо рыб с высоким содержанием липидов из-за их лабильности к кислороду и возможности появления у колбас неприятного вкуса и запаха в процессе обработки и хранения готовой продукции.

Широко применяют при изготовлении колбас мороженые фарши, особенно промытые (типа сурими или фарша «Особого»). Преимуществами мороженого рыбного фарша являются возможность круглогодичной и бесперебойной работы предприятий на этом сырье, отсутствие необходимости в использовании льда при составлении колбасной смеси, а также использование рыб с низкой эластичностью мяса, которые после переработки их на фарш мороженный «Особый» характеризуются высокой эластичностью.

При производстве колбасных изделий на основе сурими его куттеруют с жиром и водой. При этом создаются условия, сходные с процессом обжарки вареных колбас. Благодаря высокой эмульгирующей и стабилизирующей способности рыбного белка можно использовать растительные масла. Полученный фарш набивают в оболочку, после чего изделия подвергают горячему копчению или отваривают [25]. Для приготовления рыбных колбас пригоден фарш «Особый» из минтая, хека, ставриды, макруруса, путассу, а также карася океанического, сельди, ставриды и некоторых других рыб [12].

В Англии зарегистрирован способ производства колбасных изделий с коллагеновыми покрытиями, при этом способе отсутствует операция шприцевания фарша в оболочку. Приготовленную коллагеновую массу экструдировывают в виде трубки, охватывающей одновременно выталкиваемый по внутренней трубке колбасный фарш. После выхода из экструдера продукт с нанесенным на него покрытием разрезают на батоны нужного размера. Затем коллагеновую оболочку задубливают и подвергают дальнейшей обработке.

В Германии разработаны следующие виды колбасных изделий: «Особая ливерная рыбная колбаса», «Крестьянская рыбная колбаса», «Языковая рыбная колбаса», «Ливерная рыбная колбаса», «Колбасный рыбный зельц». После обезглавливания и удаления внутренностей рыбу промывают и варят, а затем подвергают дроблению или гомогенизации до получения однородной массы с размером частиц не более 0,1 мм. Подготовленную рыбную массу смешивают в куттере со всеми остальными компонентами согласно рецептурам, набивают в оболочки и варят в воде при температуре 85°C в течение 50 мин. После этого колбасы охлаждают и подвергают холодному копчению. Готовые колбасы хранят при температуре 6°C [14].

В Чехии проводились изыскания по использованию пресноводных рыб при производстве колбасных изделий. Для этого применяли мороженое филе карпа без кожи. К тонко измельченному рыбному сырью добавляли соль, пряности, яйцо, арахисовое масло; смесь тщательно перемешивали. Колбасную смесь, температура которой не превышала 1°C, набивали в бараньи кишки и обжаривали. После обжарки колбаса имела розовую окраску, была сочной и ароматной. В бытовом холодильнике колбаса может храниться 2 суток. Для увеличения срока годности продукт можно заморозить.

Наибольшее развитие производство рыбных колбасных изделий получило в Японии. К изучению технологии производства рыбных колбасных изделий в Японии приступили в 1938 г., а в 1954 г. впервые эти изделия появились в продаже. Уже в 1968 г. производство рыбных колбас, сосисок, камабоко, ветчины и других подобных изделий в Японии достигло 161 тыс. т [26]. В отдельные годы выпуск колбасных изделий достигал более 1 млн т, а в состав изделий часто, кроме рыбы, входили ракообразные, кальмары, морские водоросли [5, 26].

В первые годы производства рыбных колбасных изделий основным сырьем служили мороженое мясо тунца, мясо акулы, мясо кита. С 1960 г. основным сырьем для производства рыбных колбасных изделий в Японии является сурими из разных видов рыб (трески, минтая, ставриды, одноперого терпуга и др.) [26]. Для приготовления ветчинных изделий в Японии используют треску, минтая, кальмара.

В Японии запатентована рецептура и способ приготовления колбасы с применением ферментных препаратов: к 10 кг фарша добавляют 250 г поваренной соли; 6,6 г нитрата натрия, 125 г сахара; 0,7 нитрита натрия и 30 г смеси, состоящей из 50 частей триполифосфата натрия, 2 частей аскорбиновокислого натрия, 0,5 – глюкозооксидазы и одной части протеиназы. Фарш тщательно перемешивают с перечисленными добавками, выдерживают 24–28 ч при температуре 2–3°C и затем обычным способом готовят колбасу.

В Японии также предложен способ приготовления колбасы с использованием дрожжей. В этой рецептуре используют измельченное мясо тунца и меч-рыбы (взятых в соотношении 2,6 : 2,8), крахмал, сахар, поваренную соль (3%), воду, лед, растительное масло, глютаминат натрия, ароматизирующие приправы (0,05%), дрожжи рода *Torulopsis*. Перед введением в фарш дрожжи высушивают, измельчают и извлекают из них нуклеиновые кислоты. Полученный таким образом фарш далее обрабатывают как обычно.

Также в Японии производят колбасы с добавлением зеленых одноклеточных водорослей рода *Chlorella*. Водоросли измельчают и нагревают в течение 20–30 мин. при температуре 80–100°C, после чего из горячего раствора удаляют остаток водорослей. Полученный экстракт замораживают и перемешивают со свиным мясом, пряностями. Полученный таким образом колбасный фарш набивают в оболочки и далее обрабатывают [14].

В нашей стране были проведены исследования пищевой и биологической ценности формованных продуктов на основе фарша из ставриды, свидетельствующие о том, что по содержанию белка формованные продукты из ставриды в большей степени удовлетворяют потребность человека, чем, например, изделия из трески или куриные яйца. Сыровяленые и вареные рыбные колбасы, содержащие 40% говяжьего мяса (рыбо-мясные), удовлетворяют потребность человека в белке больше, чем мясо говядины [27].

Известна технология рыбных колбасных изделий с ветчинной структурой на основе фарша и кусочков мышечной ткани рыб [28, 29]. Колбасы и сосиски готовят из охлажденной и мороженой рыбы разных видов. В фарш добавляют нарезанное кубиками рыбное филе, имеющее цвет мяса, отличный от цвета фарша. Например, в фарш из трески добавляют нарезанное кубиками филе дальневосточных лососевых рыб [30].

Известны исследования по изучению свойств мороженого «Особого» рыбного фарша, рыбного белкового изолята, мяса антарктической креветки (криля), говяжьего мяса, как сырья для производства колбасных изделий [5]. Рыбный фарш «Особый» изготавливали из мышечной ткани свежей рыбы; белковый изолят приготавливали из мелких мороженных рыб (зеленоглазки, рыбы-листа и др.); антарктическую креветку замораживали в морских условиях в виде брикетов массой 10 кг, хранили при температуре минус 18°C. Говяжье мясо первого сорта использовали в охлажденном виде. Вареные колбасы готовили из смесей исследуемых объектов, главным компонентом которых являлось говяжье мясо (40%). В качестве контрольного образца использовали вареную колбасу (говядины 80% и шпика 20%). Проведенная органолептическая экспертиза показала, что смесь «говядина + рыбный фарш «Особый»» и смесь «говядина + белковый изолят» по внешнему виду, цвету, консистенции и запаху не отличаются от контрольного образца. В смеси «говядина + антарктическая креветка» отметили более яркий цвет, аромат говяжьего мяса был ослаблен, ощущался специфический сладковатый запах [31]. Данные исследования свидетельствуют о том, что рыбный фарш «Особый» и сухой белковый изолят можно использовать в рецептуре вареных колбас, заменяя от 10 до 40% говядины.

Вкусовые качества, консистенция и внешний вид продуктов из рыбного фарша значительно улучшаются, когда в фарш добавляют полифосфаты в количестве 1–2% от массы мяса рыбы. Внесение фосфатов способствует повышению влагоудерживающей способности (ВУС) мяса. Потери ВУС при тепловой обработке приводят к обезвоживанию тканей, снижению сочности, ухудшению консистенции, структуры и вкуса колбасных изделий. Добавление фосфатов вследствие повышения ВУС мяса и содержания в нем растворимых белков сопровождается образованием более плотной консистенции изделий [15, 32]. Полифосфаты используют при изготовлении жареных рыбных сосисок, рыбных сарделек, копченой рыбной колбасы [33]. При этом для получения рыбопродуктов с хорошей консистенцией необходимо вводить добавки в определенной последовательности: сначала воду, затем фосфат и только после этого поваренную соль [34].

Крахмалы, нативные и модифицированные, добавляют к рыбному фаршу для увеличения прочности, снижения себестоимости, улучшения стойкости к циклам замораживания-размораживания, а также для улучшения текстуры геля [35, 36].

В рецептуры колбасных изделий входят пряности, которые можно заменять экстрактами. Для внесения экстрактов в фарши их сначала смешивают с поваренной солью, крахмалом и другими сухими компонентами, а затем вносят полученные смеси.

Нитрит натрия вносят для образования и сохранения в процессе тепловой обработки розовой окраски. Кроме того, нитрит натрия оказывает ингибирующее действие на рост и развитие микрофлоры.

В табл. 1 приведены известные рецептуры рыбных вареных колбас [14].

Таблица 1

Рецептуры вареных рыбных колбас

Наименование изделия	Сырье несоленое, кг на 100 кг		Добавки и пряности, г на 100 кг несоленого сырья	
Колбаса вареная рыбная «Морская»	Фарш рыбный пищевой мороженый	43	Соль поваренная пищевая	2200
	Мясо китовое мороженое	20	Перец черный молотый	100
	Шпик свиной	10	Перец душистый молотый	100
	Молоко сухое	2	Чеснок сухой	200
	Яйца	0,548	Мускатный орех	30
	Крахмал	5	Фосфаты	300
	Стабилизатор	18	Нитрит натрия	50

Наименование изделия	Сырье несоленое, кг на 100 кг		Добавки и пряности, г на 100 кг несоленого сырья	
	Колбаса вареная рыбная «Тихоокеанская»	Фарш рыбный пищевой мороженный	40	Соль поваренная пищевая
Мясо говяжье I сорта		35	Перец черный молотый	100
Мясо свиное полужирное		5	Перец душистый молотый	100
Молоко сухое		3	Чеснок сухой	200
Яйца		0,548	Мускатный орех	30
Крахмал		5	Фосфаты	300
Стабилизатор		10	Нитрит натрия	50
Колбаса вареная рыбная с использованием фарша мятая	Фарш мятая пищевая	33,6	Соль поваренная пищевая	1800
	Срезки мяса марлина	50,4	Перец черный	100
	Мука картофельная	2,8	Вода питьевая	900
	Хлеб пшеничный	12	Лук сушеный	450

Типовая технологическая схема производства формованных рыбных продуктов [13], к которым относят и колбасы, приведена на рис. 1.

Колбасы на основе рыбного фарша могут быть двух видов: гомогенные (тонкоизмельченные, однородные по структуре и виду на разрезе) изделия типа сосисок и сарделек, вареных колбас, колбасок-гриль; грубоизмельченные типа полукопченых, варенокопченых, копченых и сыровяленых колбас [20]. Сырьем для производства колбас служит промытый и непромытый рыбный фарш, а также фарш, полученный из мороженой рыбы. При составлении фаршевой смеси часто используют фарш двух видов рыб (например, трески и кеты), а также фарш из кальмара. В качестве вспомогательных материалов в фаршевую смесь добавляют поваренную соль, лук, чеснок, растительное масло или шпик свиной, глютаминат натрия.



Составление и перемешивание фаршевой смеси для производства вареных колбас и сосисок, как правило, осуществляют в куттере, позволяющем получать тонкодисперсную систему.

Важные функции в производстве и реализации колбасных изделий выполняют оболочки. Физико-химические, теплофизические и санитарно-гигиенические свойства оболочек оказывают влияние на качество и срок хранения изделий. В колбасном производстве используют как натуральные, так и искусственные оболочки различных типов [20, 37–41].

Колбасные оболочки выполняют ряд общих функций:

- удерживают мясную эмульсию или фарш в процессе тепловой обработки, созревания, сушки, копчения и т. д.;
- придают форму и стабилизируют колбасный фарш;
- защищают содержимое от воздействия внешней среды;
- являются носителями информации как обязательной, так и рекламного характера;
- служат продвижению готовых изделий за счет разнообразия диаметров, цветов и форм.

Наполняют оболочки фаршевой смесью с помощью шприцев различной конструкции. При шприцевании необходимо проводить вакуумирование смеси, так как наличие воздуха в ней вызывает изменение цвета колбас, ухудшает консистенцию и структуру.

Сформированные батоны колбас перевязывают в несколько петель шпагатом. Воздух, попавший вместе с фаршем, удаляют прокалыванием оболочки шпилькой. Затем проводят осадку формованных изделий для удаления воздуха, уплотнения массы, формирования первичной гелевой структуры. Для этого колбасы навешивают на рамы (рейки) и выдерживают при температуре окружающей среды в течение 20–60 мин.

Подвешенные на рейки колбасы загружают в заполненный горячей водой котел для варки. Колбасы варят при температуре 90–95°C в течение 40 мин. По окончании варки температура внутри колбас должна быть не ниже 80°C. Вареные колбасы охлаждают в подвешенном состоянии в течение 3–3,5 ч при температуре не выше 15°C.

Готовые вареные колбасы имеют плотную сочную консистенцию, приятные вкус и запах, свойственные данному виду продукта, с легким ароматом чеснока и пряностей, содержание по-

варенной соли в них составляет от 1,5 до 2,5%. Готовые колбасы упаковывают в противни, лотки, контейнеры с крышками, хранят при температуре 4–8°С не более 48 ч [20].

Колбасы готовят не только из мороженого фарша, но и из охлажденной или мороженой рыбы разных видов (лососевых, минтая, трески, тунцов и др.). В приготовленный из рыбы фарш добавляют растительное масло, маргарин, яйца или меланж, свинину, говядину, крахмал, пшеничную муку и другие компоненты по рецептуре [30]. Измельчение мышечной ткани возможно производить одновременно с набором рецептуры. Для этого в колбасную массу в определенной последовательности добавляют различные компоненты, которые улучшают структурно-механические свойства, водоудерживающую способность колбасных изделий, а также интенсифицируют окраску готового продукта и придают стойкость при его хранении. В результате внесения различных добавок получают более сочные и нежные колбасные изделия.

Качество рыбных колбасных изделий определяется как потребительскими свойствами (внешний вид, цвет, запах, вкус, консистенция), так и показателями безопасности, регламентируемыми СанПиН 2.3.2.1078 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» [42] (табл. 2–4).

Таблица 2

Микробиологические показатели безопасности рыбных колбасных изделий

Наименование показателя	Единица измерения	Норма по СанПиН 2.3.2.1078. Индекс 1.3.3.9
КМАФАнМ	КОЕ/г	Не более 1×10^4
БГКП в 1,0 г продукта (колиформы)	–	Не допускаются
<i>S. aureus</i> в 1,0 г продукта	–	Не допускаются
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г продукта	–	Не допускаются

Таблица 3

Химические показатели безопасности рыбных колбасных изделий

Наименование показателя	Единица измерения	Допустимые уровни по СанПиН 2.3.2.1078. Индекс 1.3.3
Токсичные элементы		
Свинец	мг/кг	Не более 1,0
Мышьяк	мг/кг	Не более 5,0
Кадмий	мг/кг	Не более 0,2
Ртуть	мг/кг	Не более 0,5
Нитрозамины		
Сумма НДМА и НДЭА	мг/кг	Не более 0,003
Пестициды		
Гексахлорциклогексан	мг/кг	Не более 0,2
ДДТ и его метаболиты	мг/кг	Не более 0,2
Полихлорированные бифенилы	мг/кг	Не более 2,0
Радионуклиды		
Цезий-137	Бк/кг	Не более 130
Стронций-90	Бк/кг	Не более 100

Таблица 4

Микробиологические показатели безопасности рыбных колбасных изделий

Наименование показателя	Единица измерения	Норма по СанПиН 2.3.2.1078. Индекс 1.3.3.9
КМАФАнМ	КОЕ/г	Не более 1×10^4
БГКП в 1,0 г продукта (колиформы)	–	Не допускаются
<i>S. aureus</i> в 1,0 г продукта	–	Не допускаются
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г продукта	–	Не допускаются

Современные тенденции в технологии производства рыбных колбас направлены на расширение ассортимента готовых изделий. Производство колбасных изделий из гидробионтов позволяет расширить ассортимент колбасной продукции. Многие страны занимаются освоением производства рыбных колбасных изделий, так как эти изделия могут служить ценным продуктом питания наравне с мясными колбасами.

Таким образом, применение новых технологий в колбасном производстве позволяет получить новые продукты высокого качества, обладающие высокой биологической и пищевой ценностью.

Литература

1. Билич Г.Л., Назарова Л.В. Основы валеологии. – СПб.: Водолей, 1998. – 559 с.
2. Донченко Л.В., Надьикта В.Д. Безопасность пищевой продукции. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 539 с.
3. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 455 с.
4. Современные тенденции в технологии комбинированных пищевых продуктов на примере рыбных колбасных изделий / А.А. Шарапова, А.И. Куприянов, М.В. Сутягина, А.С. Ивандюкова // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: матер. IV Всерос. науч.-практ. конф. (18–22 марта 2013 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – С. 65–70.
5. Биотехнология морепродуктов / Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова, Н.Т. Сергеева, Т.Н. Слуцкая, Г.Е. Степанцова. – М.: Мир, 2006. – 560 с.
6. Культура Византии: IV – первая половина VII в. / Под ред. З.В. Удальцова. – М.: Наука, 1984. – 728 с.
7. Донченко Л.В., Надьикта В.Д. Продукты питания в отечественной и зарубежной истории. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 296 с.
8. Лиценко В.Ф. Мировая продовольственная проблема: белковые ресурсы (1960–2005 гг.). – М.: ДеЛи принт, 2006. – 272 с.
9. Хуриудян С.А., Зайчик Ц.Р. История производства пищевых продуктов и развития пищевой промышленности России: учебное пособие. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 204 с.
10. Щеникова Н.В. Питание народов мира: культура и традиции: Учебное пособие. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 268 с.
11. Абрамова Л.С. Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 175 с.
12. Богданов В.Д. Рыбные продукты с регулируемой структурой. – М.: Мир, 2005 – 310 с.
13. Богданов В.Д., Сафронова Т.М. Структурообразователи и рыбные композиции. – М.: ВНИРО, 1993. – 172 с.
14. Борисочкина Л.И., Гудович А.В. Производство рыбных кулинарных изделий. Технология и оборудование. – М.: Агропромиздат, 1989 – 312 с.
15. Будина В.Г. Технохимический контроль производства рыбных колбасных изделий. – М.: Агропромиздат, 1990. – 97 с.
16. Косой В.Д., Дорохов В.П. Совершенствование производства колбас. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 766 с.
17. Олейникова К.М., Ефимова М.В., Грачева О.В. Обоснование технологии крупнокусковых колбасных изделий из гидробионтов с использованием связующих веществ // Основные направления социально-экономического и демографического развития Камчатки, повышение качества жизни и качества образования / матер. первой науч.-практ. конф. в рамках программы «Рыбаки – городу, город – рыбакам» 9–11 декабря 2008 г. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2009. – С. 181–187.
18. Стацько В.П. Колбасы. Колбасные изделия. Продукты из мяса. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. – 352 с.
19. Технологический сборник рецептов колбасных изделий и копченостей / Сенченко Б.С., Рогов И.А., Забашта А.Г., Бондаренко В.И. – Ростов-на-Дону: МарТ, 2001. – 864 с.
20. Технология комплексной переработки гидробионтов: Учебное пособие / Т.М. Сафронова, В.Д. Богданов, Т.М. Бойцова, В.М. Дацун, Г.Н. Ким, Э.Н. Ким, Т.Н. Слуцкая / под ред. Т.М. Сафроновой. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – 512 с.
21. Уитон Ф.У., Лосон Т.Б. Производство продуктов питания из океанических ресурсов. Т. 1. – М.: Агропромиздат, 1989. – 350 с.
22. Фатьянов Е.В., Авылов Ч.К. Производство сырокопченых и сыровяленых колбас. – М.: Эдиториал сервис, 2008. – 168 с.
23. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы. – СПб.: Профессия, 2007. – 256 с.
24. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун и др. / под ред. Т.М. Сафроновой и В.И. Шендерюка. – М.: Колос, 2001. – 496 с.
25. Тюльзнер М., Кох М. Технология рыбопереработки. – СПб.: Профессия, 2011. – 404 с.

26. Таникава И. Продукты морского промысла Японии. – М.: Пищ. пром-сть, 1975. – 352 с.
27. Байдалинова Л.С., Кузьмичева Г.М., Батракова В.П. Исследования пищевой и биологической ценности формованных продуктов на основе фарша из ставриды // Исследования по технологии продукции повышенной пищевой и биологической ценности: Сборник научных трудов – Калининград: АтлантНИРО, 1992. – С. 91 – 102.
28. Олейникова К.М. Разработка технологии рыбных колбасных изделий с ветчинной структурой // Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Владивосток, 2010. – 24 с.
29. Патент РФ № 2375927. Способ производства рыбных формованных изделий с ветчинной структурой / К.М. Олейникова, В.Д. Богданов. 2009. Оpubл. 10.10.2009.
30. Экспертиза рыбы, рыбопродуктов и нерыбных объектов водного промысла. Качество и безопасность / В.М. Позняковский, О.А. Рязанова, Т.К. Каленик, В.М. Дацун / Под ред. В.М. Позняковского. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 311 с.
31. Изучение возможности использования рыбного сырья в рецептуре колбасных изделий / Биденко М.С., Байдалинова Л.С., Верхотурова Ф.И., Гавриш Л.Т., Рехина Н.И. // Технология перспективных видов рыбопродукции: Сборник научных трудов – Калининград: АтлантНИРО, 1984. – С. 90 – 96.
32. Гатько Н.Н., Варламова А.Г. Влияние введения полифосфатов на мясные рубленые изделия // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 2. – С. 28–29
33. Gordon A. Polyphosphate treatment of fish // Food manufacture. – 1971. – № 7. – P. 57–58.
34. Потапова Л.М., Кузнецова Т.В., Использование полифосфатов для улучшения качества и повышения выхода рыбной продукции. Обзорная информация, сер. 3 «Обработка рыбы и морепродуктов». – 1975. – Вып. 4. – М.: ЦНИИТЭИРХ.
35. Новые представления о функционально-технологическом потенциале крахмала / А.И. Жаринов, В.Н. Писменская, А.В. Лазарев, М.Р. Морозов, К.Г. Спасский // Мясная индустрия. – 2007. – № 5. – С. 24–28.
36. Park J., Lanier T.C. Processing of Surimi and Surimi Seafoods // Marine & Freshwater Products Handbook . – Lancaster, Basel: Technomic Publishing, 2002.
37. Аганов П.Е. Анализ дизайна упаковки колбасных изделий российских производителей // Мясная индустрия. – 2009. – № 1. – С. 41–44.
38. Корж А.П. Технологические аспекты использования фиброзных колбасных оболочек «ТЕЕРАК» // Все о мясе. – 2006. – № 1. – С. 52–53
39. Кубышко О.В. АМИТЕКС Рондо: специализированные колбасные оболочки // Мясная индустрия. – 2007. – № 5. – С. 62–65.
40. Рязанова О.А. Колбасные оболочки: классификация и ассортимент // Пищевая промышленность. – 2011. – № 3. – С. 62–64.
41. Сидорова Е.В. Пластифицированная натуральная колбасная оболочка // Мясные технологии. – 2008. – № 7. – С. 34–36.
42. СанПиН 2.3.2.1078. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов – М.: Минздрав России, 2001. – 21 с.

УДК 639.371.2:[579.852.11+579.852.13]

ДОБАВЛЕНИЕ ПРОБИОТИКОВ, СОДЕРЖАЩИХ БАКТЕРИИ РОДОВ *BACILLUS* И *CLOSTRIDIUM*, И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОСЕТРОВЫХ РЫБ

А.Д. Жандалгарова

*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань*

Данный доклад посвящен теме влияния пробиотиков, в состав которых включены почвенные бактерии родов *Bacillus* и *Clostridium*, при добавлении их в производственные корма для осетровых рыб. Сделаны выводы о влиянии пробиотических препаратов на скорость роста и физиологическое состояние рыб.

Введение

При выращивании осетровых рыб наблюдается увеличение уровня органического загрязнения и число условно-патогенных бактерий в водной среде. При определенной концентрации микроорганизмов в воде рыбоводных емкостей происходит их резкое увеличение в органах и тканях рыб [1–3]. При этом отмечаются случаи ослабления общего состояния рыб и возникновения различных заболеваний, что ведет к необходимости проведения исследований, направленных на разработку лечебно-профилактических кормов.

В настоящее время в качестве средства, направленного на поддержание и восстановление нормального физиологического состояния человека и животных используют различные пробиотические препараты [4, 5].

Целью экспериментальных работ являлось проведение научной оценки эффективности применения образцов двух пробиотических препаратов в составе продукционных комбикормов для осетровых рыб.

Материал и методы исследований

В проведенных исследованиях использовались пробиотики, в состав которых входят почвенные бактерии родов *Bacillus* и *Clostridium*.

Экспериментальные работы проводились на базе Инновационного центра «Биоаквапарк – Научно-технический центр аквакультуры» ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет». Выращивание осетровых рыб осуществлялось в стеклопластиковых бассейнах с закругленными углами объемом 0,8 м³ с постоянной проточностью при плотности посадки 15 экземпляров на бассейн. В качестве объекта исследований использовали двухлетков гибрида русско-ленского осетра. Из поступающей воды в бассейны предварительно удалили хлор и избыток азота, вода также постоянно аэрировалась. Температура воды колебалась от 19,4°C до 22,2°C. Содержание кислорода не опускалось ниже 5 мг/л.

Опытные корма изготавливали в лабораторных условиях с использованием кормовых компонентов отечественного производства.

Результаты исследований

За период исследований с 5 июня по 5 июля 2012 г. (31 сутки) в контроле и опытных вариантах наблюдался прирост массы, однако в опытных комбикормах он был выше, чем в контрольной группе. Выживаемость во всех бассейнах с двухлетками русско-ленского осетра была 100%-ной.

Лучшие рыбоводно-биологические показатели по результатам выращивания показала опытная группа рыб, потреблявшая комбикорм с добавлением пробиотика, содержащего бактерии рода *Bacillus*. За 31 сутки абсолютный прирост в этой группе составил 60,4 г, что на 3,1 г и 18,5 г выше, чем в опыте с *Clostridium* и контроле соответственно. Весовой рост при кормлении двухлетков гибрида кормом с бактериями рода *Bacillus* шел интенсивнее, чем в других вариантах, а линейный отставал, что отразилось на показателе упитанности. Так, коэффициент упитанности в опыте 2 составил 0,39%, в контроле – 0,35%, в опыте 1 – 0,36%.

Показатели среднесуточного прироста и среднесуточной скорости роста также были выше у рыб из опытной группы № 2 (*Bacillus*) и составили 1,95 г и 0,72% соответственно. В то время как в контрольной группе они были ниже на 0,63 г и 0,22%, а в опытной группе №1 ниже на 0,1 г и 0,12%.

Заключение

Полученные в ходе проведенных исследований данные позволяют сделать вывод о положительном влиянии пробиотиков, содержащих почвенные бактерии родов *Bacillus* и *Clostridium*, при добавлении их в продукционные корма для осетровых рыб. Введение их в рецептуру корма повышает показатели роста, снижает кормовые затраты, а также поддерживает физиологическое состояние рыб на соответствующем нормам уровне.

Литература

1. Юхименко Л.Н., Викторова В.Ф. Аэромонады рыб // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М. – 1979. – Вып. 23. – С. 37–55.

2. Казарникова А.В., Шестаковская Е.В. Заболевания осетровых рыб юга России при заводском получении и товарном выращивании // Состояние перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны: Тез. докл. междунар. науч. конф. (6–8 июня, Азов). – Ростов-н/Д.: ЮНЦ РАН. – 2006. – С. 46–47.

3. Каховский А.Е., Тромбицкий И.Д. Методы профилактики аэроманоза прудовых рыб и повышение продуктивности рыбоводных прудов // Рыбное хозяйство. Аквакультура. – М.: Изд-во ВНИЭРХ. – 1991. – Вып. 1. – С. 7–10.

4. Шендеров Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание. – М.: Грантъ, 1998. – С. 38–39.

5. Harbarth S, Samore M.H. Antimicrobial Resistance Determinants and Future Control. *Emerg Infect Dis.* – 2005. – V. 11(6). – P. 794–801.

УДК 582.272.46-119.2

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТЕЙ СЛОЕВИЩА *ALARIA FISTULOSA* P. et R. (LAMINARIALES, PHAEOPHYTA)

А.А. Конева¹, Н.М. Аминина²

¹ Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский,

² Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
Владивосток

В статье показаны данные химического состава штормовых выбросов *Alaria fistulosa*, найденных в Авачинской губе августе 2011 г. Определено содержание воды, минеральных веществ, йода, маннита, альгиновой кислоты, фукоидана. Показана разница в содержании основных компонентов химического состава в отдельных частях растения.

Алярия полая (*Alaria fistulosa*) широко распространена вдоль побережья Камчатки, в том числе в Авачинском заливе. Во внутренней части Авачинской губы она не растет, однако встречается у кекуров Три Брата и у южного входного мыса в горле [1–3]. Этот вид предпочитает расти на глубинах 1–15 (20) м на скалистых, каменистых, валунных и валунно-песчаных грунтах, у открытых участков побережья. Эти гигантские водоросли могут достигать 25 м в длину, 0,3–0,9 м в ширину. Пластина у данного вида тонкая, слегка гофрированная, с небольшими выпуклостями и вдавлениями. Стволик 0,3–1 м длиной, до 2,8 см в поперечнике, в основании вальковатый, у основания пластины слабо сдавленный. Центральная жилка сдавленная, а внутренняя часть ее полая, септированная. Органы размножения (спорофиллы) расположены внизу растения на коротких и утолщенных ножках. Зрелые спорофиллы имеют округло-эллиптическую форму [3].

Коренное население Командорских и Алеутских островов имеет большой опыт использования вида в качестве кормового, лечебного и пищевого растения. Алярия полая используется также корейцами, живущими на острове Сахалин, в качестве основы для изготовления лечебно-профилактических продуктов, повышающих лактацию, обладающих общеукрепляющим и легким послабляющим действием [3]. Поэтому исследование химического состава и биологически активных веществ этого вида необходимо для определения перспектив использования в пищу и в медицине его камчатского сырья.



Рис. 1. Внешний вид спорофиллов *Alaria*

Материалы и методы исследований

В качестве объекта исследований использовали *Alaria fistulosa*. Сбор материала был проведен в августе 2011 г. во внутренней части Авачинской губы (штормовые выбросы). В ходе камеральной обработки слоевища слоевища алярии разделяли на пластину, стволик и спорофиллы. Образцы высушивали при комнатной температуре, измельчали на кусочки размерами около 1–5 мм и исследовали химический состав составленных из них проб.

Содержание влаги, минеральных веществ, маннита, йода, альгиновых кислот определяли стандартными методами согласно [4]. О наличии фукоидана судили по содержанию фукозы в биомассе водорослей, которую определяли спектрофотометрическим методом, основанным на специфической цветной реакции фукозы с *L*-цистеином и серной кислотой [5]. Статистическую обработку полученных результатов проводили на основе подсчета средних значений показателей и стандартной средней ошибки.

Результаты и обсуждение

Химический состав морских водорослей достаточно лабилен, он может сильно варьировать в зависимости от времени и условий произрастания. Отличается состав и отдельных частей растений. Особенно ярко эти различия обнаруживаются у аляриевых водорослей, слоевища которых четко дифференцированы на отдельные части: пластину, жилку, стволик, спорофиллы.

В листовой части пластины содержание воды меньше, чем в жилке со стволиком и спорофиллах, соответственно в ней больше сухих веществ (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав отдельных частей слоевища *Alaria fistulosa*, найденной в Авачинской губе (август, 2011 г.)

Часть растения	Вода, %	Сухие вещества, %	Минеральные вещества, % на сухое вещество	Иод, % на сухое вещество
Лист	85,1	14,9	14,8	0,009
Жилка со стволиком	91,5	8,5	16,66	0,017
Спорофиллы	93,4	6,6	16,71	0,027

Содержание минеральных веществ выше в жилке со стволиком и спорофиллах, чем в пластине. Более высокое концентрирование минеральных веществ в нижней части слоевища, особенно в стволике и спорофиллах, характерно и для других алярий [6]. Такая же тенденция наблюдается и при распределении йода вдоль слоевища алярии. Для спорофилл характерно максимальное количество йода, что было ранее обнаружено при исследовании *A. marginata* [6]. В августе у *A. fistulosa* органических веществ содержится больше в пластине (85,2%) по сравнению с другими частями (табл. 2). Основное количество в них составляет альгиновая кислота (52,39%).

Таблица 2

Органический состав отдельных частей слоевища *Alaria fistulosa* (август, 2011 г.)

Часть растения	Органические вещества	Альгиновая кислота, %	Фукоидан, %	Маннит, %
Лист	85,2	52,39	1,61	1,28
Жилка со стволиком	83,34	43,84	0,96	6,05
Спорофиллы	83,29	41,6	5,73	2,85

Такие же результаты были получены при исследовании *A. fistulosa*, добытой в июле около о. Парамушир: в листе количество альгиновой кислоты выше, чем в черешке [7]. Однако в среднем содержание альгиновой кислоты в этих водорослях было почти в два раза меньше (23,1%), чем в исследованных нами (45,94%). В спорофиллах содержание этого полисахарида ниже, чем в листе, что подтверждается результатами исследований других водорослей этого семейства [7, 8]. Значительная разница между спорофиллами и другими частями растений обнаружена при определении количества фукоидана. В листе фукоидана присутствует больше, чем в жилке и черешке, но намного меньше по сравнению со спорофиллами (табл. 2). Высокое содержание фукоидана в спорофиллах различных видов аляриевых в период образования спороносной ткани отмечается и другими авторами [8, 9]. Предполагается, что он обеспечивает процессы формирования спороносной ткани.

Обнаружены отличия и по количеству маннита в разных частях водорослей. В спорофиллах маннита больше (2,85%), чем в листе (1,28%), что, скорее всего, связано с усиленным синтезом здесь фукоидана. Но максимальное количество маннита содержится в жилке и черешке, где осуществляется транспорт этого вещества к местам синтеза полисахаридов.

Таким образом, в ходе проведенного исследования установлены различия в химическом составе различных частей, собранных около побережья полуострова Камчатки (Авачинская губа). Установлено, что максимальное количество минеральных веществ, фукоидана и йода накапливается в спорофиллах, альгиновой кислоты – в листовой части, маннита – в жилке. Эти различия являются отражением разной функциональной роли разных частей слоевища и, следовательно, разных проходящих в них физиолого-биохимических процессах. Камчатские представители изученного вида в период промысла ламинариевых у Камчатки накапливают ценные в пищевом и медико-биологическом отношении соединения. Полученные нами сведения о концентрации этих веществ в разных частях пластины *Alaria fistulosa* могут стать основой для ее рационального использования.



Рис. 2. Участок жилки с пластинчатой частью *Alaria fistulosa*

Полученные нами сведения о концентрации этих веществ в разных частях пластины *Alaria fistulosa* могут стать основой для ее рационального использования.

Литература

1. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 208 с.
2. Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. Атлас водорослей макрофитов прикамчатских вод. Т.1. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. – 217 с.
3. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 143 с.
4. ГОСТ 26185–84 Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 53 с.
5. Усов А.И., Смирнова Г.П., Клочкова Н.Г. Полисахариды водорослей. 55. Полисахаридный состав некоторых бурых водорослей Камчатки // Биоорганич. химия. – 2001. – Т. 27. – № 6. – С. 444–448.
6. Конева А.А., Аминина Н.М. Химический состав различных частей слоевища *Alaria marginata* P. et R. (Laminariales, phaeophyta) // Известия ТИНРО. – 2013. – Т. 175. – С. 3338.
7. Усов А.И., Смирнова Г.П., Клочкова Н.Г. Полисахариды водорослей. 58. Полисахаридный состав тихоокеанской бурой водоросли *Alaria fistulosa* P. et R. (Alariaceae, Laminariales) // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2005. – № 5. – С.1–5.
8. Skriptsova A., Khomenko V., Isakov V. Seasonal changes in growth rate, morphology and alginate content in *Undaria pinnatifida* at the northern limit in the Sea of Japan (Russia) // J. Appl. Phycology. – 2004. – V. 16. – № 1. – P. 17–21.
9. Skriptsova A.V., Shevchenko N.M., Tarbeeva D.V., Zvyagintseva T.N. Comparative Study of Polysaccharides from Reproductive and Sterile Tissues of Five Brown Seaweeds // Marine Biotechnology. – 2012. – V. 14. – P. 304–311.

УДК 582.273:577.112

ФИКОБИЛИПРОТЕИНЫ КАК ОСНОВНЫЕ ФОТОПИГМЕНТЫ КРАСНЫХ ВОДОРосЛЕЙ

И.А. Лезина, А.А. Ефимов

Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский

В статье приведены обобщенные данные некоторых литературных источников по особенностям пигментного состава красных водорослей. Приведена характеристика основной группы фотосинтетических пигментов багряннок – фикобилипротеинов. Показана их роль в метаболизме водорослей.

Красные водоросли (*Rhodophyta*), или багрянки, – низшие фотосинтезирующие растения [1, 2], являющиеся чрезвычайно своеобразной и наиболее обширной группой среди донных морских водорослей. Насчитывают более 600 родов и около 4000 видов. Согласно классификации красные водоросли подразделяют на два класса: *Bangiophyceae* (бангиевые) и *Florideophyceae* (флоридиевые) [1–9]. Водоросли являются единственной группой живых организмов, у которой выделение высших таксонов основано на особенностях их химического состава, в частности, фотосинтетических пигментов [7].

Изучением красных водорослей занимались многие ученые: Подкорытова А.В., Клочкова Н.Г., Королёва Т.Н., Кусиди А.Э., Барашков Г.К., Емельянова А.А., Писарева Н.А., Перестенко Л.П., Суховерхов С.В., Цымбал И.М., Заиченко Н.Ю. и др.

Фотосинтез – это процесс, с помощью которого растения, водоросли и некоторые бактерии способны переводить энергию солнечного света в химическую форму, доступную для биосинтеза клеточных компонентов [10]. Другими словами, посредством фотосинтеза растения на солнечном свете синтезируют органические соединения из неорганического сырья [11]. Фотосинтез у водорослей протекает преимущественно в видимой области спектра (400–700 нм), а фотоморфогенетические реакции иногда расширяют область физиологического действия света в дальнюю красную область (от 700 до 760 нм) [7, 12]. Участие пигментов красных водорослей в фотосинтезе было продемонстрировано в опытах Энгельманом в конце XIX века [11, 13].

Своеобразие красных водорослей заключается, прежде всего, в наборе пигментов. Кроме двух хлорофиллов (*a* и *b*), двух каротинов (α и β) и нескольких ксантофиллов красные водоросли содержат специфические пигменты билипротеины – красный фикоэритрин и синий фикоцианин, обнаруженные еще лишь у синезеленых и, возможно, пиррофитовых водорослей. Различное сочетание этих пигментов определяет окраску красных водорослей, которая меняется от ярко-красной до голубовато-зеленой и желтой [1–4, 6, 7, 14].

Основными пигментами красных водорослей являются фикобилиновые пигменты, по своей природе относящиеся к белкам [2, 4, 10, 12, 15].

Фикобилины представляют собой тетрапиррольные структуры, похожие на хлорофилл *a*, но с линейным расположением пиррольных колец [11]. Известно четыре фикобилина: фикоуробилин, фикоэритробилин, фикоцианобилин и фикобиливиолин [8]. Хромофоры фикобилинов ковалентно связаны с полипептидами и образуют водорастворимые фикобилипротеиды [11]. Хромофорами простетических групп фикоцианина и фикоэритрина являются, соответственно, фикоцианобилин (PCB) и фикоэритробилин (PEB). Некоторые билипротеины могут содержать два различных хромофора [10, 12, 14]. Фикоцианобилин, фикоэритробилин и фикоуробилин ковалентно связаны с белком, и их отделение возможно только при действии достаточно сильных реагентов – хлороформа, метанола, концентрированных растворов кислот и оснований [14, 16]. Наиболее вероятная последовательность синтеза фикобилиновых хромофоров: фикоцианобилин – фикоэритробилин – фикоуробилин [12]. Молекулы фикобилипротеинов состоят из нескольких небольших субъединиц с молекулярной массой около 20 кДа [14].

Известны три класса фикобилиновых пигментов – фикоэритрины, фикоцианины и аллофикоцианины [11].

Фикобилины были открыты полтора столетия назад, из синезеленых водорослей был выделен синий пигмент фикоцианин, а из красных водорослей красных пигмент – фикоэритрин. Позднее в синезеленых водорослях был найден красный пигмент, а в красных водорослях – синий пигмент. Эти пигменты были не идентичны ранее обнаруженным и имели разные спектры поглощения. Поэтому в названиях одинаково окрашенных фикобилипротеинов синезеленых и красных водорослей были использованы префиксы «С» – С-фикоцианин и С-фикоэритрин у синезеленых водорослей и R-фикоцианин и R-фикоэритрин у красных водорослей [12, 14]. Затем был выделен пигмент синего цвета, отличающийся от С-фикоцианина и названный аллофикоцианином. Оказалось, что аллофикоцианин – обязательный компонент клеток всех синезеленых и красных водорослей. В 1956 г. у примитивных красных водорослей класса *Bangiophycidae* красный пигмент, отличающийся от R-фикоэритрина спектром поглощения, был назван В-фикоэритрин. В 1975 г. был найден пигмент, чрезвычайно близкий по свойствам к аллофикоцианину и отличающийся от него общим сдвигом спектра поглощения на 20 нм в длинноволновую область. Он был назван аллофикоцианин В. Затем был найден в красных водорослях еще один красный пигмент, отличающийся от В-фикоэритрина меньшей долей коротковолнового

поглощения. Он был назван b-фикоэритрином. И так, к настоящему времени известны следующие фикобилипротеины синезеленых и красных водорослей: аллофикоцианин, аллофикоцианин В, С-, R- и R-II фикоцианины, С-, СU-, В-, b- и R- фикоэритрины [12].

Фикобилипротеины стали первыми белками красных водорослей, полученные в чистом виде. Интенсивная окраска, высокое содержание в клетке, способность растворяться в воде и простота выделения способствовали их изучению [17, 18]. Биохимической особенностью красных водорослей является преобладание в составе пигментного аппарата красного фикобилинового пигмента – фикоэритрина [2, 4, 12, 17, 18]. R-фикоэритрин имеет в спектре поглощения три полосы: 498, 545 и 568 нм (рис. 1). Первая и последняя всегда видны как интенсивные максимумы, средняя варьирует от максимума до слабо заметного плеча [12], что хорошо видно на рис. 1.

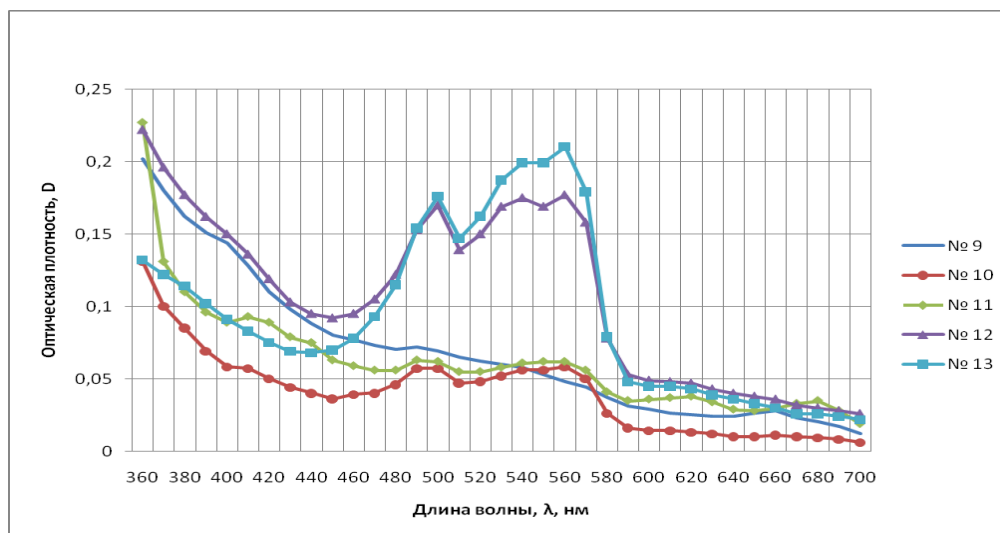


Рис. 1. Спектры поглощения водных экстрактов красных водорослей (образцы собраны в бухте Безымянной, Камчатка): № 9 – *Ptilota filicing*; № 10 – *Porphyra miniata*; № 11 – *Porphyra tasa*; № 12 – *Opuntella ornate*; № 13 – *Turnerella mertensiana*

Фикоэритрины обладают характерным главным максимумом поглощения при 560–570 нм, а фикоцианины – при 610–620 нм. По данным одних авторов, все фикоэритрины красных водорослей в спектре поглощения имеют три главных максимума – в области 497–501, 544–551 и 563–570 нм [19]; по данным других – 490, 546 и 576 нм [11].

По данным И.Н. Гудвиловича полосы поглощения фикобилипротеинов перекрывают спектральную область 490–660 нм, в которой другие фотосинтетические пигменты малоэффективны [15], как основная светособирающая антенна [19].

Определение аминокислотного состава показало, что фикобилипротеины относятся к кислым водорастворимым глобулярным белкам [10, 12, 20], состоящим α- и β-полипептидных цепей, к которым ковалентно присоединены одна или две хромофорные группы, представляющие собой четыре линейных пирольных кольца с двумя карбоксильными группами [20]. В их составе кислые аминокислоты (аспарат, глутамат) преобладают над основными (лизин, гистидин, аргинин). Изоэлектрические точки фикобилипротеинов расположены в кислой области рН 4,25–4,85. Значения изоэлектрических точек фикоэритрина, фикоцианина и аллофикоцианина, принадлежащих одному виду водорослей, всегда различны [12]. По данным С.В. Суховерхова, белковые части билипротеинов имеют изоэлектрические точки обычно рН от 4,3 до 7,2 [14].

Все исследователи отмечают красивую интенсивную флуоресценцию фикобилипротеинов. У фикоэритрина – оранжевое свечение [12, 15]. При комнатной температуре квантовый выход излучения составляет не менее 0,5, а обычно и выше и иногда близок 1. Фикоэритрины обладают наибольшим квантовым выходом [12].

Фикобилипротеины принято считать «депо» белка в клетках водорослей, они разрушаются, в первую очередь, при азотном голодании, что является универсальной реакцией на стрессовое состояние [7, 19, 21, 22].

Красные водоросли отличаются от других фотосинтезирующих организмов тем, что в качестве вспомогательных светоулавливающих пигментов они используют фикобилипротеины, которые локализованы в специфических структурах, называемых фикобилисомами и передают адсорбированную ими энергию к фотохимически активному хлорофиллу *a* [8, 10–13, 15, 23]. Миграция энергии между фикобилипротеинами и от них к хлорофиллу *a* происходит, вероятнее всего, по индуктивно-резонансному механизму [12, 13]. Он эффективен при перекрывании спектра флуоресценции донора и спектра поглощения акцептора энергии. По отношению к хлорофиллу *a* этому условию соответствуют только спектральные свойства аллофикоцианина и аллофикоцианина В. Перекрывание спектров флуоресценции фикоцианинов и, особенно, фикозритринов со спектром поглощения хлорофилла *a* незначительно [12].

Перенос энергии с фикозритрина через фикоцианин на аллофикоцианиновое ядро происходит в светособирающем комплексе – фикобилисомах [10, 13]. Фикобилисомы располагаются на наружной, стромальной стороне внутренней мембраны тилакоидов и напоминают рибосомы на поверхности эндоплазматического ретикула [13].

Для фикобилипротеинов характерна выраженная способность к агрегации. Они агрегируют с образованием фикобилисом. Степень агрегации зависит от pH, температуры, ионной силы раствора, вида и концентрации фикобилипротеинов [10, 12].

Наличие фикозритринов у водорослей в большей степени, чем других фикобилипротеинов, определяется спектральным составом поглощаемого света. Среди красных водорослей преобладают морские виды, причем часть из них относится к наиболее глубоководным из всех известных растений [12, 13]. Зеленый свет [12, 13, 19], преимущественно пропускаемый морской водой, поглощается В- и R-фикозритринами. Поэтому красные водоросли, не содержащие этих пигментов, являются редким исключением [11–13]. Количественно фикобилинов может быть намного больше, чем основного фотосинтетического пигмента хлорофилла [3, 19]. Количество пигментов у багрянок возрастает с глубиной при уменьшении освещенности [7, 11, 24], при этом количество фикозритрина возрастает в большей мере, чем количество хлорофилла. С увеличением количества света багрянки становятся бледно-красными, затем желто-зелеными, соломенными и наконец, полностью обесцвечиваются. Широко известно, что в клетках водорослей, выращенных при низкой освещенности, концентрации пигментов выше, чем в тех, которые развивались при ярком свете [7]. При слабом освещении билипротеины участвуют в усиленном поглощении света. Поэтому их можно считать оптическими сенсоризаторами. Таким образом, проникновение красных водорослей на значительные глубины правильнее объяснить их способностью усваивать малые количества света. В целом багрянки – теневыносливые организмы: слабый свет они способны использовать лучше, чем другие водоросли. Если красная окраска водорослей при слабом свете получает преимущества, то при более сильном, наоборот, интенсивность фотосинтеза багрянок ниже, чем у других водорослей, именно благодаря наличию красных пигментов.

Для защиты от сильного света у багрянок, живущих на небольших глубинах, особенно в тропических и субтропических морях, служат особые иридирующие тельца. Это мутно-желтые неправильной формы тельца, которые образуются в вакуолях поверхностных клеток слоевища и состоят из мелких зернышек протеиновой природы. Они обладают способностью рассеивать и отражать падающие на них солнечные лучи. При очень сильном освещении иридирующие тельца располагаются под внешней стенкой клетки, в то время как хлоропласт – на внутренней или боковой, и служат своеобразным занавесом для хлоропласта. При попадании растения в условия рассеянного света происходит взаимное перемещение, и хлоропласт оказывается у внешней стенки. Водоросли, обладающие иридирующими тельцами, имеют обычно в падающем свете голубовато-стальной блеск. У некоторых видов в клетках возникают крупные линзообразные тела, которые с понижением освещенности исчезают [2, 4].

Есть сведения о том, что фикобилипротеины могут выполнять функцию запасных веществ [15, 25–27].

Разное содержание фикобилипротеинов в клетках создает определенные трудности в идентификации этих пигментов. Наиболее надежным методом выявления пигментов является регистрация спектров поглощения клеточных суспензий или водных экстрактов [10, 12, 23].

Следует сказать, что пигментная система красных водорослей исследована далеко недостаточно. Много пигментов не идентифицировано. Однако известно, что красные водоросли обладают огромной способностью усваивать свет видимого спектра, что очень важно в экологическом отношении [3].

Литература

1. Ключкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Т. 2. Красные водоросли. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. – 304 с.
2. Подкорытова А.В. Морские водоросли и травы. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 175 с.
3. Барашков Г.К. Сравнительная биохимия водорослей. – М.: Пищ. пром-сть, 1972. – 336 с.
4. Виноградова К.Л. Отдел красные водоросли // Жизнь растений / под ред. М.М. Голлербаха. – М.: Просвещение, 1977. – Т. 3. – С. 72–86.
5. Ключкова Н.Г. Морские водоросли и травы // Атлас промысловых беспозвоночных и водорослей морей Дальнего Востока России / под ред. И.А. Арзамасцева. – Владивосток: Аванте, 2001. – С. 128–155.
6. Перестенко Л.П. Красные водоросли дальневосточных морей России. – СПб.: Ольга, 1994. – 331 с.
7. Саут Р., Уиттик А. Основы альгологии. – М.: Мир, 1990. – 597 с.
8. Стадничук И.Н. Фикобилины – линейные тетрапирролы фикобилипротеинов // Программа и тезисы докладов X Международной конференции по физической и координационной химии порфиринов и их аналогов (ICPC-10). – Иваново: Иван. гос. хим.-тех. ун-т, 2009. – 209 с.
9. Усов А.И. Проблемы и достижения в структурном анализе сульфатированных полисахаридов красных водорослей // Химия растительного сырья. – 2001. – № 2. – С. 7–20.
10. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов. – М.: Мир, 1986. – 422 с.
11. Холл Д., Рао К. Фотосинтез. – М.: Мир, 1983. – 134 с.
12. Стадничук И.Н. Фикобилипротеины. Биологическая химия // Итоги науки и техники ВИНТИ АН СССР. – М., 1990. – Т. 40. – 196 с.
13. Стадничук И.Н. Фикобилисомы. Биологическая химия // Итоги науки и техники ВИНТИ АН СССР. – М., 1991. – Т. 46. – 172 с.
14. Суховерхов С.В. Новый подход к получению пигментов из красной водоросли *Ahnfeltia tobuchiensis*. Изучение влияния температурной обработки и сроков хранения на их качественный и количественный состав // Вестник ТГЭУ. – 2005. – № 4. – С. 66–76.
15. Гудвилевич И.Н. Влияние условий культивирования на рост и содержание фикобилипротеинов красной микроводоросли *Porphyridium purpureum* // Экология моря. – 2010. – Спец. вып. 81. – С. 28–36.
16. Стадничук И.Н., Гусев М.В. Фикобилипротеиды синезеленых, красных и криптовых водорослей // Биохимия. – 1979. – Т. 44. – № 4. – С. 579–593.
17. Береговая Н.М. Особенности хранения водного экстракта R-фикоэритрина // Экология моря, 2010. – Спец. вып. 81. – С. 13–16.
18. Лось С.И. Биохимические основы получения фикоэритрина из морских водорослей // Альгология. – 2008. – Т. 18. – № 4. – С. 375–385.
19. Лось С.И. Влияние мочевины на спектральные свойства фикобилиновых пигментов водорослей // Альгология. – 2009. – Т. 19. – № 1. – С. 25–33.
20. Исследование структуры и элементного состава С-фикоцианина, выделенного из клеток синезеленой микроводоросли *Spirulina Platensis* / Л.М. Мосулишвили, А.И. Белокобыльский, Е.И. Киркесали, А.И. Хизанишвили, М.В. Фронтасьева, С.С. Павлов, С.Ф. Гундорина // Препринт Объединенного института ядерных исследований. – Дубна, 2002.
21. Сегнетова М.П., Маркелова А.Г., Лось Д.А. Влияние азотного голодания на ультраструктуру и пигментный состав хлоропластов acidothermophilic микроводоросли *Galdieria sulphuraria* // Физиол. раст. – 2006. – Вып. 53. – № 2. – С. 172–181.
22. Stanier R.Y. Autotrophy and heterotrophy in unicellular blue-green algae // The biology of blue-green algae. – Oxford: Black Sci. Publ, 1973. – P. 501–518.
23. Цымбал И.М., Заиченко Н.Ю. Изменение содержания фотосинтетических пигментов у Церрамиума как ответная реакция на загрязнение среды // Збірник наукових праць СНУЧЕМАП. – 2010. – С. 111–117.
24. Беляев Б.Н., Береговая Н.М., Далекая Л.Б. Биохимический состав красной черноморской водоросли *Gelidium latifolium* (grev.) born et thur (Rhodophyta) // Рибе господарство України. – 2008. – № 5. – С. 13–19.
25. Boussiba S., Richmond A.E. C-Phycocyanin as a storage protein in the blue-green alga *Spirulina platensis* // Arch. Microbiol. – 1980. – 125. – P. 143–147.

26. Wyman M., Gragory R.P.F., Carr N.G. Novel role for phycoerithrin in a marine cyanobacterium *Synechococcus strain DC-2* // Science. – 1985. – V. 230. – P. 818–820.

27. Yeh S. W., Ong L. J., Glazer A. N. Role of phycoerithrin in marine picoplankton *Synechococcus* sp. // Science. – 1986. – V. 234. – P. 1422–1423.

УДК 664.68

ХАРАКТЕРИСТИКА МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ И НАПРАВЛЕНИЯ РАСШИРЕНИЯ ИХ АССОРТИМЕНТА

Т.Р. Малакян, В.Б. Чмыхалова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

Приведена характеристика ассортимента вырабатываемых промышленностью мучных кондитерских изделий. Показаны тенденции расширения ассортимента за счет введения в изделия обогащающих добавок растительного происхождения. Представлена краткая характеристика некоторых растительных сырьевых источников для обогащения продукции.

Кондитерские товары – это изделия, большая часть которых состоит из сахара или другого сладкого вещества (меда, ксилита, сорбита), а также патоки, различных фруктов и ягод, молока, сливочного масла, какао-бобов, ядер орехов, муки и других компонентов. В основном это сладкие продукты, отличающиеся приятным вкусом и ароматом, красивым внешним видом, высокой пищевой ценностью, калорийностью и хорошей усвояемостью [1]. Благодаря низкой влажности большинство изделий представляют собой ценный пищевой продукт с длительным сроком хранения [2].

Разнообразные кондитерские товары подразделяют на две группы: сахаристые и мучные. К сахаристым относят фруктово-ягодные изделия, карамель, драже, шоколад, какао-порошок, конфеты, ирис, халву и восточные сладости типа карамели и конфет. К мучным, кондитерским изделиям относят печенье, пряники, вафли, кексы, ромовые бабы, рулеты, мучные восточные сладости, торты, пирожные [1].

Мучные кондитерские изделия занимают второе место по объему производства в кондитерской промышленности и, кроме того, вырабатываются в значительном количестве на предприятиях хлебопекарной промышленности [3].

Ассортимент вырабатываемых в нашей стране кондитерских изделий разнообразен, непрерывно изменяется и насчитывает около 5000 наименований [1].

В зависимости от применяемого сырья и технологического процесса его переработки мучные кондитерские изделия подразделяются на следующие подгруппы: печенье, галеты, крекеры, вафли, пряники, торты, пирожные, кексы. В свою очередь, каждая подгруппа изделий подразделяется на виды, указанные в табл. 1 [3].

Таблица 1

Классификация мучных кондитерских изделий

Подгруппа	Виды	Подгруппа	Виды
Печенье	сахарное затяжное сдобное	Пряники	сырцовые заварные
Галеты	простые улучшенные диетические	Торты	бисквитные песочные миндальные слоеные белково-сбивные вафельные комбинированные

Подгруппа	Виды	Подгруппа	Виды
Крекеры	с жиром без жира с вкусовыми добавками с жировой прослойкой	Пирожные	бисквитные песочные миндальные слоеные заварные крошковые
Вафли	с жировой начинкой с нежировой начинкой, помадной и другими начинками	Кексы	на дрожжах на химических разрыхлителях

Печенье – самый популярный продукт среди мучных кондитерских изделий, который по ассортименту может вполне конкурировать с конфетами. Несмотря на огромное разнообразие, существует четкая классификация, разделяющая печенье на три основных класса: сахарное, затяжное и сдобное печенье [4].

Сахарное печенье благодаря большому содержанию сахара, жира, яичных продуктов имеет сладкий вкус, темную окраску поверхности, повышенную хрупкость и пористость в изломе [5]. Кроме этого его можно отличить по внешнему виду: если на печенье нанесен какой-нибудь рисунок или сложный рельефный узор, то это печенье сахарное, так как никакой другой класс печенья не позволит сделать такого.

Затяжное печенье в отличие от сахарного содержит меньше сахара и жиров. Тесто, используемое для изготовления затяжного печенья, слоистое, обладает меньшей хрупкостью. На него невозможно нанести сложный рисунок. Как правило, такое печенье просто усеивают точечками, либо наносят легкие узоры и надписи. Влажность затяжного теста почти в 1,5 раза выше сахарного теста, а содержание сахара почти в 2 раза меньше [4].

Сдобное печенье отличается от других видов тем, что для его производства используются мука только высшего сорта, а также большое количество сахара, сливочного масла и яиц. Помимо этого, в рецептуру могут входить молоко, орехи, изюм и другие продукты. Это печенье небольших размеров, разнообразной структуры и формы [5]. Тесто, используемое для изготовления такого вида печенья, не имеет четкой рецептуры. Поэтому сдобное печенье может быть песочным, слоеным, сбивным или овсяным [4].

Галеты (от франц. *galette*) – печенье, заменяющее хлеб и способное сохранять свои качества длительное время; имеет слоистую структуру. Различают галеты простые (сухое печенье, крекер) и жирные (содержат 10–18% сливочного масла или маргарина) [6]. Изготавливают галеты в виде печенья, лепешек. Их преимущества – сухие, легкие, питательные. Галеты широко применяются в армии, у альпинистов, у туристов в походах. Пресные галеты готовят из муки, воды и соли. Квашеные галеты содержат помимо этого дрожжи. Муку обычно используют пшеничную, ржаную, их смесь, добавляют толокно, кукурузную муку. Для улучшения вкусовых качеств и питательности галеты в галеты добавляют молоко, масло, маргарин, яйца, сахар, мясной порошок, тмин, ваниль и т.д. [7].

Крекер (англ. *cracker*) – кондитерское изделие, приготовляемое из пшеничной муки и жира на дрожжах. Крекер обычно имеет пузырчатую поверхность и пористую хрупкую структуру. В крекеры, помимо муки, жира и дрожжей, в зависимости от сорта добавляют химические разрыхлители, молоко, меланж, сахар, тмин и другие продукты [8]. Крекер готовится из тонкослойного теста. В отличие от галет крекеры более жирные и могут содержать различные вкусовые добавки. Крекеры готовят из пшеничной муки первого сорта, со слабой клейковиной. Крекеры могут быть как сладкие, так и соленые [9].

Пряники – традиционный русский десерт. Во всем мире визитной карточкой русского лакомства являются тульские пряники. Издавна на Руси пряники домашние были очень дорогим праздничным десертом, а не простыми кондитерским изделием. Их не ели так, как мы сейчас: ежедневно вприкуску с чаем. Употребляли их в основном богатые люди из высших сословий, «простаки» же ели пряники медовые только по большим праздникам. И сами пряники выглядели по-другому, представляли собой целое произведение искусства. Их лепили в виде забавных зверюшек, фигурок людей, сказочных героев. Да и сегодня делают такие пряники, но уже не в качестве вкусного лакомства к чаю, а скорее в качестве сувениров [10].

Торт (слово произошло от итальянского *torta*) – это европейский праздничный десерт, представляющий стопки сладких коржей, которые в свою очередь пропитаны кремом, сиропом или вареньем. Обычно, торт украшается различными рисунками и узорами из крема и фруктов. По применяемому тесту эта группа делится на несколько видов, некоторые из них описаны ниже.

Вафельные торты – самый однообразный вид тортов, состоящих из вафель с кофейной или шоколадной плотной и лишенной влаги промазкой, на которую чаще всего идет наскоро приготавливаемая ганажевая масса. Эти торты удобнее транспортировать, они долго хранятся, но однообразны по вкусу.

Песочные торты приготавливаются из отдельно выпекаемых коржей-плашек песочного теста, складываемых затем в торт. Пропитка тестовой основы не производится, но промазка всегда фруктово-ягодная, мармеладная. Сверху такие торты глазируются простой сахарной глазурью, а затем украшаются кремом или аппликациями [11].

Творожный торт целиком выпекается из творожно-мучной массы. Для «пышности» в массу могут добавляться сода, кремортартар, пекарский порошок и т.д. Поверхность торта покрывается белково-сахарной глазурью, а затем украшается, как и поверхность любого другого торта [12].

Пирожные – кондитерские изделия, по размеру меньшие, чем торт, из сладкого бисквита с кремом, шоколадным кремом, фруктово-ягодной начинкой. Главные показатели пирожных – это яркий красочный вид и сладкий отличный вкус.

Пирожное бисквитное производится из пышного бисквитного теста, которое пропитывается сиропом, затем прослаивается кремом и украшается фруктами, желе, кремом и пр. Заварное пирожное выпускается в виде трубочек или колец. Внутри полость заполняется кремом или вареной сгущенкой, сверху пирожное посыпается крошкой или глазурью. Песочное пирожное приготавливается из сладкого рассыпчатого теста в виде разнообразных форм: корзиночек, колец и других изделий, наполненных кремом, покрытых глазурью, украшенных желе и пр. Слоеные пирожные содержат много масла, выпекаются в виде разнообразных трубочек и рожков, заполненных между слоями кремом белковым и сливочным, часто посыпанных сахарной пудрой.

Пирожный торт – это торт, порезанный в кондитерской порционно и упакованный по отдельности, но сохраняющий общую форму торта [10].

Кексы (англ. *cakes* – пирожные) – сладкие кондитерские изделия с изюмом, джемом или орехами, выпекаемые обычно из дрожжевого или бисквитного теста. Их традиционно подают на свадьбы или Рождество. Кексы могут выпекаться прямоугольной формы или круглой (со сквозным отверстием в центре, что придаст ему форму большого кольца). Ближайший родственник кекса – это русский кулич [13].

Вафли – разновидность кондитерского мучного изделия. Выпекаются из взбитого жидкого теста в специальных формах. Тесто состоит из муки, яиц, сахара и сливок [14]. Кусочки вафель часто смазывают кремом между собой. Может использоваться мороженое или ягоды [15].

Понятие «**восточные сладости**» включает большое количество весьма разнородных кондитерских изделий турецкой, закавказской и среднеазиатской кухонь.

История восточных сладостей насчитывает многие столетия. Экзотические лакомства далекого Востока в течение долгого времени были неизвестны европейцам. В Европе они появились примерно в XVII–XVIII веках, их подавали в самых богатых домах как изысканные деликатесы. Восточные сладости в наиболее полном ассортименте всегда производились в Иране, Афганистане и Турции. В Европе их изготавливают Боснии, Македонии, Болгарии, Греции и Румынии [16].

К восточным сладостям относят кондитерские изделия национального ассортимента. Изготовленные с применением значительного количества орехов, масличных ядер, различных пряностей, меда, изюма.

Восточные сладости характеризуются хорошими вкусовыми качествами, высокой питательной ценностью. Ассортимент очень разнообразен. В зависимости от состава и свойств их можно объединить в три группы: мучные, типа конфет и типа карамели.

Восточные мучные изделия очень сдобны [17]. Мучные восточные сладости изготавливают из муки высшего сорта с большим количеством сливочного масла, яиц, сахара, пряностей, иногда молока, сметаны. Во многие виды добавляют изюм, цукаты, орехи. Для разрыхления теста применяют углекислый аммоний [2].

К восточным мучным изделиям относятся шакер-чурек, курабье бакинское, шакер-пури, нан бухарский, нан азербайджанский, трубочки ореховые, трубочки миндальные, струдель с изюмом, крендель с корицей, пахлава сдобная, назук сладкий [17], лазат, земелах, сакыроси и др.

Лаззат – изделия округлой формы из пшеничной муки высшего сорта с добавлением изюма, сухого молока и пшеничных зародышевых хлопьев, богатых витаминами, ценными белками и минеральными веществами. *Пахлава сдобная* – изделие из теста типа слоеного с начинкой, содержащее большое количество орехов с добавлением меда и корицы. *Шакер-чурек* – изделие из песочного теста округлой формы, обсыпанное сахарной пудрой. *Шакрис* – изделие из песочного теста в форме палочек (выпускают неглазированными и глазированными шоколадом). *Курабье бакинское* – из теста типа песочного с отделкой, фруктовой начинкой или без нее. *Земелак* – изделие ромбовидной формы из теста типа песочного, посыпанное смесью сахара и корицы. *Сагы-роси* – сдобное трехслойное изделие с начинкой с добавлением какао-порошка и др. [2].

Производство всех видов мучных кондитерских изделий включает такие общие операции, как приготовление теста, формование, выпечка, охлаждение, упаковка, для некоторых видов – отделка [2].

Для приготовления мучных кондитерских изделий используют тесто следующих видов: слоеное, бисквитное, песочное, заварное, белково-ореховое, белково-взбивное, сдобное дрожжевое, дрожжевое [18].

Мука – основное сырье для теста. Чем выше сорт муки, тем светлее цвет изделий. Качество изделий и свойства теста зависят от количества и качества клейковины. Мука с сильной клейковиной придает тесту упругость, эластичность. Если при замесе теста используют муку крупного помола, необходимо увеличить влажность и продолжительность замеса.

Сахар придаст тесту мягкость, пластичность. Избыток сахара в тесте делает его расплывчатым и липким. В присутствии сахара уменьшается способность белков муки к набуханию. В дрожжевом тесте сахара сбраживаются с получением спирта, молочной кислоты и углекислого газа [19]. В тесте может быть сахара от 3 до 35% от массы муки. Тесто с небольшим количеством жира и большим количеством сахара приобретает твердость и стекловидность.

Жиры придают изделиям сдобный вкус, рассыпчатость, слоистость. Жир, вводимый в тесто в пластичном состоянии, равномерно распределяется по поверхности клейковины, образуя пленки. Белки меньше набухают, клейковина получается менее упругая и легко рвется. При выпечке жир лучше удерживает воздух, изделия получаются с большим подъемом [20].

Тесто для мучных кондитерских изделий в зависимости от способа приготовления можно разделить на дрожжевое и бездрожжевое (пресное).

Дрожжевое тесто может готовиться опарным и безопарным способами. Если после брожения тесто прослаивают маслом или маргарином, то получают слоеное дрожжевое тесто.

Бездрожжевое тесто делится на следующие виды:

- приготовленное с химическими разрыхлителями (вафельное, пряничное, сдобное, песочное и др.);
- полученное взбиванием (бисквитное, воздушное, миндальное, тесто для блинчиков);
- приготовленное путем слоеобразования (слоеное);
- полученное заварным способом, при котором всю муку или ее часть заваривают (заварное и пряничное заварное) [21].

Качество кондитерских изделий во многом зависит от поддержания в печи необходимой температуры во время выпечки. В табл. 2 приведены оптимальные температуры и продолжительность выпечки для разных видов теста [18].

Таблица 2

Оптимальные температуры и продолжительность выпечки для разных видов теста

Вид теста	Температура (С°)	Продолжительность выпечки (мин.)
Слоеное	220–250	30–45
Бисквитное	200–220	30–50
Песочное	200–220	10–20
Заварное	210–220	20–25
Белково-ореховое	180–190	10–25
Белково-взбивное	90–110	30–90
Сдобное дрожжевое	180–200	15
Дрожжевое	220–240	15–45

Широкий ассортимент кондитерских изделий предусматривает большое многообразие начинок для их наполнения и декоративного оформления. Это заставляет производителей кондитерских начинок постоянно вести работы по совершенствованию существующих и созданию новых рецептов.

Основными направлениями в разработке новых видов кондитерских изделий являются совершенствование ассортимента товаров для детского и диетического питания, увеличение количества белка, снижение содержания углеводов, и, в первую очередь, сахаров. В связи с тем, что белок является не только полноценным, но и дефицитным компонентом продуктов питания, на современном этапе ведется изыскание новых видов белоксодержащего сырья, которое может быть успешно использовано в производстве кондитерских изделий (молоко и молочные продукты, соя, глютен кукурузы, полуобезжиренная масса семян подсолнечника и др.). Для повышения биологической ценности изделий используют и такое ценное сырье, как плоды и овощи [1].

По функциональным и технологическим признакам кондитерские начинки и наполнители можно разделить на несколько категорий:

- начинки, готовые к наполнению кондитерских изделий, и наполнители, требующие дополнительной обработки перед внесением в продукцию;
- начинки гомогенные, однородной консистенции и начинки гетерогенные, неоднородной консистенции с кусочками или с целыми плодами фруктов, ягод, орехов и т.д.
- начинки термостабильные для непосредственного выпекания вместе с тестом и начинки не термостабильные для промазки тортов, начинки для готовых изделий [22].

При приготовлении начинок широко используют ягодное сырье. Лесные ягоды очень полезны и богаты различными биологическими веществами, оказывающими лечебное воздействие [23]. Ниже рассмотрены некоторые виды лесных ягод, часто применяемых при приготовлении кондитерских начинок.

Черника обыкновенная – ягоды сочные, черные, с сизоватым налетом и темно-пурпурной мякотью, семена очень мелкие. Распространена в северной и средней лесных зонах Европейской части России, в Сибири, в субальпийском поясе некоторых районов Кавказа [24]. В чернике содержится до 6% сахаров, до 7% дубильных веществ, лимонная и яблочная кислоты, есть витамин С, каротины, микроэлементы. Из черники готовят сиропы, кисели, соки, джемы, пастилу, повидло, наливки, ликеры, безалкогольные напитки [25], варенье, с черникой пекут пироги, ватрушки, блинчики и другие мучные изделия, из нее также готовят соус [26].

Голубика (голубец, гонобобель, гонобоб, синика, болиголов, пьяника, водопьянка, синий виноград) – самая распространенная ягода на Севере. Она растет преимущественно в еловых, сосновых с порослью березы лесах Западной и Северной полосы Российской Федерации. В ягодах голубики содержится до 8,0% сахаров, около 3% органических кислот (яблочной, лимонной, щавелевой, уксусной, бензойной); содержание пектинов у голубики топяной самое высокое из всех лесных ягодных растений и доходит до 0,5%. Среди витаминов, содержащихся в голубике топяной, до 70 мг% занимает витамин С. Кроме того, в ягодах обнаружены почти все витамины группы В, а также витамины А, К, Р и РР. Кроме того, плоды голубики содержат многие макро- и микроэлементы, способствующие кроветворению, укреплению стенок сосудов, регулирующие обмен веществ в организме [27]. Применяется голубика для приготовления варенья, вина, начинки для пирогов, киселей. Много полезных веществ содержится и в варенье, желе, морсе, квасе, вине или компоте [28].

Брусника – ягоды круглые, ярко-красного цвета. Брусника обладает не только оригинальным вкусом с пикантной горчинкой, но и содержит много необходимых для организма человека соединений и элементов. Содержание полезных веществ в 100 г ягоды указано в табл. 3 [29].

Таблица 3

Содержание полезных веществ в бруснике

Вещества	Содержание в 100 г
Белки	0,7%
Углеводы	8,6 %
Свободные органические кислоты	1,9 %

В бруснике сравнительно много витамина С (5–30 мг%), присутствуют витамины группы В (0,03 мг%), витамин Е (1 мг%), а по содержанию провитамина А (0,05–0,1 мг%) она превосходит клюкву, лимоны, груши, яблоки, виноград и чернику; есть в бруснике также и витамин К₁. Плоды брусники содержат магний, кальций, фосфор, а также микроэлементы: цинк, медь, железо и другие. В ней содержатся сахара, минеральные соли, пектиновые и дубильные вещества, а также органические кислоты: яблочная, лимонная, муравьиная и щавелевая. Из брусники варят варенье, повидло и джемы, делают желе и сироп, мармелад и пастилу, она очень хороша и в пирогах.

Шиповник – наиболее ценна мякоть плодов этого растения. Содержащиеся в ней полезные вещества указаны в табл. 4 [30].

Таблица 4

Содержание полезных веществ в шиповнике

Вещества	Содержание в 100 г
Сахара	8–11 %
Кислоты	0,7–2,6%
Пектиновые вещества	1,8–2,8%
Дубильные и красящие вещества	0,1–4,7%

В кондитерском производстве обычно используют плоды шиповника, которые входят в состав конфет, драже, пастилы, мармелада. Из них изготавливают соки и компоты. В домашней кулинарии из него варят варенье, джемы, повидло, кисели, морсы, делают настои, ликеры и вина.

Ежевика – ягоды довольно крупные, по внешнему виду похожие на малину, но черные и покрытые сизым налетом, сочные, кисловатого вкуса [31]. Биохимический состав ягод ежевики близок к составу малины, и указан в табл. 5 [32].

Таблица 5

Содержание полезных веществ в ежевике

Вещества	Содержание в 100 г
Сахара	5–8%
Органические кислоты	1–3%
Клетчатка	2–4%
Пектиновые вещества	0,4–1,6 %
Дубильные и красящие вещества	0,18%

В составе ягод ежевики есть витамин С, провитамин А, а по содержанию витаминов группы Р (500–100 мг на 100 г плодов) она превосходит малину в 3–5 раз. В ягодах содержатся дубильные и ароматические вещества, а также минеральные вещества, такие как калий, кальций, магний, медь, никель, марганец и др. [33]. Ежевика используется для изготовления соков, желе, морсов, сиропов, варенья, джема, мармелада и вина; удачно сочетается она и с различными кислыми ягодами и фруктами. Готовят ежевичные торты и пирожные, пироги и пудинги, а также другие кондитерские изделия и десерты.

Жимолость – ягоды темно-синие, округлые или в форме бочонка, покрыты сизым налетом [34]. Ягоды богаты витаминами С (до 80 мг%), Р (до 1400 мг%), А, В₁, В₂ и Р-активными соединениями, калием, магнием, фосфором, кальцием, железом, медью, марганцем, кремнием, йодом. Ягоды можно сушить, замораживать, перетирать с сахаром, варить из них компоты, варенье, соки, сиропы.

Облепиха – ягоды сочные, оранжевые или почти красные, шарообразные или эллиптические костянки диаметром от 0,5 до 1 см, с блестящими темно-коричневыми семенами [35]. Содержание витаминов в 100 г плодов указано в табл. 6 [36].

Таблица 6

Содержание витаминов в облепихе

Витамин	Содержание в 100 г
С (аскорбиновая кислота)	50–360 мг
Р (биофлавоноиды)	75–100 мг
В ₁ (тиамин)	0,016–0,035 мг
В ₂ (рибофлавин)	0,03–0,05 мг
В ₉ (фолиевая кислота)	0,15–0,8 мг
провитамин А (бета-каротин)	1,9–10,9 мг
Е (токоферол)	8–16 мг
группа витамина К (филлохиноны)	0,9–1,5 мг
группа витамина Р (ненасыщенные жирные кислоты)	в масле до 77%

В плодах облепихи обнаружено 15 микроэлементов, больше всего марганца, алюминия и титана. Среди макроэлементов значительное содержание кальция, магния и калия.

Среди многих достоинств облепихи необходимо подчеркнуть одно из важнейших – все продукты ее переработки в любых допустимых сочетаниях сохраняют свою пользу и

оригинальный вкус даже при длительном хранении. Из облепихи готовят соки, вина, варенье, компоты, пюре, желе, кисели, мармелад, пастилу. С облепихой можно приготовить пудинги и оладьи, супы и салаты, соусы и десерты [36].

Преобразования на рынке кондитерских изделий, произошедшие за последнее десятилетие, в значительной степени изменили традиционные подходы к этой группе продуктов. Кондитерские изделия из высококалорийных десертов постепенно стали превращаться в важные и излюбленные компоненты рациона населения всех возрастных групп. Поэтому кондитерские изделия нуждаются в коррекции их химического состава за счет обогащения витаминами, минеральными элементами, пищевыми волокнами при одновременном снижении энергетической ценности [37]. Достичь этого можно путем обогащения традиционных кондитерских изделий комплексными обогатителями в виде натуральных растительных компонентов, в том числе дикорастущих. На разработку технологии мучных кондитерских изделий с дикоросами направлены наши дальнейшие исследования.

Литература

1. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://spb-tei.ru/2009/05/28/analiz-assortimenta-konditerskikh.html>. – Дата обращения 17.11.2013. –16:35.
2. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.webkursovnik.ru/kartgotrab.asp?id=-52168>. – Дата обращения 14.10.2013. – 17:26.
3. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.uniconf.ru/ru/mealy>. – Дата обращения 05.11.2013. – 17:35.
4. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://otvet.mail.ru/question/46876767>. – Дата обращения 17.11.2013. – 22:26.
5. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.trast-ld.ru/klassifikatsiya-i-assortiment-rechenya.html>. – Дата обращения 17.10.2013. –16:05.
6. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.slovopedia.com/2/195/217218.html>. – Дата обращения 07.11.2013. – 16:40.
7. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.bolshoyvopros.ru/questions/84179-chtotakoe-galety.html>. – Дата обращения 17.11.2013. –16:40.
8. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://otvety.google.ru/otvety/thread?tid=0a59838d8cd39c5e>. – Дата обращения 17.11.2013. – 16:55.
9. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://fitfan.ru/nutrition/calorie/1148-kreker.html>. – Дата обращения 07.11.2013. – 17:00.
10. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.petropavlovsk-kamchatskiy1.webplakat.ru/pirozhnoe>. – Дата обращения 14.10.2013. –17:18.
11. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://otvet.mail.ru/question/12700575>. – Дата обращения 13.11.2013. – 20:18.
12. Электронный ресурс. Режим доступа: http://tortnazakaz.ru/klassifikaciya_tortov.html. – Дата обращения 19.10.2013. – 14:25.
13. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://otvet.mail.ru/question/58898968>. – Дата обращения 17.10.2013. – 22:12.
14. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.pekarni.ru/glossary/78>. – Дата обращения 09.12.2013. – 22:55.
15. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://otvet.mail.ru/question/28582764>. – Дата обращения 02.11.2013. – 16:01.
16. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://turboreferat.ru/merchandizing/vostochnye-sladosti/81688-421301-page1.html>. – Дата обращения 04.01.2014. –16:35.
17. Тимофеева В.А. Товароведение продовольственных товаров: учебник. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. – 494 с.
18. Гайкова М. Мучные изделия. – Мартин: изд-во «Освета», 1988. – 368 с.
19. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://leice.ru/raznoe/260-klassifikacija-testa>. – Дата обращения 07.01.2014. – 15:40.
20. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://baker-group.net/semi-finished-goods/389-2010-11-27-18-04-16.html>. – Дата обращения 17.11.2013. – 16:28.
21. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.ctasty.ru/page-1190.html>. – Дата обращения 18.11.2013. – 17:14.

22. Электронный ресурс. Режим доступа: http://mm.pl.ua/articles/nachinka_konditerskih_izdelij.html. – Дата обращения 03.02.2014. – 13:24.
23. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://wood-berries.narod.ru/2.html>. – Дата обращения 17.11.2013. – 15:45.
24. Электронный ресурс. Режим доступа: http://imedica.ru/enc_info_2369.html. – Дата обращения 16.11.2013. – 18:23.
25. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://supercook.ru/zz490-41.html>. – Дата обращения 17.11.2013. – 19:14.
26. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.happy-giraffe.ru/community/22/forum/post/7480>. – Дата обращения 17.11.2013. – 16:55.
27. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.greeninfo.ru/fruits/vaccinium.html>. – Дата обращения 20.01.2014. – 17:12.
28. Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.bestgardener.ru/literature/dikrast/kat_dikrast_04.shtml. – Дата обращения 01.02.2014. – 15:48.
29. Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.greeninfo.ru/fruits/vaccinium_vitis_idaea.html. – Дата обращения 03.11.2013. – 17:44.
30. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://supercook.ru/zz490-18.html>. – Дата обращения 02.10.2013. – 20:07.
31. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://supercook.ru/zz490-19.html>. – Дата обращения 20.01.2014. – 16:25.
32. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.greeninfo.ru/fruits/lonicera.html>. – Дата обращения 20.01.2014. – 15:40.
33. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://supercook.ru/zz490-20.html>. – Дата обращения 15.01.2014. – 16:26.
34. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.greeninfo.ru/fruits.html>. – Дата обращения 14.11.2013. – 16:56.
35. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://supercook.ru/zz490-35.html>. – Дата обращения 17.10.2013. – 20:33.
36. Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.greeninfo.ru/fruits/hipporhae_rhamnoides.html. – Дата обращения 10.10.2013. – 18:37.
37. *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.

УДК 664.68:639.64

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

О.В. Мищенко, М.В. Благодирова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

Рассмотрена возможность применения бурых водорослей в технологии мучных кондитерских изделий с целью обогащения биологической ценности. Доказана целесообразность использования бурых водорослей в технологии мучных кондитерских изделий.

Кондитерские изделия в зависимости от технологического процесса и вида сырья подразделяются на две группы: сахарные (шоколад, какао-порошок, конфеты, карамель, мармелад, пастила, ирис, драже и халва) и мучные (печенье, галеты, крекеры, вафли, пряники, кексы, рулеты, торты и пирожные) [1, 2]. Доля мучных кондитерских изделий составляет около 40% .

Кондитерские изделия обладают высокой энергетической ценностью, усвояемостью, низким содержанием воды, приятным вкусом, тонким ароматом и привлекательным внешним видом, что обуславливает их высокую пищевую ценность [1].

Мучные кондитерские изделия преимущественно содержат большое количество сахара, жира и яиц. В мучных кондитерских изделиях мало воды. В среднем в состав мучных кондитерских изделий входит от 1 до 29% воды. Меньше всего воды входит в состав вафель с жиросодержащими начинками (1%). Относительно большой процент влажности в пряниках (14,5%) и бисквитных тортах (29,0%) [2, 3].

Углеводы в мучных кондитерских изделиях в основном представлены моно-, дисахаридами и крахмалом. Печенья и крекеры содержат большое количество крахмала – до 70%, а в тортах и пирожных преобладают сахара. В них практически отсутствует клетчатка, которая так необходима нашему организму. Ее содержание не превышает 0,8% [2].

В мучных кондитерских изделиях на долю сахара приходится от 8 до 25% [1–3].

Сахароза усваивается организмом человека практически на 100%. Полагают, что чрезмерное содержание сахара в рационе приводит в 10–20% случаев к развитию сахарного диабета. К тому же сахар при избыточном поступлении в организм превращается в жир, накопление которого в организме в 20–30% случаев приводит к ожирению. В 5–15% случаев заболевает сердечнососудистая система [4]. Суточная потребность человека в углеводах составляет 400–500 г [3]. В настоящее время большое внимание уделяется изменению в структуре ассортимента кондитерских изделий, с тем, чтобы обеспечить спрос на товар с пониженным содержанием сахаров [2].

В среднем мучные кондитерские изделия содержат от 3 до 10,6% белков. Некоторые виды содержат значительное количество белка, например крекеры – 9,2% или сдобное печенье – 10,4% [2, 5].

Белковые вещества в процессе производства кондитерских изделий подвергаются значительным изменениям. Так как в процессе приготовления используются высокие температуры, белки денатурируют. Также большое влияние на белковые вещества оказывают процессы меланоидинообразования. Они часто происходят при изготовлении и хранении кондитерских изделий. Меланоидины – это темноокрашенные соединения, получающиеся при взаимодействии аминокислот белка с восстанавливающими сахарами, а также с оксиметилфурфуролом, который образуется при разложении сахаров. Благоприятными условиями для этого являются повышенная температура и влажность. Реакция меланоидинообразования имеет большое значение в кулинарной практике. Ее положительная роль заключается в образовании аппетитной корочки на жареных и запеченных блюдах, а побочные продукты этой реакции участвуют в образовании вкуса и аромата готовых блюд. Однако, образование меланоидинов ведет к ухудшению качества кондитерских изделий. Происходит не только их потемнение, но и уменьшение биологической ценности, за счет связывания аминокислот. В реакцию особенно легко вступают лизин и метионин, которых чаще всего не достает в растительных белках. После соединения с сахарами эти кислоты становятся недоступными для пищеварительных ферментов и не всасываются в желудочно-кишечном тракте.

Из того, что поступающие с пищей белки усваиваются только на 84,5%, можно сделать вывод, что поступающее в организм с кондитерскими изделиями количество белков не соразмерно поступающим углеводам [6]. Суточная потребность человека в белках составляет 1 г на 1 кг массы тела, или 10–15% от суточного рациона [3].

Для приготовления кондитерских изделий используют жидкие и твердые жиры, а так же специальные кондитерские жиры, которые состоят из смеси различных жиров. В мучных кондитерских изделиях содержание жиров колеблется от 1 до 40% [2, 5]. Жиры не только увеличивают калорийность и пищевое достоинство изделий, но и улучшают их вкусовые качества, придавая сдобный вкус. Они способствуют более длительному сохранению свежести изделий – задерживают черствение.

Суточная потребность организма в жирах составляет 80–100 г или не более 30% суточной калорийности рациона. Однако проведенные в России исследования показали, что потребление жира превышает необходимую норму приблизительно на 7%. Притом 6–7% от суточной потребности в жирах обеспечивается потреблением кондитерских изделий. При частом употреблении кондитерских изделий в рационе питания, следует помнить, что средняя усвояемость жиров составляет 94%. Именно поэтому, с возрастом ожирение среди взрослого населения растет и до 40% населения имеют избыточную массу тела [4].

В мучных кондитерских изделиях преобладают витамины группы В (В₁ и В₂), РР, а также обнаруживаются следы β-каротина [2]. Однако расчеты показывают, что 100 г кондитерских изделий обеспечивают не более 4–5% суточной потребности человека в витаминах В₁, В₂ и РР [7].

Из минеральных веществ в мучных кондитерских изделиях содержатся натрий, фосфор, калий, железо, кальций и магний [2].

Из мучных кондитерских изделий самым калорийным считается печенье сахарное из муки высшего сорта, хотя также распространено мнение, что таковым является печенье сдобное [5]. Их высокая энергетическая ценность обуславливается большим содержанием жиров (11,8%) и углеводов (74,4%) относительно других видов печенья. Их калорийность составляет приблизительно 1745 кДж или 417 ккал [2].

Мучные кондитерские изделия достаточной биологической ценностью не обладают, так как биологически активные вещества либо отсутствуют в основном сырье, либо разрушаются в процессе приготовления под действием высоких температур [8]. Например, в кондитерских изделиях содержится большое количество углеводов, жиров, а в некоторых также содержится довольно большое количество белка, например в крекерах. Однако практически все углеводы в таких изделиях простые и легкоусвояемые, жиры чаще всего насыщенные, а, следовательно, плохо усваиваются организмом. В то же время в них практически отсутствуют необходимые витамины, микро- и макроэлементы, органические кислоты и клетчатка. Это говорит о том, что не всегда высокая калорийность продукта свидетельствует о его биологической ценности.

Недостаточное употребление витаминов и микроэлементов с пищей стало в настоящее время общемировой проблемой. В США и Западной Европе потребность в микроэлементах удовлетворяется лишь на 50%, а в витаминах – на 70% [9]. В нашей стране ситуация усугубляется традиционно малым потреблением овощей и фруктов и возникшим в последнее время недостатком в рационе значительной части населения мясных и молочных продуктов [9].

Решением проблемы может стать обогащение продуктов питания, которые доступны всем. Например, мучные кондитерские изделия можно рассмотреть как объект для обогащения, так как они являются популярным продуктом потребления.

Рассмотрим бурые водоросли как источник обогащения мучных кондитерских изделий. Бурые водоросли – большая группа водорослей, которые жители прибрежных районов издавна употребляют в пищу. Из бурых водорослей главным образом представляют интерес для промышленности ламинариевые [10, 11].

Ламинариевые водоросли, произрастающие в Камчатском заливе, содержат 25,2–35,1% альгиновой кислоты, у острова Малой Курильской гряды 22,3–32,6%, в южных районах, у побережья Приморья, до 38%. Содержание маннита в бурых водорослях в зимнее-весенние месяцы до 3–4 % , к июлю-августу его количество увеличивается до 17–18%. Содержание белка в бурых водорослях колеблется в широких интервалах – 3,6–16,2% [10]. В белках бурых водорослей обнаружено 17 аминокислот. Доминирующими аминокислотами являются глутаматовая, аспаргиновая кислоты и треонин [12].

Бурые водоросли – естественные концентраторы минеральных элементов и способны накапливать их в количестве, значительно превышающем содержание последних в морской воде. Известно, что живому организму для нормальной жизнедеятельности необходимы, по крайней мере, 10 металлов: железо, медь, магний, кобальт, цинк, марганец, молибден, натрий, калий и кальций. Содержание большинства из них в организме ничтожно, но отсутствие хотя бы очень незначительной части любого из них приводит к серьезным заболеваниям. Большое значение имеет микроэлемент селен, содержащийся в бурых водорослях [10, 13]. Он участвует в процессах метаболизма и оказывает особое влияние на усвоение йода [14].

В бурых водорослях содержатся следующие, необходимые организму, минеральные вещества, (% к массе сухого вещества): кобальт 0,0002–0,0008; никель 0,0003–0,0009; молибден 0,001–0,0013; марганец 0,0002–0,0025; железо 0,002; цинк 0,0012–0,0029, хром 0,0003–0,001, медь 0,00001–0,0008; селен 0,00002; кальций 0,96–2,5; натрий 2,7–5,4; калий 2,6–6,25; магний 0,7–1,4 [10].

В последнее десятилетие значительная часть населения России испытывает дефицит йода; в связи с этим уделяется большое внимание разработкам биологических добавок к пище, содержащих йод и используемых для лечения и профилактики йоддефицитных состояний у населения. При получении йодсодержащих биологически активных добавок и для составления композиций БАД используют натуральные водоросли, а также водные и спиртовые экстракты из них (концентраты аминокислот, липидов, микроэлементов, йода и других биологически активных компонентов) [10].

Заключение

Мучные кондитерские изделия в силу высокой энергетической ценности, усвояемости, приятного вкуса, тонкого аромата и привлекательного внешнего вида являются популярными для потребителя.

Однако мучные кондитерские изделия содержат много сахаров, жира, в большинстве изделий незначительное количество белка, они бедны витаминами и минеральными веществами. Данные изделия высококалорийны, но не обладают достаточной биологической ценностью, так как биологически активные вещества либо отсутствуют в основном сырье, либо разрушаются в процессе приготовления под действием высоких температур. Поэтому присутствие их в большом количестве в суточном рационе негативно сказывается на всем организме человека [15].

Рассмотрев возможность использования бурых водорослей в технологии мучных кондитерских изделий с целью повышения биологической ценности, можно сделать вывод о целесообразности их использования. Бурые водоросли содержат белок, в состав которого входит 17 аминокислот, 8 из них незаменимые [10, 12]. В бурых водорослях содержится значительное количество альгиновой кислоты, которая имеет свойство выводить из организма тяжелые металлы. В бурых водорослях также сконцентрировано многообразие минеральных элементов. Многие виды ламинариевых водорослей дальневосточного побережья содержат йода более 0,1% и могут быть широко использованы для лечения и профилактики йоддефицитных состояний [10, 16].

Можно сделать вывод, что использование, например, водных или спиртовых экстрактов из бурых водорослей, а также концентратов аминокислот, микроэлементов, йода в технологии мучных кондитерских изделий позволит повысить биологическую ценность изделий. Биологическая ценность изменится в зависимости от количества введения и концентрации вводимых экстрактов или концентратов.

Литература

1. *Богданов В.Д.* Общие принципы переработки сырья и введение в технологии производства продуктов питания / В.Д. Богданов, В.М. Дацун, М.В. Ефимова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007. – 213 с.
2. *Дубовик Е.В.* Товароведение и экспертиза кондитерских товаров: учебно-методическое пособие / Е.В. Дубовик, М.И. Ржеусская, Л.В. Анихимовская. – Минск: БГЭУ, 2006. – 145 с.
3. *Скуратовская О.Д.* Контроль качества продукции физико-химическими методами. Мучные кондитерские изделия: практическое руководство. – М.: ДеЛи принт, 2001. – 141 с.
4. *Тутельян В.А.* Кондитерские изделия в питании населения России: риск и польза // Хлебопродукты. – 2008. – № 7. – С. 2–3.
5. *Шепелев А.Ф.* Товароведение и экспертиза кондитерских товаров: Учебное пособие / А.Ф. Шепелев, И.А. Печенежская, А.В. Шмелев. – Ростов н/Д: Издательский центр "МарТ", 2001. – 224 с.
6. *Нечаев А.П.* Пищевая химия: учебное издание / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова, В.В. Колпакова, И.С. Витол, И.Б. Кобелева. – СПб: ГИОРД, 2001. – 592 с.
7. *Дубовик Е.В.* Новое в товароведении кондитерских товаров: Учебное пособие / Е.В. Дубовик, М.И. Ржеусская. – Минск: БГЭУ, 2003. – 98 с.
8. *Смирнова Н.А.* Товароведение зерномучных и кондитерских товаров: учебник для вузов / Н.А. Смирнова, Л.А. Надежнова. – М.: Экономика, 1989. – 352 с.
9. *Панов Д.П.* Обогащение продуктов питания массового потребления // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 2007. – № 1. – С.30–31.
10. *Подкорытова А.В.* Распределение, химический состав и использование ламинариевых водорослей дальневосточных морей / А.В. Подкорытова, М.В. Суховеева. – М.: ВНИРО – 9 с.
11. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://lady.mail.ru/product/vodorosli-burye/> . Дата обращения 03.02.2014 г.
12. *Зими́на Л.С.* Определение глутаминовой кислоты в водорослях / Л.С. Зими́на, А.В. Подкорытова // Известия ТИНРО. – 1976.– Т. 99. – С.19–22.
13. *Ковековдова Л.Т.* Мышьяк и селен в промысловых гидробионтах акваторий Приморья / Л.Т. Ковековдова, Н.В. Иваненко, М.В. Симоконь, В.В. Щеглов // Известия ТИНРО. – 2001 – Т. 129. – С. 3–8.

14. *Тутельян В.А.* Биологически активные добавки в питании человека / В.А. Тутельян, Б.П. Суханов, А.Н. Австриевских, В.М. Позняковский. – Томск: Изд-во НТЛ, 1999. – 296 с.
15. *Грачок М.А.* Теоретические основы товароведения продовольственных товаров: пособие. – Минск: БГЭУ, 2008. – 151 с.
16. *Кизеветтер И.В.* Промысловые морские водоросли и травы дальневосточных морей / И.В. Кизеветтер, М.В. Суховеева, Л.П. Шмелькова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 113 с.

УДК 664.955:639.222.2

ХАРАКТЕРИСТИКА ИКРЫ СЕЛЬДИ ТИХООКЕАНСКОЙ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СОЛЕНОЙ ПРОДУКЦИИ

В.Ю. Руденко, М.В. Благоданова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

В статье дается характеристика сельдевой икры – химический состав, характеристика стадий зрелости гонад. Характеризуются существующие способы посола икры.

Сельдевая икра очень богата полезными веществами. В ней есть лецитин, витамины А, Е, D и группы В, фосфор, железо и другие минеральные вещества и органические соединения, которые необходимы для нормального развития организма, для образования новых клеток кожи, регулирования кровяного давления и даже повышения гемоглобина в крови. Из микроэлементов в ней есть калий, сера, натрий, кальций, магний, а также селен, цинк, железо, йод и другие минералы.

Польза икры сельди проявляется в том, что содержащиеся в ней витамины, минералы и органические вещества, в числе которых содержится лецитин, обеспечивают интенсивный рост клеток организма, способствуют процессам регенерации тканей, регулируют кровяное давление и повышают уровень красных кровяных телец.

Икра рыбы находится в яичниках (ястыках). Ястыки имеют вид парных сплюснутых валиков, симметрично расположенных в брюшной полости рыбы вдоль позвоночника. У сельди ястыки имеют сплошную гладкую поверхность. Основу ястыка составляет соединительная ткань, на которой располагаются икринки и отложения липидов; по мере развития икры отложения липидов в ястыках уменьшаются. Снаружи ястык покрыт тонкой прозрачной пленкой. Незрелая икра плотно соединена с тканью ястыка, но к моменту созревания икринки легко отделяются от соединительной ткани.

Размеры ястыков зависят от вида, величины рыбы и степени зрелости икры. Ко времени созревания икры ястык заполняет большую часть брюшной полости рыбы, оттесняя и перекрывая остальные внутренние органы. У крупных экземпляров рыбы относительная масса ястыков с развитой икрой обычно больше, чем у мелких экземпляров рыб того же вида. Масса икры в преднерестовый период составляет 15–25% от массы сельди [1–5].

На переработку направляют ястыки только с достаточно развитой икрой (в IV–VI стадии). Выход таких ястыков при разделке всей поступающей в обработку рыбы зависит от соотношения в уловах рыб разного пола (самки самцы) и их возраста, а также от времени лова рыбы и степени развития икры. Стадии зрелости гонад сельди и их характеристика приведены в табл. 1.

С технологической точки зрения, наиболее ценной для производства икры сельди соленой пробойной являются ястыки IV и V стадий зрелости: в этих стадиях икринки имеют плотную оболочку и слабо связаны с соединительной тканью ястыка.

Икра рыб разных видов различается по форме, строению, размеру и окраске, а также по химическому составу и пищевой ценности.

Икринки сельди имеют почти правильную шаровидную форму. Снаружи икринки покрыты тонкой полупрозрачной оболочкой; внутри икринок заключена полужидкая желточная масса,

представляющая собой коллоидный раствор белковых веществ, в котором взвешены капли жира и клеточное ядро, или зародышевый пузырек. У икринок сельди отчетливо видна основная оболочка и поверхностная наружная пленка, желточная масса в большинстве случаев лишена жировых капель и имеет гомогенный вид; зародышевый пузырек обычно трудно различим или совсем не виден [6].

Икра сельди очень мелкая (диаметр около 1 мм) и имеет серовато-желтый цвет.

Прочность оболочки характеризуется сопротивлением ее на разрыв при раздавливании икринок и зависит от стадии развития икры и степени ее свежести. Свежая зрелая икра имеет плотную, упругую, крепкую оболочку. Икра незрелая имеет слабую, непрочную оболочку и легко раздавливается пальцами. Такую икру нельзя протирать через грохотку, и ее обрабатывают в виде целых ястыков. Оболочки икринок очень быстро теряют упругость и становятся слабыми, когда икра долгое время остается в теле снулой рыбы или сохраняется в тепле. Икра сельди, у которой количество желточной массы по отношению к поверхности икринок (оболочке) небольшое, хорошо переносит замораживание [5, 7]. Число икринок в ястыках сельди около 120 тыс. штук.

Таблица 1

Характеристика стадий зрелости гонад сельди

Стадия	Характеристика стадии
Ювенильная	Неполовозрелая сельдь Гонады очень мелкие, нитевидные, 2–3 см в ширину. Яичники цвета красного вина. Семенники беловатого цвета или серовато-коричневые
	Неполовозрелая сельдь Гонады небольшие. Высота яичников и семенников 3–8 см. Икринки невидимы невооруженным глазом, однако их можно обнаружить через увеличительное стекло. Яичники ярко-красного, семенники красновато-серого цвета
II	Неполовозрелая сельдь Гонады занимают почти половину брюшной полости. Высота гонад – от 1 до 2 см, икринки очень мелкие, но их можно различить невооруженным глазом. Яичники оранжевые, семенники красновато-серые или сероватые
III	Половозрелая сельдь Гонады такой же длины, как и полость тела. Икринки более крупные, варьируют по размерам, непрозрачные. Яичники оранжевые или бледно-желтые, семенники беловатые
IV	Половозрелая сельдь Гонады заполняют всю полость тела. Икринки крупные, круглые, некоторые прозрачные. Яичники желтоватые, семенники молочно-белые. Сперма не вытекает, однако может выдавливаться при нажатии
V	Половозрелая сельдь Гонады зрелые. Икринки прозрачные. Семенники белые. Сперма свободно вытекает
VI	Отнерестившаяся сельдь Гонады мешкообразные и налиты кровью. Яичники пустые или содержат только часть оставшихся икринок. Семенники могут содержать остатки спермы
VII	Стадия восстановительная Яичники и семенники плотные и более крупные, чем у неполовозрелой сельди в стадии II. Икринки не различимы невооруженным глазом. Стенки гонад складчатые, кровеносные сосуды ясно выражены. Гонады цвета красного вина (эта стадия переходит в стадию III)

Наличие в икре значительного количества важных питательных веществ обуславливает ее высокую пищевую ценность и необходимость внимательного отношения к сбору, хранению и переработке этого ценного пищевого сырья. Содержание важнейших аминокислот в белковых веществах икры приведено в табл. 2 [2].

Таблица 2

Аминокислотный состав икры сельди

Группа аминокислот	Аминокислота	Содержание, г на 100 г белка
Незаменимые	Валин	6,5
	Изолейцин	7,7
	Лейцин	11,3
	Треонин	5,9
Диаминокислоты	Лизин	1,8
Сульфаминокислоты	Метионин	1,8

Окончание табл. 2

Группа аминокислот	Аминокислота	Содержание, г на 100 г белка
Циклические аминокислоты	Фенилаланин	4,8
	Триптофан	1,1
Заменяемые		
Диаминокислоты	Аргинин	4,8
Циклические аминокислоты	Тирозин	3,2
	Гистидин	1,2

Икра тихоокеанской сельди содержит мало липидов и сильно гидратирована. Ее химический состав (%): вода 60,2–79,7; липиды 2,4–4,8; белок 14,2–25,4; минеральные вещества 1,2–2,3. По мере созревания икры содержание липидов, как в соединительной ткани ястыков, так и в самих икринках постепенно уменьшается, а содержание воды увеличивается [2].

В состав азотистых веществ икры входят в основном полноценные в пищевом отношении солерастворимые белки – ихтулины и альбумины, заключенные в желточной массе. В свежей икре содержание ихтулина составляет от 10–15%, альбумина – около 3%. Ихтулины принадлежат к сложным белкам – фосфопротеидам и содержат (%): азота 14–16, серы 0,4–1,1 и фосфора 0,2–0,6 [10].

Белки оболочек икринок по своим свойствам частично приближаются к ихтулину, а частично к кератину и составляют от 2 до 4 % от массы икры.

Качество белка икры сельди оценено по аминокислотному скору незаменимых аминокислот (табл. 3).

Таблица 3

Определение аминокислотного скору белков икры сельди

Незаменимая аминокислота	Содержание, г на 100 г белка	Аминокислотный скор, % относительно справочной шкалы FAO/ВОЗ	Шкала FAO/ВОЗ
Изолейцин	7,7	192,5	4,00
Лейцин	11,3	161,4	7,00
Лизин	1,8	32,7	5,50
Метионин + цистин	1,8	51,4	3,50
Фенилаланин + тирозин	8	133,3	6,00
Треонин	5,9	147,5	4,00
Триптофан	1,1	110	1,0
Валин	6,5	130	5,0

В состав липидов икры сельди, помимо нейтрального жира (триглицеридов жирных кислот), входят в значительном количестве фосфолипиды (в основном лецитин и кефалин), а также стерины (в основном холестерин) (табл. 4).

Таблица 4

Содержание основных липидов в икре сельди [7]

Липиды	% от массы икры	% от общего количества липидов
Всего липидов	4,2	
В том числе:		
лецитин	1,83	43,6
холестерин	0,29	6,9

Приведенные в табл. 4 данные показывают, что в икре сельди половину липидов составляют лецитин и холестерин.

В небольшом количестве в икре присутствуют свободные растворимые в воде и эфире кислоты (первых 0,2–0,4% в расчете на молочную кислоту, а вторых – 0,2–0,3% в расчете на олеиновую кислоту). Из углеводов в икре сельди тихоокеанской содержится гликоген в количестве 1–1,5%, из витаминов – водорастворимые (мг на 100 г): тиамин (70–290), В₂ (250–1200), В_с (120–340), РР (600–2200), В₁₂ (7–20), пантотеновая кислота (1400) [2].

Общее содержание минеральных веществ в икре больше, чем в мясе рыбы, и составляет в среднем 1,5–2%. Преобладающее значение среди минеральных элементов имеет фосфор, входящий в состав ихтулина и фосфолипидов. Содержание минеральных элементов в икре приведено в табл. 5 [2].

Порча икры сельди вызывается ферментами, присутствующими в самой икре и свойственными попадающим в нее микроорганизмам. Ястык, находящийся в теле живой рыбы, не содержит микробов, но после смерти рыбы в результате автолиза создаются благоприятные условия для проникновения в икру многочисленных микробов из кишечника рыбы. Если ястык оставить в теле снулой рыбы, то качество заключенной в нем икры будет быстро ухудшаться, и в короткое время икра становится непригодной для переработки. Ястыки необходимо вынимать из рыбы по возможности быстрее после ее вылова. При этом необходимо разрезать рыбу и вынимать ястыки аккуратно во избежание загрязнения икры слизью, кровью и содержимым кишечника, так как, попадая в икру, они способствуют более быстрой ее порче [2, 7].

Икра сельди, сохраняемая в ястыках, портится значительно быстрее, чем икра, отделенная от тканей ястыков, так как находящиеся в них кровь и слизь являются благоприятной средой для развития микробов. В этом случае упругость оболочек зерен настолько уменьшается, что отделение зерен от соединительной ткани ястыка затруднено.

Таблица 5

Содержание минеральных элементов в икре, мг на 100 г икры [2]

Элемент	Количество
Фосфор	290–370
Сера	100–140
Хлор	150–295
Калий	125–230
Натрий	80–195
Кальций	40–95
Магний	15–40
Кремний	0,8–6,0
Цинк	2,3–3,5
Железо	1,2–4,0
Марганец	0,4–0,6
Иод	0,03–0,11

Интенсивно протекает автолиз и у ястыков, вынутых из рыбы, но хранящихся при высокой температуре. Такие ястыки мало пригодны для получения пробойной икры, и если обработка их допускается, то в посол они направляются в целом виде.

Ухудшение органолептических показателей икры-сырца при хранении обусловлено происходящим распадом заключенных в ней белков, липидов и гликогена. По мере удлинения срока хранения икры, особенно при повышенной температуре, заметно возрастает содержание в ней небелковых азотсодержащих веществ в виде первичных продуктов распада белков – пептонов и полипептидов, а также свободных аминокислот и летучих оснований. Наблюдаются также увеличение количества свободных липидов (фосфолипидов, стерина) вследствие частичного распада липопротеиновых комплексов и постепенное накопление свободных органических и фосфорной кислот в результате расщепления триглицеридов, фосфолипидов и гликогена [8, 9].

Продукция из икры сельди заслуживает особого внимания. Как было показано выше, икра – ценный продукт. Основной способ консервирования икры сельди – посол, который иногда сочетается с дополнительной обработкой икры пастеризацией, прессованием или вялением. Способ обработки икры сельди зависит от ее качества, а также от необходимости получения того или другого вида продукта [1].

Посол сухой солью наиболее распространен и применяется для консервирования пробойной и ястычной икры сельди. Посол сухой солью с последующей пастеризацией икры может быть применен для консервирования икры сельди. Для пастеризации слабосоленую икру расфасовывают в небольшие герметично закрывающиеся банки и затем подвергают умеренному прогреванию, чтобы инактивировать микроорганизмы и тем самым повысить стойкость икры при хранении. Посол в насыщенном растворе соли с последующим вялением икры применяют при изготовлении ястычной икры сельди.

Наряду с посолом практикуется замораживание свежей икры (пробитой или в ястыках). Замораживают икру в формах брикетами массой до 10–12 кг. Замороженная икра после размора-

живания может быть использована для приготовления различных кулинарных изделий (запеканок, паштетов, обжаренной икры, салатов и т. п.) или подвергнута посолу.

Для приготовления икры сельди пробойной соленой вынутые из свежей (охлажденной) рыбы ястыки промывают холодной водой и после стекания влаги пробивают через грохотку. Пробитую икру немедленно солят мелкой сухой солью. При использовании заготовленных в мороженом виде ястыков их предварительно размораживают на воздухе или в слабом солевом растворе. Дозировка соли составляет от 5–6 до 12–14% массы пробитой икры в зависимости от ее вида и качества и желаемой солености готового продукта. При слабом посоле (дозировка соли до 8–10%) к икре вместе с солью добавляют антисептик – бензойнокислый натрий в количестве 0,1% от массы икры; смесь соли с бензойнокислым натрием готовят заранее.

Солят икру порциями по 40–50 кг в посольных аппаратах или вручную. При смешивании с солью, икра сначала разжижается вследствие образования тузлука, а затем постепенно густеет. Посол заканчивают, когда икра перестанет приставать к мешалке. Продолжительность посола зависит от вида икры (размеров икринок), ее качества и температуры; при температуре 8–15°C просаливание икры длится от 15 до 30 минут, а при более высокой температуре протекает быстрее.

Соленая пробойная икра может быть приготовлена не только из свежих или замороженных ястыков, но и из соленых ястыков, специально заготовленных на местах промысла или полученных при разделке соленой сельди на береговых предприятиях. При переработке соленые ястыки промывают пресной водой или слабым раствором соли, сортируют по степени солености и качеству и пробивают через грохотку. При необходимости понижения солености ястыки или пробитую икру отмачивают в слабом солевом растворе (плотностью 1010–1050 кг/м³), после чего дают ему хорошо стечь.

Соленая пробойная икра должна иметь однородный цвет и равномерную мягкую (не жидкую и не вязкую) консистенцию. По степени солености ее разделяют на слабосоленую (соленость до 10%) и среднесоленую (соленость 10–12%). Соленой пробойной икре сельди присущ естественный, слегка горьковатый оттенок во вкусе. Для улучшения товарного вида и вкуса продукта перед упаковкой к малосоленой икре добавляют растительное масло. Выход готовой соленой пробойной икры составляет 75–85% от массы поступающих в обработку ястыков.

Упаковывают соленую пробойную икру в заливные бочки емкостью до 50 дм³, а также в герметически укупориваемые жестяные и стеклянные банки и в банки из полимерных материалов емкостью до 0,5 дм³. В банки принято упаковывать более ценную икру с пониженным содержанием соли (4–8%). Хранят икру пробойную соленую при температуре от минус 2 до минус 6°C: в банках – не более 5 месяцев; слабосоленую в бочках – не более 4 месяцев; среднесоленую икру в бочках – не более 7 месяцев [4, 5, 7].

Икру малосоленую деликатесную вырабатывают из охлажденной или мороженой икрной рыбы. Мороженую рыбу предварительно размораживают, промывают в проточной воде, разделяют, осторожно удаляя икру, которую затем направляют на пробивку. К пробитой икре при непрерывном перемешивании добавляют поваренную соль "Экстра", а также растительное масло. Смесь тщательно перемешивают до получения однородной массы, которую фасуют по 140 г в стеклянные банки и хранят при температуре минус 2 – минус 4°C не более 20 суток.

Из вышесказанного следует, что икра сельди является ценным пищевым продуктом, богатым витаминами и минеральными веществами, с высоким содержанием белка, содержащего значительное количество незаменимых аминокислот. В то же время ассортимент продукции, вырабатываемой из сельдевой икры, крайне узок и расширение его является актуальным направлением развития технологии переработки икры. Мы предполагаем разработать технологию производства соленой икры сельдевой ястычной с растительными добавками, на что и будут направлены наши дальнейшие исследования.

Литература

1. Богданов В.Д. Современные технологии производства соленой продукции из сельди тихоокеанской и лососевых [Монография] / В.Д. Богданов, М.В. Благонравова, Н.С. Салтанова. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2007. – 235 с.
2. Кизеветтер И.В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб Тихоокеанского бассейна. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 298 с.
3. Кизеветтер И.В. Технология обработки водного сырья. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 696 с.

4. Касьянов Г.И. Технология переработки рыбы и морепродуктов: Учебное пособие / Г.И. Касьянов, Е.Е. Иванова, А.Б. Одинцов, Н.А. Студенцова, М.В. Шалак. – Ростов н/Д: Издательский центр «Март», 2001. – 416 с.

5. Коробейник А.В. Технология переработки и товароведные рыбы и рыбных продуктов: Учебное пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2002. – 288 с.

6. Кизеветтер И.В. Технология лососевой и частиковой соленой икры. – М.: Пищепромиздат, 1958. – 127 с.

7. Кизеветтер И.В. Технология обработки водного сырья / И.В. Кизеветтер, Т.И. Макарова, В.П. Зайцев, Л.П. Миндер, В.Н. Подсевалов, Л.Л.Лагунов. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 696 с.

8. Никитина И.Н. Влияние низких температур хранения на свойства икры минтая / И.Н. Никитина, Н.В. Орехова // Известия ТИНРО. – 1976. – Т. 99. – С. 23–25.

9. Ржавская Ф.М. Жиры рыб и морских млекопитающих. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 469 с.

УДК 664.951.7:639.446

ОПТИМАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЯГКИХ ТКАНЕЙ ГРЕБЕШКА ПРИМОРСКОГО

О.В. Табакаева

*Дальневосточный федеральный университет, Школа биомедицины,
Владивосток*

Проведены исследования получения ферментолита из мягких тканей гребешка приморского и изучены его функционально-технологические свойства.

Одним из общепринятых в мире путей ликвидации дефицита белка является, наряду с интенсификацией сельскохозяйственного и других традиционных способов производства белоксодержащих продуктов, непосредственное использование в питании человека белка из вторичного пищевого сырья [1]. Для этого требуются нестандартные решения, которые позволили бы создать конкурентоспособные технологии производства белковых продуктов на базе отечественных сырьевых источников.

В мировом океане сосредоточены громадные источники полноценных животных белков и ценных биологически активных соединений. Рационально использовать эти биоресурсы традиционными технологическими методами невозможно, поэтому необходимо разрабатывать и внедрять в промышленность новые эффективные методы обработки сырья морского генеза на основе комплексной безотходной и ресурсосберегающей технологии [2].

Различные виды двустворчатых моллюсков: гребешок приморский, спизула, мактра, мия и другие – представляют собой перспективные объекты для получения разнообразной деликатесной продукции общего и специального назначения. В настоящее время добыча двустворчатых моллюсков существенно возрастает из года в год. Исследования химического состава двустворчатых моллюсков показывают целесообразность их употребления в пищу как продуктов с высокой пищевой и биологической ценностью.

Основные виды продукции, получаемой из них, – сыромороженные полуфабрикаты и пресервы, для изготовления которых в основном используется мускул-замыкатель или двигательный мускул (нога). При этом остальные пищевые части моллюсков остаются невостребованными, несмотря на то, что могут быть применены при производстве новых белковых продуктов и решить проблему безотходной переработки.

В качестве объекта исследования использованы двустворчатый моллюск Дальневосточного региона гребешок приморский *Patinopecten yessoensis*, промысел которого увеличивается с каждым годом. Мягкие ткани гребешка представлены большим мускулом-замыкателем, мантией и внутренностями, куда относятся печень, жабры и гонады. Мягкие ткани составляют до 36% массы всего моллюска. Массовая доля съедобных частей составляет до 22%.

В пищу у гребешка могут использоваться мускул-замыкатель, мантия и гонады, но на практике используется только аддуктор, а все остальное не находит пищевого применения, то есть от 35 до 50% съедобных частей моллюска отправляется в отходы, что является явно не рациональным.

В качестве биообъекта для ферментативного гидролиза использовали различные мягкие ткани гребешка – мантию и гонады. В качестве гидролизующего агента использован ферментный препарат Савиназа. В ходе ферментативного гидролиза контролировали содержание сухих веществ и растворимого белка. Изучали зависимость выбранных показателей от продолжительности гидролиза.

Полученные в результате ферментативного гидролиза данные показывают, что оптимальными условиями получения гидролизатов из мантии является – активность ферментного препарата 1,5 ПЕ/г сырья, продолжительность не менее 3 часов, гидромодуль 1:1, температура 45°C; из гонад – активность ферментного препарата 1,0 ПЕ/г сырья, продолжительность не менее 2 часов, гидромодуль 1:1, температура 45°C, размер частиц 5–7 мм;

Получаемый в результате гидролиза ферментолитат представляет собой густую однородную массу кремового цвета с приятным вкусом и запахом. В дальнейшем полученный гидролизат может быть использован в качестве компонента в эмульсионных продуктах, так как обладает функционально-технологическими свойствами – имеет поверхностное натяжение меньше чем у воды, обладает пенообразующей и эмульгирующей способностью. В таблице представлены данные по пенообразующей и эмульгирующей способности полученных гидролизатов.

Пенообразующая и эмульгирующая способности ферментативных гидролизатов из мягких тканей гребешка

ФГ	пенообразующая способность, %	устойчивость пены, %	эмульгирующая способность, см ³ масла	стойкость эмульсии, %
мантии	460±23,0	97,8±4,8	2,51±0,12	54,2±2,7
гонад	500±25,0	96,0±4,7	3,12±0,15	52,5±2,6

Представленные данные демонстрируют, что полученные ферментолитаты из мантии и гонад гребешка приморского характеризуются высоким уровнем проявления пенообразующей и эмульгирующей способности, что позволит использовать их в технологии пищевых продуктов, в частности эмульсионных и масложировых эмульсионных.

Литература

1. Дацун В.М. Вторичные ресурсы рыбной промышленности. – М.: Колос, 1995. – 96 с.
2. Покровский В.А., Романенко Г.А. и др. Политика здорового питания. Федеральный и региональный уровни. – Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2002. – 344 с.

УДК 664.86:639.64

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ЗАГОТОВКИ ВОДОРΟΣЛЕЙ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДОРΟΣЛЕВЫХ ГЕЛЕЙ

В.Б. Чмыхалова, Е.С. Кучумова, А.Г. Шульгина

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

В статье рассмотрены способы заготовки водорослей – замораживание и сушка. Описаны свойства гелей, приготовленных из водорослей, предварительно высушенных и замороженных. Сделан вывод об оптимальных способах консервирования.

Fucus evanescens Ag. – достаточно распространенный вид морских бурых водорослей [1–3]. У Камчатского побережья он произрастает на литорали западного побережья Берингова моря [4]

и вдоль западного побережья Камчатки [5]. У юго-восточной Камчатки этот вид находится в среднем и нижнем горизонтах литорали [6, 7]. По литературным данным, биомасса фукуса у берегов Камчатки может достигать до 16,5 кг/м² [8].

Основная доля в органических веществах фукусовых приходится на углеводы, большую часть из которых составляют полисахариды, до 55% от сухого вещества [9], и они могут служить основой для получения водорослевых гелей.

В своей работе мы рассмотрели некоторые аспекты производства гелевых продуктов на основе водорослей. Технологическая эффективность водорослевого сырья при производстве пищевых гелей зависит в значительной степени и от подбора рациональных режимов предварительной подготовки сырья. Предварительную подготовку сырья проводят высушиванием и замораживанием. Эти два способа являются наиболее распространенными при заготовке значительных объемов водорослей. Они являются наиболее ответственными стадиями производства высокоэффективного растительно-гелеобразователя из бурых водорослей. Выбор метода сушки и тщательный подбор параметров замораживания и сушки должны обеспечить максимальную гелеобразующую способность.

Выбор способов и режимов заготовки растительного сырья в основном зависит от его морфологического строения, степени предварительной подготовки, степени измельчения растений. Нами было исследовано влияние различных видов сушки (в естественных условиях, в конвективной сушилке при разных температурах) и различных режимов замораживания на прочность гелей, получаемых на основе этих водорослей.

Материалом для исследования была свежесобранная камчатская бурая водоросль *Fucus evanescens* (Ag.) Для обеспечения равных условий в процессе сушки все собранные растения измельчали на частицы размером 3–5 мм. Нами была проведена сушка водорослей при следующих условиях:

- в естественных условиях при температуре окружающего воздуха 15°C;
- в сушильном шкафу при температуре 20°C;
- в сушильном шкафу при температуре 105°C.

Замораживание водорослей проводили при температуре воздуха минус 18°C.

Длительность процесса естественной сушки составила 24 часа, в сушильном шкафу при температуре 25°C – 7 часов, в сушильном шкафу при температуре 105°C – 2 часа. Процесс сушки продолжался до достижения продуктом равновесной влажности, соответствующей параметрам воздуха, и обезвоживание прекращалось.

Сушка в естественных условиях при большой длительности процесса малопродуктивна и требует значительных производственных площадей. При этом параметры готового продукта во многом будут определять условия внешней среды, то есть эти параметры не будут стабильны.

Наиболее распространенным тепловым способом сушки растительного сырья является конвективный метод, позволяющий интенсифицировать процесс теплообмена. При его использовании появляется возможность регулирования температуры сушильного агента. Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что сушка водорослей при температуре 105°C обеспечивает обезвоживание материала без потери качества в течение 2 часов. Длительность замораживания водорослей составила 20 часов.

Влияние различных видов сушки на качество водорослей определяли по органолептическим, физико-химическим показателям и функционально-технологическим свойствам полученных гелей.

Органолептические и физико-химические показатели водорослей, высушенных различными видами сушки, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Органолептические и физико-химические показатели сушеных водорослей

Наименование показателей	Характеристика обработки водорослей		
	Сушка в естественных условиях	Сушка при температуре 22°C	Сушка при температуре 105°C
Внешний вид	Частицы размером 3–5 мм, форма – прямая или изогнутая, поверхность – морщинистая		
Цвет	От светло-коричневого до коричневого		
Запах	Йодистый, без посторонних запахов		
Наличие заплесневелых участков	Не обнаружено		
Влажность, %	17	10	8

Органолептические и физико-химические показатели замороженных водорослей представлены в табл. 2.

Таблица 2

Органолептические и физико-химические показатели замороженных водорослей (после размораживания)

Наименование показателей	Характеристика замороженных водорослей
Внешний вид	Частицы размером 3–5 мм, форма – прямая, поверхность гладкая
Цвет	От светло-коричневого до коричневого
Запах	Йодистый, без посторонних запахов
Влажность, %	95

Результаты исследований показали, что водоросли, высушенные различными способами, и замороженные водоросли после размораживания имели сходные органолептические и физико-химические показатели.

Для изучения влияния способа предварительной заготовки водорослей на качество водорослей определяли технологические свойства полученных на их основе гелей.

Для получения геля из сушеных водорослей мы проводили мацерацию фукусковых водорослей, используя наиболее удачные режимы, подобранные авторами при аналогичном процессе для ламинариевых водорослей [10]. Дозировка компонентов для мацерации водорослей приведена в табл. 3.

Таблица 3

Режимы мацерации фукусковых водорослей

Состояние водорослей	Фрагментация	Гидро-модуль	Масса пробы, г	Температура нагрева, °С	Количество соды, г	Продолжительность мацерации, мин
Воздушно-сухие	Мелкоизмельченные	1:10	50	100	7	25

На основе полученной в результате мацерации пасты была приготовлена желирующая заливка по рецептуре, приведенной в табл.4.

Таблица 4

Рецептура желирующей заливки

Компоненты	Количество, г
Соль поваренная	2,0
Вода	64
Водорослевая паста	32
Специи (перец черный, душистый, лавровый лист, гвоздика)	2
ИТОГО	100

Для производства заливки смешивали все ингредиенты по рецептуре. Затем массу доводили до кипения, затем отстаивали, фильтровали, охлаждали и разливали в емкости слоем толщиной 1 см. Охлаждали в холодильной камере до температуры 1°С, после чего оценивали органолептически состояние полученного геля.

Сравнительная характеристика желирующих заливок из водорослей, высушенных при разных режимах, приведена в табл. 5.

Таблица 5

Сравнительная характеристика желирующих заливок из водорослей, высушенных при разных режимах

Характеристика водорослей		
Сушка в естественных условиях	Сушка при температуре 20°С	Сушка при температуре 105°С
Гель мягкий, прозрачный, однородный, не разрушаемый при легком встряхивании		Гель не сформирован, присутствуют комкообразные включения в составе вязкой густой заливки

Характеристика желирующей заливки из замороженных водорослей приведена в табл. 6.

Таблица 6

Характеристика желирующей заливки из замороженных водорослей

Характеристика водорослей
Замороженные при температуре минус 18 °С
Гель влажный, мягкий, прозрачный, однородный, не разрушаемый при легком встряхивании

Таким образом, оценивая влияние способа заготовки водорослей на показатели заливок, видим, что наилучшей гелеобразующей способностью обладают заливки, приготовленные из водорослей, высушенных при достаточно низких положительных температурах (при температуре окружающего воздуха методом естественной сушки и при температуре не выше 20°С в сушильной камере, а также из замороженных водорослей. Анализируя рассмотренные варианты сушки, мы пришли к выводу, что высокие температуры сушки существенно снижают гелеобразующую способность водорослей в составе заливок. Поэтому использование водорослей, предварительно высушенных при высоких температурах, с этой целью нецелесообразно.

Литература

1. Петров Ю.Е. Ламинариевые и фукусовые водоросли морей СССР: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Л., 1975. – 53 с.
2. Клочкова Н.Г. Аннотированная библиография по морским водорослям-макрофитам Татарского пролива (Японское море). (Первая ревизия флоры). – Владивосток: Дальнаука, 1994. – 108 с.
3. Klochkova N.G. An annotated bibliography of marine macroalgae of the northwest coast of the Bering Sea and southeast Kamchatka. First Revision of Flora // Algae. Formerly the Korean Journal of Phycol. – 1998. – Vol. 9. – № 5. – 90 p.
4. Виноградова К.Л. Водоросли юго-западного побережья Берингова моря // Новости сист. низш. раст. – Л.: Наука, 1978. – С. 3–11.
5. Возжинская В.Б. Морские водоросли западного побережья Камчатки // Новости сист. низш. раст. – Л.: Наука, 1965. – С. 73–78.
6. Гусарова И.С. Видовой состав макрофитов лагуны Семячик (Юго-восточная Камчатка) // Новости сист. низш. раст. – Л.: Наука, 1987. – С. 22–25.
7. Клочкова Н.Г. Видовой состав водорослей литорали и сублиторали Камчатского залива // Новости сист. низш. раст. – Л.: Наука, 1976. – Т. 13. – С. 20–24.
8. Кудряшов В.А., Тараканова Т.Ф., Иванова М.Б. О фауне и флоре оушной зоне Шантарских островов // Прибрежные сообщества дальневост. морей. – ДВНЦ АН СССР, 1976. – Сб. 6. – С. 22–63.
9. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Антропогенная трансформация морской бентосной растительности в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка) // Тез. докл. Всерос. съезда "Растения в умеренном климате". – Владивосток: Дальнаука, 1998. – С. 129–131.
10. Беляева Е.Д. Исследование режима мацерации *Alaria fistulosa* в технологии альгинатсодержащих паст // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: матер. III Всерос. науч.-практ. конф. 20–22 марта 2012 г. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – С. 45–48.

Секция 2. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 502.13(571.66-751)

СОЗДАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРОП КАК СРЕДСТВА ЛОКАЛИЗАЦИИ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ НА ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ТРОПЫ К ОЗЕРУ КЕТАЧАН

В.Г. Авдощенко

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

Быстринский природный парк включен в список ЮНЕСКО, в нем представлены типичные для Камчатского края ландшафты, что представляет особый интерес для экологического просвещения. Рассматривается проект создания экологической тропы к озеру Кетачан, реализация которого началась в 2012 г. Данный маршрут является своеобразным регулятором туристов в относительно безопасном направлении для природного парка.

Особо охраняемые природные территории – «резервуар» природных ресурсов, а так же природные объектов в относительно первозданном виде. Такие территории представляют особую ценность в научно-познавательном и эстетическом плане.

Сейчас, на особо охраняемых природных территориях популярен «дикий» туризм, способствующий причинению вреда окружающей природной среде – растительным сообществам, ареалам обитания отдельных видов. Такой вид туризма сказывается крайне негативно на состоянии природной территории, это связано в основном из-за часто «варварского» отношения людей к природным объектам, а так же «повсеместного» распределения туристических потоков на особо охраняемых природных территориях, т.е. каждый уголок охраняемой зоны испытывает антропогенную нагрузку.

Часто, причиной ухудшения состояния окружающей среды является сам человек, поэтому необходимо прививать экологическую культуру, формировать экологическое сознание, повышать уровень экологического образования у населения, в частности у молодежи, с помощью этого возможно достижение необходимого уровня понимания проблем окружающей среды. В свою очередь, особо охраняемые природные территории являются своеобразные эталоном того «как должно быть», т.е. места с сохранившимися естественными процессами взаимодействия живых организмов друг с другом и с окружающей их природной средой.

Существует необходимость организации многофункциональных рекреационных зон, приспособленных как для туристских, так и для образовательных целей.

В качестве таких зон создаются экологические тропы. Особенность процесса экологического образования на тропах природы состоит в том, что он строится на основе непринужденного усвоения информации и норм поведения непосредственно в природном окружении. Расчет допустимой антропогенной нагрузки, а так же учет особенностей территории на этапе проектирования будущей тропы – минимизирует и локализует антропогенное вмешательство на особо охраняемую природную территорию.

Экологическая тропа – специально проложенная и оборудованная трасса, которая создается в особо интересных и привлекательных местах окружающей среды [1].

Экологические тропы являются своего рода регулятором потока посетителей, распределяя его в относительно безопасных для природы направлениях. Кроме того, тропа обеспечивает возможность соблюдения природоохранного режима на определенной территории, так как облегчает контроль над величиной потока туристов и выполнением установленных правил.

При выборе маршрута тропы соблюдаются природоохранные требования, так же учитывается привлекательность маршрута.

Организация экологических троп является важнейшим приоритетом в деле развития экологического просвещения в особо охраняемых природных территориях.

В мире существует позитивный опыт создания экологических троп, способствующих сохранению особо привлекательных территорий, но все же дающий возможность туристам «познакомиться» с некоторыми природными объектами, представителями флоры и фауны данной территории. Так, например, в национальном парке «Йеллоустоун» проложено более 1500 км ухоженных троп ко всем самым интересным местам парка. Однако, территория парка, испытывающая антропогенную нагрузку, занимает только 3%, остальное – дикая природа [2]

Создание экологических троп в России – дело достаточно новое, но набирающее быстрые темпы, особенно в последние годы. Обустройство экологических троп происходит достаточно активно в национальных парках, где они становятся важной частью экскурсионно-туристической структуры и экологического просвещения.

К проектированию троп подходят как к важнейшему элементу природной и культурно-ландшафтной среды, максимально учитывающему природные и историко-культурные особенности территории. Разнообразие форм и методов их создания позволяет вовлечь в эту деятельность довольно большой круг заинтересованных организаций и широкую общественность. А это, в свою очередь, способствует расширению не только числа троп, но также и географии их распространения.

На Камчатке создание экологических троп – направление, которое пока не развивается на должном уровне, однако, на особо охраняемых территориях Камчатского края действуют и являются популярными множество экологических маршрутов. Так, ежегодно множество туристов используют экологические тропы в Кроноцком заповеднике, Быстринском парке, Налычевском парке.

Создание экологических троп очень актуально для Камчатки, т.к. это уникальный край, где еще сохранилось множество мест с минимальным вмешательством человека.

Одно из таких мест – природный парк «Быстринский», находящийся под охраной ЮНЕСКО. В парке представлены большинство типичных для Камчатки видов флоры, фауны, ландшафтов. Для минимизации и локализации антропогенной нагрузки в природном парке необходимо создавать экологические тропы.

На территории парка находится много уникальных объектов, один из них – озеро Кетачан, слабоизученное и эстетически привлекательное, является памятником природы. Маршрут к озеру проходит через озеро Арбулат и озеро Тымкыгыткын.

Сейчас, тропа к озеру Кетачан не приспособлена для туризма, однако, ежегодно по данному маршруту проходят инспекторы, работники парка, организованные группы туристов. Несколько турагентств предлагают маршруты, проходящие через эти озера.

На протяжении всего маршрута имеются следы пребывания человека (выжженные участки от костра, различный мусор, остатки еды и др.). Для минимизации ущерба необходимо обустройство экологической тропы.

Подъезд к началу экологической тропы располагается в пределах территории, ограниченной контрольно-пропускным пунктом на дороге к месторождению Шануч, таким образом, посещение экологической тропы будет контролируемым и регулируемым, что является преградой для «дикого» туризма.

Организованный туризм в свою очередь не только сокращает и локализует антропогенную нагрузку на территорию, но так же и создает условия комфортного и безопасного пребывания туристов на территории. Например, количество путешествующих отвечает не только числу рассчитанной допустимой рекреационной нагрузки, но и соответствует количеству возможных мест в домиках отдыха.

Для посещения данной экологической тропы необходимо направлять запрос в дирекцию парка «Вулканы Камчатки», либо в визит-центр Быстринского природного парка.

Экологическая тропа будет иметь научно-познавательный характер, рассчитана на группы студентов, аспирантов, научных сотрудников, жителей и гостей Камчатки, интересующихся природой, они смогут наглядно познакомиться с ландшафтами, растительными и животными сообществами, типичными для Камчатки. Стенды, расположенные на протяжении всего мар-

шрута будут содержать информацию о представителях фауны, флоры, особенностях данной местности, так же правила поведения на данной территории.

Летом 2012 г. группой волонтеров была проведена разведка и исследован маршрут к озеру Кетачан с целью дальнейшего обустройства данного маршрута. В ходе данных работ были выявлены необходимые объекты для обустройства, наиболее примечательные природные объекты на маршруте, исследованы рельеф, типы ландшафтов и флора, встречающиеся на маршруте.

Были составлены карты схемы будущей экологической тропы, проекты аншлагов, информационных стендов. Группа так же попыталась оценить отвечает ли данный маршрут требованиям необходимым для создания экологических троп. Все результаты исследования, отчеты были переданы в дирекцию Быстринского парка. Летом 2013 г. работы по обустройству тропы (расчистка, обустройство костровищ и прочее) были продолжены.

На основных объектах тропы – озерах Арбунат, Кетачан, Тымкыгыткын – намечается расположить костровища, туалеты, указатели, информационные стенды.

На озерах Арбунат и Тымкыгыткын планируется установить беседки. Через каждый километр пути предполагается расположить указатели с информацией о количестве пройденных километров и направлением дальнейшего движения. В начале, конце, а так же в наиболее примечательных местах маршрута будут установлены информационные стенды. Через каждый три километра предполагается расположить туалеты.

На маршруте планируется разбивка геоботанической площадки, рядом с которой будет находиться информационный стенд с описанием видов растений и степенью их обилия на этой площадке.

Доставка необходимых грузов для обустройства тропы будет осуществляться проложенным маршрутом с северной стороны Ичинского вулкана с помощью специальной техники, либо дорогой проложенной тракторами до кордона Дальний, начало которой восточнее Кетачанской тропы.

Одной из форм правильного отношения к природной среде является формирование понимания природных процессов через непосредственное ознакомление с естественной средой обитания животных и растительных сообществ.

Экологические тропы способствуют охране и защите особо охраняемых природных территория, необходимо реализовывать как можно больше проектов создания подобных троп.

Таким образом, создание экологической тропы к озеру Кетачан локализует антропогенную нагрузку на территорию, а также повысит уровень экологического просвещения у путешественников.

Литература

1. *Захлебный А.Н.* На экологической тропе (опыт экологического воспитания). – М.: Знание, 1986. – 122 с.
2. Национальный парк Йеллоустоун [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://prousa.ru/yellowstone> (дата обращения 20.02.2014).

УДК [639.2/.3:338.4](571.66)

ПРОБЛЕМЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКА КАМЧАТСКОГО КРАЯ И ЕГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

А.В. Андруцкий

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

Камчатка – один из самых неповторимых уголков нашей планеты, и помимо уникальной природы полуострова, в силу своего географического положения, издавна славится как запасами, так и большим разнообразием водных биологических ресурсов. В настоящее время рыбная промышленность Камчатского края – это, во-первых, обеспечение населения высококачественными экологически чистыми продуктами питания, во-вторых, это потенциал для улучшения социально-экономической ситуации в крае, в-третьих, это источник

пополнения регионального и федерального бюджетов. Оценивая масштабы и значимость этого вида промышленности для Камчатского края, можно сказать, что доля объема продукции рыбной отрасли в общем объеме промышленного производства здесь составляет более половины, а доля экспортного потенциала составляет более 90%. Число занятых в рыбной промышленности Камчатского края превышает половину от общего числа работающих промышленного производства региона. Безусловно, это ключевая отрасль полуострова. Для успешного и устойчивого ее функционирования и развития сначала следует обозначить некоторые наиболее острые проблемы рыбохозяйственного комплекса края, а также оценить современное состояние и социально-экономическое значение рыбной промышленности Камчатки.

На сегодняшний день Камчатский край является лидером среди субъектов Дальневосточного федерального округа и России в целом по объему добычи (вылова) водных биоресурсов и производства рыбо- и морепродукции. Доля Камчатского края в общем объеме добычи Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна составляет более 35%, Российской Федерации – около 25%. Общие допустимые уловы рыбы и морепродуктов на континентальном шельфе Камчатки оцениваются в пределах 2 млн т, что составляет более 65% промысловых запасов в Дальневосточном регионе. В прикамчатских водах ежегодно можно добывать от 110 до 250 тыс. т тихоокеанских лососей, около 1,7–1,8 млн т морских рыб, около 12 тыс. т беспозвоночных, 16 тыс. т водорослей, 100 т морских млекопитающих. Из этих ресурсов в промышленной эксплуатации находятся более 30 видов рыб, 15 видов промысловых беспозвоночных, 1 вид морских млекопитающих (северный морской котик), несколько видов водорослей. В Камчатском крае функционирует 178 предприятий, ведущих рыбохозяйственную деятельность с круглогодичным либо сезонным производственным циклом, однако в последнее время существует тенденция к их сокращению. В 2012 г. вылов достиг рекордного уровня за последние два десятилетия и составил по оперативным данным 1048 тыс. т. Динамика вылова с 2006 по 2012 гг. представлена на рис. 1.

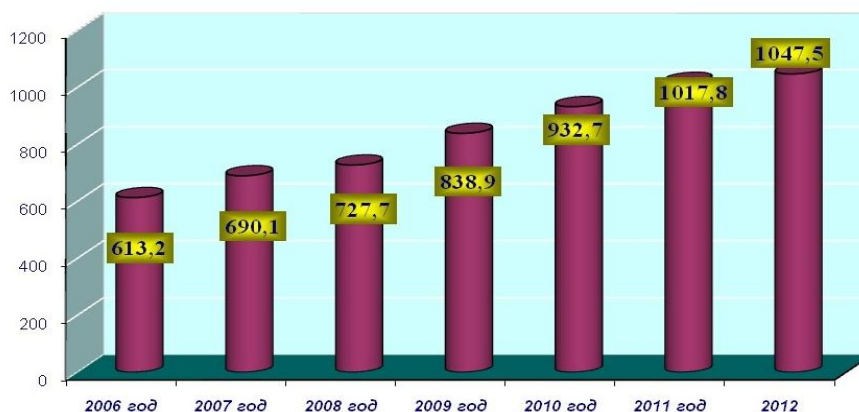


Рис. 1. Вылов водных биологических ресурсов предприятиями рыбохозяйственного комплекса Камчатского края в 2006-2012 годах, тыс. т

Предприятиям Камчатского края для освоения в целях промышленного и прибрежного рыболовства в 2012 г. было выделено 870 тыс. т водных биологических ресурсов, из которых освоено 752 тыс. т или 86% выделенного объема. Кроме того, по оперативным данным, добывающими организациями региона выловлено 284 тыс. т водных биоресурсов, отнесенных к объектам рыболовства, в отношении которых общий допустимый улов не устанавливается. Общий объем вылова как «квотируемых», так и «неОДУемых» водных биоресурсов в целях осуществления промышленного и прибрежного рыболовства в 2012 г. составил 1035 тыс. т. В целом (с учетом других направлений квот на добычу (вылов) водных биологических ресурсов, выделенных Камчатскому краю – любительское и спортивное рыболовство, КМНС, внутренние водоемы и пр., разрешенного прилова) на 01 января 2013 г. по оперативным данным выловлено 1048 тыс. т водных биоресурсов. Как уже было сказано, Камчатский край является лидером среди субъектов Дальневосточного федерального округа и России в целом по объему добычи (вылова) водных биоресурсов. Основными видами добываемых водных биологических ресурсов являются минтай, треска, сельдь, сайра, камбала, палтус, морской окунь, терпуг, тихоокеанский лосось. При этом наибольшую долю в вылове составляют тресковые виды рыб, в том числе минтай (в 2012 г.

добыто более 480 тыс. т). Второе место занимают лососевые виды рыб (в 2012 г. был достигнут рекордный вылов лососей за всю современную историю промысла – добыто более 250 тыс. т). В целях продолжения оказания мер государственной поддержки в 2012 г. была разработана и утверждена краевая целевая программа «Развитие рыбохозяйственного комплекса Камчатского края на 2013–2015 гг.». С целью создания условий для расширения ресурсной базы рыболовства посредством развития аквакультуры на территории края, учитывая лучший мировой опыт и неоспоримые положительные результаты в искусственном воспроизводстве лососей, достигнутые Японией, США, Сахалинской областью, а также высочайший водный потенциал региона для развития аквакультуры, Правительством Камчатского края было принято решение об определении стратегических направлений и конкретных мероприятий по развитию аквакультуры на территории края с учетом особенностей природно-ресурсного потенциала региона. Анализ, проведенный по государственному контракту профильным научно-исследовательским институтом, показал, что приоритетом развития аквакультуры на территории Камчатки должно стать создание рыбоводных хозяйств на небольших реках, с одной стороны, имеющих невысокую ценность для сохранения генофонда, а с другой, пригодных для восстановления промысловых стад, популяции которых существенно подорваны, и создания новых. По итогам проведенной НИР, разработан проект ДКЦП «Развитие аквакультуры на территории Камчатского края на 2013–2020 гг.», в рамках которого рассматривается возможность строительства 30 частных лососевых рыбоводных заводов, перспективных в плане создания ежегодной устойчивой сырьевой базы рыболовства. В случае привлечения частных инвестиций (порядка 3,9 млрд рублей), за счет средств краевого бюджета будет обеспечено субсидирование части затрат предприятий на уплату процентов по кредитным договорам и договорам лизинга. При условии полного завершения запланированных мероприятий указанной программы и выхода заводов на проектную мощность следует ожидать общего увеличения уловов тихоокеанских лососей примерно на 15–20 тыс. т [1].

Рыболовство является градо- и поселкообразующей отраслью Камчатки. Социальная значимость рыбохозяйственного комплекса Камчатского края состоит в обеспечении занятости населения, в первую очередь, в прибрежных районах полуострова, где он является одним из основных источников дохода населения, а также пополнения части краевого и федерального бюджетов. Численность занятых в рыбопромышленном комплексе составляет около 17 тыс. человек. На сегодняшний день рыболовство в регионе достаточно четко разделилось на два типа – прибрежное и экспедиционное, для каждого из которых характерны свои особенности. Экспедиционный промысел ведется, как правило, на значительном удалении от берега в пределах экономической зоны и обработка уловов происходит на судах в море. В последние годы происходит активное развитие прибрежного рыболовства. Задействован преимущественно маломерный флот, бригады берегового и подледного лова. Промысел проходит, как правило, на незначительном удалении от берега. Прибрежное рыболовство стимулирует развитие береговой и портовой инфраструктуры рыбохозяйственного комплекса Камчатского края, способствует развитию социальной сферы региона и создает дополнительные рабочие места [2].

Безусловно, в регионе существуют предпосылки для успешного развития рыбохозяйственного комплекса, однако имеют место быть некоторые проблемы. Современная ситуация в отрасли не позволяет максимально эффективно реализовать имеющийся природно-ресурсный и производственный потенциал отрасли. Кроме того, в настоящее время существуют тенденции антиустойчивости в развитии рыбной промышленности края, но справедливости ради стоит отметить, что с большинством из них, особенно в последнее время, активно борется правительство. Перечислим основные, на сегодняшний день наиболее актуальные проблемы рыбохозяйственного комплекса Камчатки.

1. Ресурсная база. Вытеснение камчатских предприятий в конкурентной борьбе за право получения квот на вылов водных биологических ресурсов в исключительной экономической зоне, территориальном море и внутренних водах, прилегающих к территории Камчатского края, неравномерное использование водных биоресурсов (чрезмерная промысловая нагрузка на наиболее востребованные ценные виды водных биоресурсов, и наоборот, недоосвоение квот по наиболее массовым видам), несоответствие промысловых мощностей по добыче водных биологических ресурсов ресурсной базе прилегающих районов промысла, так же в настоящее время не проводится достаточно научных исследований по открытию новых водных биоресурсов [2]. Перечисленные проблемы ведут к следующим последствиям. Во-первых, к дальнейшему уменьшению доли кам-

чатских рыбопромышленных предприятий в сравнении с предприятиями, которые зарегистрированы в других регионах РФ, что негативно скажется на социально-экономической ситуации в крае, уменьшатся налоговые поступления в местный бюджет. Неравномерное использование водных биоресурсов ведет к дисбалансу в экосистемах Камчатки, уменьшению запасов и в дальнейшем к полному исчезновению наиболее ценных видов этих ресурсов. Несоответствие промысловых мощностей по добыче водных биоресурсов ресурсной базе прилегающих районов промысла ведет к низкой экономической эффективности рыбной отрасли. Это одна из причин, которая вынуждает рыбопромышленников превышать квоты по наиболее ценным видам биоресурсов.

2. Флот. Значительный моральный и физический износ флота, отсутствие дешевых проектов высокопроизводительных судов отечественной постройки преимущественно среднего и малого (прибрежного) класса [2]. Возраст около 90% единиц флота рыбной отрасли составляет более 15 лет и около 65% – более 20 лет. Это малоэффективные, физически изношенные и морально устаревшие суда, построенные по проектам 60–80-х годов, имеющие крайне высокие показатели энергоемкости. По своим технико-эксплуатационным характеристикам они не отвечают современным требованиям. За последние годы приобретено значительное количество единиц старого флота зарубежной постройки в связи с его низкой стоимостью. Крайне неудовлетворительным является состояние вспомогательного флота, в том числе аварийно-спасательных судов. В последние годы сложилась тенденция увеличения численности несерийных судов [2]. Эта проблема ведет, прежде всего, к снижению рентабельности рыбной отрасли в связи с высокой энергоемкостью устаревших судов и издержками на их ремонт, во-вторых, может вести к ухудшению экологической ситуации в прикамчатских водах.

3. Рыбо-перерабатывающие мощности. Неполная загрузка мощностей сырьем, недостаточное присутствие круглогодичной переработки, низкая степень переработки сырья, недоиспользование мощностей береговых предприятий по выпуску готовой продукции, в том числе консервов, копчено-вяленой и соленой продукции, высокая официальная затратность производства, низкая прибыльность, низкие темпы обновления производственных фондов, медленное формирование рыночных (биржи, оптовые и розничные рынки) и финансовых (банки, страховые компании, инвестиционные фонды) структур, отсутствие доступных кредитов на модернизацию береговых перерабатывающих производств, отсутствие обновления имеющихся мощностей и внедрения новых технологий, в том числе глубокой переработки, рост цен на энергоносители, горюче-смазочные материалы, дизтопливо и прочие ресурсы производственного потребления [2]. В настоящее время ведутся работы по устранению части этих проблем. В 2013 г. состоялось 6 заседаний отраслевой группы Инвестиционного совета в Камчатском крае по развитию биоресурсного комплекса, на которых были рассмотрены 8 инвестиционных проектов. Одобрены следующие инвестиционные проекты:

- «Приобретение холодильного оборудования» (ООО «Тымлатский рыбокомбинат»);
- «Приобретение аппаратов скороморозильных плиточных АСМП-10АВ-УЗ производства ОАО «ГРАН» в количестве 4 шт.» (ООО Рыболовецкая артель «БЕЛОРЕЧЕНСК»);
- «Приобретение производственной линии переработки рыбы-сырца» (ООО «Вывенское»);
- «Приобретение комплекта оборудования для переработки рыбы-сырца» (ООО «Вывенское»);
- «Приобретение судна РС «Алексей Дымских» (ООО «Колхоз Октябрь»);
- «Приобретение и модернизация производственного технологического оборудования действующих объектов рыбоперерабатывающей инфраструктуры Закрытого акционерного общества «Хайрюзовский рыбоконсервный завод» (ЗАО «Хайрюзовский РКЗ») [3].

4. Браконьерство и коррупция. Наиболее сильный ущерб незаконный промысел наносит лососевым. В Камчатском крае неофициальный браконьерский (бытовой, криминальный и промышленный) вылов лососей по отдельным видам и отдельным бассейнам нерестовых рек превышает официальный вылов лососей в десятки (а порой и в сотни) раз [4]. Основным объектом этого незаконного промысла является не сама рыба, а красная икра, имеющая несравнимо большую ценность, чем мясо. Тушки рыб чаще всего просто выбрасываются. По собственным наблюдениям, браконьерство на Камчатке достигло таких масштабов, что зачастую в период нереста возле некоторых рек бывает трудно дышать от запаха разлагающихся тушек лососей, выброшенных браконьерами, также на берегах порой можно найти целые горы распотрошенных рыб. Не намного лучше дела обстоят и в экспедиционном рыболовстве. Широко распространена

практика превышения квот по наиболее ценным видам биоресурсов. Проблема браконьерства усугубляется случаями коррупции.

Таким образом, на сегодняшний день ситуация в рыбохозяйственном комплексе Камчатского края неоднозначна. С одной стороны, существуют очень хорошие предпосылки для успешного существования отрасли и ее устойчивого развития. На полуострове одни из лучших природных условий в России для осуществления промышленного рыболовства. Однако многие проблемы по-прежнему мешают правильному функционированию этой отрасли, прослеживаются тенденции антиустойчивости в развитии рыбохозяйственного комплекса Камчатки, но стоит заметить, что сегодня все-таки ведется деятельность по устранению некоторых из них, что внушает Камчатскому краю большие надежды.

Литература

1. Информация об итогах работы рыбохозяйственного комплекса Камчатского края в 2012 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kamchatka.gov.ru/?cont=oiv_din&mcont=4575&menu=4&menu2=0&id=169

2. Концепция долгосрочной краевой целевой программы «Развитие рыбохозяйственного комплекса Камчатского края на 2010–2012 гг.» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:EAhxxtCzU10J:www.informfish.ru/konceptiya_rybhoza_kamchatki_2010_2012_gody.doc+&cd=5&hl=ru&ct=clnk&gl=ru

3. Итоги реализации долгосрочной краевой целевой программы «Развитие рыбохозяйственного комплекса Камчатского края на 2013–2015 гг.» в 2013 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kamchatka.gov.ru/?cont=oiv_din&menu=4&menu2=0&id=169&oiv_id=4868

4. Электронный ресурс. Режим доступа: http://ecodelo.org/rossiyskaya_federaciya/dalnevostochnyy_fo/kamchatskiy_kray/25900-dat_brakoneram_boy-statia

УДК. 577.18:639.3

АНТИБИОТИКИ: ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПРЕБЫВАНИЯ В ОРГАНИЗМЕ РЫБ И ВЛИЯНИЕ НА ИХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС

В.Н. Валова

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
Владивосток*

В свое время (сороковые годы прошлого столетия) появление антибиотиков произвело революцию не только в медицине, но и в сельском хозяйстве. Чуть позже их начали активно применять и аквакультуре, особенно в рыбоводстве. При этом не определялись длительность пребывания антибиотиков в организме рыб и их остаточное содержание в товарной продукции, поступающей на рынок.

Анализ гистологических препаратов выявил влияние антибиотиков на состояние печеночной паренхимы у используемых в эксперименте трехлеток амурского осетра. Несмотря на достаточно короткий срок применения антибиотиков, практически во всех вариантах с ними, наблюдалось развитие патоморфологических изменений в печеночной паренхиме, носящих обратимый характер. Исследования состояния селезенки трехлеток амурского осетра показали наличие патоморфологических изменений в ретикулярной строме селезенки, повлекшие снижение функции кроветворения и, следовательно, снижение иммунофизиологического статуса рыб.

У молоди, получавшей корма с антибиотиками, выявлены патоморфологические изменения в форменных элементах крови, в частности в эритроцитах, такие, как анизцитоз, пойкилоцитоз, гипохромазия, гемолиз эритроцитов, кариорексис.

Выявлены патоморфологические изменения в клетках белой крови: появление пенистых клеток, свидетельствующих о нарушении липидного обмена, увеличение размеров и зернистости цитоплазмы нейтрофилов, гиперсегментация ядер сегментоядерных нейтрофилов. В лейкограмме отмечалось увеличение доли эозинофилов, которые наравне с лимфоцитами составляли основную массу форменных элементов белой крови. Доля эозинофилов во всех вариантах кормов с добавкой антибиотиков превышала верхний предел нормы (9%) для осетровых рыб в два и более раза, что говорит о развитии аллергической реакции у

рыб и снижении их иммунного статуса. Следовательно, используемая для введения в корм доза антибиотиков накапливалась в организме рыб, вызывая специфический иммунный ответ.

По данным химического анализа, проведенного в Аналитическом научно-испытательном центре ФГУП «ТИНРО-Центр», у трехлеток амурского осетра антибиотики не обнаруживались в организме рыб уже через 15 дней после окончания кормления рыб кормами, содержащими антибиотики. Через 47 дней после прекращения кормления рыб кормами содержащими антибиотики, физиологическое состояние рыб пришло в норму.

В современном мире антибиотики являются основным средством для лечения бактериальных инфекций, как у людей, так и у животных. Однако появление все новых и более сильных антибиотиков приводит к тому, что бактерии эволюционируют, приобретая при этом способность не только противостоять действию и присутствию антибиотика, который ранее их убивал, но и даже начинают размножаться в его присутствии, что говорит об усилении их устойчивости (резистентности). В настоящее время устойчивость к антибиотикам представляет серьезную и усугубляющуюся международную проблему общественного здравоохранения. Применение антибиотиков в различных отраслях сельского хозяйства, здравоохранения, аквакультуры оказывает влияние на всех. Использование антибиотиков для одного индивидуума может привести к появлению резистентных штаммов, которые впоследствии передадутся другим и со временем данные штаммы могут распространиться по всей планете, вызвав пандемию глобальных масштабов. В связи с этим, антибиотики иногда называют социальным лекарством (*societal drugs*), признавая возможные глобальные последствия индивидуального решения использовать антибиотики.

Тревожная тенденция роста резистентности к антибиотикам неудержима, а генные мутации и перенос генов у бактерий предупредить невозможно, поэтому усилия по сдерживанию распространения среди бактерий устойчивости к антибиотикам следует сосредоточить в двух направлениях:

- сокращению неоправданного применения антибиотиков и всемерное содействие их рациональному использованию, так чтобы свести к минимуму формирование резистентности;
- прерывание передачи антибиотикорезистентных штаммов между индивидуумами в сообществах путем инфекционного контроля, а также осуществления профилактических мероприятий, включая вакцинацию, гигиену и биобезопасность.

В инфекционной патологии рыб основное место занимают бактериальные заболевания, в связи с чем, разработка мероприятий по борьбе с ними и профилактике всегда уделялось основное внимание. В свое время благодаря антибиотикам в рыбоводстве были достигнуты определенные успехи. Одновременно с лечебным действием антибиотиков было выявлено, что добавление субмикроческих доз антибиотиков в корма вызывает стимуляцию роста рыб, что и начало широко использоваться в рыбоводной практике. Успехи же антибакотерапии привели к тому, что они стали широко применяться в качестве профилактических средств. В результате бесконтрольное применение антибиотиков в рыбоводстве привело к резкому снижению их эффективности, нарушению экосистем и микробиоценозов со всеми вытекающими последствиями. При этом не определялись длительность пребывания антибиотиков в организме рыб и их остаточное содержание в товарной продукции, поступающей на рынок. Известно, что потребляемые человеком остаточные дозы антибиотиков вместе с пищевыми продуктами могут повышать резистентность условно патогенной и патогенной микрофлоры в организме человека, ослабляя при этом иммунную систему. Результатом этого служит появление новых штаммов уже известных бактерий, обладающих более высокой устойчивостью к антибиотикам и с более высокой вирулентностью. В связи с этим необходимо ужесточение контроля над содержанием антибиотиков в пищевой продукции, в частности продукции аквакультуры, и разработка способов определения минимальных остаточных доз антибиотиков. Для этого необходимо знание продолжительности нахождения антибиотиков в теле объектов аквакультуры и периода их полного выведения из организма животных.

Цель работы – определение продолжительности нахождения антибиотиков в мускулатуре рыб после проведения профилактических мероприятий и использование их влияния на организм осетровых рыб.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

– провести экспериментальное кормление рыб кормами с добавками антибиотиков разных групп;

– оценить влияние антибиотиков на физиологический статус рыб;

– определить период, в течение которого антибиотики полностью выводятся из организма рыб.

Экспериментальные работы проводились на НИС Лучегорская ФГУП «ТИНРО–Центр».

Объектом исследования служили трехлетки амурского осетра, выращиваемые в садках. Эксперимент проводился в бассейнах в рыбноводном цехе. Молодь амурского осетра по 25 экз. была рассажена в 8 бассейнов, емкость каждого составляла $2 \times 2 \times 1,2 \text{ м} = 5 \text{ м}^3$, объем воды – 4 м^3 . Плотность посадки составила 6 экз./ м^2 , проток воды составлял не менее 30 л/мин. Для кормления рыб использовался стандартный корм, изготовленный на экспериментальном участке ФГУП «ТИНРО–Центр», собственной рецептуры. Антибиотики вводились рыбам в качестве добавки к корму. В корм в виде водно-жировой эмульсии вводили следующие антибиотики: тетрациклин – в качестве стандартного антибиотика, используемого в отечественном рыбноводстве [1]; гентамицин – применяемый в период нерестовой кампании на НИС Лучегорская ФГУП «ТИНРО–Центр» и антибак, также применяемый на НИС Лучегорская в качестве профилактического и лечебного средства. Все антибиотики вводились в корма в дозе 200 мг/кг корма. Кормление рыб производилось 6 раз в сутки по поедаемости, во избежание потери кормов в течение 5 дней, после чего рыб перевели на обычный стандартный корм, который использовался в контроле.

Для оценки физиологического состояния рыб использовались методы гематологического анализа и гистологический анализ печени. Исследовались следующие показатели крови: общее число эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, СОЭ, общее количество гемоглобина в периферической крови, гематокрит, МСН, МСV, МСНС, цветной показатель (Color index), лейкоцитарная формула крови, наличие патоморфологических изменений в клетках красной и белой крови.

Состояние печеночной паренхимы оценивалось визуально при вскрытии рыб и на гистологических препаратах, где оценивалось состояние печеночной паренхимы, нарушение микроциркуляции, наличие патологических изменений в печеночной паренхиме в виде некробиотических изменений, отложения гранул цероида, наличия некрозов, изменений стенок сосудов, гиперплазия клеток печеночной паренхимы, наличие признаков липоидной дегенерации печени. Также оценивалось состояние селезенки и поджелудочной железы.

Обработка гематологического и гистологического материала проводилась по общепринятым методикам [2–4]. Регулярно проводился отбор проб для выявления антибиотиков в мускулатуре рыб.

В ходе исследований были получены следующие результаты (табл. 1).

При исследовании мазков крови у молоди, получавшей корма с антибиотиками, отмечались патоморфологические изменения в форменных элементах крови, в частности в эритроцитах, такие, как анизоцитоз, пойкилоцитоз, гипохромазия, гемолиз эритроцитов, кариорексис. Также отмечались патоморфологические изменения в клетках белой крови: появление пенистых клеток, свидетельствующих о нарушении липидного обмена, увеличение размеров и зернистости цитоплазмы нейтрофилов, гиперсегментация ядер сегментоядерных нейтрофилов. В лейкограмме отмечалось увеличение доли эозинофилов, которые наравне с лимфоцитами составляли основную массу форменных элементов белой крови. Доля эозинофилов во всех вариантах кормов с добавкой антибиотиков превышала верхний предел нормы (9%) для осетровых рыб в два и более раза, что говорит о развитии аллергической реакции и у рыб и снижении их иммунного статуса. Следовательно, используемая для введения в корм доза антибиотиков накапливалась в организме рыб, вызывая специфический иммунный ответ. Анализ гистологических препаратов выявил влияние антибиотиков на состояние печеночной паренхимы у используемых в эксперименте трехлеток амурского осетра. Известно [5–8], что развитие липоидной дегенерации печени легкой степени у рыб при искусственном разведении выявляется постоянно, поскольку искусственные корма никогда не будут полностью соответствовать потребностям рыб и по аминокислотному составу будут отличаться от естественной пищи. Поэтому наблюдаемые в контроле изменения в печеночной паренхиме в виде легкой степени липоидной дегенерации печени можно принять за норму. Несмотря на достаточно короткий срок применения антибиотиков, практически во всех вариантах с ними наблюдалось развитие патоморфологических изменений в печеночной паренхиме, носящих обратимый характер. Печень рыб активно участвует не только в детоксикации поступающих извне токсических веществ (в данном случае антибиотики), но и в процессах кро-

ветворения. Поэтому нарушения, выявленные в печени, свидетельствовали о накоплении в организме рыб достаточного количества антибиотиков, вызывающего нарушение микроциркуляции и инфильтрацию эозинофилами печеночной паренхимы, прилегающей к кровеносным сосудам и капиллярам печени и, как следствие этого, снижение функции кроветворения. Исследования состояния селезенки трехлеток амурского осетра показали наличие патоморфологических изменений в ретикулярной строме селезенки, повлекшие снижение функции кроветворения (табл. 1), что повлекло за собой снижение иммунного статуса рыб.

По данным химического анализа, проведенного в Аналитическом научно-испытательном центре ФГУП «ТИНРО-Центр» у трехлеток амурского осетра антибиотики не обнаруживались в организме рыб уже через 15 дней после окончания кормления рыб кормами, содержащими антибиотики. Результаты анализа физиологического состояния трехлеток амурских осетров, проведенные перед зимовкой (спустя 47 дней после окончания кормления антибиотиками), показали отсутствие патоморфологических изменений в печени и селезенке, за исключением легкой степени липоидной дегенерации печени (норма). Показатели крови также нормализовались, что свидетельствует о полном выведении антибиотиков из организма рыб.

Таблица 1

Результаты оценки физиологического состояния трехлеток амурского осетра после лечебно-профилактического кормления кормами содержащими антибиотики

Показатели	Начало кормления 05.09.2013 г.	Окончание кормления 11.09.2013 г.			
		Контроль	Корм+тетрациклин	Корм+гентамицин	Корм+антибак
Общее число эритроцитов, млн/мкл	1,289±0,09	1,450±0,07	1,033±0,06	0,948±0,06	1,098±0,07
Общее число лейкоцитов, тыс./мкл	43,10±0,28	42,70±0,30	41,60±0,45	40,50±1,24	42,40±0,58
Общее число тромбоцитов, тыс./мкл	81,51±3,24	90,30±1,89	107,60±6,13	113,50±2,77	103,30±5,16
Гемоглобин, г/л	87,50±2,74	86,80±4,15	85,30±2,80	89,10±5,46	82,30±5,19
СОЭ (скорость оседания эритроцитов), мм/час	2,30±0,50	5,90±0,97	5,40±0,54	10,00±1,76	6,30±1,85
Гематокрит, об.%	36,90±1,90	45,40±4,18	42,00±0,94	38,60±2,40	46,20±2,09
МСН (содержание гемоглобина в 1 эритроците), пг	70,64±4,70	60,98±4,66	75,25±9,14	98,49±7,69	77,15±6,02
МСНС (концентрация гемоглобина в 1 эритроците), г%	24,23±1,44	21,75±3,52	20,35±0,64	23,25±0,64	18,07±1,23
MCV (средний объем 1 эритроцита), мкм ³	302,11±27,15	323,54±41,44	417,44±24,48	426,92±33,39	443,27±44,67
CI(Color index)	2,12±0,14	1,84±0,14	2,56±0,19	2,96±0,23	2,31±0,18
Состояние печени	Цвет печени светло-коричневый, ткань плотная без кровоизлияний, на препаратах наблюдаются признаки липоидной дегенерации печени характерные для питания искусственными кормами	Цвет печени светло-коричневый, ткань плотная без кровоизлияний, поверхность печени гладкая, на препаратах признаки легкой степени липоидной дегенерации печени связанные с питанием искусственными кормами	Цвет печени бледный, светло-коричневый с кровоизлияниями, на препаратах ткань печени напоминает ажурную сетку, картина характерная для липоидной дегенерации печени средней тяжести (последствия скармливания тетрациклина).	Цвет печени бледный, у отдельных особей мраморный с кровоизлияниями, Наблюдаются признаки липоидной дегенерации печени средней тяжести, встречаются участки нарушения микроциркуляции с инфильтрацией лейкоцитами	Цвет печени бледный с кровоизлияниями, ткань печени рыхлая, у отдельных особей консистенция мажущаяся, отмечаются признаки липоидной дегенерации печени средней тяжести, встречаются участки некробиотических изменений и нарушение микроциркуляции.

Показатели	Начало кормления 05.09.2013 г.	Окончание кормления 11.09.2013 г.			
		Контроль	Корм+тетрациклин	Корм+гентамицин	Корм+антибак
Состояние селезенки	Ткань селезенки плотная, цвет красный однородный, на препаратах наблюдается наполнение ретикулярной ткани красной и белой пульпы форменными элементами крови	Ткань селезенки плотная, цвет красный однородный, на препаратах наблюдается наполнение ретикулярной ткани красной и белой пульпы форменными элементами крови	Ткань селезенки неоднородная, пятнистая, селезенка увеличена в размерах, на срезе цвет неоднородный, пятнистый, кровенаполнение слабое, на срезах наблюдается липоидное перерождение ретикулярной ткани красной и белой пульпы	Селезенка увеличена в размерах, имеет неоднородную пеструю окраску, на разрезе ткань селезенки неоднородная, пестрая, на препаратах напоминает ажурную сетку, наполнение форменными элементами крови слабое, что свидетельствует о снижении ее кроветворной функции	Селезенка увеличена в размерах, имеет пеструю неоднородную окраску, на срезе ткань селезенки неоднородная, пестрая, на препаратах напоминает ажурную сетку, кровенаполнение слабое, снижена кроветворная функция, из форменных элементов крови основная доля приходится на лимфоциты и эритроциты

Литература

1. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб в 2-х ч. – М.: Отд. маркетинга АМБ-АГРО, 1998. – ч. 1. – 310 с. – ч. 2 – 234 с.
2. Ромейс Б. Микроскопическая техника. – М.: Изд-во Иностранной литературы, 1954. – 712 с.
3. Иванова Н.Т. Атлас клеток крови. – М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1984. – 184 с.
4. Лили Р. Патогистологическая техника и практическая гистохимия. – М.: Мир, 1969. – 624 с.
5. Валова В.Н. Алиментарные болезни рыб теоретические и практические аспекты // Аквакультура Европы и Азии: реалии и перспективы развития и сотрудничества: Матер. междунар. науч.-практ. конф. Улан-Удэ, оз. Байкал, 1–7 августа 2011 г. – Тюмень: ФГУП Горыбцентр, 2011. – С. 34–37.
6. Валова В.Н. Характеристика физиологического состояния молоди тихоокеанских лососей при выращивании на комбикормах: Дис. ... канд. биол. наук. – М.: ВНИИПРХ, 1999. – 172 с.
7. Валова В.Н. Алиментарные патологии при садковом выращивании различных видов и гибридных форм осетровых рыб в условиях тепловодного хозяйства // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: матер. и докл. междунар. симпозиума (16–18 апреля 2007 г., г. Астрахань) – Астрахань: изд-во ФГТУ, 2007. – С. 442–445.
8. Мирзоева Л.М. Алиментарные болезни рыб // Рыбохозяйственное использование водоемов: обзорная информация ВНИЭРХ. – М. – 1990. – Вып. 4. – 66 с.

УДК. 639.371.1.07:579.6

ПРОБИОТИКИ КАК ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЖИЗНЕСТОЙКОСТИ МОЛОДИ КЕТЫ, ВЫПУСКАЕМОЙ ЛОСОСЕВЫМИ РЫБОВОДНЫМИ ЗАВОДАМИ

В.Н. Валова

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
Владивосток*

В работе приводятся результаты испытания сухой культуры *Lactobacterium acidophilum*, вводимой в корм в виде водно-жировой эмульсии в трех разных дозировках. В ходе эксперимента было выявлено положительное влияние всех дозировок пробиотика и выбрана оптимальная доза.

Установлено, что добавка пробиотика нивелирует влияние несбалансированных кормов на организм молоди кеты, снижает процент отхода и процент рыб, имеющих признаки алиментарной патологии. Также в результате скармливания молоди кеты кормов, содержащих добавку пробиотика, снижается кормовой коэффициент, увеличивается эффективность корма и увеличивается абсолютный прирост массы тела.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать для использования на лососевых рыбоводных заводах пробиотика, содержащего штамм *Lactobacterium acidophilum*, в качестве лечебно-профилактического средства, повышающего жизнестойкость выпускаемой молоди.

Поиск путей повышения жизнестойкости выпускаемой заводами молоди лососевых в настоящее время становится все более актуальным ввиду сокращения численности природных популяций, особенно в Приморском крае. Выпуск заводами неполноценной, не жизнестойкой молоди, при изъятии из естественного воспроизводства значительного количества производителей и очень низким процентом возврата половозрелых особей приводит к деградации естественных популяций. В настоящее время в промышленном рыбоводстве возрастает роль индустриальных технологий выращивания. Современные технологии (выращивание рыбы в бассейнах, в садках, в установках с замкнутым циклом водоснабжения) способствуют получению больших объемов продукции. В то же время возникает опасность вспышек различных заболеваний, как инфекционной, так и алиментарной природы, что связано с высокими плотностями посадки рыбы, органическим загрязнением воды и другими стресс-факторами, неизбежными при использовании индустриальных методов выращивания.

При этом следует отметить, что использование стандартных методов борьбы с болезнями рыб в условиях современных рыбохозяйственных предприятий зачастую затруднительно. Применение же антибиотиков не всегда оправданно, так как многие штаммы микроорганизмов очень быстро вырабатывают резистентность к различным препаратам.

Следовательно, в рыбоводстве возникает потребность в препаратах, способных повышать иммунитет организма, подавлять активность патогенной микрофлоры и выводить токсины из организма. Такими препаратами являются пробиотики. Есть опыт применения в рыбоводстве препаратов этой группы, созданных на основе лактобактерий и *Bacillus subtilis* [1]. Их применение способствует восстановлению и нормального физиологического состояния пищеварительного тракта рыб, повышению иммунитета организма на основе симбиотических отношений бактерий определенных штаммов и хозяина.

Первые эксперименты по испытанию пробиотика (штамм молочнокислых бактерий), были проведены на Рязановском экспериментальном рыбоводном заводе (ЭПРЗ) (Приморский край) в 1988-1990 гг. и были получены положительные результаты. В то время в корм (непосредственно перед его скармливанием рыбам) в виде водно-жировой эмульсии вводили живую культуру молочнокислых бактерий вместе со средой, в которой их выращивали (жидкая культура).

Цель данной работы – повышение жизнестойкости молоди кеты выращиваемой в условиях Рязановского ЭПРЗ путем введения в корм сухой пробиотической добавки *Lactobacterium acidophilum*.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- провести экспериментальное кормление рыб согласно прилагаемой схеме для выявления оптимальной дозировки;
- оценить физиологическое состояние молоди кеты при кормлении кормами с добавкой пробиотика и в контроле.

Испытания пробиотической добавки, содержащей штамм кисломолочных бактерий *Lactobacterium acidophilum*, проводилось на Рязановском ЭПРЗ (Приморский край) в весенний период 2013 г. В качестве объекта исследований служила молодь кеты *Oncorhynchus keta* (Walb.). Молодь кеты после перехода «на плав» была рассажена в аппараты Аткинса, разделенные шандорами надвое по 1000 экз. в каждую половину (плотность посадки составила 10000 экз./м². Проток воды составлял 20 л/мин. Схема проведения эксперимента представлена на рис. 1.



Рис. 1. Схема проведения эксперимента с добавкой пробиотика (штамм бактерий *Lactobacterium acidophilum*)

Эксперимент проводился в 2 повторностях. Пробиотик содержащий штамм *Lactobacterium acidophilum* вводился в корм за 1 час до скармливания рыбам в виде водно-жировой эмульсии в дозировке 5%, 10% и 15%.

В ходе эксперимента оценивались следующие показатели: абсолютный прирост, кормовые затраты, эффективность кормов, физиологическое состояние рыб по результатам гематологического анализа и анализа состояния пищеварительной системы рыб. Обработка материалов гематологического и гистологического анализов проводилась по общепринятым методикам [2–4]. Все материалы обработаны статистически при помощи пакета Excel.

Результаты, полученные в ходе проведенных исследований, представлены в табл. 1. Согласно полученным данным наиболее эффективной оказалась дозировка 10% пробиотика. Эффективность корма в варианте с 10% пробиотика оказалась на 11,77% выше, чем в контроле. Самая низкая эффективность корма при сравнении вариантов 2, 3, 4 оказалась в варианте 4 (на 2,48% ниже, чем в варианте 3 и на 1,82% ниже, чем в варианте 2). Однако 2 и 4 варианты по эффективности корма превышали контроль на 11,20% и 9,52% соответственно. Кормовой коэффициент наиболее низким оказался в вариантах 2 и 3, где имел одинаковое значение за счет более высокого отхода молоди в варианте 2. Наиболее высоким в вариантах 2, 3, 4 кормовой коэффициент оказался в варианте 4. Однако во всех вариантах с добавкой пробиотика (штамм *Lactobacterium acidophilum*) кормовые коэффициенты были ниже, чем в контроле на 16,67%, 16,67% и 8,66% соответственно.

Таблица 1

Результаты испытания добавки пробиотика, содержащего штамм бактерий *Lactobacterium acidophilum*

Показатели	Варианты кормов			
	1	2	3	4
Период, сутки	40	40	40	40
Средняя масса:				
начало	0,41	0,41	0,41	0,41
конец	0,75	0,77	0,79	0,81
Отход, %	2,50	2,60	2,10	4,00
Кормовой коэффициент, г/г прироста	1,05	0,90	0,90	0,93
Эффективность корма, %	93,70	105,52	106,20	103,56
Абсолютный прирост, г	0,34	0,36	0,38	0,4
Гемоглобин, г/л	41,00	54,00	62,00	51,00
СОЭ, мм/час	5,00	3,00	2,00	3,00
Общее число эритроцитов, млн/мкл	1,02	1,08	1,18	1,05
Юные эритроциты, %	48,00	35,00	32,00	36,00
Зрелые эритроциты, %	52,00	65,00	68,00	64,00
Общее число лейкоцитов, тыс./мкл	3,20	3,00	2,00	2,40
Эозинофилы, %	6,10	4,50	2,50	5,40
Палочкоядерные нейтрофилы, %	6,80	5,30	5,50	6,20
Сегментоядерные нейтрофилы, %	4,00	4,90	5,40	4,20
Моноциты, %	2,600	2,20	1,90	2,10
Лимфоциты, %	80,50	83,10	84,70	82,10
Общее число тромбоцитов, тыс./мкл	3,20	3,00	2,00	2,40
Липоидная дегенерация печени, %	53,00	30,00	10,00	35,00
Патоморфологические изменения в желудке, %	35,00	20,00	0	21,00
Патоморфологические изменения в кишечнике, %	28,00	14,00	0	16,00

Анализ физиологического состояния молоди показал следующее. При вскрытии рыб из контрольных вариантов визуальное обследование внутренних органов у всех исследованных рыб выявило наличие патоморфологических изменений в печени, которая имела бледную, желтоватую с кровоизлияниями окраску, кишечник у большинства исследованных рыб (35%) гиперимирован, в нем был обнаружен экссудат зеленовато-желтого цвета, желчный пузырь увеличен. На препаратах у 53% была обнаружена липоидная дегенерация печени средней степени тяжести, при которой ткань печени напоминает ажурную сетку, а пустоты на месте экстрагированных липидов занимают около 50% цитоплазмы гепатоцитов. При этом ядра сдвигаются на периферию клетки, однако границы клетки сохраняются. Развитие липоидной дегенерации печени у части исследованных рыб (табл. 1) сопровождалось патоморфологическими изменениями в желудке (развитие гастритоподобных изменений, характерных для хронического гастрита с атрофией фундальных желез) и патоморфологическими изменениями в

кишечнике (отек и отслоение эпителиальной выстилки слизистой оболочки, образование микроэрозий и развитие клостомозов). Болезнь носит хронический обратимый характер.

Гематологические показатели подтверждают диагноз (табл. 1). Сдвиг ядерного индекса влево (увеличение доли палочкоядерных нейтрофилов) носит регенераторно-дегенеративный характер и характеризуется увеличением доли палочкоядерных нейтрофилов с признаками дегенерации (вакуолизация цитоплазмы, токсикогенная зернистость), которые являются признаками токсического воздействия. Это подтверждается увеличением доли эозинофилов в лейкограмме характерной для кумулятивного политоксикоза. Также наблюдались патоморфологические изменения в клетках красной крови, такие как анизоцитоз, пойкилоцитоз, кариорексис, гипохромазия, появление шистоцитов (безъядерные эритроциты).

Развитие липоидной дегенерации печени у молоди кеты спровоцировано скормливанием молоди несбалансированных кормов по основным питательным компонентам кормов не соответствующих потребностям рыб.

В вариантах 2, 3, 4 состояние печени значительно лучше. В вариантах 2 и 4 у всей исследованной молоди отмечалось присутствие липоидной дегенерации печени легкой степени тяжести, признаки которой выявлялись при визуальном исследовании (печень имела равномерную очень бледную розовую окраску, граничащую с белой). У 30% исследованных рыб в варианте 2 и у 35% в варианте 3 печень имела светло-желтую окраску, являющуюся одним из характерных симптомов липоидной дегенерации печени средней степени тяжести. Однако на поверхности органов кровозлияний не отмечалось, ткань печени была плотной. На препаратах выявлялась легкая степень тяжести липоидной дегенерации печени и средняя степень тяжести. Болезнь носила обратимый характер, однако у 20% (вариант 2) и 21% (вариант 4) наблюдались патоморфологические изменения в стенке желудка и кишечника, сходные с таковыми в контрольных вариантах.

У всей молоди с характерными признаками липоидной дегенерации наблюдались патоморфологические изменения в клетках белой и красной крови, сходные с таковыми в контрольных вариантах.

При вскрытии у 90% исследованных рыб печень в варианте 3 имела характерную яркую красно-коричневую окраску. На препаратах в гепатоцитах отмечалась повышенная зернистость цитоплазмы за счет очень мелких капель и гранул липидов, однако при переходе в морскую воду и смене питания данная патология нивелируется. Однако у 10% исследованных рыб при вскрытии были обнаружены характерные симптомы развития липоидной дегенерации печени средней тяжести, носящей хронический, но обратимый характер, что подтвердилось на гистологических препаратах. Однако смена питания после выпуска (переход на питание естественной пищей) сгладит симптоматику, поскольку у всех исследованных рыб данная болезнь не сопровождалась патоморфологическими изменениями в пищеварительном тракте. Состояние белой и красной крови было близко к параметрам рыбоводно-физиологического стандарта [5, 6].

При проведении испытаний штамма молочнокислых бактерий р. *Lactobacterium* в качестве лечебно-профилактической добавки в 80-х гг. прошлого столетия при разработке мероприятий по повышению жизнестойкости и лечению алиментарных болезней, выпускаемой с лососевых рыбоводных заводов молоди тихоокеанских лососей, в частности кеты [5, 7], были выяснены бактериальные свойства данного пробиотика. Данные микробиологического анализа показали, что при добавлении штамма *Lactobacterium acidophilum* к культурам патогенных для лососевых рыб бактерий, через 2 суток наблюдалось полное их исчезновение и на средах оставались только колонии *Lactobacterium acidophilum*. Следовательно, при введении в корм данная кормовая добавка проявила способность подавлять рост колоний и уничтожать самих патогенных бактерий.

Согласно анализу данных, полученных в ходе эксперимента, лучшие рыбоводно-физиологические показатели оказались в варианте с 10% добавкой *Lactobacterium acidophilum*. У всей исследованной молоди в вариантах 2, 3, 4 было выявлено присутствие серотонинсодержащих клеток в кишечнике и желудке, свидетельствовавших о достижении молодью кеты состояния смолтификации. В контроле, несмотря на экстерьер смолтов, у 53% исследованных рыбне выявлено наличие серотонинсодержащих клеток в эпителиальной выстилке желудка и кишечника, что говорит о неготовности молоди кеты к переходу в морскую воду.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Пробиотик, содержащий штамм *Lactobacterium acidophilum*, при введении его в виде водно-жировой эмульсии в корм для молоди кеты, повышает жизнестойкость выпускаемой молоди независимо от дозировки.

2. Оптимальная доза введения пробиотика, содержащего штамм *Lactobacterium acidophilum* в корм составляет 10 г/кг корма (10%). При этом улучшается состояние печени и пищеварительного тракта, улучшается иммунно-физиологический статус молоди и снижается процент не смолтифицированной молоди.

3. Необходимо рекомендовать введение данного пробиотика в корма для молоди тихоокеанских лососей в качестве лечебно-профилактической добавки для повышения иммунно-физиологического статуса рыб выпускаемых в естественные водоемы с целью восстановления численности природных популяций.

Литература

1. Репина Н. Н., Нечаева Т. А., Соколов А. Д. Опыт применения препаратов Ветом в промышленном рыбоводстве // Садковое рыбоводство. Технология выращивания. Кормление рыб и сохранение их здоровья: Матер. науч. конф. – Петрозаводск, 2008. – С. 85 – 88.

2. Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 184 с.

3. Лили Р. Патологическая техника и практическая гистохимия. – М.: Мир, 1969. – 624 с.

4. Ромейс Б. Микроскопическая техника. – М.: Изд-во Иностран. литература, 1954. – 712 с.

5. Валова В.Н. Характеристика физиологического состояния молоди тихоокеанских лососей при выращивании на искусственных кормах: Дис. ... канд. биол. наук. – М.: ВНИИПРХ, 1999. – 172 с.

6. Валова В.Н. Рыбоводный стандарт молоди кеты // Рыбоводство и рыболовство. – 2000. – № 4. – С. 23.

7. Валова В.Н. Профилактика и лечение алиментарных заболеваний у тихоокеанских лососей // Рыбное хозяйство. – 1998. – Т. 2. – С. 46–47.

УДК [639.216.1.053.1:551.465.6](261.4)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ МОРЯ ИРМИНГЕРА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОКУНЯ-КЛЮВАЧА В СЛОЕ 0–500 М

Г.П. Ванюшин, Т.В. Булатова, С.П. Мельников

*Всероссийский научный исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Москва*

В данной работе приведены результаты сравнительного анализа влияния температуры поверхности океана на распределение окуня-клювача в море Ирмингера.

Введение

Окунь-клювач (*Sebastes mentella*) – один из ценнейших промысловых объектов моря Ирмингера. Сложные нерестовые и нагульные миграции, совершаемые данным гидробионтом в течение годового жизненного цикла, послужили причиной проведения сравнительного анализа влияния ТПО на распределение сырьевой базы окуня-клювача в море Ирмингера.

Авторы использовали данные спутникового мониторинга температуры поверхности океана (ТПО) в качестве предикторов при определении численности и пространственного распределения окуня-клювача моря Ирмингера в слое 0–500 м.

В статье представлены предварительные результаты совместного анализа полей ТПО (по данным спутникового мониторинга) и полей обитания окуня-клювача в море Ирмингера (по результатам международных ихтиологических акустических съемок), согласованных в пространстве и времени.

Материал и методика

ФГУП «ВНИРО» создал многолетнюю непрерывную базу данных ТПО Северной Атлантики на основе комплексного анализа материалов ежесуточной инфракрасной съемки в цифровом ви-

де с метеорологических искусственных спутников Земли (ИСЗ) серий «NOAA» и «Meteosat», а также квазисинхронных данных с судов, буев и береговых станций, поступающие из Центра Мировых данных (г. Москва). Для обработки спутниковых ИК-данных при восстановлении температуры моря использовалась пятиканальная методика обработки материалов съемки с ИСЗ серии «NOAA» и гистограммный метод для ИСЗ серии «Meteosat» [1].

На основе данных дистанционного мониторинга за недельный период осуществляется формирование интегральной цифровой матрицы, служащей основой для построения карт ТПО недельной дискретности. Карты недельной дискретности, в свою очередь, являются базовым картографическим материалом для построения карт большей временной дискретности (месяц, сезон, год и т.д.) (рис. 1).

Используемые в данной работе данные международных ихтиологических акустических съемок распределения окуня-клювача в слое 0–500 м в период июнь–июль 2001–2011 гг. (нечетные годы) (ICES NEAFC-WGRS) были приведены к сопоставимым картографическим масштабам с картами ТПО (рис. 2). Для сравнительного анализа полей ТПО и полей распределения окуня-клювача в акватории моря Ирмингера была выделена реперная зона. В ее границах был произведен расчет (для статистических квадратов $1^\circ \times 1^\circ$) относительных величин отраженного скоплениями окуня сигнала SA ($\text{м}^2/\text{миля}^2$) (рис. 3) и средних температур с точностью $0,1^\circ\text{C}$ для сроков каждой съемки (рис. 4).

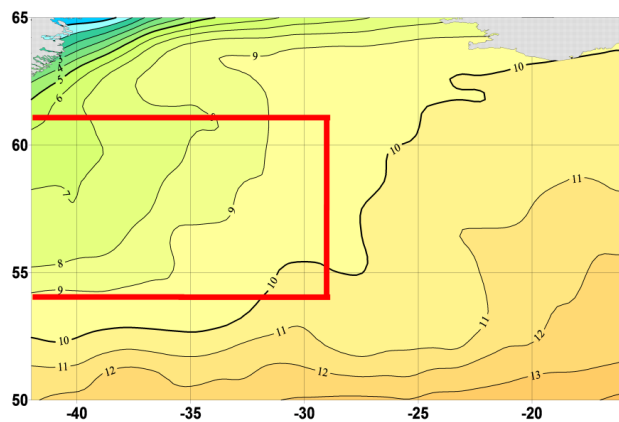


Рис. 1. Пример карты среднеемесячных значений ТПО моря Ирмингера (июнь 2013 г., красной линией выделена реперная зона)

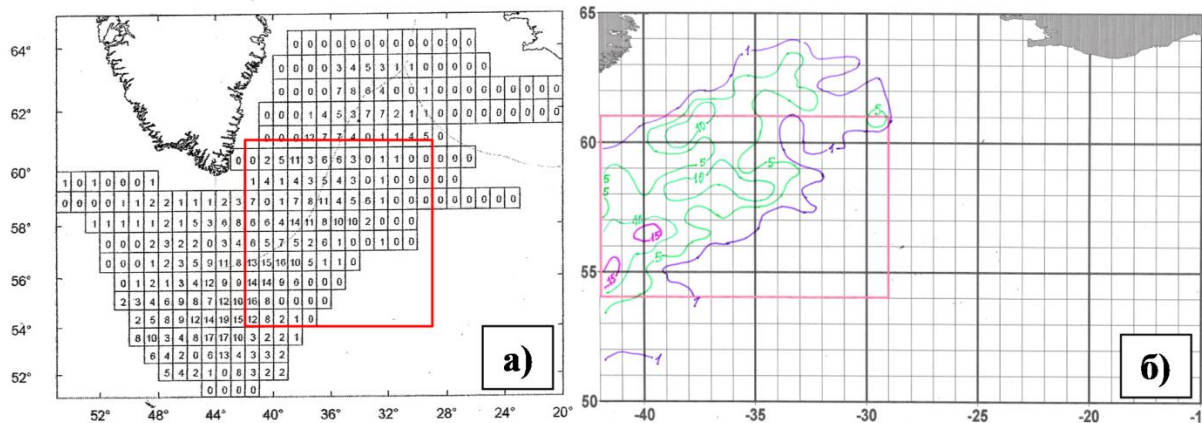


Рис. 2. а) Пример матрицы данных акустической оценки распределения морского окуня ($\text{м}^2/\text{миля}^2$) в слое 0–500 м (19.06–14.07.2001 г.); б) Пример картографического представления матрицы значений SA по материалам съемки 19.06–14.07.2001 г.

0	2	5	11	9	6	6	3	0	1	1	2	2
1	4	1	4	3	5	4	3	0	1	0	0	0
6	3	2	11	10	10	7	7	4	0	0	0	0
6	6	7	10	6	6	4	4	1	0	0	0	0
13	15	16	10	5	1	1	0	0	0	0	0	0
14	12	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 3. Матрицы значений SA, трансформированных для квадратов $1^\circ \times 1^\circ$ в слое 0–500 м. Дата съемки 19.06–14.07.2001 г.

ность промысловых тралений и суточная производительность судов. Нормированные материалы табл. 1, ранжированные по возрастанию средних значений ТПО в реперной зоне и по значениям средних концентраций скоплений морского окуня для тех участков реперной зоны, где обнаружены его скопления, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Ранжированное распределение морского окуня: по возрастанию средних значений ТПО в реперной зоне и средних условных концентраций скопления морского окуня только для районов его обнаружения

Годы съемок	T_{cp} (°C) для всей реперной зоны	Интегральный показатель SA в слое 0–500 м ($m^2/миля^2$) в реперной зоне	Средняя условная концентрация скоплений морского окуня SA ($m^2/миля^2$) для $1^\circ \times 1^\circ$ только для районов его обнаружения в реперной зоне
2003 г.	7,15	76	2,81
2009 г.	7,83	76	2,30
2011 г.	8,42	90	4,29
2001 г.	9,42	305	5,75
2005 г.	9,50	142	5,25
2007 г.	10,00	180	7,20

График, построенный по величинам средних значений ТПО и средних концентраций распределения морского окуня в реперной зоне моря Ирмингера (только для районов его обнаружения) в слое 0–500 м в годы контрольных съемок, показывает еще более тесную зависимость между этими величинами (рис. 6).

Определено линейное уравнение регрессии, отражающее данную зависимость:

$$Y = 1,58X - 9,15$$

$$R^2 = 0,88$$

$$R = 0,93,$$

где Y – SA ($m^2/миля^2$), X – T_{cp} (всей реперной зоны), R – коэффициент корреляции.

Полученные результаты выявили наличие прямой связи между полями ТПО и пространственным распределением морского окуня в реперной зоне моря Ирмингера в слое 0–500 м.

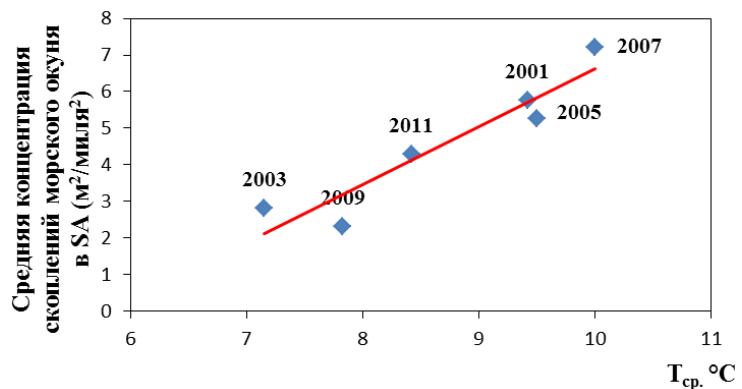


Рис. 6. Зависимость между средними значениями ТПО и средними концентрациями распределения морского окуня в реперной зоне моря Ирмингера (только для районов его обнаружения) в слое 0–500 м в годы контрольных съемок

Предварительные выводы

Обнаружена и подтверждена прямая зависимость между средними значениями ТПО реперной зоны моря Ирмингера и пространственными и количественными показателями распределения окуня-клевача в слое 0–500 м, когда сравниваемые данные синхронизированы по времени. Определены линейное уравнение и коэффициент корреляции 0,7 этой связи. Еще более тесная зависимость наблюдается между средними значениями ТПО и акустическими показателями распределения окуня в слое 0–500 м для той части акватории реперной зоны, где были обнаружены его скопления. Коэффициент корреляции достиг значения 0,93.

Показана принципиальная возможность использования карт ТПО, построенных с использованием спутниковых данных, для оценки потенциала успешности промысла морского окуня в море Ирмингера в слое 0–500 м.

Определены дальнейшие направления развития поисковых работ по данной тематике: возможность установления упреждающего временного лага, при котором сохраняются выявленные связи между ТПО и распределением морского окуня в море Ирмингера, что важно как дополнительная информация при составлении промысловых прогнозов.

Литература

1. Ванюшин Г.П., Котенев Б.Н., Кружалов М.Ю., Трошков А.А., Барканова Т.Б., Булатова Т.В., Царева В.А., Коробочка А.А., Марков С.Н. Спутниковый мониторинг температурных условий промысловых районов Мирового океана. Программа ВНИРО. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 48 с.

УДК 574.5:556.55(571.66)

ЭВТРОФИРОВАНИЕ ОЗЕРА ХАЛАКТЫРСКОЕ

А.Е. Голованева

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

В работе рассматриваются процессы естественного и антропогенного воздействия на водоемы. Оз. Халактырское испытывает значительную антропогенную нагрузку, которая выражается в длительном поступлении в водоем нагретых сточных вод ТЭЦ-2 и коммунально-бытовых сточных вод, прилегающих к озеру поселков. Подобная антропогенная нагрузка способствует эвтрофированию водоема.

Способность аккумулировать и трансформировать энергию и вещество – одно из основных свойств водоемов замедленного водообмена. К водоемам естественного происхождения замедленного водообмена относятся озера [1].

Озера играют важную роль в круговороте вещества и энергии, являясь расходно-накопительными системами. Именно накопление вещества в озерах играет важнейшую роль в преобразовании озерных котловин и эволюции озерных геосистем.

Эвтрофирование вод – это повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов под действием антропогенных или естественных факторов [2].

Озеро является следствием взаимодействия рельефа и климата, которые создают озерную котловину и содержащуюся в ней водную массу. Проточность или бессточность озера определяется его географическим положением в гумидной или аридной зоне, а также соотношением величин испарения с водной поверхности и притока в озеро. От этих параметров, как и от размеров котловин, зависит и водообменность водоема, и условия накопления в нем минеральных и органических веществ, а также продолжительность существования озер [3–6]. В результате взаимодействия водных масс с подстилающими породами озерной котловины и под влиянием поверхностного стока с окружающих ландшафтов водосбора формируется и функционирует сложная саморазвивающаяся геосистема озера [7, 8]. Озера, являясь составной частью ландшафта, несомненно, отражают в своем облике черты той ландшафтной зоны, в первую очередь ее климатические отличия, в пределах которой они расположены.

В озерах накапливаются продукты жизнедеятельности растений и животных, образующих озерные экосистемы, формируются биогенные и хемогенные осадки.

Озера с момента своего возникновения живут и развиваются под влиянием взаимодействующих компонентов окружающего ландшафта.

Вещества, ускоряющие рост автотрофных гидробионтов, многочисленны, разнообразны по происхождению и составу, а также по физиологическому и экологическому значению.

Поступление биогенов в озеро со стоком создает основу для развития гидробионтов в озере и приводит к его насыщению органическим веществом, увеличению трофности и переходу с одного трофического уровня на другой [1].

Увеличение продуктивности озер при их старении – естественный процесс эвтрофирования, обычно длится века [9]. Процесс эвтрофирования водоемов неизбежен и закономерен в такой же мере, как старение организмов и их смерть. За время своего существования озеро переходит от стадии водоема с изрезанными берегами, неровным дном, прозрачной, чистой водой, богатой

кислородом и бедной органической жизнью, к стадии зарастающего водоема с пологими берегами, выровненным дном, бурой, богатой органическими веществами водой. Конечной стадией развития озера является болото.

Результаты изучения особенностей зарастания озер и сезонной динамики гидробиологических и гидрохимических процессов в озерах показывают глубокую взаимную обусловленность биологических и гидрологических процессов [3].

По мере накопления органического вещества озера переходят от олиготрофного типа с низким уровнем продуктивности к мезо- и эвтрофному типам со средним и высокими уровнями продуктивности и далее к дистрофному типу [1, 9, 10]. Эта схема основывается на представлении об озере как аккумуляторе вещества, которое участвует в биологическом круговороте и постепенно накапливается в озерной котловине.

Если принять первичную продукцию в олиготрофных водоемах за единицу, то в мезотрофных она в 3–5 раз выше, а в эвтрофных в 75–90 раз выше, чем в олиготрофных, причем здесь в водной массе первичная продукция превышает деструкцию.

Время развития озера по этой схеме очень сильно варьирует. В одних и тех же ландшафтных условиях неглубокие озера быстрее переходят в стадию эвтрофирования.

В настоящее время большинство озер в районах с развитым сельским хозяйством и промышленностью подвергаются эвтрофированию, а в некоторых случаях и к дистрофированию, когда особенно резко сокращаются деструкционные процессы, что приводит к резкому уменьшению глубин озер, а затем и к их исчезновению [1].

Антропогенное воздействие нередко сопровождается стрессовыми изменениями озерных экосистем. Эвтрофирование озер под влиянием такого воздействия идет, как правило, иным путем, чем природное, хотя общая схема развития сохраняется. Воздействие хозяйственной деятельности человека на водные объекты приводит к тому, что к природному разнообразию озер добавляются озера, экосистемы которых подвержены стрессовым антропогенным изменениям [1].

Антропогенное эвтрофирование озер подразумевает прежде всего увеличение поступления в воду биогенных элементов и возрастание биопродуктивности водных экосистем. Следствием этого является увеличение скорости накопления биогенных осадков.

В качестве биогенных элементов, которые контролируют эвтрофирование водоема, общепризнаны такие вещества, как фосфор – растворенный ортофосфат и общий фосфор, включающий также фосфор, содержащийся во взвешенном состоянии, – оказывают основное влияние на рост автотрофных гидробионтов. Основное питательное значение для этих организмов имеют растворенные минеральные формы азота – нитраты, нитриты и аммоний. Содержание различных форм фосфора и азота в озерных водах колеблется в широких пределах [9, 10].

Из вышесказанного ясно, что количество биогенных веществ достаточно ограничено. Однако источники эвтрофирующих веществ разнообразны, и исчерпывающее знание этих источников также необходимо, как знание состава эвтрофирующих веществ в их роли в повышении продуктивности водоемов.

Целью нашего исследования было изучение процесса эвтрофирования оз. Халактырского.

Халактырское озеро расположено в восточной окраине г. Петропавловска-Камчатского, в долине р. Кирпичной–Халактырки, впадающих в Авачинский залив Тихого океана несколько севернее Авачинской бухты. Площадь озера – около 220 га, средняя глубина – 4,12, максимальная – 12 м [11].

Оно расположено в древней морской лагуне, ранее являющейся дельтой р. Авачи. Ранее в озере велся промысел лососей, на базе которого существовал поселок Халактырка. Основным промысловым видом озера был кижуч. Со временем стадо сильно сократилось и промысел пришлось прекратить. Причина сокращения стада – перелов, так как водоем небольшой по акватории, а промысел велся интенсивно [12].

В настоящее время оз. Халактырское является местом нереста и нагула нерки, кеты, горбуши, кижуча, гольцов.

За последние 30–40 лет под влиянием антропогенных факторов (нарушение путей миграции, гидрологического режима и водосборной территории, загрязнение поверхностных и грунтовых вод хозяйственно-бытовыми и производственными сточными водами) нерестово-нагульный потенциал озера существенно снизился, нерест лососевых рыб во многих частях бассейна прекратился, в большинстве ручьев и притоков лосося исчезли. Но нерестово-вырастной потенциал по-прежнему остается на высоком уровне, и, в случае очистки и рекультивации оз. Халактырского,

а также реализации мер по восстановлению путей миграции и зарыбления, может стать основой восстановлений популяций до наблюдавшейся исторической промысловой величины [13].

Близость г. Петропавловска-Камчатского определяет большое количество органических взвесей в воде, а зимой – резкий дефицит кислорода в нижних слоях озера. В акваторию поступают загрязненные воды с окружающих территорий, застроенных городскими постройками. Значительное количество загрязнителей в озеро вносятся вместе со стоком р. Кипричная–Халактырка: в верхнем течении через русло реки в 2009 г. посторена и до сих пор нерекультурована трасса межпоселкового газопровода от АГРС-2 до ТЭЦ-2[13].

Необходимо отметить, что значительное антропогенное воздействие на озеро оказывает расположенная на берегу озера и сбрасывающая в нее сточные воды ТЭЦ-2. Это энергетическое предприятие было введено в эксплуатацию в 1985 г.

Оз. Халактырское используется станцией ТЭЦ-2 филиала ОАО «Камчатскэнерго» в качестве источника водоснабжения для технологических нужд и как водоприемник использованных технологических вод, сбрасываемых водопользователем. Схема циркуляционного водоснабжения электростанции обратная с водохранилищем-охладителем. Источником водоснабжения является оз. Халактырское, пополняемое впадающей в него р. Кирпичной.

Вода оз. Халактырского пройдя через конденсатор и охладив пар, нагревается сама и возвращается в природную среду с повышенной температурой (табл. 1) [14].

Таблица 1

Температура воды в месте забора воды и сброса сточных вод в 2008–2010 годах

Период исследования	Место забора циркуляционной воды	Место сброса сточных вод
04.2008 г.	9°C	11°C
09.2009 г.	15°C	20°C
06.2010 г.	15°C	20°C
09.2010 г.	20°C	22°C

Как видно из табл. 1, ТЭЦ-2 сбрасывает в оз. Халактырское нагретые сточные воды, что свидетельствует о тепловом воздействии на водоем. При рассмотрении вопроса о тепловом загрязнении необходимо учесть, что для рыбохозяйственных водоемов температура воды в расчетном створе летом не должна повышаться более чем на 5°C по сравнению с естественной в месте водовыпуска [15]. Показатели температуры воды в 2009 г. и 2010 г. близки к предельно допустимым.

Температура воды оз. Халактырское в 2013 г. показана в табл. 2.

Таблица 2

Температура воды оз. Халактырское в 2013 г.

Период наблюдения	Сточные воды ТЭЦ-2	Центр акватории	Коммунально-бытовые сточные воды п. Халактырка	Место впадения р. Кирпичной	Коммунально-бытовые сточные воды п. Дальний
12.07.13 г.	19°C	17°C	17°C	17°C	17°C
24.07.13 г.	22°C	21°C	19°C	21°C	11°C
07.08.13 г.	23°C	21°C	21°C	19°C	18°C
14.10.13 г.	12°C	8°C	8°C	6°C	8°C

Согласно данным, указанным в табл. 2, за период исследования с июля по октябрь 2013 г. наблюдается превышение температуры в месте сброса сточных вод ТЭЦ-2 по сравнению с остальными станциями. Незначительное превышение в 1°C объясняется работой предприятия в период отсутствия отопительного сезона (небольшой объем образования сточных вод).

Тепловое загрязнение опасно тем, что вызывает интенсификацию процессов жизнедеятельности и ускорение естественных жизненных циклов водных организмов, изменение скоростей химических и биохимических реакций, протекающих в водоеме.

В результате повышения температуры воды содержание в ней кислорода падает, тогда как потребность в нем у гидробионтов возрастает. Возросшая потребность в кислороде, его нехватка вызывают физиологический стресс или смерть. Искусственное подогревание воды может существенно изменить и поведение рыб – вызвать несвоевременный нерест, нарушить миграцию.

Повышение температуры способно нарушить структуру растительного мира водоемов. Характерные для холодной воды водоросли заменяются более теплолюбивыми и, наконец, при высоких температурах полностью ими вытесняются [16–18]. Нарушение теплового режима ведет к активному росту водной растительности, увеличивая при этом количество биогенных элементов, что приводит к эвтрофированию водоема.

Принципиальное отличие теплового воздействия от антропогенного эвтрофирования и загрязнения водоемов заключается в том, что в первом случае в водоемы поступает тепло, т. е. энергия, а в остальных – вещество [19]. Тепло не аккумулируется в водоемах и не передается по трофическим цепям. Существенно отличается и продолжительность последствия: после прекращения сброса теплых вод даже полностью уничтоженные высокими температурами биоценозы восстанавливаются за время, необходимое на реколонизацию субстратов, а после прекращения сброса эвтрофирующих веществ необходимо не только длительное время, но и проведение специальных мероприятий для очистки водоемов. Лишь после этого становится возможным восстановление нарушенных биоценозов [15].

Одна из важнейших причин эвтрофирования внутренних вод связана с обогащением их питательными веществами. Даже в условиях относительно постоянной географической среды идет, хотя и медленное, накопление этих веществ в озерах. При антропогенном эвтрофировании меняется скорость поступления, прежде всего таких биохимически важных элементов, как углерод, азот и фосфор. В настоящее время установлено, что углерод не может рассматриваться как элемент, сколько-нибудь существенно ответственный за эвтрофирование водоемов, так как благодаря инвазии атмосферного углекислого газа практически никогда не лимитирует биологические процессы и в первую очередь процессы фотосинтеза [15].

Фосфор является наиболее важным биогенным элементом в процессах эвтрофирования. Избыточные поступления его может значительно увеличить содержание углерода и азота в воде.

Сильное антропогенное воздействие сопровождается стрессовым изменением озерных экосистем. Эвтрофирование озер под влиянием такого рода воздействия, как правило, не идет тем же путем, что и природное, не повторяются природные сукцессии, хотя общая схема развития сохраняется [15].

Многочисленные исследования по этой проблеме показывают, что изменения режима биогенных элементов сказываются на характере структуры экосистемы озер: повышается уровень биопродуктивности, меняется видовой состав биологических сообществ, нарушается устойчивость трофических связей [15].

Рассматривая процесс эвтрофирования в оз. Халактырское, необходимо оценить количество поступающих биогенных элементов. Исходя из источников, оказывающих антропогенное воздействие на озеро (сточные воды ТЭЦ-2, коммунально-бытовые сточные воды п. Халактырка, коммунально-бытовые сточные воды п. Дальний, р. Кирпичная), необходимо рассмотреть поступление фосфора и азота в этот водоем (табл. 3).

Таблица 3

Содержание фосфора в оз. Халактырское, мг/л

Месяц	Год исследования	Место забора циркуляционной воды ТЭЦ-2	Место сброса сточных вод ТЭЦ-2	Центр акватории	Коммунально-бытовые сточные воды п. Халактырка	Место впадения р. Кирпичной	Коммунально-бытовые сточные воды п. Дальний
Июнь	22010	0,48	0,42				
Июль	22013		0,12	0,16	0,87	0,19	0,07
Август	22013		0,13	0,16	0,18	0,05	0,14
Сентябрь	22009	0,11	0,16				
	22010	0,4	0,41				
Октябрь	22013		0,09	0,13	0,52	0,08	0,4

Согласно табл. 3, содержание фосфора в оз. Халактырское по нескольким показателям превышает значение ПДК, особенно в результате сброса сточных вод ТЭЦ-2 и коммунально-бытового загрязнения. Согласно ПДК для рыбохозяйственных водоемов, значения фосфатов не должны превышать 0,2 мг/л для эвтрофных водоемов, 0,15 мг/л для мезотрофных водоемов и 0,05 для олиготрофных водоемов.

По показателям, полученным в результате исследования азотсодержащих соединений, можно сделать вывод, что значения аммонийного азота превышает в некоторых случаях ПДК (от 0,5 мг/л до 2,54 мг/л), при его пределе 0,4 мг/л для водоемов рыбохозяйственного значения. Данные, полученные в 70-х годах, значительно меньше. Значения нитратов не превышают ПДК (9,1 мг/л). Лишь в июле 1977 г. показатель нитратов был равен 10,66 мг/л. Некоторое превышение нитритов до 0,15 мг/л в 2010 г. (ПДК=0,02 мг/л).

Загрязнение озера аммонийным азотом объясняется его наличием, превышающим значение ПДК, в сточных водах ТЭЦ-2 и коммунально-бытовых сточных водах прилегающих к озеру поселков.

Таким образом, на Халактырское озеро оказывается значительное антропогенное воздействие, ведущее к эвтрофированию водоема. Тепловое загрязнение, а также привнесение в озеро биогенных элементов значительно ускоряют процесс эвтрофирования. При этом если значения биогенных элементов в 70-е годы в некоторых случаях и выходили за пределы нормы, то после строительства ТЭЦ-2 в 1985 г. ускорять процессы образования биогенов стали нагретые сточные воды.

Литература

1. Науменко М.А. Эвтрофирование озер и водохранилищ. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2007. – 100 с.
2. Хрисанов Н.И., Осипов Г.К. Управление эвтрофированием водоемов. – СПб.: Гидрометеоздат, 1993. – 278 с.
3. Богословский Б.Б. Озероведение. – М.: Изд-во МГУ, 1960. – 335 с.
4. Буторин Н.В. Гидрологические процессы и динамика водных масс в водохранилищах Волжского каскада. – Л.: Наука, 1969. – 322 с.
5. Якушко О.Ф. Озероведение. География озер Белоруссии. – Минск: Высшая школа, 1981. – 222 с.
6. Догановский А.М., Малинин В.Н. Гидросфера Земли. – СПб.: Гидрометеоздат, 2004. – 631 с.
7. Хатчинсон Д. Лимнология. – М.: Прогресс, 1969. – 592 с.
8. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 740 с.
9. Хендерсон-Селлерс Б. Инженерная лимнология. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 336 с.
10. Хурина О.В., Саушкина Л.Н., Кузякина Т.И. Оценка экологического состояния пресноводной гидрэкосистемы в условиях антропогенной нагрузки // Вестник КамчатГТУ. – 2010. – Вып. 12. – С. 26–31.
11. Улатов А.В., Леман В.Н. Отчет о научно-исследовательской работе по теме «Оценка эффективности рыбозащитных устройств береговой насосной станции – 2 филиала Камчатские ТЭЦ». – Петропавловск-Камчатский, 2008. – 47 с.
12. Толстяк Т.И., Вронский Б.Б. Отчет по теме «Состояние запасов, регулирование промысла и воспроизводство тихоокеанских лососей». Ихтиофауна Халактырского озера. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 1974. – 32 с.
13. Голованева А.Е. Проблема загрязнения лимнических водоемов на урбанизированной территории // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Матер. IV Всерос. науч.-практ. конф. (Петропавловск-Камчатский, 18–22 марта 2013 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – С. 141–144.
14. Отчеты химической лаборатории ТЭЦ-2.
15. Восстановление экосистем малых озер. – СПб.: Наука, 1994. – 144 с.
16. Бойкова И.Г., Волианик В.В., Карпова Н.Б. и др. Эксплуатация, реконструкция и охрана водных объектов в городах. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 256 с.
17. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 448 с.
18. Голицын А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды. – М.: Изд-во Оникс, 2007. – 336 с.
19. Мордухай-Болтовский Ф.Д. Проблемы влияния тепловых и атомных электростанций на гидробиологический режим водоемов // Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР. – 1975. – Вып. 27(30). – С. 7–69.

УДК 502.175:551.351(268.45)

РЕЗУЛЬТАТЫ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Е.А. Горбачёва

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства
и океанографии им. Н.М. Книповича,
Мурманск

Исследована токсичность донных отложений прибрежных районов Баренцева моря с использованием в качестве тест-объектов золотистой водоросли *Phaeodactylum tricornutum* и личинок жаброногого рачка *Artemia salina*. Проведено сравнение полученных результатов с опубликованными данными о состоянии донных биоценозов этих районов моря.

В настоящее время для оценки качества донных отложений водоемов наряду с химическими методами применяются биологические. Последние включают два направления: биоиндикацию и биотестирование. При использовании метода биоиндикации изучают изменение видового состава, численности и биомассы бентосных организмов, а также накопление загрязняющих веществ индикаторными видами. Биотестирование характеризует качество среды по интегральному показателю «токсичность» на основе унифицированной экспериментальной оценки реакции водных организмов (тест-объектов) на токсическое воздействие [1]. Биотестирование позволяет определить токсичность всех накопленных в среде загрязняющих веществ и их метаболитов с учетом их синергического и антагонистического влияния.

Исследованию подвергались донные отложения, отобранные в Кольском заливе, Варангер-фьорде (центральная часть, губы Печенга, Амбарная, Малонемецкая-Западная и Долгая Щель), Мотовском заливе (центральная часть, губа Ура и бухта Озерко в губе Большая Мотка) и губе Териберская в 2002–2013 гг. (рис. 1).

В качестве тест-объектов использовали одноклеточную золотистую водоросль *Phaeodactylum tricornutum* и личинок солоноватоводного жаброногого рачка *Artemia salina*.

О токсичности донных отложений судили на основании биотестирования их водных вытяжек. При получении вытяжек каждую пробу донных отложений смешивали с водой из условно чистого района моря в объемном соотношении 1:4 и встряхивали в течение 2 ч. После смешивания суспензии давали отстояться 1 ч. Полученную надосадочную жидкость сливали и центрифугировали в течение 10 мин при скорости 4000 об/мин.

Водоросль *Ph. tricornutum* культивировали на среде Гольдберга в модификации Кабановой, при освещенности 4000 лк и температуре 20–22 °С. При постановке экспериментов использовали общепринятую методику [2, 3]. В качестве регистрируемого показателя выбрали изменение численности клеток водоросли.

Изучение воздействия вытяжек донных отложений на *A. salina* осуществляли по выживаемости личинок. В соответствии с методикой [2, 4] в чашки Петри, содержащие 40 мл чистой морской воды или исследуемого раствора, помещали по 20 личинок в возрасте до 1 сут. Подсчет количества выживших рачков проводили через каждые 24 ч.

Продолжительность экспериментов как на водоросли *Ph. tricornutum*, так и на личинках *A. salina* 96 ч.

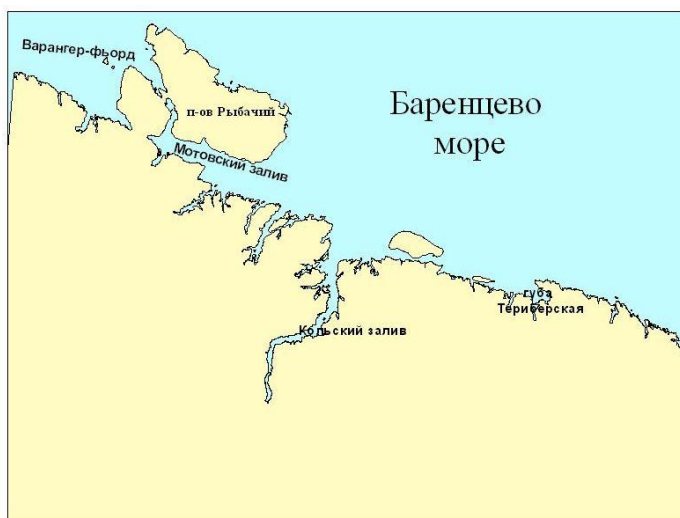


Рис. 1. Карта-схема района отбора проб донных отложений

Из всех районов Баренцева моря максимальному антропогенному воздействию подвергается Кольский залив. Наиболее урбанизировано побережье южного колена залива, где расположены г. Мурманск и ряд промышленных предприятий. Токсичными здесь оказались 65% исследованных проб донных отложений. Сильно загрязнены донные отложения в районах размещения ПО «Судоверфь», рейдовых нефтеперегрузочных комплексов, свалок старых судов (у мыса Мишуков и Зеленого мыса), рыбного и торгового портов. Вытяжки, полученные из этих донных отложений, подавляли рост водоросли *Ph. tricornutum*. ЕС₅₀ (концентрации, вызывающие 50%-ное по сравнению с контролем снижение численности *Ph. tricornutum*) вытяжек составляли 3,7–37,2%. Токсичной для личинок *A. salina* оказалась лишь вытяжка донных отложений, отобранных в районе свалки старых судов у Зеленого мыса.

Незначительно (до 62%) снижалась доля токсичных проб донных отложений в среднем колене Кольского залива, на побережье которого расположен г. Североморск. Вместе с тем уровень токсичности проб здесь ниже. Лишь для вытяжек донных отложений, отобранных в районе дампинга грунта и у пос. Белокаменка, удалось вычислить ЕС₅₀ для *Ph. tricornutum*, которые составили 23,4 и 65,6% соответственно. В вытяжках из остальных проб, характеризующихся альгицидным действием, численность водоросли снижалась менее чем на 50%. Токсичной для личинок *A. salina* являлась только вытяжка донных отложений из района пос. Белокаменка, в которой все рачки погибли в течение 96 ч.

В меньшей степени загрязнены донные отложения северного колена Кольского залива. Крупные промышленные объекты на этом участке отсутствуют. Доля токсичных проб составляла здесь 29%. Токсичные донные отложения отмечали в губе Тюва (численность *Ph. tricornutum* в вытяжке снижалась до 75% от контроля) и на выходе из нее (ЕС₅₀ вытяжки для *Ph. tricornutum* достигала 8,3%). Источником загрязнения в этом районе могла быть находящаяся в губе свалка старых судов.

В Варангер-фьорд и Мотовский залив поллютанты поступают вместе с водами Северо-Атлантического течения, в результате атмосферного переноса и из источников техногенного загрязнения, расположенных на побережье. Так, в Варангер-фьорде локальное воздействие на уровень загрязнения оказывают сток р. Печенга, несущей загрязнение от предприятий Кольской горно-металлургической компании, г. Заполярный и др., сбросы береговой инфраструктуры в губу Печенга и порт Лиинахамари. В Мотовский залив от объектов инфраструктуры попадает около 3,5 млн м³ сточных вод, которые содержат 0,6 т нефтепродуктов [5]. Кроме того, в губах Печенга и Ура функционируют аквахозяйства, которые могут быть источниками поступления в морскую среду соединений азота и фосфора.

В Варангер-фьорде исследования проводились на 19 станциях. Токсичные для личинок *A. salina* (гибель рачков в вытяжках достигала 21,7–23,3%) донные отложения отмечены на двух станциях, располагавшихся на незначительном удалении друг от друга – на выходе из губы Большая Волоковая, вблизи Айновых островов, и напротив губы Малая Волоковая.

В губе Печенга биотестированию подвергались донные отложения, отобранные в кутовой части и в районах, прилегающих к аквахозяйствам, на которых выращивается атлантический лосось. Токсичные донные отложения не удалось зафиксировать ни на одной из станций.

Токсичные донные отложения отмечали в таких губах Варангер-фьорда, как Амбарная и Малонемецкая-Западная, в вытяжках из которых гибель личинок *A. salina* достигала 28 и 48% соответственно. В губе Долгая Щель токсичные донные отложения не обнаружили.

Из семи исследованных проб донных отложений глубоководных районов Мотовского залива лишь одна токсична для личинок *A. salina*. Гибель 23,3% рачков наблюдали в вытяжке из донных отложений, отобранных на станции, расположенной в центральной части залива. Токсичные донные отложения зарегистрировали также в бухте Озерко (вершина губы Большая Мотка). Исследования в бухте проводили до начала геологоразведочных работ на побережье (2004 г.) и после их окончания (2009 г.). В более ранних исследованиях токсичные донные отложения (снижение численности *Ph. tricornutum* в вытяжке до 56% от контроля) зарегистрировали только в районе действующего причала. После окончания геологоразведочных работ токсичные донные отложения (снижение численности *Ph. tricornutum* в вытяжке до 61 % от контроля и гибель личинок *A. salina* до 48%) обнаружили и на двух станциях в районе мыса Вестник, на расстоянии 700 м от буровой.

Токсичной для личинок *A. salina* (гибель рачков составляла 15%) являлась и вытяжка донных отложений губы Червяное Озерко (восточный рукав губы Ура). Источником загрязнения здесь являлась свалка старых и заброшенных судов, расположенная в прибрежье. Кроме того,

в губе Ура функционирует акваферма по выращиванию атлантического лосося. В результате биотестирования установлено, что донные отложения в районах, прилегающих к аквахозяйству, не токсичны для тест-объектов. Вместе с тем исследования, проведенные нами на участках размещения аквахозяйств в губе Палкина (Белое море) в 2002 г. [6], показали, что вытяжки донных отложений, отобранных под садками форелевых ферм и на незначительном (не более 100 м) расстоянии от них, могут оказывать негативное воздействие на выживаемость личинок *A. salina*. Более низкий уровень загрязнения донных отложений, зафиксированный как в губе Ура, так и в губе Печенга, обусловлен большей удаленностью станций отбора проб от садков, активным гидродинамическим режимом в районах исследований и применением технологий выращивания рыбы, оказывающих меньшее воздействие на окружающую среду.

В связи с планируемым освоением Штокмановского газоконденсатного месторождения, расположенного на акватории Баренцева моря, особое внимание уделяется исследованиям экологического состояния губы Териберская, на побережье которой предполагается строительство завода по сжижению газа и причального комплекса. Биотестированию подвергались восемь проб донных отложений, отобранных в губах Завалишная и Орловка (части губы Териберская). Токсичные (гибель рачков в вытяжке достигала 72%) для личинок *A. salina* донные отложения зафиксировали лишь на одной станции в губе Орловка. Загрязняющие вещества могут поступать в этот район от расположенных на побережье судоремонтных мастерских и коммунальных комплексов прибрежных поселков Лодейный и Териберка.

Мы сравнили результаты биотестирования донных отложений с опубликованными данными о состоянии донных биоценозов исследованных районов Баренцева моря. Наиболее хорошо изучены бентосные сообщества Кольского залива. Многолетние исследования показали, что за период интенсивной хозяйственной деятельности человека в этом районе произошло значительное угнетение донных сообществ с исчезновением многих наиболее чувствительных таксонов, таких как брахиоподы, многие виды мшанок, губок, голотурий, брюхоногих моллюсков, сипункулид [7]. Так как в наших экспериментах более чувствительным тест-объектом к загрязняющим веществам, присутствующим в донных отложениях Кольского залива, оказалась одноклеточная водоросль *Ph. tricorutum*, то весьма интересным является сравнение результатов биотестирования с данными о состоянии фитобентоса залива. В литературе представлены лишь сведения, касающиеся макрофитобентоса. Так, установлено уменьшение видового разнообразия макрофитов и снижение биомассы литоральных фитоценозов в южном и среднем коленах залива [8]. Отмечают, что популяция бурой водоросли *Fucus distichus* на литорали Кольского залива испытывает воздействие неблагоприятного фактора (вероятнее всего, поллютантов), уменьшающегося в ряду мыс Мишуков > Абрам-мыс > бухта Белокаменка. В частности, в возрастной структуре популяции *F. distichus* наблюдается снижение доли молодых особей в южном и среднем коленах залива, а также регистрируется увеличение размера талломов по сравнению с экологически чистыми районами (кроме бухты Ретинская и губы Тюва) [9]. В целом результаты исследования бентосных сообществ Кольского залива, как и данные биотестирования, указывают на сильное загрязнение южного и среднего колена Кольского залива.

Результаты биотестирования донных отложений Варангер-фьорда, Мотовского залива и губы Териберская не противоречат опубликованным данным о состоянии бентосных сообществ этих районов Баренцева моря. Согласно проведенным исследованиям токсичные донные отложения здесь немногочисленны и регистрируются, как правило, в отдельных губах или бухтах. В литературе отсутствуют сведения об изменениях в бентосных сообществах Варангер-фьорда и губы Териберская в результате антропогенного воздействия, за исключением отдельных небольших по протяженности участков литорали. Отмечают, что биомасса и численность основных видов бентоса Варангер-фьорда подвержены существенным колебаниям под воздействием естественных факторов. Так, в 2003 г. запас мидий (*Mytilus edulis*) на акватории фьорда был оценен в 54,6 т, а в 2005 г. на той же площади биомасса мидий достигала 763,0 т, при этом основу биомассы мидий составляли сеголетки [10]. Лишь исследования, проведенные в губе Печенга, показали более низкую плотность поселения организмов зообентоса на литорали в районе порта Лиинахамари (на участке песчаной отсыпки причалов) [11]. Количественные характеристики зообентоса сублиторали губы Териберская изменяются в очень широких пределах. Биомасса бентоса колеблется от 12 до 579 г/м², плотность поселения организмов – от 1070 до 13160 экз/м². Средний показатель видового богатства организмов макрозообентоса в губе Териберская составил 87 такс./ст. [12]. Вместе с тем отмечают, что на одном из участков литорали губы Териберская в ассоциациях водорослей зарегистрировано преобладание растений старших возрастных

групп. Это указывает на присутствие в этом районе антропогенного воздействия (рядом расположены причалы и рыбоперерабатывающий завод), которое губительно действует в первую очередь на молодые растения [11]. В трофической структуре бентоса Мотовского залива зарегистрирован аномально высокий процент плотоядных видов. Полагают, что это обусловлено увеличением содержания органического вещества в донных отложениях залива в результате хозяйственной деятельности человека (рыболовство и судоходство) на его акватории. Вместе с тем донные сообщества большей части Мотовского залива в целом находятся в ненарушенном состоянии. Лишь в губе Титовка отмечено угнетенное состояние донного населения, что, по-видимому, является следствием антропогенного пресса [13].

Необходимо отметить, что как результаты биотестирования, так и данные, полученные при исследовании донных сообществ Варангер-фьорда, Мотовского залива и губы Териберская, указывают на присутствие токсичных донных отложений или измененных донных биоценозов только на отдельных участках, расположенных преимущественно на незначительном расстоянии от источников антропогенного воздействия. Так как районы исследования токсичности полностью не совпадали с районами изучения донных биоценозов, то и сведения о состоянии бентоса на участках, где были обнаружены токсичные донные отложения, отсутствовали. В то же время в районах, где отмечали нарушенные донные биоценозы, токсичность донных отложений не оценивалась.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что наиболее часто токсичные донные отложения регистрируются в южном и среднем коленах Кольского залива. В Варангер-фьорде, Мотовском заливе и губе Териберская токсичные донные отложения немногочисленны и присутствуют преимущественно на незначительном удалении от источника антропогенного воздействия. Результаты биотестирования донных отложений согласуются или не противоречат опубликованным данным о состоянии донных биоценозов этих районов моря.

Литература

1. Соколова С.А., Старцева А.И. Экотоксикологические исследования в Двинском заливе Белого моря // Комплексные исследования экосистемы Белого моря: Сб. научн. трудов / ВНИРО. – М.: ВНИРО, 1994. – С. 94–104.
2. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. – М.: РЭФИА, НИА – Природа, 2002. – 118 с.
3. ГОСТ Р 53910-2010 Вода. Методы определения токсичности по замедлению роста морских одноклеточных водорослей *Phaeodactylum tricorutum* Bohlin *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2010. – 41 с.
4. ГОСТ Р 53886-2010 Вода. Методы определения токсичности по выживаемости морских ракообразных. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2010. – 35 с.
5. Ильин Г.В. Распространение загрязняющих веществ в шельфовых морях Российской Арктики // Геология и геоэкология Континентальных окраин Евразии. – Вып. 1. – М.: ГЕОС, 2009. – С. 124–163.
6. Горбачева Е.А. Исследование влияния форелевых хозяйств на окружающую среду методом биотестирования // Известия ТИНРО. – 2004. – Т. 137. – С. 267–270.
7. Зообентос литорали и сублиторали. Количественное распределение и пространственно-временная изменчивость / О.С. Любина, О.Ю. Ахметчина, Е.А. Фролова, А.А. Фролов, Д.Р. Дикаева, Е.А. Гарбуль // Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. – М.: Наука, 2009. – С. 161–182.
8. Малавенда С.С., Малавенда С.В. Донные фитоценозы южного и среднего колен Кольского залива Баренцева моря // Проблемы океанографии, биологии и освоения биоресурсов морей российской Арктики: Матер. XX юбилейной конф. молодых ученых Мурманского морского биологического института, посвящ. 150-летию со дня рожд. Н.М. Книповича (Мурманск, май 2012 г.). – Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2012. – С. 116–122.
9. Современное состояние макрофитобентоса / Г.В. Воскобойников, М.В. Макаров, И.В. Рыжик, С.С. Малавенда, С.В. Малавенда, А.А. Метельский // Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. – М.: Наука, 2009. – С. 241–249.
10. Переладов М.В. Методические аспекты и некоторые результаты изучения динамики бентоса Варангер-фьорда (Баренцево море) в 2001–2005 гг. // Современное состояние популяций краба Баренцева моря и их взаимодействие с донными биоценозами: Сб. матер. междунар. конф. (Мурманск, 25–29 сентября 2006 г.). – Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2006. – С. 80–83.

11. Макаров М. В. Комплексная береговая экспедиция по губам и залива Кольского полуострова // Экспедиционная деятельность в рамках Междунар. полярного года 2007/2008. – Т. 1. Экспедиции 2007 г. – СПб.: ААНИИ, 2008 – С. 64–65.

12. Побережье Восточного Мурмана: экологические исследования района реализации Штокмановского проекта. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2009. – 236 с.

13. Изменение структуры донной фауны Мотовского залива Баренцева моря за период с 1932 по 1996 гг. / Е.А. Фролова, Н.А. Анисимова, П.А. Любин, А.А. Фролов, О.С. Любина, Е.А. Гарбуль, А.В. Гудимов // Роль климата и промысла в изменении структуры зообентоса шельфа (камчатский краб, исландский гребешок, северная креветка и др.): Тез. докл. междунар. семинара (г. Мурманск, 19–21 марта 2003 г.). – Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2003. – С. 94–96.

УДК 597.6-143.62(285)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПЕЧЕНИ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ (*RANA RIDIBUNDA*) ИЗ ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ

М.П. Грушко, Д.Р. Светашёва, Н.В. Иванова

*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань*

У исследованных особей озерных лягушек, выловленных из естественных водоемов г. Астрахани и Астраханской области, были выявлены различные патологические изменения в печени, которые проявились в виде нарушения процесса микроциркуляции крови, обмена, воспалительных процессов, некроза.

Экологическое неблагополучие многих водоемов часто связано с наличием в них токсичных веществ, которые могут оказывать прямое и опосредованное влияние на морфофункциональные характеристики паренхиматозных органов гидробионтов. Многие загрязняющие вещества, поступающие в водоемы со стоками промышленных и сельскохозяйственных предприятий, обладают биологической активностью и способны аккумулироваться в тканях гидробионтов. В их число входят приоритетные загрязнители как органической, так и неорганической природы. Они вызывают заболевания и патологии различных органов, изменяют физиолого-биохимические показатели организма [1].

Данное исследование актуально, поскольку патогистологическое исследование позволяет выявить имеющиеся отклонения в состоянии организма на тканевом и клеточном уровнях.

Цель исследования: установление основных гистологических признаков поражения печени у особей озерных лягушек (*Rana ridibunda*), выловленных в водоемах г. Астрахани и Астраханской области. Объектом исследования являлись половозрелые особи лягушек в возрасте трех лет. Лягушки были отловлены из водоема г. Астрахани в ерике Казачий и в реке Бузан в районе с. Марфино Володарского района Астраханской области. Для анализа были взяты кусочки печени лягушек. Гистологические препараты были приготовлены и окрашены по общепринятым методикам [2].

Печень у лягушки по своим размерам является самым большим органом полости тела. Печень делится на три доли: правую, левую и среднюю [3].

Исследование печени лягушек, взятых в ерике Казачий показало, что ткань печени имела избыточное накопление крови – гиперемия. Отмечались многочисленные геморрагии (выход крови из сосудов) и петехии (мелкие точечные кровоизлияния), что в итоге приводило к отложению гемосидерина. Для всех исследованных особей был характерен гемосидероз, причиной, которого являлся экстравакулярный гемолиз эритроцитов. Синусоиды были резко расширены, гиперемированы.

В цитоплазме гепатоцитов находилась не характерная зернистость, которая смещала ядра клеток на периферию. На срезе, в поле зрения, около 10% гепатоцитов не имели ядер. Отмечен некроз, как части отдельных клеток, так и групп клеток. Была характерна разноразмерность гепатоцитов, т.е. выявлялись как крупные – гипертрофированные, так и мелкие клетки. Регистри-

ровались клетки, содержащие по несколько ядер. Около 5% гепатоцитов имели деформированные ядра. Отмечалась как нейтрофильная, так и лимфоцитарная инфильтрация ткани органа.

Ткань печени лягушек, выловленных в районе с. Марфино также имела избыточную гиперемию, но ее степень была выше, чем у лягушек из ерика Казачий. Сосуды были расширены и полнокровны с эритростазами. Сосудистые стенки подвержены десквамации и набуханию. Для гепатоцитов была характерна зернистая дистрофия. Клетки при этом были увеличены в размерах, выглядели набухшими, мутными. Часть гепатоцитов была подвержена жировой дистрофии. Вокруг печеночных вен регистрировались значительного размера участки ткани, подверженной жировой дистрофии, при этом были отмечены гепатоциты как с мелкими каплями жира в цитоплазме, так и гепатоциты, которые имели одну крупную жировую каплю, заполняющую всю цитоплазму клетки. На всем протяжении среза регистрировались различного размера участки некроза ткани. 10% гепатоцитов имели ядра подверженные кариопикнозу, у 20% клеток ядра были разрушены. Кроме этого, у отдельных особей в паренхиме органа были выявлены новообразования. Эти образования имели округлую форму и были окружены прослойками соединительной ткани, к ним примыкали сосуды, которые их питали. Узелки были пронизаны неравномерными фиброзными перегородками. Диаметр образований составлял 26–33 мкм, а толщина соединительнотканной стенки узелка – 2–3 мкм.

Любое антропогенное вмешательство, также как и изменение экологических факторов, неизбежно вызывает реакции биосистем, от организменного до экосистемного уровня. Даже незначительное хроническое загрязнение всегда увеличивает диапазон экологических изменений. Вопрос обнаружения отклонений состоит в методе исследования. Чем интенсивнее и продолжительнее воздействие, тем быстрее и яснее заметен его результат в адаптивных реакциях биосистем [4].

Таким образом, выявленные у исследованных особей лягушек из разных мест обитания изменения, которые проявились в идее нарушения процесса микроциркуляции крови, обмена, воспалительных процессов, некроза, новообразований – предполагают глубокие функциональные нарушения пораженного органа. В формировании выявленных патологических процессов, возможно, участвует токсическое воздействие загрязняющих веществ, находящихся в окружающей среде обитания исследуемых гидробионтов.

Литература

1. Голованова И.Л. Влияние органических загрязнителей на пищеварение рыб // Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб: Расширенные матер. III междунар. конф. – М.: изд-во РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева. – 2011. – С. 14–18.
2. Волкова О.В., Елецкий Ю.К. Основы гистологии с гистологической техникой. – М.: Медицина, 1982. – 304 с.
3. Ноздрачев А.Д., Поляков Е.Л. Анатомия лягушки: Практ. пособие для биол., медиц. и с.-х. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1994. – 320 с.
4. Гудимов А.В. Разделение нормы и патологии – основа технологий онлайн биомониторинга и контроля токсичности вод в реальном времени // Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб: Расширенные матер. III междунар. конф. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева. – 2011. – С. 24–25.

УДК 574.58(268.45.04)

СТРУКТУРА ЛИТОРАЛЬНЫХ ЗООЦЕНОЗОВ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Д.В. Губина, С.А. Афончева

*Мурманский государственный технический университет,
Мурманск*

В работе представлены результаты исследования изменений таксономического состава и распределения макрозообентоса на разных участках литорали Кольского залива в течение года. Установлено, что

сезонная динамика видовой структуры сообществ в куту залива и в середине по численности сходна, по биомассе соотношение таксонов в сообществах изменяется в противоположных направлениях. Показатели обилия ценозов достигают максимальных значений в осенний период, снижаются в зимне-весенний.

Зообентос – одна из основных составляющих морских прибрежных экосистем. Донные сообщества – наиболее удобный и информативный объект для оценки состояния экосистем, что объясняется их относительной стабильностью во времени и способностью к ретроспективному представлению изменений в экосистеме [1, 2].

Исследование сообществ литорального бентоса особенно актуально на участках, подверженных воздействию высоко вариабельных абиотических условий и антропогенному влиянию, так как по состоянию сообществ литоральных гидробионтов возможно получать информацию не только о настоящем состоянии биоты в районе, но и прогнозировать ее изменения во времени.

Целью работы является исследование сезонной динамики и структуры литоральных зооценозов Кольского залива.

Материалом для исследования послужили пробы макробентоса, собранные на различных участках литорали Кольского залива: в куту (Абрам-Мыс, м. Мишуков), середине (б. Белокаменная) и устье (м. Ретинский) в 2012–2013 гг. Пробы отбирали посезонно, во время отлива, с трех горизонтов литорали (верхнего, среднего, нижнего) в трех повторностях. Всего было отобрано 87 проб.

Районы отбора проб отличаются друг от друга гидрологическими и абиотическими условиями [3]. Одной из главных отличительных особенностей является характер грунта на литорали. Литораль м. Абрам-Мыс образована смешанным субстратом, открытого типа, не защищена от прибоя. Б. Белокаменная характеризуется большей гетерогенностью субстрата в сравнении с остальными участками. Литораль м. Ретинский представляет собой песчаное основание, на котором располагаются валуны.

Исследование сезонной динамики таксономического состава ценоза на м. Абрам-Мыс выявило доминирование олигохет на протяжении всех четырех сезонов, которые составили в среднем 66–81% от общей численности сообщества. Наибольшая плотность представителей данной группы зафиксирована осенью (11900 экз./м²), наименьшая – весной (974 экз./м²). Nemertini обнаружены только в летний сезон. Осенью в пробах широко представлены хирономиды. Сезонная динамика зооценоза Абрам-Мыса проявляется в увеличении численности олигохет, Bivalvia, и уменьшении плотности других основных таксонов – Crustacea и Gastropoda с летнего по весенний периоды. Наиболее сбалансированным таксономическим составом сообщество м. Абрам-Мыс характеризуется в летне-осенний период (рис. 1).

Основную биомассу сообщества м. Абрам-Мыс во все сезоны формировали Bivalvia (*Mytilus edulis*, *Macoma balthica*), биомасса двустворчатых моллюсков составила 50–84% от общей. Олигохеты, являющиеся доминантами по численности, по биомассе составляют незначительную часть сообщества, на них приходится от 5% (зима) до 19% (осень) общей биомассы (рис. 2).

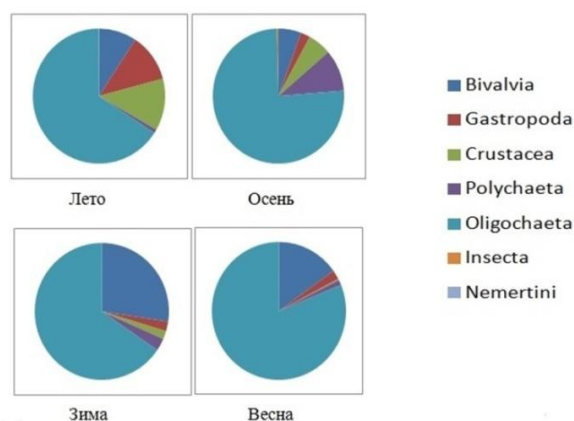


Рис. 1. Сезонная динамика таксономического состава сообщества м. Абрам-Мыс по численности

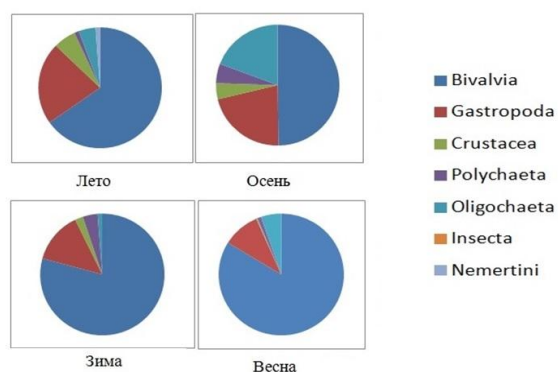


Рис. 2. Сезонная динамика таксономического состава сообщества м. Абрам-Мыс по биомассе

Сезонная динамика биомассы сообщества проявляется в увеличении биомассы *Bivalvia* и уменьшении биомассы *Crustacea*, *Gastropoda*, *Polychaeta* с летнего по весенний периоды (рис. 3). Рассмотренные сезонные изменения таксономического состава скорее всего связаны с климатическими факторами, воздействующими на гидробионтов. Летний период, характеризующийся более высокой температурой воды и воздуха, обилием кормовых ресурсов, создает для большинства литоральных животных оптимальные условия [3–7]. Поведенческие реакции организмов, связанные с избеганием неблагоприятных воздействий в этот период сведены к минимуму, и все представители литоральной фауны данного участка залива присутствуют на литорали. Видовое разнообразие в летний сезон максимально.

В отличие от м. Абрам-Мыс в б. Белокаменная нельзя выделить одного абсолютного численного доминанта. Летом сообщество б. Белокаменка наиболее сбалансировано по количественному составу: *Gastropoda*, *Bivalvia*, *Crustacea* и *Oligochaeta* формируют равные доли в среднем по 25–30% на каждый таксон, *Polychaeta* составляют 3% от общей численности (рис. 3). В другие сезоны доминанты выражены более ярко.

По биомассе в б. Белокаменная в течение всех сезонов доминируют двустворчатые моллюски (*Mytilus edulis*, *Macoma balthica*) – 57–80% от общей биомассы. Большая доля приходится на брюхоногих моллюсков (*Littorina saxatilis*, *Littorina obtusata*), в весенний сезон она достигает 40%.

Сезонная динамика таксономической структуры сообщества б. Белокаменная по биомассе проявляется в увеличении с летнего по весенний периоды доли *Gastropoda*, уменьшении долей *Crustacea* и *Bivalvia* (рис. 4).

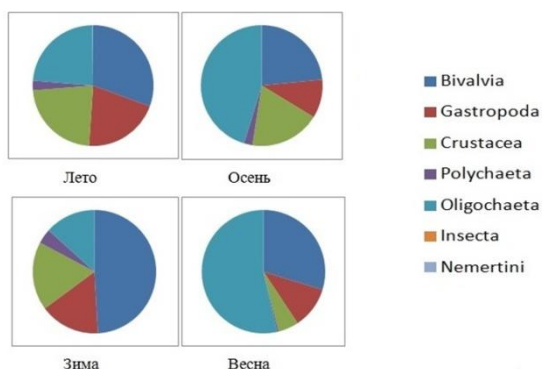


Рис. 3. Сезонная динамика таксономического состава сообщества б. Белокаменная по численности

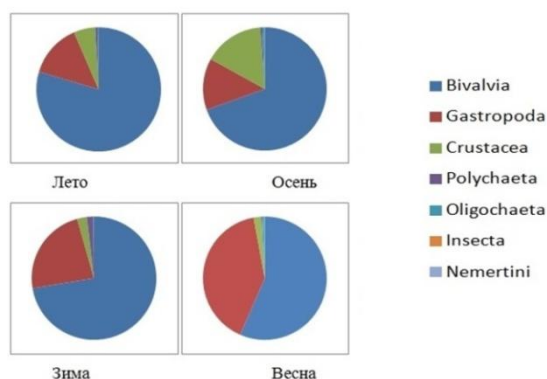


Рис. 4. Сезонная динамика таксономического состава сообщества б. Белокаменная по биомассе

Таким образом, по количественному составу сообщество б. Белокаменная более сбалансировано в летний сезон, что, возможно, объясняется совпадением оптимума абиотических условий и жизненных циклов литоральных гидробионтов.

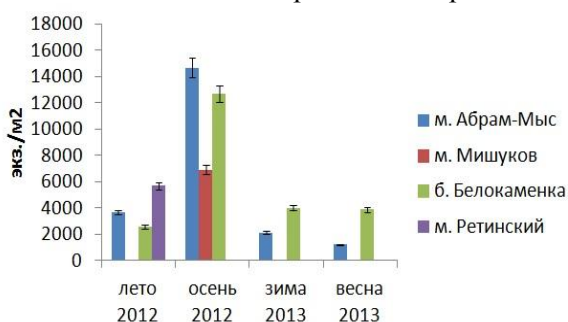


Рис. 5. Сезонная динамика плотности сообществ зообентоса в Кольском заливе

Сезонная динамика показателей обилия – плотности и биомассы литоральных зооценозов – во многом сходна. Увеличение биомассы происходит в осенний период с последующим снижением показателей обилия в зимний и весенний сезоны (рис. 5).

Абрам-Мыс характеризуется наиболее широкой амплитудой колебаний значений численности сообщества от 1204 экз./м² весной до 14689 экз./м² осенью (рис. 6), что, возможно, объясняется преобладанием в данном районе подвижных организмов, совершающих перемещения на нижнюю литораль и сублитораль в холодное время года, в то время как прикрепленные или малоподвижные беспозвоночные (мидии, баянусы) немногочисленны и, следовательно, они не формируют «резерва» численности сообщества на литорали в зимний период.

Абрам-Мыс характеризуется наиболее широкой амплитудой колебаний значений численности сообщества от 1204 экз./м² весной до 14689 экз./м² осенью (рис. 6), что, возможно, объясняется преобладанием в данном районе подвижных организмов, совершающих перемещения на нижнюю литораль и сублитораль в холодное время года, в то время как прикрепленные или малоподвижные беспозвоночные (мидии, баянусы) немногочисленны и, следовательно, они не формируют «резерва» численности сообщества на литорали в зимний период.

Величина биомассы сообществ варьирует от 0,05 кг/м² в куту залива (м. Абрам-Мыс) до 1,45 кг/м² (м. Ретинский) в устье залива. Наибольшая биомасса сообществ отмечена в летний период (рис. 6).

Максимум биомассы отмечен на м. Ретинский. Данный участок располагается на границе среднего и северного колен залива. Наблюдающееся увеличение биомассы и численности сообществ от южного колена Кольского залива к северному объясняется увеличением значений солёности в указанном направлении. Известно также, что диапазон вариации солёности на м. Ретинский самый узкий в сравнении с другими исследованными нами районами и составляет от 25 до 35‰ [8].

На м. Абрам-Мыс наибольшее значение биомассы зафиксировано осенью (0,261 кг/м²) (рис. 6), что было также отмечено сотрудниками ММБИ КНЦ РАН в южном колене залива [3, 4]. Биомасса сообщества м. Абрам-Мыс значительно уступает биомассе сообществ других исследуемых участков, что обусловлено видовым составом ценоза, образованным преимущественно олигохетами, полихетами и макомой.

Илистый субстрат данного мыса (на среднем и нижнем горизонтах), не является оптимальным субстратом для поселения на нем *Mytilus edulis*, которые являются одними из главных ценозообразующих видов литоральных сообществ залива. *Macoma balthica*, формирующая сообщества на верхнем и среднем горизонтах литорали м. Абрам-Мыс по биомассе значительно уступает мидиям.

Рассмотренная сезонная динамика показателей обилия связана с гидрологическими периодами года, которые в соответствии со среднемноголетней температурой поверхностного слоя воды в Кольском заливе, делят на тёплый и холодный. Тёплый период – это лето и часть осень. Холодный – зима, весна, вторая половина осени [8].

В летний и ранний осенний периоды у большинства литоральных гидробионтов появляется молодь [7, 8], которая наряду со зрелыми организмами остается в литоральной зоне до наступления сезонного похолодания. Таким образом, в осенний сезон, когда сообщество сформировано как взрослыми, так и многочисленными молодыми особями, наблюдается пик биомассы и численности. В зимне-весенний период литораль на верхних горизонтах покрыта льдом, и большинство подвижных представителей зообентоса мигрируют на нижние горизонты литорали и на sublittoral [9].

Таким образом, сезонная динамика таксономического состава сообществ зообентоса м. Абрам-Мыс и б. Белокаменная Кольского залива по численности сходна, по биомассе соотношение таксонов в сообществах изменяется в противоположных направлениях. Показатели обилия достигают максимума в осенний период, снижаются в зимне-весенний.

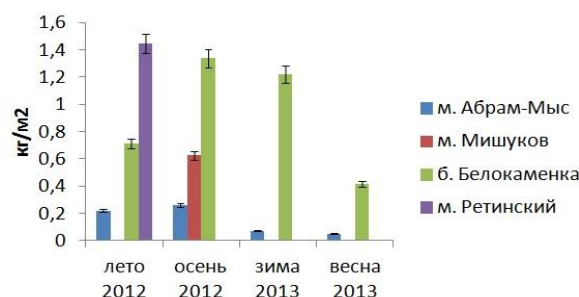


Рис. 6. Сезонная динамика биомассы сообществ зообентоса в Кольском заливе

Литература

1. Бурковский И.В. Структурно-функциональная организация и устойчивость морских донных сообществ / И.В. Бурковский. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 208 с.
2. Бурковский И.В. Особенности структурной организации макробентоса в биотопе с выраженным градиентом солёности / И.В. Бурковский, А.П. Столяров // Зоол. журн. – 1995. – Т. 74. – Вып. 2. С. 32–46.
3. Кольский залив / Коллектив авторов // Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2009. – 265 с.
4. Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты / Г.Г. Матишов, В.В. Денисов, С.Л. Дженюк, А.Д. Чинарина, С.Б. Тимофеева. // КНЦ РАН, 1997. – 250 с.
5. Afoncheva S. Distribution of littoral phyto- and zoocenosis of the Kola Bay of the Barents sea / S. Afoncheva, S. Malavenda, P. Kravets // Book of abstracts. Arctic Frontiers. – 2013. – P. 154.
6. Современное экологическое состояние бухты Белокаменная Кольского залива и прилегающей зоны. – Апатиты: РАН ММБИ, 1992. – 53 с.
7. Павлова, Л.В. Сезонная динамика качественного и количественного состава зообентоса губы Хлебная (Баренцево море, Кольский залив) / Л.В. Павлова // Матер. 20 юбилейной конф. молодых ученых (г. Мурманск, апр. 2002 г.) – Мурманск, 2002. – С. 123–131.

8. Зуев Ю.А. Мегабентос верхней сублиторали Кольского залива Баренцева моря / Ю.А. Зуев // дис. ... канд. биол. наук. – Мурманск, 2012. – 252 с.

9. Фролова Е.А. Донная фауна сублиторали / Е.А. Фролова, Е.Г. Митина, А.В. Гудимов, А.В. Сикорский // Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. – С. 101–123.

УДК 314.145(571.66)

ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСЕЛЕНИЯ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

И.П. Евсеев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

В статье рассмотрена динамика экологических и социальных показателей населения Камчатского края, актуальных для перспективного, устойчивого развития региона.

Популяция человека обладает теми же характеристиками, что и популяция животных, но характер и форма их проявлений значительно отличаются вследствие действия таких факторов, как искусственная среда, социально-экономические условия и другие, называемых единым термином – социум. Все люди на Земле образуют популяционную систему – человечество. Рост этой популяции ограничен доступными природными ресурсами и условиями жизни, социально-экономическими и генетическими механизмами.

Человек – это не только биологический вид, но и социально организованное существо. Социализация человека зависит во многом от его уровня образования, воспитания, уровня здоровья и многих других факторов. Совместными усилиями человеческие общности смогли не только сохранить себя на Земле, но и создать высокоразвитые цивилизации, которые в настоящий момент находятся в экологическом кризисе. Выход из экологического кризиса возможен только в случае изменения курса развития всего мирового сообщества. Это может реализоваться на основе устойчивого развития как всего человечества в целом, так и отдельного взятого региона. В социально-экономическом развитии региона не последнюю роль играет население или популяция человека на данной территории, которая характеризуется определенными экологическими и социальными параметрами.

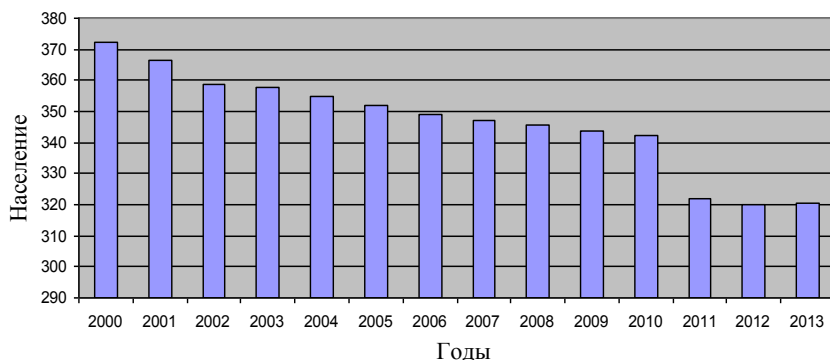


Рис. 1. Численность населения Камчатского края (тыс. чел)

Поэтому изучение и знание уровня этих параметров необходимо для определения тенденций развития региона.

Численность населения на выделенной территории является важной характеристикой устойчивого развития региона. За последние 13 лет, начиная с 2000 г., численность населения в крае сократилась на 51,8 тыс. человек (рис. 1) и продолжает сокращаться, в связи с оттоком людей в более благоприятные районы страны и функционированием государственной программы по переселению населения из районов Крайнего Севера.

Численность населения напрямую зависит от уровня рождаемости и смертности в регионе. Количество родившихся в крае, начиная с 2007 г., неуклонно растет (рис. 2), что обусловлено стабилизацией социально-экономического развития страны в целом и региона в частности.

В 2012 и 2013 гг. наблюдалось наибольшее число новорожденных – 12,5 и 13 человек на 1000 населения соответственно. Динамика изменения показателя смертности выражена слабо (рис. 2). Максимальное значение было зарегистрировано дважды – в 2005 и 2010 гг., что составляло 12,6 человек на 1000 населения. За период с 2000 по 2013гг. число умерших осталось практически на прежнем уровне и невозможно говорить о дальнейшем сокращении или увеличении данного показателя.

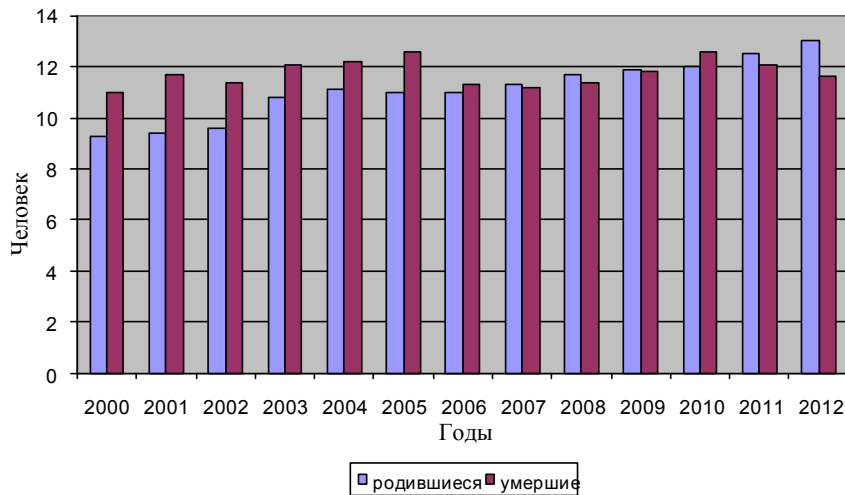


Рис. 2. Динамика изменения рождаемости и смертности в Камчатском крае (на 1 000 населения)

Однако на фоне двух таких показателей, как рождаемость и смертность, темп естественного прироста (рис. 3) можно охарактеризовать как положительный. На протяжении периода с 2000 по 2006 гг. был отрицательный естественный прирост. Лишь начиная с 2007 г. ситуация начала меняться в лучшую сторону. И в промежутке с 2007 по 2012 гг. данный показатель значительно увеличился с 0,1 до 1,4 человек на 1000 населения. Несмотря на положительный темп, в 2010 г. наблюдался спад естественного прироста с показателем 0,6 человек на 1000 населения. На этот год как раз приходится второй пик уровня смертности. В 2012 г. показатель естественного прироста оказался наибольшим – 1,4 человек на 1000 населения, это объясняется заметным увеличением рождаемости в крае.

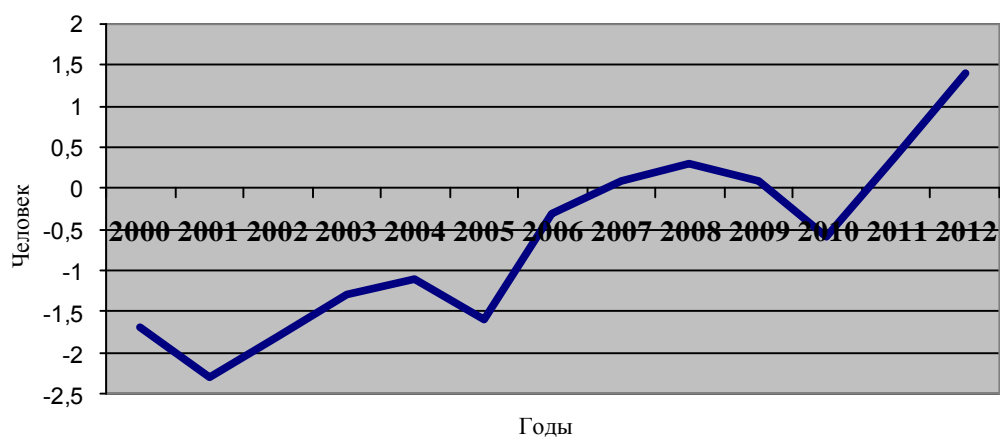


Рис. 3. Естественный прирост населения в Камчатском крае (на 1 000 населения)

Важными эколого-социальными характеристиками популяции также являются половая и возрастная структуры. Как следует из рис. 4, количество мужчин в Камчатском крае всегда преобладало над количеством женщин, и только в 2011 г. отмечается резкий скачок увеличения женского населения. В 2011 г. мужское население сократилось на 81 человек, а женское увеличилось на данное значение соответственно. Рассматривая возрастную структуру населения

(рис. 5), видно, что доминирующую позицию занимает трудоспособное население, которое составляет в среднем 65% от общего количества населения. Количество людей старше трудоспособного населения ежегодно возрастает, и за период с 2005 по 2011 гг. оно выросло на 4,7% – с 13,2% до 17,9%. Таким образом, незаметными темпами происходит старение населения края и эта тенденция не способствует устойчивому развитию региона.

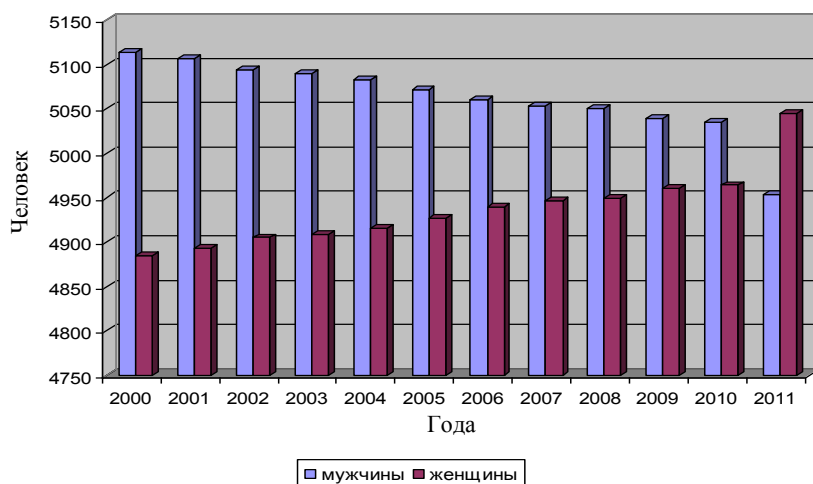


Рис. 4. Половая структура населения Камчатского края (на 10 000 человек)

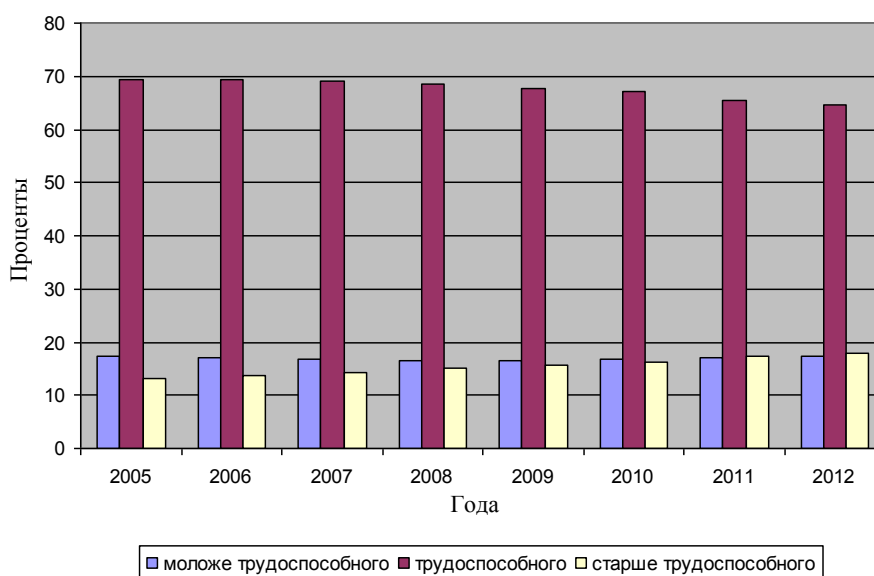


Рис. 5. Возрастная структура населения Камчатского края (в процентах)

Из социальных характеристик популяции человека на Камчатке нами рассмотрены уровень образования и уровень здоровья.

Для удобства все образование разделили на общеобразовательное, начальное профессиональное образование, среднее профессиональное образование и высшее профессиональное образование.

В последние годы наблюдается уменьшение количества обучающихся в общеобразовательных учреждениях. Так, на начало 2011–2012 учебного года количество обучающихся учеников составило 34424 человек, это на 4753 человек меньше, чем обучающихся в 2005–2006 гг. (табл.1).

Таблица 1

Количество обучающихся в общеобразовательных учреждениях на начало учебного года, чел.

Год обучения	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12
количество учеников, чел	39177	36974	35589	34531	34049	34065	34424

Начальное профессиональное образование – это одна из ступеней продолжения обучения после школы и получения профессии. Данные рис. 6 свидетельствуют о тенденции снижения количества обучающихся в профессионально-технических училищах. По сравнению с 2005 г., обучающихся в 2011г. сократилось на 40 человек на 10 000 населения. Такая тенденция обусловлена непрестижностью рабочих профессий в обществе. В среднем профессиональном образовании количество обучающихся также уменьшилось, но не столь значительно, как в начальном профессиональном образовании. За период с 2000 по 2011 гг. количество студентов сокращалось в среднем на 7 человек на 10 000 населения за каждый учебный год. За 11 лет количество людей со средним профессиональным образованием уменьшилось на 65 человек на 10000 населения. При этом количество обучающихся в вузах увеличилось практически в 2 раза по сравнению с 2000 г. (рис 6). Наибольшее увеличение наблюдается в 2010 г. и составляет 510 человек на 10000 человек населения.

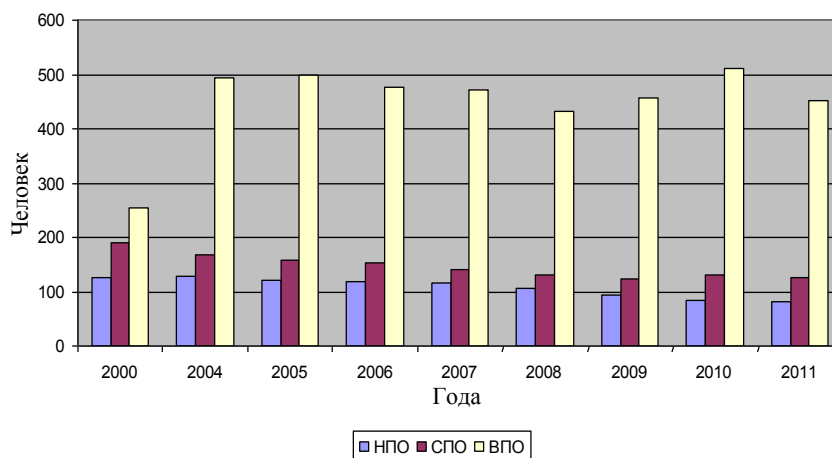


Рис. 6. Уровень образования населения Камчатского края (на 10 000 населения)

Из рис. 7 видно, что абсолютным лидером заболеваемости населения Камчатского края являются болезни органов дыхания, на втором месте травмы и отравления, на последнем месте болезни системы кровообращения. Количество заболевших болезнями органов дыхания за последние 6 лет увеличилось на 115,7 чел. Такой значительный прирост не наблюдается у остальных двух групп заболеваний, но при этом для них также характерно увеличение количества заболевших с 2007 по 2012 гг.

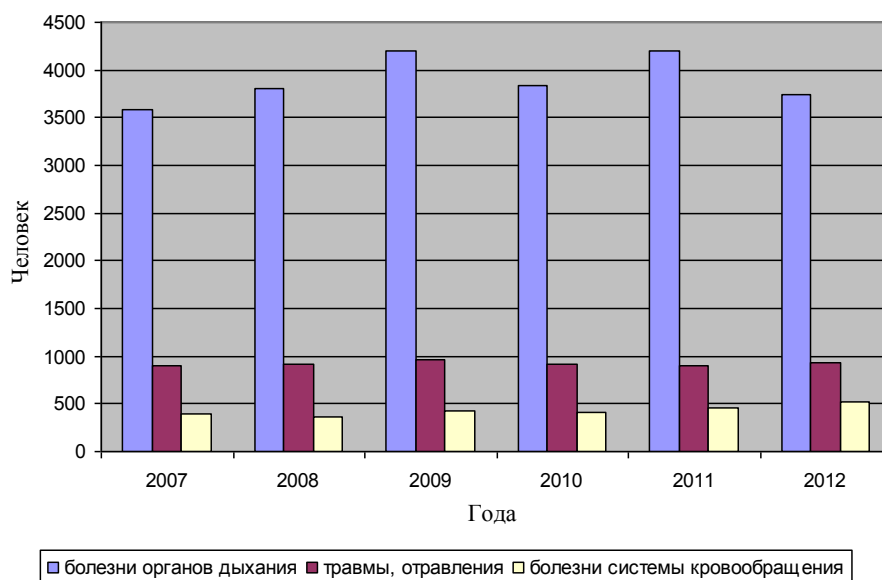


Рис. 7. Уровень здоровья популяции человека в Камчатском крае по заболеваниям дыхательных путей, системы кровообращения, в результате травм и отравлений (на 10 000 населения)

Таким образом, эколого-социальные характеристики населения Камчатского края свидетельствуют о тенденции неустойчивого развития региона, что обусловлено падением численности населения, уменьшением количества трудоспособного населения и возрастанием числа людей старше трудоспособного возраста, снижением уровня здоровья населения, неуклонным уменьшением количества людей с начальным и средним профессиональным образованием.

Литература

1. Камчатский статистический ежегодник. 2013: Статистический сборник. – Петропавловск-Камчатский: Камчатстат, 2014. – 441 с.
2. Камчатский статистический ежегодник. 2000: Статистический сборник. – Петропавловск-Камчатский: Камчатстат, 2001. – 428 с.
3. Камчатский статистический ежегодник. 2006: Статистический сборник. – Петропавловск-Камчатский: Камчатстат, 2007. – 434 с.

УДК [502:51:504.5-03](268.45)

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ЭКОСИСТЕМЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

А.Ю. Жилин, Н.Ф. Плотыцина

*Полярный научно-исследовательский институт
морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича,
Мурманск*

Полученные результаты подтверждают низкий уровень загрязнения морской среды исследованных районов Баренцева моря, который не окажет существенного влияния на состояние запасов промысловых рыб в краткосрочной перспективе.

В 2013 г. уровни загрязнения отдельных компонентов экосистемы Баренцева моря определялись в лаборатории прикладной экологии и токсикологии ПИНРО, аккредитованной на техническую компетентность и независимость (аттестат аккредитации № РОСС RU. 0001.518450), в соответствии с методическими руководствами [1–5]. Для оценки состояния среды обитания водных биоресурсов Баренцева моря были исследованы пробы воды и донных осадков из северных, южных и центральных промысловых районов Баренцева моря (рис. 1).

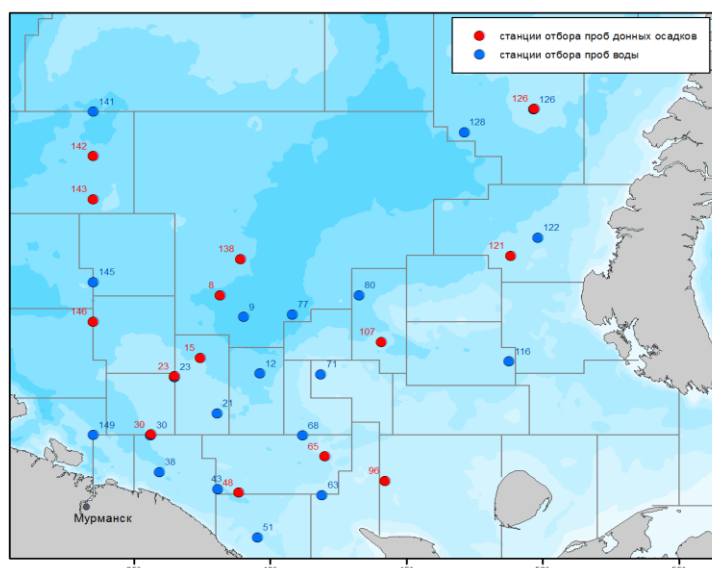


Рис. 1. Схема станций отбора проб воды и донных осадков Баренцева моря в 2013 г.

Для оценки состояния среды обитания водных биоресурсов Баренцева моря были исследованы пробы воды и донных осадков из северных, южных и центральных промысловых районов Баренцева моря (рис. 1).

Всего проанализированы 48 проб воды (поверхностный и придонный слой) и 47 проб донных осадков по 59 химическим показателям каждая.

В результате проведенных исследований установлено, что концентрации нефтяных (алифатических) углеводородов (АЛУ) в поверхностном слое морской воды изменялись от 2,1 до 7,9 мкг/л, в придонном слое – от 1,9 до 6,0 мкг/л и не превышали предельно допустимую концентрацию в воде водоемов рыбохозяйственного значения (ПДК_{р/х} – 50 мкг/л) [6]. Величины отношения концентраций

изопреноидов пристана и фитана в поверхностных и придонных водах варьировали от 0,4 до 1,0, т. е. были меньше 1,2, что свидетельствовало о нефтяном происхождении определяемых АЛУ. Углеродный коэффициент СРІ изменялся от 0,3 до 1,1, что подтверждало нефтяное происхождение АЛУ [7]. Присутствие в пробах морской воды *n*-парафина C₁₆ и доминирование низкокипящих алканов также характерно для АЛУ нефтяного происхождения. Наибольшие концентрации *n*-парафинов нефтяного происхождения обнаружены в морской воде халинной фронтальной зоны, отделяющей прибрежные мурманские воды от атлантических вод.

Общие концентрации полициклических ароматических углеводородов (Σ ПАУ) в поверхностном слое воды варьировали от 9,7 до 276 нг/л, в придонном – от 21,1 до 149 нг/л и на большинстве станций превышали глобальный фоновый уровень 20 нг/л [7, 8]. На станциях с высокой концентрацией ПАУ в поверхностном и придонном слоях воды величина суммарной концентрации «метчиков» нефтяного загрязнения (нафталин, 1-метилнафталин, 2-метилнафталин, флуорен, хризен) достигала 85%. Повышенные концентрации канцерогенных ПАУ были характерны для поверхностного слоя прибрежных мурманских вод [8].

Стойкие органические загрязнители в исследованных водах были представлены хлорорганическими пестицидами (ХОП) и полихлорбифенилами (ПХБ). Из ХОП в воде Баренцева моря определялись α -, β -, γ -изомеры гексахлорциклогексана (ГХЦГ), гексахлорбензол (ГХБ), изомеры хлордана и метаболиты дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ).

Суммарные концентрации трех изомеров ГХЦГ в поверхностном и придонном слоях воды изменялись от 0,70 до 2,97 и от 0,84 до 3,09 нг/л соответственно. Доминирование концентраций α -ГХЦГ над γ -ГХЦГ (α -ГХЦГ/ γ -ГХЦГ > 1) свидетельствовало о «старом» характере загрязнения водных масс этим пестицидом [9, 10]. Остаточные концентрации ГХБ в поверхностном и придонном слоях воды исследованных районов варьировали от 0,05 до 0,71 нг/л и в основном не превышали ПДК_{р/х} – 10 нг/л, за исключением четырех станций, расположенных в Западном и Восточном Прибрежных районах [6]. На этих же станциях обнаружены изомеры хлордана, суммарные концентрации которых в поверхностном слое воды изменялись от 3,73 до 4,80 нг/л, в придонном – от 3,61 до 5,26 нг/л. Предположительно остаточные количества хлорданов попали в прибрежные мурманские воды с Норвежским прибрежным течением из Северного моря, так как в качестве пестицидов они ранее в СССР не применялись.

Концентрации метаболитов ДДТ в поверхностном слое воды варьировали от 0,29 до 7,68, в придонном – от 0,20 до 1,91 нг/л, за исключением четырех станций в Западном и Восточном Прибрежных районах, где суммарные концентрации ДДТ превышали ПДК_{р/х} 10 нг/л [6]. Отношение концентраций изомеров ДДТ (p,p' -ДДТ/ p,p' -ДДЕ < 1), указывало на длительный процесс трансформации ДДТ в более стойкие метаболиты, т. е. о давнем загрязнении вод Баренцева моря данным пестицидом [9, 10].

Суммарные концентрации ПХБ в поверхностном слое воды изменялись от 0,69 до 7,95, в придонном – от 0,47 до 5,85 нг/л, за исключением четырех станций в Западном и Восточном прибрежных районах, где концентрации Σ ПХБ в воде были выше ПДК_{р/х}, равной 10 нг/л [6]. Из индивидуальных конгенов ПХБ в морской воде доминировали соединения, входящие в состав промышленных смесей типа Aroclor (российские аналоги Совол и Совтол-10 – конденсаторное и трансформаторное масла соответственно, причем конгенер с номером 118 относится к диоксиноподобным соединениям, так как проявляет токсичность, подобную 2,3,7,8-тетрахлордифенилдиоксинолу, но имеет более низкий токсический потенциал [11].

Концентрации определяемых 11-ти микроэлементов (медь, цинк, никель, хром, марганец, кобальт, свинец, железо, кадмий, мышьяк и ртуть) были значительно ниже ПДК_{р/х}. Максимальные концентрации таких токсичных элементов, как свинец, кадмий и мышьяк, в поверхностном слое воды составляли 1,91, 0,18 и 0,82, в придонном – 1,40, 0,08 и 0,50 мкг/л соответственно, а концентрации ртути не превышали ПДК_{р/х}, равную 0,1 мкг/л (максимальное значение 0,082 мкг/л – в поверхностном слое воды и 0,043 мкг/л – в придонном) [6, 12].

Величина объемной активности ^{137}Cs в поверхностном слое воды на станции 2 стандартного океанографического разреза «Кольский меридиан» в апреле 2013 г. составила $1,20 \pm 0,60$ Бк/м³, а ^{90}Sr – $1,89 \pm 0,15$ Бк/м³, что не превышало фоновых значений последних лет [13].

Полученные результаты подтверждают низкий уровень загрязнения воды исследованных промысловых районов Баренцева моря в 2013 г.

Содержание АлУ (*n*-парафинов) в верхнем слое донных осадков открытых районов Баренцева моря варьировало от 0,26 до 3,10 мкг/г сухой массы и были представлены широким спектром углеводородов от C₁₀ до C₃₁. В России нормативы содержания алифатических углеводородов в морских донных осадках отсутствуют, но по литературным данным количество *n*-парафинов в исследованных донных осадках Баренцева моря было значительно ниже техногенного фонового уровня, характерного для верхнего слоя донных осадков Западно-Арктического шельфа – 340 мкг/г сухой массы [14, 15]. Низкие значения углеродного коэффициента CPI < 1 (0,78-0,97) и преобладание низкокипящих углеводородов в отношении величин содержания $n\text{C}_{10}$ - $n\text{C}_{22}$ / $n\text{C}_{23}$ - $n\text{C}_{31}$ (1,4–3,7) характерны для углеводородов нефтяного, а не биогенного происхождения [7].

Суммарное содержание 19-ти ПАУ в верхнем слое донных осадков Баренцева моря изменялось в интервале от 4,58 до 271 нг/г сухой массы осадка. Из группы углеводородов, которые являются индикаторами индустриальных и неиндустриальных выбросов, можно выделить пирен, флуорантен, бенз(ghi)перилен, бенз(b)флуорантен, индено(1,2,3-cd)пирен. Пирен с флуоранте-ном являются преобладающими компонентами выбросов систем, связанных с пиролизом органического вещества, и их содержание в исследованных донных осадках изменялось от 3,3 до 17,0% Σ ПАУ, а содержание канцерогенного бенз(a)пирена в среднем составляло 3,42 %. Общее содержание канцерогенных ПАУ варьировало от 12 до 47% Σ ПАУ. В донных осадках на большинстве станций преобладали бенз(b)флуорантен, перилен и индено(1,2,3-cd)пирен, составляющие до 57% Σ ПАУ [16].

В России отсутствуют нормативы содержания загрязняющих веществ в морских донных осадках. В соответствии с классификацией уровней загрязнения морских донных осадков, принятой Норвежским Государственным Агентством по охране окружающей среды (SFT), содержание Σ ПАУ и бенз(a)пирена в донных осадках на большинстве исследованных станций не превышало фоновых уровней – < 300 и < 10 нг/г сухой массы соответственно [17].

Суммарное содержание ГХЦГ в донных осадках исследованных районов Баренцева моря изменялось от 1,11 до 12,5 нг/г сухой массы. Увеличение относительного содержания более стабильного изомера α -ГХЦГ по сравнению с γ -ГХЦГ (α -ГХЦГ/ γ -ГХЦГ > 1) указывало на давнее поступление этого пестицида в Баренцево море [9, 10]. Содержание ГХБ в исследованных донных осадках варьировало в узком интервале от 0,29 до 0,40 нг/г сухой массы. В настоящее время определяются лишь остаточные количества этого соединения, так как его применение было запрещено в СССР в 70-е гг. прошлого века. По норвежской классификации содержание ГХБ в донных осадках исследованных районов Баренцева моря не превышало фоновый уровень ($< 0,5$ нг/г сухой массы) [17]. Из изомеров хлордана в исследованных донных осадках присутствовал в основном *trans*-хлордан, и его содержание было очень незначительно (0,05–0,24 нг/г сухой массы). Этот пестицид в России никогда не применялся, и его остаточные количества поступают в Баренцево море преимущественно с водами Северо-Атлантического течения.

Суммарное содержание метаболитов ДДТ варьировало от 0,38 до 3,00 нг/г сухой массы. Содержание изомера p,p'-ДДЕ в донных осадках превышало содержание изомера p,p'-ДДТ на всех исследованных станциях и свидетельствовало о длительном процессе трансформации ДДТ в более стойкие метаболиты, то есть о давнем загрязнении [9, 10]. По норвежской классификации величины содержания Σ ДДТ в донных осадках на большинстве исследованных станций превышали фоновый уровень ($< 0,5$ нг/г сухой массы), и эти осадки соответствовали категории «умеренно загрязненные» [17].

Суммарное содержание ПХБ в верхнем слое донных осадков изменялось от 0,88 до 1,99 нг/г сухой массы. Из индивидуальных соединений ПХБ преобладали тетра-, пента- и гексахлорированные бифенилы, доминирующие в составе промышленных смесей типа Aroclor, российские аналоги – Совол (конденсаторное масло) и Совтол (трансформаторное масло). Они составляли более 70% суммарного содержания ПХБ. Согласно критериям загрязненности морских донных осадков, принятым в Норвегии, суммарное содержание семи конгенов ПХБ с номерами 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 в донных осадках исследованных районов Баренцева моря соответствовало техногенному фоновому уровню (< 5 нг/г сухой массы) [17].

Согласно норвежской классификации содержание меди, цинка, никеля, хрома, свинца, кадмия, мышьяка и ртути в донных осадках открытых районов Баренцева моря соответствовало фоновым уровням, за исключением одной станции в промышленном районе Центральный желоб, где по содержанию никеля (32,8 нг/г сухой массы) донный осадок можно отнести к категории «умеренно загрязненный» [17]. Максимальное содержание перечисленных двухвалентных микроэлементов обнаружено в донных осадках, представленных глиной и илами, тонкозернистая фракция которых достигала 80%.

Уровень накопления антропогенных радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в поверхностном слое донных осадков Баренцева моря в феврале 2013 г. (промысловый район Северо-Восточный склон Мурманской банки) составил $0,87 \pm 0,34$ и $0,77 \pm 0,14$ Бк/кг сухой массы, что соответствовало фоновым значениям удельных активностей изотопов ^{137}Cs и ^{90}Sr в открытых районах Баренцева моря [13].

Представленные результаты подтверждают низкий уровень загрязнения морской среды и согласуются с ранее полученными данными (рис. 2).

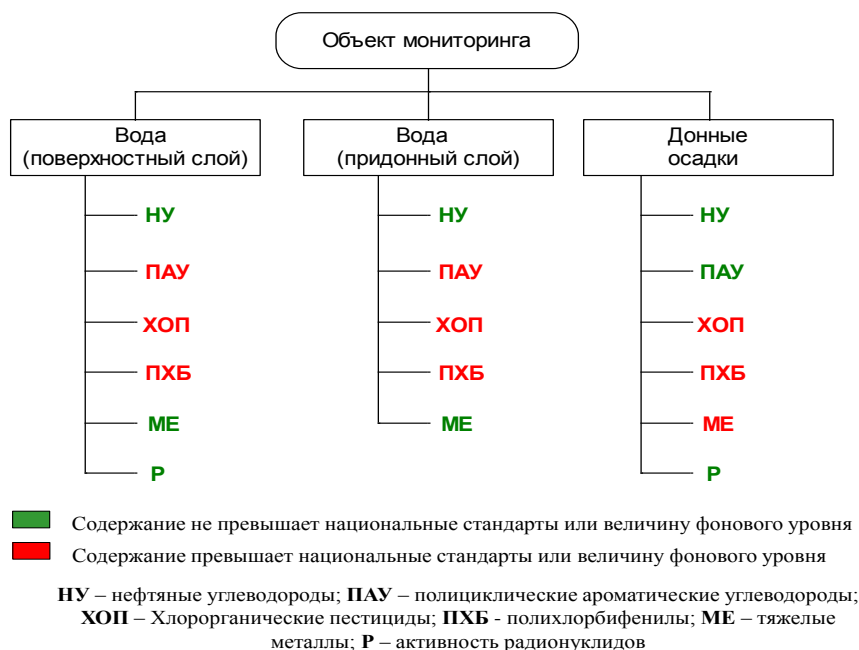


Рис 2. Загрязняющие вещества в экосистеме Баренцева моря в 2013 г.

Литература

1. Руководство по химическому анализу морских вод (РД 52.10.243-92). – СПб.: Гидрометеоздат, 1993. – 264 с.
2. Методические указания по определению загрязняющих веществ в морских донных отложениях № 43. – М.: Гидрометеоздат, 1979. – 36 с.
3. Методы определения токсичных загрязняющих веществ в морской воде и донных осадках // Тр. ГОИН. – 1981. – Вып. 162. – 93 с.
4. Методические основы комплексного экологического мониторинга океана. – М.: Гидрометеоздат, 1988. – 98 с.
5. 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.
6. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водных объектах рыбохозяйственного значения. – М.: Изд-во ВНИРО, 2011. – 257 с.
7. Химические процессы в экосистемах северных морей (гидрохимия, геохимия, нефтяное загрязнение) / Г.Г. Матишов, Л.Г. Павлова, Г.В. Ильин, Т.А. Щекатурина, О.Г. Миронов, В.С. Петров. – Апатиты, 1997. – 404 с.
8. Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 275 с.
9. Орлова И.Г. Хлорированные углеводороды в морских экосистемах. – СПб., 1992. – 107 с.
10. Chernyak S. M., McConnel L.L., Rice C.B. Fate of some chlorinated hydrocarbons in arctic and far eastern ecosystems in the Russian Federation // Sci. Total Environ. – 1995. – V. 160/161. – P. 75–85.
11. Nisbet I.C.T., Sarofim A.E. Rates and routes of transport of PCBs in the environment // Environ. Health Respect. – 1972. – V. 1. – P. 21–38.
12. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 288 с.
13. Матишов Д.Г., Матишов Г.Г. Радиационная экологическая океанология. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2001. – 417 с.
14. Пересыпкин В.И., Александров А.В. Поступление и особенности распределения алканонафтенных углеводородов в донных осадках Кандалакшского залива Белого моря // Океанология. – 1996. – Т. 36. – № 5. – С. 727–734.

15. Гуревич В.И. Современный седиментогенез и геоэкология Западно-Арктического шельфа Евразии. – М.: Научный Мир, 2002. – 135 с.

16. Soclo H.H., Garrigues Ph., Ewald M. Origin of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Coastal Marine Sediments: Case Studies in Cotonou (Benin) and Aquitaine (France) Areas // Mar. Poll. Bull. – 2000. – V. 40. – № 5. – P. 387–396.

17. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning / J. Molvær, J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei, J. Sørensen // SFT Veiledning, 1997. – 97:03. –36 pp. (In Norwegian).

УДК 582.2-082.26:639.55.043.2

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ *CHAETOCEROS MUELLERI* (SCHUTT) И *DUNALIELLA SALINA* (DUNAL) TEOD., ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ КОРМА ДЛЯ ЛИЧИНОК ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТРЕПАНГА (*APOSTICHOPUS JAPONICUS* (SELENKA)), НА РАЗЛИЧНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

Е.Д. Кагановская

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
Владивосток*

В экспериментальных условиях показано, что при культивировании микроводорослей *Dunaliella salina* и *Chaetoceros muelleri* на различных питательных средах существенных отличий показателей скорости роста численности клеток, калорийности и содержания белка в сухой массе клеток не наблюдалось. Остаточные концентрации азота в фильтратах питательных сред не выходят за пределы ингибирования личинок трепанга.

Дальневосточный трепанг *Apostichopus japonicus* (Selenka) – один из ценнейших промысловых видов донной биоты юга Приморья. В 30–40 гг. прошлого века ежегодный его вылов в заливе Петра Великого достигал 400–800 т при общей численности 150 млн экз. [1]. В конце 50-х гг. показатели величины запаса находились на уровне 2730 т. [2]. К 1970 г. численность трепанга в заливе Петра Великого понизилась до 59,9 млн экз. [3]. Тенденция сокращения запасов трепанга продолжалась до середины 70-х гг., что послужило основанием для введения в 1978 г. запрета на его добычу. Однако в связи с активизацией нелегитимного промысла, в последующие годы ожидаемого восстановления ресурсов не произошло. Перспективным путем их восстановления является получение жизнестойкой молоди трепанга в контролируемых условиях.

При искусственном воспроизводстве трепанга одной из важных проблем является обеспечение личинок живыми кормами. Для личинок трепанга наиболее приемлемым кормом являются диатомовая водоросль *Chaetoceros muelleri* (Schütt) и зеленая *Dunaliella salina* (Dunal) Teod [4].

Для выращивания микроводорослей применяются накопительный (периодический) и непрерывный (проточный) режимы культивирования. При накопительном культивировании рост культуры микроводорослей описывается S-образной кривой, в которой различают следующие фазы [5]: 1) лаг-фаза, в которой не происходит увеличения клеток, 2) экспоненциальная или логарифмическая фаза, в течение которой численность клеток максимально увеличивается 3) фаза замедленного роста, 4) стационарная фаза, когда количество клеток постоянно, 5) фаза замедления роста. Микроводоросли физиологически наиболее активны, богаты белком и витаминами на экспоненциальной фазе роста культуры [6].

Массовое культивирование микроводорослей – это дорогостоящий процесс, поэтому для снижения затрат на получение живого корма необходимо увеличивать продукционные характеристики культур, выращиваемых видов.

Существенную роль в увеличении роста численности клеток микроводорослей играет состав питательной среды. Вопрос о влиянии состава среды на рост и развитие водорослей является одним из основных при массовом выращивании [7]. В настоящее время разработано большое количество рецептов питательных сред, используемых при культивировании одноклеточных водорослей, список которых регулярно пополняется.

При кормлении выращиваемых личинок, микроводоросли подаются в виде суспензии живых клеток в питательной среде и, следовательно, в сосуды с личинками поступают недоиспользованные питательные вещества, входящие в состав питательных сред и продукты метаболизма микроводорослей, которые могут ингибировать развитие личинок. В связи с этим возникает необходимость проверки, не остаются ли в питательной среде такого рода вещества, в частности соединения азота, т.к. данный показатель строго регламентируется инструкцией по технологии получения жизнестойкой молоди трепанга в заводских условиях и составляет 0,2–0,3 мг аммонийного азота на литр морской воды [8].

При культивировании микроводорослей нами были использованы питательные среды, которые уже стали классическими: Гольдберга [9] для зеленых и F/2 [10] для диатомовых водорослей. Основываясь на современном опыте массового выращивания микроводорослей, использовали среду, разработанную китайскими специалистами. Использование данной питательной среды обусловлено простотой ее приготовления и относительной дешевизной.

Цель данной работы заключалась в сравнении роста численности клеток микроводорослей, используемых в качестве корма для личинок трепанга, на различных питательных средах. В связи с этим были получены и проанализированы ростовые характеристики культур микроводорослей на трех питательных средах. Кроме того, определили энергетическую характеристику (калорийность) выращенных микроводорослей и остаточную концентрацию общего азота в питательных средах.

Материалы и методы

В экспериментах использовали альгологически чистые культуры микроводорослей *Dunaliella salina* (Dunal) и *Chaetoceros muelleri* (Schütt).

Водоросли выращивали в конических колбах объемом 1000 мл, освещаемых сбоку лампами ЛБ-40, при температуре 20°C и непрерывной освещенности 5 кЛк. Начальная концентрация клеток в культуре составляла 200±10 тыс. кл. /мл. Объем среды составлял 500 мл. Для обеспечения газообмена (O₂, CO₂) и перемешивания клеток суспензию непрерывно барботировали воздухом. Эксперимент проводили в двух повторностях до начала снижения численности клеток в культуре (до 13 суток).

Морскую воду для приготовления питательной среды пропускали через фильтр с диаметром пор 0,2 мкм, и подвергали трехкратной пастеризации через сутки путем нагревания до 80°C.

Концентрацию клеток определяли через сутки, начиная с 3-х суток культивирования, методом прямого счета (трехкратно) в камере Горяева.

Микроводоросли культивировали на трех питательных средах. *Dunaliella salina* выращивали на питательных средах Гольдберга, среде, разработанной китайскими специалистами на основе питательной среды Чжаньшуй 107-18 (далее «китайская» питательная среда) [11]. *Chaetoceros muelleri* выращивали на питательных средах F/2 и «китайской» питательной среде. Элементный состав питательных сред представлен в табл. 1.

Таблица 1

Концентрации элементов минерального питания в питательных средах, мг/л

Элемент	Питательные среды		
	Гольдберга	F/2	«Китайская»
N ⁺	28	12,4	8,25
P ⁻	1,21	1,12	1,14
Si ⁻	–	3	1,15
Cu ⁺	–	0,0026	–
Zn ⁺	–	0,005	–
Co ⁺	0,058	0,002	–
Mn ⁺	0,054	0,05	–
Mo ⁺	–	0,002	–
Fe ⁺	0,055	0,65	0,11

Содержание органического углерода и общего азота в сухом остатке определяли методом газовой хроматографии на анализаторе Euro EA 3000 [12]. Содержание остаточного азота в фильтрате питательной среды определяли в момент достижения культурой фазы замедленного роста методом Кьельдаля [13] на аппарате Kjeltec 2300. Перед проведением анализов пробы центрифугировали

10 мин. при 2,5 тыс. оборотах на центрифуге Hitachi himac CR 20B2 для осаждения микроводорослей и высушивали до постоянного веса (около 100 часов) при температуре 60°C.

Для определения калорийности сухой массы клеток водорослей приняли допущение, согласно которому 1 г органического углерода биомассы эквивалентен 10 ккал [14]. Содержание белка в сухой массе клеток рассчитывали через содержание общего азота при помощи коэффициента 6,25 [13].

Результаты и обсуждение

Кривые роста численности клеток микроводорослей в зависимости от состава питательной среды представлены на рис. 1, 2.

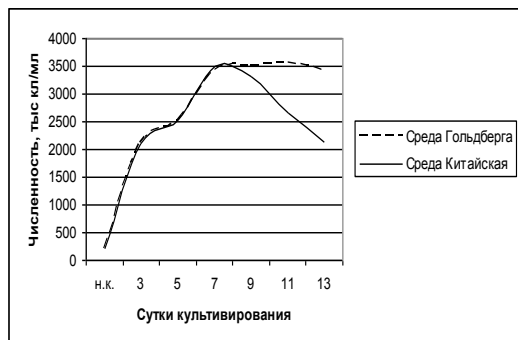


Рис. 1. Численность клеток *Dunaliella salina* в зависимости от используемой питательной среды

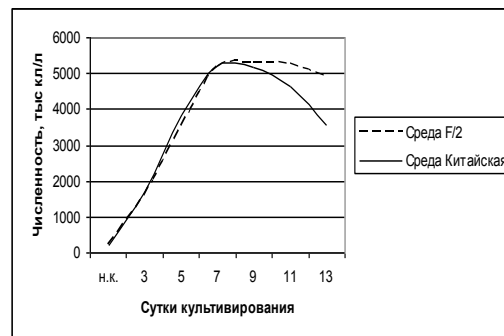


Рис. 2. Численность клеток *Chaetoceros muelleri* в зависимости от используемой питательной среды

Культура *Dunaliella salina*, независимо от используемой питательной среды, достигала максимальной численности клеток на 6-е сутки выращивания: 3430 тыс. кл./мл (среда Гольдберга) и 3495 тыс. кл./мл («китайская» питательная среда). Рост численности клеток дуналиеллы на среде Гольдберга и «китайской» питательной среде был сопоставим в первые 9 суток выращивания. Далее численность микроводорослей в среде Гольдберга продолжала незначительно повышаться, а в варианте с использованием «китайской» питательной среды наблюдалось снижение численности клеток.

Культура *Chaetoceros muelleri* достигла максимальной численности клеток на 7-е сутки выращивания: 5170 тыс. кл./мл (среда F/2) и 5225 тыс. кл./мл («китайская» питательная среда). В вариантах с использованием среды F/2 и «китайской» питательной среды численность клеток микроводорослей росла практически одинаково первые 9 суток, далее численность клеток микроводорослей с использованием «китайской» питательной среды начала резко снижаться, а на среде F/2 культура клеток продолжала находиться в стационарной фазе роста.

Предполагаем, что резкое снижение численности клеток микроводорослей при выращивании на «китайской» питательной среде связано с низким содержанием в ней азота и тем самым быстрым его истощением. Отсутствие микроэлементов в составе питательной среды также может привести к падению численности клеток микроводорослей, поскольку они компенсируются только наличием в морской воде и со временем быстро истощаются.

В сухой массе клеток *Dunaliella salina* при выращивании на «китайской» питательной среде отмечено заниженное содержание белка по сравнению с культивированием на среде Гольдберга, калорийность была сопоставима в обоих вариантах (табл. 2). В то же время для *Chaetoceros muelleri* в не зависимости от используемой питательной среды резких отличий калорийности и содержания белка в сухой массе клеток не наблюдалось.

Таблица 2

Содержание общего азота в фильтрате питательной среды; калорийность, содержание белка в сухой массе клеток

Питательная среда	Общий азот в фильтрате, (мг/л)		Калорийность, Кал/мг		Содержание белка, % сухого веса	
	<i>D. salina</i>	<i>Ch. muelleri</i>	<i>D. salina</i>	<i>Ch. muelleri</i>	<i>D. salina</i>	<i>Ch. muelleri</i>
Гольдберга	3	–	1,65	–	9,7	–
F/2	–	5	–	0,7	–	2,3
«Китайская»	7	4	1,5	1	6	2,4

Анализ фильтратов питательных сред на содержание общего азота после 6-х суток культивирования *Dunaliella salina* (табл. 2) показал, что в питательных средах Гольдберга и «китайской» осталось соответственно 3 и 7 мг./л данного элемента. В питательных средах после выращивания *Chaetoceros muelleri* до фазы замедления роста (7 сутки) содержание общего азота составило около 5 мг./л в среде F/2 и 4 мг./л в «китайской» среде. Эти показатели не выходят за пределы нормативов [8].

Расчет содержания азота в одной клетке микроводорослей показал, что клетка *Dunaliella salina* содержит $4,05 \cdot 10^{-6}$ и $2,5 \cdot 10^{-6}$ мкг азота при культивировании на среде Гольдберга и «китайской» соответственно; клетка *Chaetoceros muelleri* содержит $1,05 \cdot 10^{-6}$ и $1,1 \cdot 10^{-6}$ мкг при культивировании на средах F/2 и «китайской».

Таким образом, несмотря на изначально низкое содержание азота в «китайской» питательной среде (табл. 1), его остаточное количество в фильтрате и содержание на 1 клетку водорослей обоих видов вполне сопоставимо при использовании применяемых питательных сред.

Заключение

При использовании питательных сред Гольдберга, F/2 и «китайской» кривые роста численности клеток культур *Dunaliella salina* и *Chaetoceros muelleri* сопоставимы в первые 9 суток культивирования. Существенных отличий показателей калорийности и содержания белка в сухой массе клеток не наблюдалось. При культивировании на «китайской» питательной среде отмечен очень короткий период стационарной фазы роста культур по сравнению с выращиванием на других питательных средах. Этот фактор необходимо учитывать при массовом культивировании микроводорослей, используемых в качестве корма, т.к. при кормлении личинок используют микроводоросли, находящиеся в фазе замедленного роста (переход от экспоненциальной к стационарной фазе роста).

При выращивании *Dunaliella salina* и *Chaetoceros muelleri* на данных средах остаточные концентрации азота в фильтратах питательных сред не выходят за пределы ингибирования личинок трепанга.

Питательные среды Гольдберга, F/2 и «китайскую» можно использовать для культивирования микроводорослей, используемых в качестве корма для личинок дальневосточного трепанга.

Литература

1. Закс И.Г. Сырьевые запасы трепанга в Дальневосточных морях // Рыбное хозяйство. – 1930. – № 2. – С. 82–96.
2. Микулич. Распределение и состояние запасов моллюсков, травяного шримса и некоторых других промысловых объектов в зал. Петра Великого // Архив ТИНРО. – № 7097. – 1960. – 113 с.
3. Бирюлина М.Г. Запасы трепанга в зал. Петра Великого (Японское море) // Вопросы гидробиологии некоторых районов Тихого океана. – Владивосток, 1972. – С. 118.
4. Мокрецова Н.Д., Вышковцев Д.И. Усвоение различных видов корма личинками трепанга *Stichopus japonicus* Selenka на стадии аурикулярии // Известия ТИНРО. – 1977. – Т. 101. – С. 48–51.
5. Ждан-Пушкина С.М. Основы роста культур микроорганизмов. – Л.: Изд-во Ленингр. Унта, 1983. – 188 с.
6. Спектрова Л.В., Паньков С.Л., Горонкова О.И. Массовое производство морских микроводорослей как основа разведения некоторых беспозвоночных и рыб // Probleme de mariculture I.R.C.M. Conctanta. – 1986. – P. 21–28.
7. Айсдайчер Н.А. Рост микроводорослей на модификациях стандартных питательных сред // Известия ТИНРО. – 1979. – Т. 3. – С. 101–104.
8. Инструкция по технологии получения жизнестойкой молоди трепанга в заводских условиях. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2013.
9. Кабанова Ю.Г. О культивировании в лабораторных условиях морских планктонных и перидиниевых водорослей // Тр. ИО АН СССР. – 1961. – Вып. 47. – С. 203–216.
10. Guillard R.R.L., Ryther J.H. Studies of marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervacea* Cleve. // Can. J. Microbiol. – 1962. – V. 8. – P. 229–239.
11. Чэн Юнсюй. Выращивание биокормов. – Китай: Сельскохозяйственное издание, 2010. – 320 с.

12. Царев Н.И., Царев В.И., Катраков И.Б. Практическая газовая хроматография: Учебно-методическое пособие для студентов химического факультета по спецкурсу «Газохроматографические методы анализа» – Барнаул: Изд-во Алт. Ун-та, 2000. – 156 с.

13. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике. – Киев: Изд-во Наукова думка, 1975. – С. 101–103.

14. Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – 166 с.

УДК 628.47.045(571.66)

ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ РТУТЬСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ОТ НАСЕЛЕНИЯ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ РАЙОНАХ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

Е.К. Кириенко

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

Камчатский край характеризуется большой протяженностью, практическим отсутствием сети автомобильных дорог, за исключением трасс Петропавловск-Камчатский – Усть-Камчатск и Петропавловск-Камчатский – Усть-Большерецк, используется в основном воздушный транспорт, а для прибрежных территорий – морской. Опасные отходы от населения (люминесцентные лампы и медицинские термометры, тонометры, относящиеся к I классу опасности), оказались не регламентированными действующим законодательством, попадают на свалки, большинство из которых не лицензированы и не отвечают санитарно-гигиеническим требованиям. В результате происходит нарастающее загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами, масштабы которого и последствия в должной степени не оценены.

Данные по общему объему отходов в муниципальных образованиях Камчатского края публикуются в ежегодных изданиях Минприроды Камчатского края. По Карагинскому району имеется ряд статей, посвященных анализу загрязнения окружающей среды отдельных поселений района. Но конкретные масштабы загрязнения среды и объемы опасных отходов от населения не оценены.

Очень важно обратить внимание на объем образующихся опасных отходов (люминесцентные лампы, термометры, тонометры), образующихся у населения края. Указанные группы отходов ни одна из соответствующих организаций не принимает, и они оказываются на полигонах твердых бытовых отходов, отравляя окружающую среду.

Необходимо администрациям муниципальных районов решить проблему утилизации ртутьсодержащих отходов путем приобретения недорогих вакуумных малогабаритных стационарных установок УРЛ-2м для утилизации люминесцентных ламп и ртутьсодержащих отходов, серийно выпускаемых ООО ВФ «ФИД-Дубна». Применение такой установки позволит сократить масштаб загрязнения среды ртутьсодержащими материалами

Предлагаем наладить сбор отработанных ртутьсодержащих отходов от населения за счет средств муниципального бюджета и по возможности разработать меры поощрения для населения.

В ноябре 2009 г. вступил в действие федеральный закон об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности [1]. Этот закон, в частности, вводит ограничения на оборот ламп накаливания, устанавливает требования по маркировке товаров с учетом их энергоэффективности. Согласно документу, предлагалось с 2011 г. прекратить производство и продажу в РФ ламп накаливания мощностью 100 ватт и более, с 2013 года – мощностью 75 ватт и более, а с 2014 – мощностью 25 ватт. Энергоэффективные лампочки – это самый дешевый способ снизить потребление электричества в стране. Одновременно правительству предлагалось принять правила утилизации использованных энергосберегающих ламп.

Ртутьсодержащие люминесцентные лампы (РЛЛ) являются осветительными устройствами, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде. Опасным компонентом отхода «Ртутные лампы, люминесцент-

ные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак» оказывающим токсическое воздействие на человека и окружающую среду является ртуть. Это вещество находится в лампах в состоянии, способном к активной воздушной, водной и физико-химической миграции. При механическом разрушении одной ртутной лампы, содержащей 20 мг паров ртути, непригодным для дыхания становится 5 000 м³ воздуха. А в зависимости от вида лампы содержание ртути колеблется от 1 до 70 мг.

По сценарию Минпромторга России спрос на РЛЛ в России вырастет с 78 млн шт. в 2011 г. до 142 млн шт. в 2014 г. (рис. 1).

По мнению Минпромторга, построение системы утилизации в итоге приведет к росту стоимости использования люминесцентных ламп. В Европе это оценивается в 30% от конечной цены. В России к 2020 г. необходимо иметь мощности по утилизации около 100 млн ртутьсодержащих ламп, что составит только около 30% от всего количества, остальные попадут на свалки и будут отравлять воздух, воду и почву. Даже при создании достаточно эффективной системы утилизации никогда не удастся добиться 100% утилизации ламп, что создает серьезную угрозу для экологической безопасности страны.



Рис. 1. Прогноз выбывших из использования люминесцентных ламп в России, 2010–2020 гг.

По современной классификации ртуть относится к чрезвычайно токсичным веществам (I класс опасности). С точки зрения патологии человека, ртуть отличается чрезвычайно широким спектром и большим разнообразием проявлений токсического действия в зависимости от свойств веществ, в виде которых она поступает в организм (пары металлической ртути, неорганические или органические соединения), путей поступления и дозы [2]. Она оказывает негативное влияние на взрослых и детей. Основные пути воздействия ртути на человека связаны с воздухом (дыхание), с пищевыми продуктами, питьевой водой. Возможны и другие, случайные, но нередкие в обыденной жизни пути воздействия: через кожу, при купании в загрязненном водоеме и т. п. Особое значение имеет профессиональное воздействие, которое значимо в тех отраслях промышленности, где ртуть используется в технологических процессах. Выведение с мочой и калом – два основных пути выделения ртути из организма. Меньшее значение имеют испарения из легких, пот, слюноотделение.

Ртуть принадлежит к числу тиоловых ядов, блокирующих сульфгидрильные группы белковых соединений и этим нарушающих белковый обмен и ферментативную деятельность организма. Особенно сильно она поражает нервную и выделительную системы. При воздействии ртути возможны острые (проявляются быстро и резко, обычно при больших дозах) и хронические (влияние малых доз ртути в течение относительно длительного времени) отравления. Пары и неорганические соединения ртути вызывают контактный дерматит. При вдыхании ртутные пары поглощаются и накапливаются в мозге и почках. В организме человека задерживаются примерно 80% вдыхаемых паров ртути. В желудочно-кишечном тракте происходит практически полное всасывание метилртути. Есть сведения, что многие формы ртути способны проникать в организм человека через кожу. У беременных женщин ртуть преодолевает плацентарный барьер, поражая плод. Метилртуть попадает и в грудное молоко, накапливаясь до опасных уровней в крови детей.

Хроническое отравление ртутью приводит к нарушению нервной системы и характеризуется наличием астеновегетативного синдрома с отчетливым ртутным тремором (дрожанием рук, языка, век, даже ног и всего тела), неустойчивым пульсом, тахикардией, возбужденным состоянием, психическими нарушениями, гингивитом. Развиваются апатия, эмоциональная неустойчивость (ртутная неврастения), головные боли, головокружения, бессонница, возникает состояние повышенной психической возбудимости (ртутный эретизм), нарушается память. Вдыхание паров ртути при сильном воздействии сопровождается симптомами острого бронхита, бронхиолита и пневмонии. Наблюдаются изменения в крови и повышенное выделение ртути с мочой. Многие симптомы отравления парами ртути исчезают при прекращении воздействия и принятии соответствующих мер, но трудно достичь полного устранения психических нарушений. Чрезвычайно острое отравление ртутью вызывает разрушение легких. Как правило, отмеченные синдромы и симптомы наблюдаются при воздействии паров ртути при их концентрациях в воздухе более $0,1 \text{ мг/м}^3$. Но психические расстройства могут возникать и при более низких концентрациях. Так, при длительном воздействии низких концентраций паров ртути в воздухе – не более сотых долей мг/м^3 у людей развивается меркуриализм. Обычно его проявления вначале выражаются в снижении работоспособности, быстрой утомляемости, повышенной возбудимости. Затем указанные явления усиливаются, происходит нарушение памяти, появляются беспокойство и неуверенность в себе, раздражительность и головные боли. Возможны катаральные явления в области верхних дыхательных путей, кровоточивость десен, неприятные ощущения в области сердца, легкое дрожание (слабый тремор), повышенное мочеиспускание и др.

Очень токсичны органические производные ртути. Важнейшие признаки отравления ими – тяжелое поражение центральной нервной системы; атаксия (расстройство согласованности в сокращении различных групп мышц); нарушение зрения; ощущения онемения, покалывания, ползания мурашек и т.п.; расстройство речи; нарушение слуха; боль в конечностях – установлены и подробно описаны после широко известных отравлений метилртутью. Эти явления практически необратимы и требуют чрезвычайно длительного лечения с целью хотя бы их снижения. Высокая токсичность метилртути (даже при поступлении в организм малых ее количеств в течение длительного периода времени) обусловлена ее липидорастворимостью, что позволяет ей легче проходить через биологические мембраны, проникать в головной мозг, спинной мозг, в периферические нервы, а также пересекать плацентарный барьер и накапливаться в плоде. Метилртуть полностью разрушает нервные клетки центральной нервной системы. Метилртуть всегда образуется в организме при вдыхании паров ртути [2].

Анализ последствий заболеваний показал, что у матерей, перенесших легкое отравление ртутью, рождались дети с тяжелым церебральным параличом. Таким образом, внутриутробный период представляет стадию жизненного цикла, очень чувствительную к воздействию ртути. Сейчас установлено, что наряду с общетоксическим действием (отравлениями) ртуть и ее соединения вызывают гонадотоксический (воздействие на половые железы), эмбриотоксический (воздействие на зародыши), тератогенный (пороки развития и уродства) и мутагенный (возникновение наследственных изменений) эффекты. Есть сведения о возможной канцерогенности неорганической ртути [3].

Считаем, что не следовало поспешно внедрять законодательно применение экологически «грязных» люминесцентных ламп, не подготовив предварительно базу для утилизации ртутьсодержащих отходов в масштабах всей страны. Следовало предварительно наладить массовое производство экологически чистых светодиодных ламп, чтобы не увеличивать очаги ртутного загрязнения и не создавать новые, поскольку, ртуть является абсолютно устойчивым экотоксикантом, она навсегда остается в окружающей среде [3].

В России налажена система сбора и утилизации промышленных РЛЛ, которых в численном выражении используется в разы меньше бытовых РЛЛ, но они составляют большую часть по массе ртутьсодержащих отходов. Принято Постановление Правительства Российской Федерации от 3 сентября 2010 г. № 681 "Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде" [4].

Администрацией Камчатского края и Петропавловск-Камчатского городского округа принимаются меры по организации централизованного сбора, хранения, транспортировки и переработки ртутьсодержащих отходов, в том числе люминесцентных и энергосберегающих ламп.

Заключены Соглашения о взаимодействии по вопросам охраны окружающей среды с Управлением Роспотребнадзора по Камчатскому краю, Управлением Росприроднадзора по Камчатскому краю, Управлением Россельхознадзора по Камчатскому краю, Инспекцией государственного экологического и водного контроля Камчатского края. Организовано взаимодействие по этим вопросам с прокуратурой города Петропавловска-Камчатского, Отделом по надзору на море по Камчатскому краю и Чукотскому автономному округу Департамента Росприроднадзора по Дальневосточному федеральному округу, УВД по городу Петропавловску-Камчатскому. Все меры контроля [5] относятся только к предприятиям и организациям, но не регламентируют бытовые опасные отходы.

В г. Петропавловске-Камчатском существуют четыре организации, принимающие отходы первого класса опасности:

– ООО «ЭкоСтарТехнолоджи» (сбор ртутьсодержащих ламп и транспортировка их в г. Владивосток, утилизация и переработкой различных опасных отходов);

– ООО «Экология» (сбор, хранение, транспортировка и утилизация различных опасных отходов, в том числе ртутьсодержащих ламп). Региональный склад находится на ул. Высотная. Договорные отношения общество имеет с 74 организациями. От них принято и с помощью установки «Экотром-2» утилизировано около 40,0 тыс. ламп;

– ООО «ЭКОС» (сбор, транспортировка и утилизация ртутьсодержащих ламп). Работает только с организациями;

– индивидуальный предприниматель Беливский С.В. (сбор, транспортировка, хранение люминесцентных ламп и демеркуризация загрязненной территории). Склад хранения ламп находится на территории бывшего военного городка № 15 в поселке Авача. В помещении размещено около 50,0 тыс. ламп. Заключены договоры с 68 организациями.

Предприятия и организации по заключенным договорам обязаны сдавать бракованные и выработавшие свой ресурс РЛЛ. Здесь возможны 2 варианта развития событий:

– предприятия добросовестно сдают все негодные РЛЛ для утилизации и оплачивают весь объем услуг;

– предприятия заключают договор на утилизацию, сдают часть негодных РЛЛ, получают справку об утилизации, которые предъявляют при проверке, остальные РЛЛ выбрасываются в укромных местах – если бы таких случаев не было, то не обнаруживались бы на нелегальных свалках ртутьсодержащие отходы. Так, только на территории Петропавловского округа было обнаружено в 2010–2011 гг. выброшенных 1061 больших трубчатых РЛЛ. Такой способ формальной сдачи отслуживших РЛЛ довольно характерен.

Логично возникает вопрос – как из отдаленных поселков осуществляется вывоз и утилизация РЛЛ? Авиатранспорт люминесцентные трубки и ртутный стекломой не вывозит, автомобильные дороги отсутствуют, за исключением двух трасс (Петропавловск – Усть-Камчатск и Петропавловск – Октябрьский), но по документам все в порядке. Логично возникает предположение, что договоры фиктивные, поэтому при инспекторской проверке следовало также проверять наличие транспортных документов на вывоз не только у заказчика, но также и у перевозчика и исполнителя. Мы обращаем на это внимание, потому что проблема загрязнения ртутью очень остра и будет только усугубляться.

До сих пор на федеральном уровне законодательно не предусмотрены сбор и утилизация отработанных *бытовых* люминесцентных ламп, соответственно не предусмотрено и выделение средств на утилизацию. С одной стороны, даже если государство будет субсидировать утилизацию за счет бюджета, это значит, что за счет налогов от населения; с другой стороны – если обязать производителей субсидировать утилизацию ламп, то повысится цена на лампы. Следовательно, в любом случае оплачивать политику энергосбережения будет население.

Население готово платить 10–20 рублей за каждую перегоревшую лампочку? В России около 25 тыс. муниципалитетов, в том числе почти 20 тыс. сельских поселений. Например, в европейских странах при лучших начальных условиях собирается только 30–60% от расчетного количества использованных КЛЛ. Стоимость создания и функционирования системы утилизации на всей территории России, по-видимому, окажется нерационально высокой с точки зрения получения эффекта (как экономии энергии, так и сокращения загрязнений).

Наиболее острым вопросом в использовании ртутьсодержащих компактных люминесцентных ламп (КЛЛ), которые сейчас широко используются в быту населением, а в будущем станут

основным источником освещения, является проблема их сбора и утилизации после потери потребительских качеств. Действующий в РФ ГОСТ Р 53881-2010 на КЛЛ [5] регламентирует требования к КЛЛ практически исключительно по безопасности, включая требования по ртути, но не содержит требований на срок службы, количество циклов включения/выключения, рабочие температуры. Заявленный производителем ресурс составляет 10 000–20 000 час., на самом деле он гораздо меньше, потому что зависит от частоты включений-выключений, чем больше частота, тем меньше ресурс, а значит чаще меняются лампочки. Отслужившие свой срок лампочки сейчас выбрасываются вместе с остальными бытовыми отходами в обычные мусорные контейнеры. Нередко, уже при выбрасывании, осветительные колбы разбиваются, и ртуть поступает наружу, отравляя окружающую среду.

Мы рассчитали минимальное количество КЛЛ от существующей численности населения края 321764 чел., которое будет ежегодно попадать в отходы в Камчатском крае после полного выведения из оборота ламп накаливания (табл. 1).

Таблица 1

Минимальная ежегодная потребность населения Камчатского края в бытовых люминесцентных лампах (в зависимости от срока их ресурса) после выведения из оборота ламп накаливания

Условия	Если бы покупалось ежегодно, шт.	Ресурс 1 лампы, час.	В году часов	Срок службы лампы, год	Ежегодно будет куплено с учетом срока службы, шт.
Если на 1 человека – 1 лампа	321764	10000	8760	1,1	292513
Если на 1 человека – 3 лампы	965292				877538
Если на 1 человека – 1 лампа	321764	20000		2,0	160882
Если на 1 человека – 3 лампы	965292				482646

Необходимость безопасной утилизации люминесцентных ламп требует создания пунктов сбора энергосберегающих лампочек от населения в каждом населенном пункте края и последующей их отправки для утилизации. Учитывая огромные размеры Камчатского края, такая ситуация нереальна, следовательно, решить проблему утилизации ртутьсодержащих отходов можно только путем приобретения для каждого отдаленного поселка недорогих вакуумных малогабаритных стационарных установок УРЛ-2м для утилизации люминесцентных ламп и ртутьсодержащих отходов, серийно выпускаемых ООО ВФ «Фид-Дубна». Установка имеет сертификат Государственной СЭС РФ 50.ФУ.02.369.П.025447.12.01 от 17.12.2002г. производится по лицензии ГК РФ по ООС РФ Г696007, рег. номер М 00/0199/11/л от 14 июня 2000 г. Технологический процесс демеркуризации запатентован: патент РФ 1838440 от 19.10.92. Уровень остаточного содержания ртути в выхлопных газах по расчетам НИИ Медицины труда, сделанным на основе экспериментальных замеров на работающей установке значительно ниже ПДК для жилой зоны на расстоянии 25 м от устья выброса. Цена установки УРЛ-2м составляет 3,725 тыс. рублей (цена 2012 г.), она наиболее универсальна и безопасна по своим характеристикам (табл. 2).

Таблица 2

Типы отечественных установок для демеркуризации

Методы утилизации	Тип установки и фирма-производитель	Производительность, млн ламп/год	Стоимость, млн руб.	Описание метода утилизации
Термокриогенная демеркуризация ЛЛ	УРЛ-2М Венчурная фирма «Фид-Дубна» г. Дубна	до 1,7	3,725 (цена 2012 г.)	Полная утилизация ЛЛ на металлическую ртуть, цветной металл, стекольное сырье и строительный материал, которые возвращаются в производство
Переработка ЛЛ	«Экотром-2» НПП «Экотром» г. Москва	10,5	1,5 (цена 2010 г.)	Разделение ЛЛ на главные составляющие: стекло, металлические цоколи и ртутьсодержащий люминофор
Термическая демеркуризация ЛЛ	УДМ-3000 ООО НПК «Меркурий» г. Чебоксары	1	1,2 (цена 2010 г.)	Возгонка ртути из смеси стеклянного лома с последующим улавливанием ее паров

Крайне важно проводить экологическое просвещение населения и разъяснять последствия попадания ртути от КЛЛ в окружающую среду, с целью предотвращения выбрасывания ламп в мусорные баки. Например, во многих городах такая работа проводится, установлены емкости для сбора целых отработанных ламп, так, в Москве лампы собирают управляющие жильем организации. Только путем экологического просвещения, сбора и утилизации можно будет предотвратить расплывающееся мозаичное пятно ртутного загрязнения и минимизировать ущерб для окружающей среды в целом и здоровья населения.

Ртутьсодержащие люминесцентные лампы (РЛЛ) являются осветительными устройствами, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде. Опасным компонентом отхода «Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак», оказывающим токсическое воздействие на человека и окружающую среду, является ртуть.

Проблема утилизации опасных отходов от населения в Камчатском крае, как и по всей Российской Федерации, не решена. Ртутьсодержащие отходы попадают на свалки ТБО, обязанности населения по обязательному сбору данных отходов юридически не прописаны. Перевозка бытовых ртутьсодержащих отходов в центры утилизации не проводится в связи со специфическими условиями Камчатского края (отсутствие развитой дорожной сети).

Администрациям муниципальных районов следует решить проблему утилизации ртутьсодержащих отходов путем приобретения недорогих вакуумных малогабаритных стационарных установок УРЛ-2м для утилизации люминесцентных ламп и ртутьсодержащих отходов, серийно выпускаемых ООО ВФ «ФИД-Дубна». Применение такой установки позволит сократить масштаб загрязнения среды ртутьсодержащими материалами.

Для предотвращения расплывания ртутного загрязнения необходимо создавать пункты приема от населения отработанных бытовых люминесцентных ламп и проводить широкомасштабную кампанию экологического просвещения населения в СМИ и учебных заведениях.

Литература

1. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. Малов А.М., Александрова М.Л. Антропогенное ртутное загрязнение городского грунта // Клиническая токсикология. – 2011. – Т. 12. – С. 536–545. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: [http:// www.medline.ru](http://www.medline.ru) (дата обращения 24.02.2014).
3. Adam D. What is red mercury? Guardian, UK, 30 September 2004.
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 3 сентября 2010 г. № 681 г. Москва «Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде».
5. Технологический регламент по обращению с отработанными люминесцентными ртутьсодержащими лампами разработан на основании Федерального закона от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды», Федерального закона от 24.06.1998 №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления», СанПиН 4607-88 «Санитарные правила при работе с ртутью, ее соединениями и приборами с ртутным заполнением», «Инструкции по сбору, хранению, упаковке, транспортированию и приему ртутьсодержащих отходов», утвержденной Минцветметом СССР от 27.10.1956.
6. ГОСТ Р 53881-2010 Лампы со встроенными пускорегулирующими аппаратами для общего освещения. Требования безопасности.

УДК 574.587(470.21-924.16)

СТРУКТУРА ЛИТОРАЛЬНЫХ МАКРОФИТОБЕНТОСНЫХ СООБЩЕСТВ МУРМАНА ПРИ РАЗЛИЧНОМ АНТРОПОГЕННОМ ВЛИЯНИИ

Д.Г. Комракова, С.С. Малавенда, С.В. Малавенда

*Мурманский государственный технический университет,
Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН,
Мурманск*

Выполнен сравнительный анализ видовой структуры литоральных фитоценозов Кольского залива и губы Ура с экологически чистой губой Ярнышная. Выявлены особенности фитоценозов защищенных участков Мурмана, обусловленные антропогенным влиянием, упрощение видовой структуры и снижение видового разнообразия эпифитов. Определены наиболее устойчивые к антропогенному воздействию в условиях высоких широт виды макрофитов.

Вблизи населенных пунктов, портов и промышленных предприятий литоральные фитоценозы испытывают значительное антропогенное воздействие от загрязнений промышленными и бытовыми отходами и нефтепродуктами. Создаются условия постоянного стресса, которые могут привести к деградации или трансформации фитоценоза, поэтому особое внимание уделяется изучению видового разнообразия и показателей обилия макрофитов.

Цель: определить структурные особенности литоральных фитоценозов защищенных от приобоя участков литорали Мурмана, подверженных антропогенному влиянию.

Задачи, поставленные при выполнении работы:

- 1) выделить уязвимые и устойчивые виды;
- 2) оценить видовое разнообразие в литоральных фитоценозах защищенных участков Кольского залива и губы Ура.

Материалы и методы

Исследования проводились в Кольском заливе (мыс Абрам-Мыс, мыс Мишуков, б. Белокаменная) и губе Ура (кут). И в районе восточного Мурмана (губа Ярнышная (кут) и б. Бобровая губы Ярнышная) (рис. 1). Прибойность оценивали в баллах по шкале Гурьяновой с соавт. [1]. Грунт описывали визуально. Температурный и соленостный режим описывали по литературным данным [2] (табл. 1).

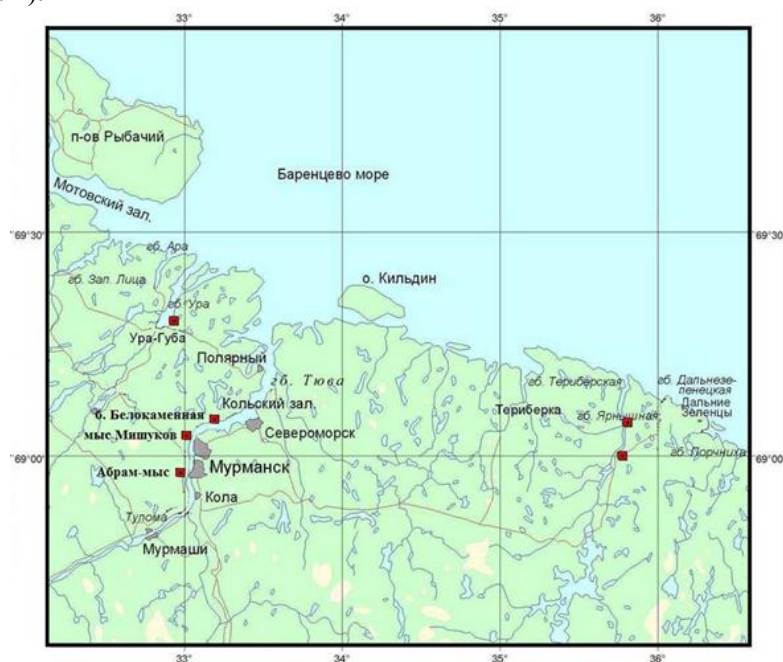


Рис. 1. Район отбора проб

Районы исследования были условно разделены на: экологически чистые (кут губы Ярнышная, б. Бобровая губы Ярнышная) и подверженные антропогенному влиянию (мыс Абрам-мыс, мыс Мишуков, б. Белокаменная, кут губы Ура).

Пробы были отобраны в октябре 2011 г. и августе–сентябре 2012 г. методом вертикальных трансект по три пробы с каждого горизонта литорали. Обработку проб выполняли на базе ММБИ КНЦ РАН. Определяли видовой состав и биомассу проб и отдельных видов. Видовой состав на разных станциях сравнивали с применением индекса Серенсена, а биомассы – парным тестом Стьюдента (уровень значимости $p = 95\%$). Видовое разнообразие оценивали индексами Шеннона и Симпсона. Расчеты проводились в Excel 2007 и PAST.

Таблица 1

Характеристика участков отбора проб

Станция	Прибойность	Грунт	Соленость, ‰	Температура воды, °С	Характер антропогенного влияния
Б. Бобровая губы Ярнышная	IV	Валуны, песок	10-34	+5/+9	Нет
Кут губы Ярнышная	IV	Песок, ил, отдельные валуны	10-34	+5/+10	Нет
Кут губы Ура	IV	Песок, ил, отдельные валуны	20-34	+6/+12	Бытовые стоки. Судостроение. Нефтепродукты. Тяжелые металлы
Мыс Мишуков Кольского залива	IV	Песок, ил, отдельные валуны	25-34	+5/+9	Интенсивное судостроение. Нефтепродукты. Тяжелые металлы
Мыс Абрам-мыс Кольского залива	IV	Песок, ил, отдельные валуны	10-34	+5/+10	Интенсивное судостроение. Нефтепродукты. Тяжелые металлы.
Б. Белокаменная Кольского залива	III	Песок, ил, отдельные валуны	25-34	+5/+9	Интенсивное судостроение. Нефтепродукты. Тяжелые металлы

Результаты и обсуждение

В районах исследований наблюдается поясное распределение растительности. Верхний горизонт литорали защищенных участков берега подвергается длительному периоду воздушной экспозиции (до нескольких суток в период квадратурных приливов), заморозанию и соответственно растительность представлена немногими однолетними видами. Растительность в основном представлена *F. vesiculosus* L. и *Hildenbrandtia prototypus* Nardo. Доминирующие виды среднего горизонта литорали на всех исследованных участках Мурмана сходны – *Fucus vesiculosus* L. и *Ascophyllum nodosum* Le Jolis., в куту губы Ярнышная многочисленны также *Rizoclonium riparium* (Roth) Harvey и *Palmaria palmata* (L.) Kuntze. Кут губы Ура представлен только *F. vesiculosus*.

Доминанты нижнего горизонта более разнообразны. На м. Мишуков наряду с *F. distichus* выявлена ассоциация зеленых водорослей *R. Riparium*. В районе Абрам-мыса доминирует *Fucus distichus* L. с эпифитирующими *Pylaiella varia* Kjellman и *P. littoralis* (Linnaeus) Kjellman. В экологически чистых районах верхний ярус образуют заросли *Fucus serratus* и *F. distichus* L. Нижний ярус занимают *P. palmata* и *Devaleria ramentacea*. В б. Белокаменная в связи с большей степенью прибойности и меньшим уровнем распреснения на нижнем горизонте литорали закономерно доминирует *S. Latissima* (L.) Lane, Mayes, Druehl et Saunder. Но преобладание песка, подвижного субстрата, снижает проективное покрытие дна водорослей до 5%. В куту губы Ура преобладание ила и песка на пологой литорали (уклон около 5°) вызывает смешение поясов *F. distichus* и *F. vesiculosus*.

Исходя из полученных значений индексов обилия, можно проследить, что выровненность и видовое разнообразие в районах исследования в целом не изменяется. Биомасса изученных фитоценозов также была в ряду типичных значений. Низкие показатели биомассы в районах б. Белокаменная и кутовых частей губ Ура и Ярнышная связаны с неравномерностью распределения растительности (табл. 2).

В оригинальном исследовании максимальное количество видов обнаружено в экологически чистых районах (23–22). При сравнении районов исследования был выделен ряд видов, которые можно отнести к уязвимым, т.к. они не встречаются в районах, подверженных антропогенной нагрузке. Всего было выделено 15 уязвимых видов. Это однолетние, в основном произрастаю-

щие на нижнем горизонте литорали водоросли. Большинство из них – красные и зеленые водоросли. Устойчивых видов было 22. Преобладают бурые водоросли. Всего в нашем исследовании было обнаружено 37 видов (табл. 3).

Таблица 2

Общая характеристика исследуемых фитоценозов

Станция	Биомасса, г/м ²	Число видов	Видовое разнообразие	
			Индекс Шеннона	Индекс Симпсона
Б. Бобровая губы Ярнышная	7440	22	1,456	0,7101
Кут губы Ярнышная	4300	23	1,203	0,6292
Кут губы Ура	2764	7	0,6785	0,3967
Мыс Мишуков	7009	11	1,21	0,6821
Мыс Абрам-мыс	8156	13	1,301	0,7079
Б. Белокаменная	2902	12	1,509	0,7251

Таблица 3

Видовой состав в районах исследования

Уязвимые виды	Устойчивые виды
<i>Blidingia chadefaudii</i> (Feldmann) Bliding	<i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jolis
<i>Chaetopteris plumosa</i> (L.) Kütz.	<i>Blidingia minima</i> (Nägeli ex Kütz.) Kylin
<i>Chorda filum</i> (L.) Lamour	<i>Capsosiphon groenlandicus</i> (J. Agardh) K.L. Vinogradova
<i>Chordaria flageliformis</i>	<i>Chaetomorpha melagonium</i> (Weber et Mohr) Kütz.
<i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kütz.	<i>Devaleria ramentacea</i> (L.) Guiri
<i>Cladophora rupestris</i> (L.) Kütz.	<i>Dictyosiphon foeniculaseus</i> (Huds.) Grev.
<i>Cystoclonium purpureum</i> (Hudson) Batters	<i>Ectocarpus confervoides</i>
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye	<i>Elachista fucicola</i> (Velley) Ares.
<i>Membranoptera alata</i> (Hudson) Stackhouse	<i>Fucus distichus</i> L.
<i>Polisiphonia fastigiata</i>	<i>Fucus serratus</i> L.
<i>Polisiphonia fucoides</i> (Hudson) Grev.	<i>Fucus vesiculosus</i> L.
<i>Polyides rotundus</i> (Gmelin) Grev.	<i>Hildenbrandtia prototipus</i> Nardo
<i>Ptilota gunnevi</i>	<i>Monostroma grevillei</i> (Thuret) Wittrock
<i>Stictyosiphon tortilis</i> (Gobi) Reinke	<i>Palmaria palmate</i> (L.) Kuntze
	<i>Polisiphonia arctica</i>
	<i>Pylaiella littoralis</i> (L.) Kjellm.
	<i>Pylaiella varia</i> (Kjellm.)
	<i>Rhizoclonium riparum</i>
	<i>Saccharina latissima</i> (L.) Lane, Mayes, Druehl et Saunder

Сравнение данных за 1999 г. [3], и за 2009 г. [4], показало изменение видового состава в южном колене залива. Выявлено увеличение видового богатства за последние десять лет в южном колене залива, в том числе восстановление зарослей ряда массовых видов. В работе [3] полученные результаты отражают то, что по мере продвижения к внутренней части залива и, соответственно, с увеличением общего уровня загрязнения среды, общее количество видов макрофитов в пробе уменьшается. Данные 2009 г. и наше исследование подтверждают, что в целом наблюдается увеличение числа видов макрофитов от кута к устью залива.

По сравнению с 1909–1910 гг. (Зинова, 1912, 1914) видовое богатство южного и среднего колен Кольского залива резко сократилось. Не обнаружено ряда видов с крупными талломами, формирующих существенную биомассу, а так же видов с мелкими талломами, которые могли быть пропущены при сборах. Согласно приведенным в литературе сведениям, в районе исследования обитало не менее 57 видов макрофитов [4].

В целом, наблюдается тенденция к восстановлению донных фитоценозов залива. Основными причинами, возможно, является спад промышленного производства в конце 90-х гг. XX в., вызванный экономическим кризисом в России. А также возможны естественные сукцессионные изменения под воздействием эвтрофирования вод залива бытовыми стоками. Редкие и малораспространенные виды сменяются на широко-распространенные. Однако в целом облик ассоциаций не изменился [4].

При анализе сходства фитоценозов по обилию видов парным тестом Стьюдента было показано, что литоральные фитоценозы Кольского залива сходны между собой, но отличны от фито-

ценозов в губе Ярнышная. Сообщества в куту губы Ура проявили сходство со всеми остальными районами, кроме кута губы Ярнышная. На основании этих результатов, можно сделать вывод о различии структуры литоральных фитоценозов в экологически чистых и подверженных антропогенному воздействию районах Мурмана (табл. 4).

Таблица 4

Сходство станций по обилию видов

	1	2	3	4	5	6
1. Кут губы Ярнышная						
2. Б. Бобровая губы Ярнышная	+					
3. Кут губы Ура	-	+				
4. Мыс Абрам-Мыс	-	-	+			
5. Мыс Мишуков	-	-	+	+		
6. Б. Белокаменная	-	-	+	-	+	

Примечание: «+» – гипотеза о сходстве подтвердилась с вероятностью 95%; «-» – гипотеза о сходстве не подтвердилась.

Значимое сходство фитоценозов м. Абрам-Мыс, и б. Белокаменная объясняется, прежде всего, схожестью биотопов: пологая литораль, сложенная валунами на песчаном основании и прибойность III-IV балла. Отличие видового состава литоральных сообществ м. Мишуков, на наш взгляд, связано с антропогенным воздействием, поскольку основные абиотические факторы в районе мыса сходны с вышеперечисленными участками [2, 4].

На исследованных участках Кольского залива биомасса эпифитов и их отношение к биомассе базифитов-фукоидов существенно снижено (рис. 2, 3). В составе эпифитов выявлено только 3 вида, преобладает *Pylaiella littoralis*. Наблюдается закономерность уменьшения биомассы и отношения эпифитов к базифитам при продвижении к наиболее загрязненной (кутовой) части залива.

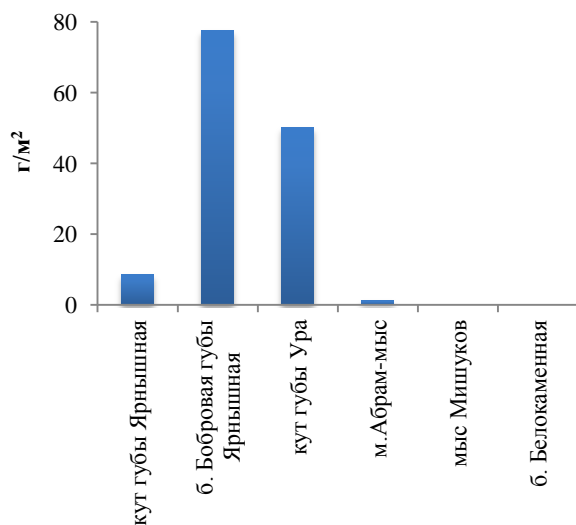


Рис. 2. Биомасса эпифитов

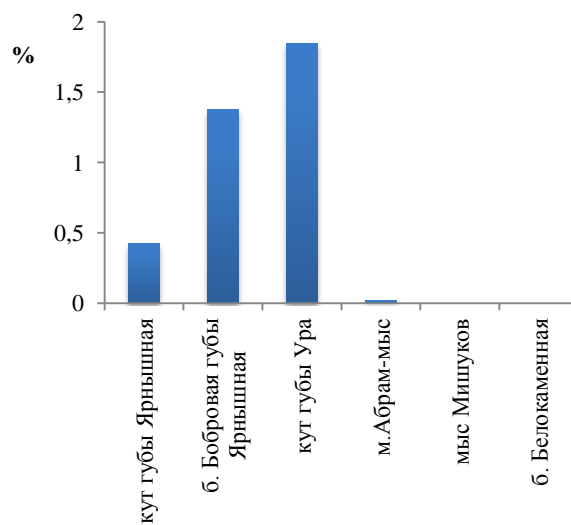


Рис. 3. Отношение эпифитов/базифит

Морские многоклеточные водоросли способны и к прямому усвоению органических соединений – органотрофии. У разных видов способность к органотрофии выражена неодинаково: меньше у видов, типичных для чистых вод и гораздо больше у мезо- и полисапробных видов. По данным А. А. Калугиной-Гутник (1979), с приближением к месту сброса сточных вод число олигосапробных видов уменьшается, а количество полисапробных видов с увеличением загрязнения, наоборот, возрастает [5]. Фукоиды можно отнести к полисапробным видам водорослей, а большинство эпифитов к олигосапробным. Снижение биомассы олигосапробных видов может, является адаптивной реакцией прибрежного фитоценоза на загрязнение [5]. Так же К.М Хайловым (1984) отмечено, что биомасса одного из основных полисапробных эпифитов черноморской цистозире – церамиума, с приближением к источнику сточных вод, уменьшается [5]. Таким образом, в Кольском заливе снижение биомассы эпифитов также является адаптивной реакцией фитоценоза на загрязнение.

Выводы

1. Всего индексируется 37 видов литоральных водорослей. Из них 22 являются более устойчивыми к антропогенному загрязнению.
2. При антропогенном воздействии в литоральных фитоценозах снижается видовое богатство, уменьшается число видов красных и зеленых водорослей.
3. Видовое разнообразие литоральных фитоценозов защищенных участков Кольского залива и губы Ура, оцененное индексом Шеннона и Симпсона, не отличалось от такового в экологически чистом районе Мурмана.
4. Снижается биомасса эпифитов и изменяется их видовой состав, преобладают *Pylaiella littoralis* и *Pylaiella varia*.

Литература

1. Гурьянова Е.Ф. Литораль Кольского залива / Е.Ф. Гурьянова, И.Г. Закс, П.В. Ушаков // Тр. Ленингр. об-ва естествоисп., 1930. – Т. 60. – № 2. – С. 17–107.
2. Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты / Коллектив авторов. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. – 265 с.
3. Завалко С.Е., Шошина Е.В. Многоуровневая морфофизиологическая оценка состояния фукусовых водорослей в условиях антропогенного загрязнения (Кольский залив, Баренцево море) / С.Е. Завалко, Е.В. Шошина // Вестник МГТУ. – 2008. – Т. 11. – № 3. – С. 423–431.
4. Малавенда С.С., Малавенда С.В. Черты деградации в фитоценозах южного и среднего колен Кольского залива Баренцева моря / С.С. Малавенда, С.В. Малавенда // Вестник МГТУ. – 2012. – Т. 15. – № 4. – С. 794–802.
5. Биохимическая трофодинамика в морских прибрежных экосистемах / Под ред. К.М. Хайлова – Киев: Наук. думка, 1974. – 176 с.

УДК 639.64

ЛАМИНАРИЕВЫЕ ПЛАНТАЦИИ КАК СУБСТРАТ ДЛЯ ОСЕДАНИЯ ЛИЧИНОК ГИДРОБИОНТОВ

Т.Н. Крупнова, Н.А. Шепель, В.А. Павлючков

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
Владивосток

Приводятся данные по оседанию личинок гидробионтов на культивируемую на подвесной плантации ламинарию японскую (*Saccharina japonica*) в прибрежье Приморья. Наиболее массово на плантации в северных районах прибрежья оседают личинки серого морского ежа, в южных районах – личинки трепанга и мидии. Использование водорослевых плантаций как субстрата для оседания личинок ценных промысловых беспозвоночных позволяет разработать научные основы комплексного хозяйства марикультуры, на котором можно получать продукцию ламинарии и сопутствующих промысловых гидробионтов.

Подвесные плантации по выращиванию ламинарии являются своеобразными искусственными рифами, имеющими высокую биологическую продуктивность, которая определяется их следующими основными функциями:

– установки плантаций являются гасителями энергии морских волн, вызывающих замедление водообмена водной массы внутри плантации с открытой частью прибрежья, что способствует накоплению на плантации автотрофного компонента биоценоза и биогенных элементов, а также пелагических личинок гидробионтов;

– элементы плантаций и культивируемая на них ламинария являются субстратом, дефицит которого постоянно ощущается в море. На этот субстрат оседают икра и личинки многих животных, зооспоры водорослей;

– плантации выполняют функции убежищ, поскольку в ризоидах культивируемой ламинарии создается зона укрытий для молоди многих животных от врагов.

Существенная роль водорослеводческих плантаций, как субстрата для оседания личинок многих ценных промысловых беспозвоночных, позволяет разработать научные основы комплексного хозяйства марикультуры, в котором продукция беспозвоночных использовалась бы как побочная продукция водорослеводства. При этом потенциал ламинариевой плантации может использоваться для получения и непосредственно урожая ценных промысловых животных, поселившихся на ней и для которых она предоставляет не только субстрат для оседания личинок и укрытия от врагов молоди, но и корм в виде самих слоевищ ламинарии.

Так, на ризоиды и пластины культивируемой на плантациях ламинарии в значительных количествах оседают личинки морских ежей [1–3]. После оседания личинок ежа из толщи воды на культивируемую ламинарию, они превращаются в ювенильную молодь, которая затем опадает на дно под подвесную плантацию. Дальнейшая судьба молоди ежа может развиваться по двум направлениям.

Негативный вариант – гибель молоди от бескормицы. После оседания молоди под плантацию она гибнет из-за отсутствия пищи, поскольку дно под плантациями песчаное и на нем отсутствует ее кормовая база. Подвесные плантации всегда ставятся на песчаном дне, так как якоря там хорошо замыкаются для увеличения держащей силы, что способствует штормоустойчивости всей конструкции гидробиотехнических сооружений.

Позитивный вариант – при создании определенных условий молодь остается жизнеспособной и развивается до товарного состояния. Для того чтобы, осевший на песчаное дно еж не погиб, ему необходимо создать кормовую базу. Для этого можно заглубить часть поводцов с культивируемой ламинарией на дно в зону обитания ежа в количествах, достаточных для его питания, или оспорить донные якоря и дополнительные твердые субстраты [3].

Первоначально молодь ежа питается микробиальной пленкой, покрывающей слоевища ламинарии [4]. Затем, достигнув 1–2 лет, начинает питаться самой ламинарией [5–8]. Используя культивируемую ламинарию для подкормки молоди, а затем взрослых ежей, можно получать ежегодный урожай этих гидробионтов.

Целью данной работы явилось проведение оценки численности личинок серого ежа в планктоне внутри ламинариевых плантаций и за их пределами для получения материалов к расчету потенциальной возможности сбора его товарной продукции, выращенной на плантациях ламинарии. Исследование проводилось на водорослевых плантациях в южном Приморье (бухта Рифовая, залив Петра Великого), в среднем Приморье (в бухтах Краковка и Окуневая) и в северном Приморье – на участке побережья от м. Рассыпного до м. Якубовского.

Материал и методы

Для изучения горизонтального распределения личинок морских ежей в бухте Рифовая в 2006 г. были проведены три планктонные съемки: 11 августа, 6 сентября и 6 октября. В 2007 г. выполнены четыре съемки: 24 августа, 5, 14 сентября и 1 октября. Каждая съемка состояла из 15 станций.

В бухте Краковка проведена одна съемка 8 сентября 2006 г. и одна – 28 августа 2007 г. (12 станций). В б. Окуневая съемки выполнялись в это же время, только количество станций было 8.

На участке побережья от м. Рассыпного до м. Якубовского в 2006 г. были проведены планктонные съемки 15 августа и 18 сентября, в 2007 г. – 23 августа и 15 сентября (12 станций в одной съемке).

Подсчет личинок ежей проводился в камере Богорова под бинокляром МБС-9 (окуляр 8х, объектив 4х). Количество личинок в пробе пересчитывали на 1 м³ по формуле:

$$A = a \times 4 / H \times \pi D^2,$$

где А – количество личинок в 1 м³, а – количество личинок в пробе, Н – глубина лова, π – величина равная 3,14; D – диаметр входного отверстия сети, м.

Характеристика районов работ *Бухта Рифовая* расположена в Заливе Петра Великого между заливами Стрелок и Восток и является открытой бухтой, она слабо защищена от гидродинамической нагрузки. Бухта имеет открытый берег с высокой степенью прибойности и усиленной гидродинамикой вод. Ближе к берегу преобладает скальный грунт с вкраплением валунов и глыб. В спокойную погоду валуны и глыбы видны над водой, поскольку располагаются на глубине 0,3–0,5 м. Здесь наиболее выражены два мыса – м. Де-Ливрона и м. Пещурова. Рельеф дна представляет собой полого-наклонную равнину со скальными выходами вблизи мысов. В цен-

тральной части бухты преобладают алевриты и тонкозернистые пески, в глубоководной части – алевриты с небольшим содержанием ила, а на мелководье грунт состоит из галечно-песчаных отложений. В б. Рифовая наблюдаются стационарные разного направления вдольбереговые течения, которые выносят воды от центра бухты вдоль берегов в юго-западном направлении (вдоль западных берегов) и в юго-восточном – в восточной части бухты. Максимальные скорости течений до 46 см/с отмечаются весной, в остальное время – в пределах 15–30 см/с. В центральной части бухты во все сезоны наблюдается антициклоническое расхождение на юго-запад и юго-восток поверхностных вод с минимальными скоростями в летний период до 4–6 см/сек. У м. Де-Ливрона с весны по осень наблюдается нагон поверхностных вод из открытых районов моря к мысу и западным берегом бухты. Зимой у м. Де-Ливрона картина меняется – от мыса и вдоль его восточного побережья прослеживается сгон поверхностных вод в юго-восточном направлении.

Прогрев воды начинается в апреле-мае и одинаков от ее поверхности до глубины 5–10 м. У берегов прогрев происходит быстрее, чем вдали от них. С мая, наряду с постепенным повышением температуры воды, может наблюдаться ее кратковременное снижение. К августу температура воды достигает максимального значения до 22°C.

Бухта Окуневая расположена в открытой части побережья Приморья за м. Поворотный. Вдоль береговой линии тянется узкая песчаная полоса, прерываемая двумя небольшими мысами. Грунты в центральной части бухты представлены мелким песком и лишь в некоторых местах возле берега и на мысах грунт состоит из валунов и булыжников. Максимальные скорости течений до 50 см/с также отмечаются весной, в остальное время – в пределах 20–35 см/с. Температура воды в летний период достигает значений 18°C.

Бухта Краковка расположена также в открытой части побережья Приморья, севернее б. Окуневой и вдается в берег между мысом Лапласа и мысом Сысоева, она открыта южным и восточным ветрам. Вдоль береговой линии на глубине 1–3 м находятся подводные, надводные и осыхающие во время отлива камни. Западная часть бухты более мелководна, чем восточная. Грунт у обрывистых берегов бухты камень и валуны, переходящие в песок, который и составляет дно всей бухты. Значения скоростей течений такие же как и в б. Окуневая – до 46 см/с отмечаются весной, в остальное время – в пределах 15–30 см/с. Температура воды в летний период обычно достигает также значений 18°C.

Участок побережья от м. Рассыпного до м. Якубовского расположен в северном Приморье и открыт всем ветрам и штормам. От самого берега у м. Рассыпной «рассыпаны» валуны, переходящие в сплошной каменистый грунт, который продолжается до 5 м. Далее (глубже) он сменяется на песок. К северу от м. Рассыпного песок начинается от уреза воды и распространен на глубину до 25–30 м. Скорость течения воды здесь велика и достигает обычно 45–60 см/с, максимальная – до 120 см/с. Ламинариевая плантация расположена на глубине от 12 до 22 м на песчаном дне. Температура в летний период прогревается до 14–16°C.

Результаты

Распределение личинок морских ежей и сопутствующих промысловых гидробионтов

Бухта Рифовая. Результаты изучения горизонтального распределения личинок серого и черного ежей в бухте Рифовая показали, что в 2006 г. они были обнаружены 6 сентября и 6 октября. Наибольшие концентрации личинок серого ежа до 800 экз./м³ отмечались на ламинариевой плантации, а за ее пределами численность их была менее 400 экз./м³. Личинки черного ежа встречались в меньшем количестве по сравнению с личинками серого ежа. Наибольшие скопления личинок черного ежа до 80 экз./м³, также были приурочены к участкам ламинариевых плантаций.

В 2007 г. личинки серого и черного ежей были обнаружены в третьей декаде августа и, затем, встречались у серого ежа – до 1 октября, а у черного в это время уже отсутствовали. Наибольшие скопления личинок серого ежа до 200 экз./м³ отмечены 24 августа, 5 и 14 сентября на участках ламинариевых плантаций, а 1 октября численность личинок снизилась до 30 экз./м³ в центральной части бухты.

Максимальное количество личинок черного ежа до 200 экз./м³ отмечено 24 августа в кутовой части бухты. В сентябре численность личинок черного ежа снизилась до 18 экз./м³ (5 сентября) и до 16 экз./м³ (14 сентября) с неравномерным распределением их на акватории.

Личинки трепанга в 2006 г. с максимальным показателем их количества до 160 экз./м³ были обнаружены на ламинариевых плантациях 6 сентября. В 2007 г. их максимальное количество было равно 120 экз./м³ и приходилось на 24 августа также на участках ламинариевых плантаций.

В сентябре численность личинок трепанга сначала уменьшилась к 5 сентября до 15 экз./м³, а к 14 сентября вновь возросла до 80 экз./м³. Распределение личинок трепанга в кутовой и центральной части бухты вблизи ламинариевых участков в сентябре было также неравномерным.

Личинки тихоокеанской мидии в б. Рифовая в максимальном количестве до 800 экз./м³ встречались в августе также на плантации, в сентябре их плотность уменьшилась до 120 экз./м³, в то же время за пределами плантации их количество оценивалось в 300 и 60 экз./м³ соответственно.

Личинки устриц с максимальной плотностью до 160 экз./м³ были обнаружены в центре ламинариевых плантаций в третьей декаде августа, затем, вследствие массового оседания на субстраты, они исчезли из планктона. За пределами плантации личинок устрицы не обнаружено.

Бухты Краковка и Окунева. По результатам съемок, выполненных 8 сентября 2006 г., личинки серого и черного ежей встречались в незначительных количествах. Так, в б. Краковка личинки серого ежа с плотностью от 40 до 80 экз./м³ и черного ежа – до 16 экз./м³ скапливались в местах расположения ламинариевых плантаций. В 2007 г. личинки серого ежа были найдены раньше – 28 августа с небольшой плотностью до 6 экз./м³ только на ламинариевых плантациях, а личинки черного ежа в это время отсутствовали. Однако были зарегистрированы личинки мидий с плотностью до 40 экз./м³ также в местах расположения ламинариевых плантаций. В бухте Окунева в 2006 г. личинки серого и черного ежей обнаружены 28 сентября в незначительных количествах ближе к выходному мысу, при этом плотность личинок серого ежа составляла 16 экз./м³, а черного – 8 экз./м³. В 2007 г. личинок серого ежа в августе было очень мало – всего лишь до 2 экз./м³ в кутовой части бухты, а личинки черного ежа полностью отсутствовали. Однако довольно часто в это время встречались личинки других гидробионтов: 28 августа личинки трепанга обнаруживались с плотностью до 20 экз./м³ у входа в бухту и личинки мидии – до 200 экз./м³ в центральной ее части. Все личинки находились как на самой ламинариевой плантации, так и в непосредственной близости от нее.

Участок прибрежья от м. Рассыпного до м. Якубовского. В августе 2006 г. личинки серого ежа не были обнаружены как на плантации, так и за ее пределами. Однако уже 8 сентября они наблюдались с максимальной плотностью, составляющей более 940 экз./м³ на ламинариевых плантациях и около 250 экз./м³ за ее пределами. С 1 по 9 октября их общее количество в планктоне резко уменьшилось до 24 экз./м³ и до 12 экз./м³ на разных участках плантации, а за ее пределами личинки не обнаруживались. В августе 2007 г. личинки ежей также отсутствовали, а в сентябре они появились, но в меньшей концентрации, чем в 2006 г. Их основные скопления с плотностью до 40 экз./м³ также наблюдались в районе ламинариевых плантаций.

Таким образом, результаты изучения характера распределения личинок показали, что личинки серого морского ежа и сопутствующих гидробионтов в разных по гидрологическим условиям районах, приурочены к ламинариевым плантациям.

Литература

1. Габаев Д.Д., Крупнова Т.Н., Пржеменецкая В.Ф. Патент N 384212. Способ разведения водорослей и моллюсков. – 1987.
2. Крупнова Т.Н., Павлючков В.А. Патент N 2003-138158. Способ совместного промышленного культивирования морского ежа и ламинарии. – 2004.
3. Крупнова Т.Н., Шепель Н.А., Павлючков В.А. Динамика личиночного пула промысловых гидробионтов на ламинариевых плантациях // Отчет. архив ТИНРО № 26221. – 2007. – 38 с.
4. Himmelmann J.H. The role of the green sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* in the rocky subtidal, region of Newfoundland // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1980. – № 954. – P. 92–119.
5. Pearse J.S., Scheibling R.E. Effect of macroalgae, microbial films, and conspecifics on the induction of metamorphosis of the green sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* (Müller) // J. Exp. Mar. Biol. and Ecol. – 1991. – V. 147. – P. 147–162.
6. Agatsuma Y., Matsayama K., and Nakata A. Seasonal changes in Feeding Activity of the Sea Urchin *Strongylocentrotus nudus* in Ochoro Bay // South-Western Hokkaido Nippon jursan takkaishi. – 1996. – V. 62 (4). – P. 592–597.
7. Крупнова Т.Н., Павлючков В.А. Питание серого морского ежа (*Strongylocentrotus intermedius*) в прибрежной зоне северо-западной части Японского моря // Изв. ТИНРО. – 2000. – Т. 127. – С. 372–381.
8. Крупнова Т.Н., Павлючков В.А. Пищевые потребности морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* в естественных условиях на ламинариевых полях // Изв. ТИНРО. – 2003. – Т. 134. – С. 195–208.

УДК [549.3:576.895.122](268.46.04)

СТРУКТУРА, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ЗАРАЖЕННОСТЬ ПАРТЕНИТАМИ ТРЕМАТОД ВИДОВЫХ КОМПЛЕКСОВ РОДА *LITTORINA* ГУБЫ ЧУПА БЕЛОГО МОРЯ

К.М. Кулеш, П.П. Кравец, С.А. Афончева

Мурманский государственный технический университет,
Мурманск

В работе представлены результаты исследования видового состава, распределения и зараженности партенитами трематод моллюсков рода *Littorina* в бухте Круглая губы Чупа Белого моря. Идентифицировано 5 видов литторин: *Littorina littorea* (Linnaeus 1758), *L. saxatilis* (Olivi 1792), *L. compressa* (Jeffreys 1865), *L. arcana* (Hannaford Ellis 1978), *L. obtusata* (Linnaeus 1758), *L. fabalis* (W. Turton 1825). В исследуемой бухте литторины группы «*saxatilis*» обнаружены на всех горизонтах литорали, за исключением *L. arcana*, которая приурочена к верхнему горизонту литорали. Виды комплекса «*obtusata*» преобладают в поясе макрофитов. При анализе паразитофауны литторин выявлено 3 вида трематод. Доминирующим видом среди трематод является *Microphallus pygmaeus*.

Литторины – наиболее распространенные на литорали брюхоногие моллюски. Подробные описания моллюсков рода *Littorina* и видов-двойников можно встретить в работах Миддендорфа и Реда [1, 2]. После первых трудов Миддендорфа литторины стали одним из наиболее часто исследуемых объектов. Поскольку литторины являются наиболее массовыми представителями литоральной фауны, а также идеальными объектами для изучения трематодофауны моллюсков, так как характеризуются высокой степенью инвазированности партенитами различных видов трематод. Также, сведения о состоянии поселений моллюсков могут быть использованы для прогнозирования состояния не только сообществ беспозвоночных, но и сообществ более высоких трофических уровней.

Поэтому целью нашего исследования стало проведение популяционно-видового и паразитологического анализа литторин. Пробы отбирали на литорали бухты Круглая губы Чупа Кандакшского залива Белого моря в летний период 2013 года. Отбирали по 3 пробы с каждого горизонта (в куту, середине и в устье бухты) при помощи рамки 50×50 см. Затем в лаборатории на базе ББС ЗИН РАН «Картеш» и МГТУ моллюсков взвешивали (с точностью до 0,001 г.), штангенциркулем измеряли ширину устья, высоту и ширину раковины (измерения проводили с точностью до 0,01 см). После этого моллюска вскрывали, извлекали тело, осматривали на наличие паразитов – партенит трематод и определяли видовую принадлежность паразитов. Также при вскрытии определяли пол и по особенностям строения половой системы самцов различали «видов-двойников» – представителей комплекса видов «*saxatilis*» (*Littorina saxatilis*, *L. compressa*, *L. arcana*) и комплекса «*obtusata*» (*L. obtusata*, *L. fabalis*).

В ходе работы вскрыто 750 экземпляров моллюсков и идентифицировано 6 видов литторин: *Littorina littorea* (Linnaeus 1758), *L. saxatilis* (Olivi 1792), *L. compressa* (Jeffreys 1865), *L. arcana* (Hannaford Ellis 1978), *L. obtusata* (Linnaeus 1758), *L. fabalis* (W. Turton 1825).

Моллюски *Littorina saxatilis*, *L. arcana* и *L. compressa* образуют комплекс «*saxatilis*», *Littorina obtusata* и *L. fabalis* – комплекс «*obtusata*». Несмотря на изменчивость раковины литторин, представители данных комплексов различаются по нескольким критериям:

1) виды комплекса «*obtusata*» характеризуются шаровидно-овальной формой раковины, а комплекса «*saxatilis*» – овально-конической [3];

2) как правило, раковина у «*saxatilis*» имеет более высокий завиток, а у «*obtusata*» он более низкий. Но вследствие зараженности определенными видами партенит трематод, раковина представителя комплекса «*obtusata*» может иметь достаточно высокий завиток [4];

3) для всех видов литторин характерны отчетливые швы между оборотами раковины. На раковинах *L. saxatilis*, *L. compressa* и *L. arcana* швы более вдавлены, чем у *L. obtusata* и *L. fabalis* [3].

Некоторых представителей рода *Littorina* можно также различить по конхологическим параметрам. Для *L. fabalis* характерно более округлое устье и выраженное его расширение в наиболее молодой части раковины, в отличие от *L. obtusata*. Среди представителей комплекса «*saxatilis*» только *L. compressa* заметно отличается от *L. saxatilis* и *L. arcana*. Раковины моллю-

сков данного вида отличаются острой вершиной, ярко выраженной ребристостью, более равномерным распределением темных пигментов [3].

Для того чтобы наиболее достоверно определить видов-двойников комплекса «*saxatilis*» и «*obtusata*» кроме внешних морфологических признаков раковины, рассматривали признаки строения половой системы у самцов – строение пениса.

Самцы *L. fabalis* и *L. obtusata* различаются по количеству и расположению пениальных желез и размеру пениального филамента [3]. Самцы *L. fabalis* отличаются длинным филamentом, который значительно длиннее остальной части пениса или соизмерим с его остальной частью, а также характеризуются небольшим количеством пениальных желез, расположенных в один ряд (рис. 1).

Самцы *L. obtusata* обладают большим количеством пениальных желез, расположенных не строго в один ряд, а формирующих «подушку» желез (рис. 2). Филament пениса треугольной формы, короткий [3].



Рис. 1. Копулятивный орган *L. fabalis*

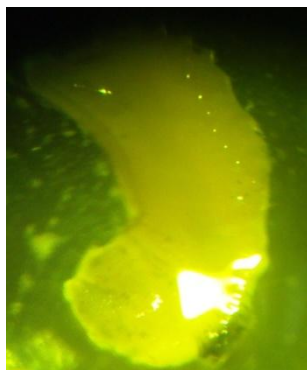


Рис. 2. Копулятивный орган *L. obtusata*



Рис. 3. Копулятивный орган *L. saxatilis*

У *L. compressa* имеется небольшое количество крупных пениальных желез, расположенных в один ряд, филament практически не выражен. Пенисы *L. arcana* и *L. saxatilis* похожи, но у *L. arcana* филament более оттянут и более мелкие пениальные железы, расположенные в несколько рядов. В баренцевоморских популяциях самцы *L. saxatilis* характеризуются двух- и более рядным расположением пениальных желез, в отличие от беломорских популяций [3, 5].

Рядность характеризует четкие отличия между смешанной баренцевоморской и одновидовой беломорской популяциями. Для самцов *L. saxatilis* характерно однорядное расположение пениальных желез, что является надежным признаком, позволяющим отличить *L. saxatilis* от *L. arcana* [3] (рис. 3). Виды комплекса "saxatilis" распространены на всех горизонтах литорали. Только *L. arcana* четко приурочена к верхнему горизонту литорали, где количество макрофитов сокращается; и поскольку данный вид литорин является важным компонентом верхней части литоральной зоны, моллюсков этого вида, в основном, можно обнаружить выше зоны макрофитов – на скалах, камнях, гравии [3]. В отличие от *L. arcana*, *L. compressa* как и *L. saxatilis* встречается на всех горизонтах, только в незначительном количестве (рис. 4).

Виды комплекса "obtusata" сопряжены с поясом макрофитов. Численность представителей вида *L. obtusata* увеличивается от верхнего горизонта к нижнему, что вполне характерно для данного вида. *L. fabalis* не была обнаружена на верхнем горизонте, поскольку данный вид проявляет приуроченность к нижней сублиторали и нижнему горизонту литорали [3].

Именно поэтому, количество особей *L. fabalis* достигает максимальных значений в нижней части пояса фукоидов и обнаружено всего несколько особей данного вида в средней части.

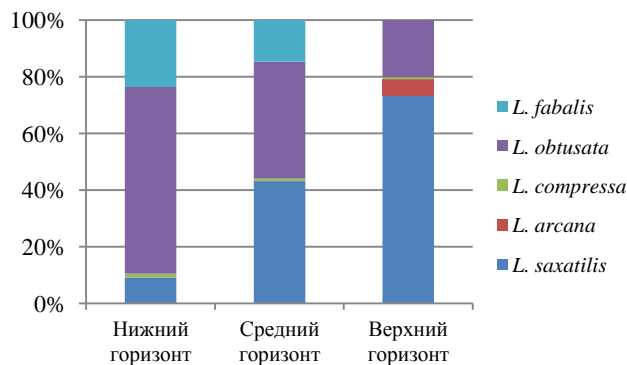


Рис. 4. Зональное распределение представителей комплексов «*saxatilis*» и «*obtusata*» по горизонтам литорали

Показатели обилия литторин характеризуются высокими значениями в устье и кутовой части бухты (рис. 5, 6), поскольку в куту грунт илисто-песчаный, а в устье ярко выражен каменно-валунный пояс. Такой характер грунта обеспечивает разнообразные условия обитания для моллюсков. Также в устье и кутовой части бухты хорошо развит пояс макрофитов – особенно *F. vesiculosus*, что создает благоприятные условия для существования моллюсков.

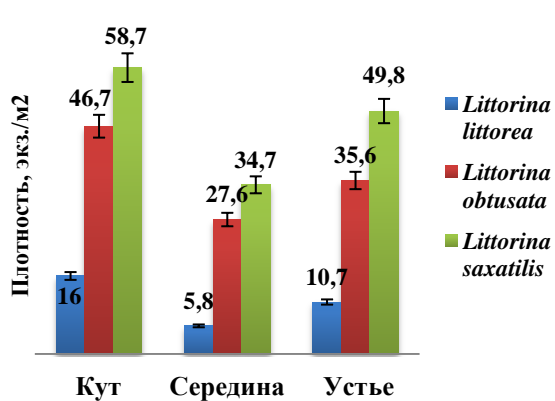


Рис. 5. Плотность поселения моллюсков рода *Littorina*

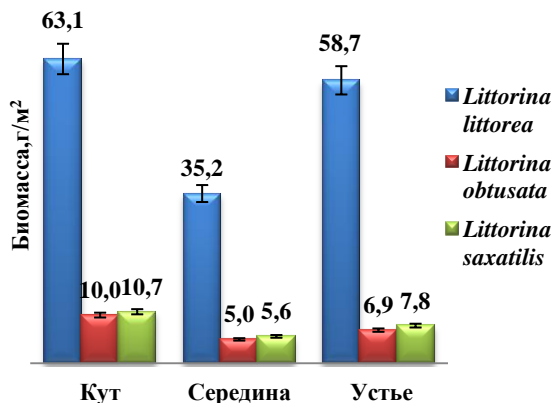


Рис. 6. Биомасса поселения моллюсков рода *Littorina*

Размерно-массовые показатели поселения комплекса «saxatilis» уменьшаются от кута к устью, что связано с распределением кормовых ресурсов (табл. 1).

Таблица 1

Размерно-массовые характеристики литторин

Литторины комплекса «saxatilis»				
Бухта Круглая	Высота, см	Ширина, см	Ширина устья, см	Масса, г
Кут	0,93 ± 0,02	0,6 ± 0,01	0,6 ± 0,01	0,19 ± 0,01
Середина	0,87 ± 0,02	0,58 ± 0,02	0,56 ± 0,02	0,16 ± 0,01
Устье	0,81 ± 0,01	0,51 ± 0,01	0,5 ± 0,01	0,13 ± 0,01
Литторины комплекса «obtusata»				
Кут	0,95 ± 0,01	0,63 ± 0,01	0,64 ± 0,001	0,22 ± 0,01
Середина	0,88 ± 0,02	0,61 ± 0,01	0,54 ± 0,03	0,19 ± 0,01
Устье	0,95 ± 0,02	0,64 ± 0,01	0,61 ± 0,01	0,2 ± 0,01
<i>Littorina littorea</i>				
Кут	2,67 ± 0,2	1,63 ± 0,07	1,59 ± 0,07	4,23 ± 0,5
Середина	3,04 ± 0,16	1,88 ± 0,06	1,66 ± 0,07	5,84 ± 0,66
Устье	3,1 ± 0,13	1,97 ± 0,06	1,85 ± 0,06	6,18 ± 0,61

Примечание: ± – доверительный интервал

Показатели поселения моллюсков комплекса «obtusata» характеризуются наиболее высокими значениями в устье и кутовой части бухты. Поскольку основу питания данных литторин в основном составляют фукоиды [6], биомасса которых достигает высоких значений в куту и устье.

Морфометрические параметры поселения *L. littorea* увеличиваются от кута к устью, так как данный вид моллюска приурочен к местам обитания, характеризующимся более сильными приливно-отливными течениями и наличием каменистого субстрата на литорали.

Что касается половой структуры литторин, для поселения моллюсков характерно соотношение полов примерно 1:1.

Также, представители моллюсков рода *Littorina* являются промежуточным хозяином для целого ряда видов трематод.

Известно, что зараженные литторины трематодами литторины чаще встречаются на камнях, чем на окружающем их грунте [7]. Большинство моллюсков в бухте Круглая было встречено на грунте. Для них характерна низкая экстенсивность инвазии (рис. 7).

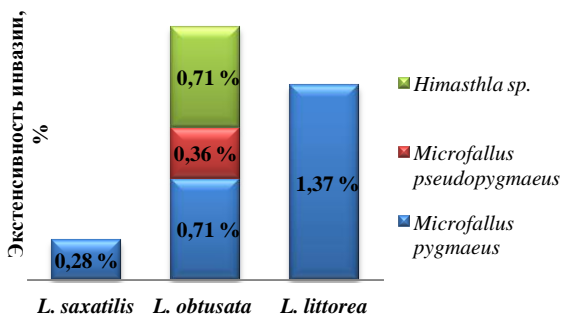


Рис. 7. Зараженность литторин паразитами трематод в бухте Круглая

Доминирующим видом трематод, найденным среди зараженных литторин, оказалась микрофаллида группы «*rugmaeus*» – *Microphallus rugmaeus*. Для литторин группы «*obtusata*» характерна зараженность тремя видами трематод: *Himasthla* sp., *Microphallus rugmaeus*, *Microphallus pseudorugmaeus*; для литторин группы «*saxatilis*» и *L. littorea* характерна инвазированность одним видом – *Microphallus rugmaeus*. Результаты исследования зараженности литторин в бухте Круглая подтверждают ранее проведенные работы [8].

Литература

1. Middendorff A.T. Vorläufige Azeige einiger neuer Konchylien aus den Geschlechtern: *Littorina*, *Trironium*, *Natica* and *Margarita* // Bul. Classe phys.-mat. Acad. Sci., SPb. – 1848. – Vol. 7. – P. 241–246.
2. Reid D.G. Systematics and evolution of *Littorina*. L.: The Ray Society, 1996. – 463 p.
3. Гранович А.И., Михайлова Н.А., Знаменская О., Петрова Ю.А. Видовой состав рода *Littorina* (Gastropoda: Prosobrancia) Восточного Мурмана // Зоол. журн. – 2004. – Т. 83. – Вып. 11. – С. 1305–1317.
4. Панова М.В., Сергеевский С.О., Гранович А.И. Изменение формы раковины литоральных моллюсков *Littorina saxatilis* и *Littorina obtusata* при зараженности партенитами трематод // Паразитол. – 1999. – Т. 33. – № 1. – С. 13–25.
5. Гранович А.И., Лоскутова З.И., Грачева Ю.А., Михайлова Н.А. Морфометрический анализ копулятивного органа моллюсков видовой группы «*saxatilis*» (Coenogastropoda, Littorinidae): проблемы идентификации и статуса видов // Зоол. журн. – 2008. – Т. 87. – Вып. 12. – С. 1425–1436.
6. Белорусцева, С.А., Марфенин Н.Н. Иллюстрированный атлас беспозвоночных Белого моря: путеводитель по фауне массовых видов – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 169 с.
7. Крупенко Д.Ю. Распределение моллюсков *Littorina saxatilis* на каменистой литорали в зависимости от заражения трематодами *Microphallus piriformes* и *M. rugmaeus*: экспериментальный анализ // VIII науч. сессия МБС СПбГУ: Тез. докл. – СПб., 2007. – С. 55–57.
8. Gorbushin A.M., Levakin L.A. The effect of trematode parthenitae on the growth of *Onoba aculeus*, *Littorina saxatilis* and *L. obtusata* (Gastropoda: Prosobranchia) // J. Mar. Biol. Ass. U.K. – 1999. – Vol. 79. – P. 273–279.

УДК 595.384.2(268.45):577.118

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ КАМЧАТСКОГО КРАБА (*PARALITHODES CAMTSCHATICUS*) БАРЕНЦЕВА МОРЯ

А.М. Лаптева

Полярный научно-исследовательский институт
морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича,
Мурманск

Исследовано содержание микроэлементов в различных тканях камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*). Представлен анализ зависимости содержания микроэлементов в тканях от пола организма, веса, типа питания и сезона.

Исторически развитие мирового рыболовства сложилось таким образом, что наибольшее предпочтение приходилось на рыбу. И все же в настоящее время наблюдается смещение деятельности к более активному привлечению в сферу употребления морепродуктов различных беспозвоночных и водорослей. Несомненно, камчатский краб является одним из самых привлекательных объектов промысла. В настоящее время человечество широко использует мясо краба в своем пищевом рационе, а также для выпуска кормовой, технической и медицинской продукции. Бурное развитие химии метаболитов морских беспозвоночных, обязывает акцентировать внимание не только на традиционно используемых протеинах и липидах, но также на микроэлементах группы переходных и тяжелых металлов.

Цель настоящей работы – выявить общие тенденции содержания и распределения микроэлементов (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Co, Fe, Pb, Cd, As, Hg) в органах и тканях камчатских крабов (*Paralithodes camtschaticus*).

Материалом исследований послужили пробы мышц и гепатопанкреаса 13-ти камчатских крабов, отловленных в губе Ура Мотовского залива Баренцева моря в 2012–2013 гг. в рейсах научно-исследовательских судов ФГУП «ПИНРО». Подготовка и анализ проб на содержание микроэлементов были выполнены в соответствии с ГОСТ 26929-94 [1]. Анализ проб на содержание микроэлементов проводился методами пламенной и непламенной атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе фирмы «Shimadzu», модель АА-6800 (Япония).

Содержание микроэлементов в мышцах крабов варьировало в широких пределах и в среднем составляло для цинка – 25, железа – 8,3, мышьяка – 3,4, меди – 3,6, никеля – 0,53, свинца – 0,70, марганца – 0,60, кобальта – 0,30, хрома – 0,20, ртути – 0,06 и кадмия – 0,04 мкг/г сырой массы. Установлено, что в мышцах крабов наблюдалось преобладание железа, цинка и меди (рис. 1).

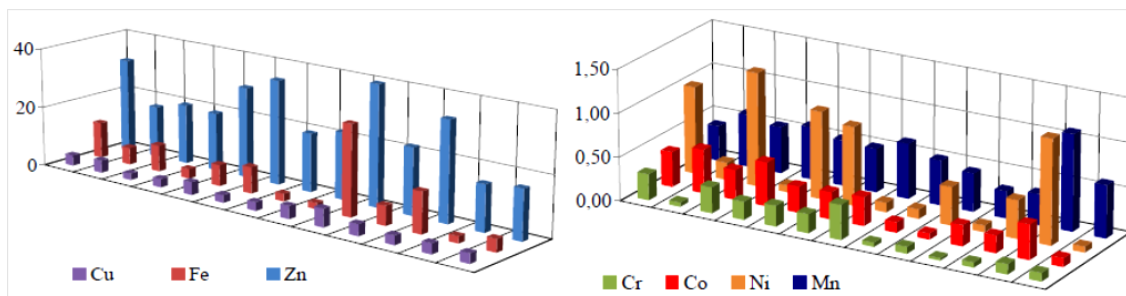


Рис. 1. Содержание микроэлементов в мышцах крабов, мкг/г сырой массы

Десять металлов (Mn, Fe, Zn, Cu, Co, Mo, Ca, K, Na, Mg), жизненно необходимых для живого организма, получили название «металлы жизни». Существует понятие металлоферменты – это ферменты класса протеидов, для каталитического действия которых необходимы ионы металлов. Всего известно около 700 ферментов, четвертую часть которых составляют металлоферменты. В их состав входят в основном ионы переходных металлов (например, железо входит в состав 70 ферментов, медь – 30, марганец – 12). Причем такие ферменты содержат различные металлы или несколько атомов одного металла в одинаковых или различных степенях окисления. Например, фермент алкогольдегидрогеназа, содержит от 2 до 4 атомов цинка, причем их роль различна: часть атомов цинка поддерживает структуру белковой молекулы, остальные – представляют собой координационные центры [2].

Критериями загрязненности морских беспозвоночных являлись санитарно-эпидемиологические правила и нормативы РФ (СанПиН 2.3.2.1078-01) [3]. В России в нерыбных объектах промысла нормируются только свинец, мышьяк, кадмий и ртуть. Среднее содержание свинца, кадмия, мышьяка и ртути в мышцах крабов не превышало допустимые уровни 10,0, 2,0, 5,0 и 0,2 мкг/г сырой массы соответственно [3]. В то же время содержание мышьяка в мышцах отдельных крабов варьировало от 5,1 до 6,6 мкг/г сырой массы, что превышало гигиенический норматив (рис. 2).

Среднее содержание микроэлементов в гепатопанкреасе в 2–8 раза превышало их содержание в мышцах и составляло для железа – 64, цинка – 42, меди – 11, мышьяка – 10, свинца – 4,70, марганца – 3,20, никеля – 1,94, кобальта – 1,30, хрома – 0,41, кадмия – 0,30 и ртути – 0,10 мкг/г сырой массы. Относительное содержание микроэлементов в различных тканях крабов представлено на рис. 3.

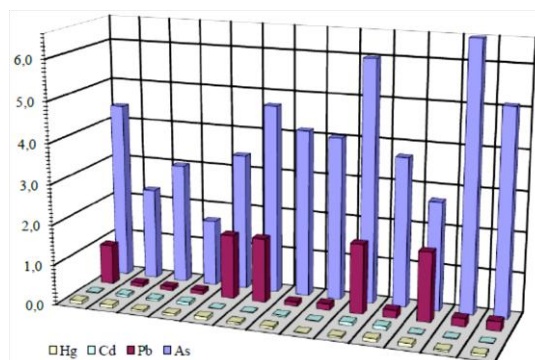


Рис. 2. Содержание Pb, Cd, Hg и As в мышцах крабов, мкг/г сырой массы

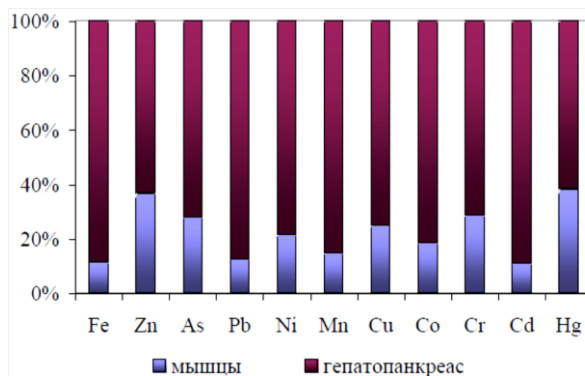


Рис. 3. Относительное содержание микроэлементов в мышцах и гепатопанкреасе крабов

Средняя кишка или желудок у высших беспозвоночных является основным местом переваривания пищи. Пищеварительные ферменты вырабатываются здесь железистым выростом, или дивертикулом, называемым железой средней кишки или гепатопанкреасом. Эта железа несет секреторную функцию, а в ее слепых выростах происходит переваривание пищи. Нередко эта железа служит также местом всасывания. В большинстве случаев она выполняет одновременно и функцию запасующего органа (для депонирования гликогена и липидов), и метаболические функции, т. е. функционально аналогична печени позвоночных [4]. По типу питания камчатский краб относится к эврифагам. Основу его рациона составляют представители бентосных беспозвоночных, но он может поедать также водоросли и рыбу. Камчатские крабы предпочитают исключительно свежую пищу, и даже переходя к некрофагии (например, при питании отходами рыбного промысла) они потребляют только недавно умершие рыбы или рыбные отходы [5]. Спектр питания камчатских крабов в Мотовском заливе составляют рыбы, полихеты, иглокожие, моллюски, а также гидроиды и мшанки [6]. Часто в пищевых комках неполовозрелых и взрослых крабов встречается обилие несъедобных объектов антропогенного происхождения, а также кутикула полихет, известковые тельца иглокожих, осколки раковин, биссусные железы и нити, оперкулюмы, кости рыб, кусочки детрита и грунта [5]. Бентосные организмы, донные осадки и детрит являются богатейшими источниками микроэлементов. С целью изучения возможных источников поступления микроэлементов в организм крабов мы определили их содержание в наиболее часто встречаемых кормовых объектах (табл. 1).

Таблица 1

Содержание микроэлементов в беспозвоночных, мкг/г сырой массы

Название	Cu	Zn	Ni	Mn	Pb	Fe	Cd	As	Hg
<i>Hydrozoa</i>	4,1	27,2	2,5	115,0	1,07	248,0	0,25	11,0	0,05
Echinodermata	0,32	17,6	0,64	10,3	0,50	126,0	0,72	6,16	3,81
Polychaeta	7,2	37,5	11,5	23,0	1,92	266,0	0,18	0,35	0,04
Bryozoa	1,10	16,0	0,70	54,8	0,73	173,0	0,24	8,20	0,05
Bivalvia	1,0	23,0	1,80	2,60	1,05	29,0	0,80	9,20	0,08
Gastropoda	2,6	87,0	0,40	3,60	1,05	29,0	0,80	9,20	0,08
Кладка Gastropoda	1,2	11,2	0,73	0,33	7,06	0,82	51,0	6,30	6,30

Установлено, что исследованные звенья трофической цепи содержат достаточно большое количество микроэлементов и способны накапливать их в десятки и сотни раз больше, чем органы и ткани крабов. Особенно активными аккумуляторами металлов являются гидроиды, полихеты и брюхоногие моллюски. Таким образом, кормовые объекты являются основными источниками поступления микроэлементов в органы и ткани крабов.

Особенности относительного содержания элементов в органах и тканях крабов в зависимости от половой принадлежности представлены на рис. 4.

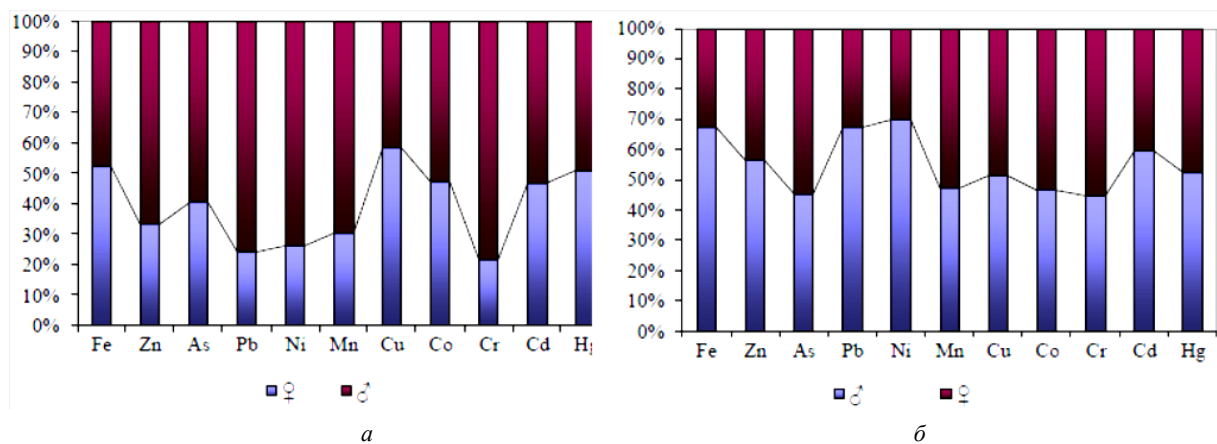


Рис. 4. Относительное содержание микроэлементов у самцов и самок крабов: а – мышцы, б – гепатопанкреас

Отмечена определенная тенденция у самцов крабов к более активному накоплению Zn, Fe, Ni, Pb, Zn и Cd мышцах, а в гепатопанкреасе – Zn, Pb, Ni, Mn, Cr и As. У самок в мышцах было выше содержание As, Mn, Co и Cr, а в гепатопанкреасе – Co и Fe и Cu (рис. 4). Более низкое содержание в теле самок жизненно важных микроэлементов Zn, Fe, Mn, Cr объясняется тем, что гидрологические весна и лето – это период активного размножения крабов, а затраты самок на размножение достаточно велики, и по некоторым данным они составляют более половины среднего энергосодержания тела [5].

Детальный анализ содержания микроэлементов в зависимости от массы крабов показал, что существует прямая зависимость между массой особи и микроэлементным составом ее мышц. В гепатопанкреасе эта тенденция отсутствует. Исключение составили Cu и Co, так как их содержание было выше в особях массой менее 1 кг. Относительное содержание микроэлементов в тканях крабах представлено на рис. 5. У крабов дыхательным пигментом крови служит гемопротеид – сине-зеленый гемоцианин, который содержит медь [4]. Отмечено, что увеличение содержания меди в гепатопанкреасе крабов наблюдается вследствие распада гемоцианина при голодании и при воздействии промышленного стресса [7].

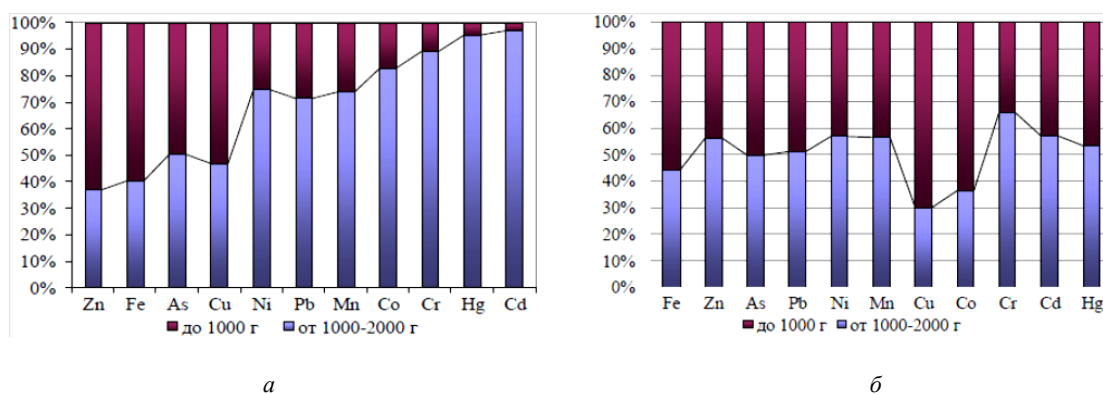


Рис. 5. Относительное содержание микроэлементов в крабах в зависимости от веса: а) мышцы, б) гепатопанкреас

Относительное содержание микроэлементов в мышцах и гепатопанкреасе камчатских крабов в большинстве случаев достоверно отличалось друг от друга в зависимости от сезона их вылова (рис. 6). У особей летнего вылова содержание всех микроэлементов в тканях было значительно выше, и только кадмий преобладал в мышцах особей весеннего улова. Сезонные изменения температура воды – один из факторов, влияющих на размножение крабов. Периоды массового размножения в море варьируют по годам [5].

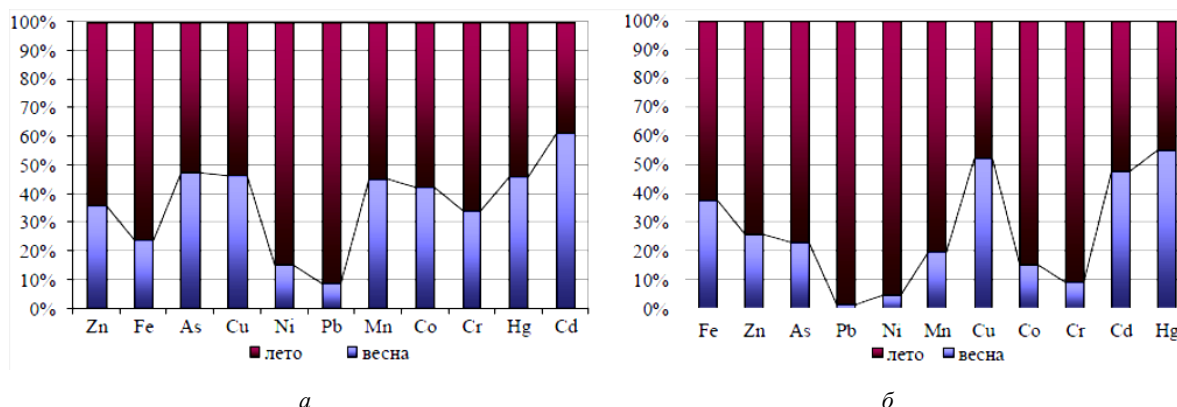


Рис. 6. Относительное содержание микроэлементов в крабах в зависимости от сезона: а – мышцы, б – гепатопанкреас

Весна 2012 г. была холоднее, чем в 2013 г., и среднемесячная температура воздуха в апреле в губе Ура составляла $-1,0$ и $-0,4^{\circ}\text{C}$ соответственно, а в июне 2013 г. достигала уже $+13^{\circ}\text{C}$. В период

с апреля по июнь 2013 г. средняя температура воздуха была на + 2,2°C выше, чем в 2012 г. Массовый характер нереста в губе Ура наступает в марте–апреле. Непосредственно перед спариванием самки обычно линяют. Смена экзоскелета у промысловых самцов происходит обычно в первом полугодии с максимумом интенсивности в марте–апреле. К началу мая массовый нерест завершается. В процессе линьки животные сбрасывают не только наружные покровы, но и стенки переднего отдела желудка и так называемые «сухожилия» [6]. Возможно, крабы, выловленные в апреле 2012 г., как раз только что сменили экзоскелет, а в июне 2013 г. наступил этап нагула крабов, а значит и активного питания. Существует мнение, что в процессе линьки в сброшенном панцире содержится значительное количество Pb, Cu, Zn и других микроэлементов. Вероятно, таким способом крабы избавляются от их избыточного содержания [8].

Таким образом, среднее содержание свинца, кадмия, мышьяка и ртути в мышцах крабов не превышало допустимые уровни их содержания в нерыбных объектах промысла. В то же время в мышцах некоторых крабов наблюдалось повышенное содержание мышьяка. Действующий норматив регламентирует содержание общего мышьяка, а его опасные соединения находятся в следовых количествах. Следует также отметить, что токсичные неорганические соединения мышьяка в тканях гидробионтов превращаются в органические, которые при попадании в организм быстро выводятся из него и к тому же малотоксичны [9, 10].

В целом в тканях крабов преобладали железо, цинк и медь. Такое ранжирование объясняется интенсивной аккумуляцией в ракообразных микроэлементов, которые необходимы для их жизнедеятельности и принимают активное участие в физиологических процессах (дыхании, кроветворении, депонировании, выделении и др.). Наибольшее содержание микроэлементов отмечено в гепатопанкреасе камчатского краба. Установлена зависимость их содержания в тканях от массы особей, а также от сезона вылова и пола.

Полученные результаты указывают на необходимость дальнейшего изучения микроэлементного состава не только камчатского краба – важного промыслового вида, но и донных беспозвоночных, являющихся основным звеном в пищевой цепи многих водных объектов.

Литература

1. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных элементов. – М.: Изд-во стандартов, 1994. – С. 34–40.
2. Металлы в живых организмах. Учебное пособие для лекционного курса «Основы бионеорганической химии» / Н.А. Улахович, Э.П. Медянцева, С.С. Бабкина, М.П. Кутырева, А.Р. Гатаулина. – Казань: Казанский университет, 2012. – 102 с.
3. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М.: Минздрав России, 2002. – 164 с.
4. Догель В.А. Зоология беспозвоночных. – М.: Высшая школа, 1981. – 606 с.
5. Биология и физиология камчатского краба прибрежья Баренцева моря. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2008. – 168 с.
6. Камчатский краб в Баренцевом море. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2003. – 383 с.
7. Мусеев С.И., Мусеева С.А., Лантева А.М. Сравнительные исследования концентрации меди в гепатопанкреасе крабов-стригунов опилио и брэда при воздействии промыслового стресса и при голодании // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана / Сб. науч. тр. КамчатНИРО. – Петропавловск-Камчатский. – 2013. – Вып. 13. – С. 95–100.
8. Bergey L.L., Weis J. S. Molting as a mechanism of depuration of metals in the fiddler crab, *Uca pugnax* // Mar. Environ. Res. – 2007. – V. 64. – P. 556–562.
9. Лантева А.М. Содержание мышьяка в тканях камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* из различных районов Баренцева моря // Матер. конф. молодых ученых, посвящ. 80-летию ПИНРО (Мурманск, 14 марта 2001 г.). – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2001. – С. 53–58.
10. Concentrations of mercury, arsenic, cadmium and lead in Greenland halibut (*Reinhardtius hipoglossoides*) caught off the coast of northern Norway/ K. Julshamn, S. Frantzen, S. Valdersnes, B. Nilsen, A. Maage, K. Nedreaas. // Marine Biology Research. – 2011. – V. 7. – Issue 8. – P. 733–745.

УДК 502.211:061

НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ – АССОЦИАЦИЯ «ЖИВАЯ ПРИРОДА СТЕПИ» И ЕЕ ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В.А. Миноранский, В.И. Даньков, С.В. Толчеева, А.В. Тихонов, Я.Ю. Подгорная

*Ассоциация «Живая природа степи», Южный федеральный университет,
Ростов-на-Дону*

Кризисная ситуация с биоресурсами в европейских степях на рубеже веков потребовала разработки новых подходов и решений в природоохранной деятельности. Ассоциация «Живая природа степи» объединила различные структуры общества, связанные с сохранением биоресурсов в современных условиях на юге страны. Основными направлениями ее работы является координация природоохранной деятельности, охрана и восстановление биоресурсов, а также сохранение ценных пород домашних животных степной зоны. Она принимает участие в разработке законодательных и нормативных актов, экспертной оценке различных проектов, решении научных и учебных экологических проблем, в экологическом образовании и воспитании населения.

В XIX–XX вв. европейские степи стали самым трансформированным ландшафтом. Земли сельскохозяйственного назначения в Ростовской области (*далее* Ро) составляют 87,3% площади. Их хищническая эксплуатация негативно отразилась на рыбных, охотничьих, иных биоресурсах. Глубокие изменения в политической, экономической, социальной и других аспектах жизни страны в 90-е годы XX в. – I-е десятилетие XXI в. отрицательно повлияли на живую природу и усугубили эту ситуацию. Стали редкими и занесены во все Красные книги белуга, русский осетр, севрюга, стерлядь, шемая, дрофа, стрепет, выхухоль, сайгак и многие другие в прошлом промысловые животные. Кризисная ситуация с биоресурсами потребовала принятия ряда природоохранных мер, которые если бы не прекратили, то затормозили и снизили последствия отмеченных негативных явлений. Она заставляла адаптировать сложившиеся в прошлом системы природопользования к современным условиям, совершенствовать природоохранную деятельность, разрабатывать новые подходы и формы сохранения и восстановления ресурсов живой природы.

В конце XX– начале XXI вв. появилось большое количество государственных и общественных структур, занимающихся вопросами сохранения биоразнообразия. Одни из них уже исчезли, другие – продолжают существовать, но занимаются политическими, экономическими и другими вопросами, третьи – из-за недостатка финансов, малочисленности коллективов и других причин, решают узкие вопросы (разовые уборки мусора, посадки деревьев и т.д.). Идея создания Ассоциации «Живая природа степи» (*далее* Ассоциация) была предложена инициативной группой, включающей представителей Законодательного собрания (ЗС) Ро Ростовского государственного (с 2006 г. Южный федеральный) университета (*далее* РГУ и ЮФУ) и Южного научного центра РАН (ЮНЦ РАН), бизнеса. Ее обсудили на многочисленных совещаниях и конференциях, в различных структурах Ро и Калмыкии, доложили на 3-м Всероссийском съезде по охране природы (19–21.11.2003 г., Москва). Программа деятельности Ассоциации была рассмотрена на общем собрании ученых ЮНЦ РАН 10.02.04 г. Учредителями организации выступили РГУ-ЮФУ, ЮНЦ РАН, ряд государственных и коммерческих сельскохозяйственных и промышленных предприятий, представители ЗС Ро, бизнеса, заповедников «Ростовский» и «Черные земли», Центра диких животных Республики Калмыкия. Финансовое обеспечение осуществляется спонсорами и выполнением грантовых работ. Ассоциация заключила творческие договора с Ростоблкомприродой, администрациями Ро и ряда районов, Институтом степи УрО РАН, заповедниками «Черные земли» (Калмыкия) и «Аскания-Нова» (Украина), эоагрофирмой «Фауна» (Украина), Ростовским зоопарком, милицией (полицией), рыбинспекциями, казаками Великокняжеского юрта, другими структурами. Основными направлениями работы Ассоциации является координация природоохранной деятельности в степной зоне, охрана и восстановление биоразнообразия, экологическое образование и воспитание населения.

Территориально деятельность Ассоциации охватывает степи Ро и Калмыкии, однако основная работа ведется в долине Западного Маныча. В п. Орловский построена гостиница «Тюль-

пан». Модельная территория Ассоциации расположена в охранной зоне заповедника «Ростовский» на площади 16,8 тыс. га и включает акваторию оз. Маныч-Гудило, пруды, пастбищные земли засушливых степей. В п. Маныч Орловского р-на оборудовано офисное здание с помещениями для сотрудников, размещения транспорта, оборудования. Здесь же расположен полевой стационар Ассоциации (*далее* Стационар), где на площади 10×4 км² с естественной степной растительностью сооружены помещения, фермы и вольеры для животных. В вольерах содержатся страусы, лама, гривистый баран, олень Давида, антилопа канна, лошадь Пржевальского; свободно пасутся в степи куланы, ослы, лошади, пони, двугорбые верблюды, буйволы, яки, бизоны. Многие из них размножаются. В степи свободно живут полозы, пеганки, филины, куропатки, дрофы, стрепеты, корсаки и многим другим животным. В х. Кундрюченский организован Центр редких животных европейских степей (Центр). В нем имеются строения для сотрудников, подсобные помещения, вольерный комплекс. В вольерах обитают страусы, серый журавль, дрофа, канюк-курганник, филин, европейский байбак, сайгак и другие виды. В обширном дворе свободно живут лебеди, гуси, кряква, огарь, пеганка, павлин и иные виды. Некоторые из них свободно перелетают на соседний пруд, и осенью, весной частично улетают с перелетными стаями. В Центре ведутся работы по искусственному разведению редких животных (сайгака и др.) для последующей передачи в питомники и выпуска в природу. Он выполняет важную экопросветительскую роль для населения. В Ассоциации имеется Центр по реабилитации хищных птиц (беркута, тетеревины, кречета, сокола, балобана, др.). После физического восстановления ряд птиц выпускается в природу, отдельные виды дрессируются и ведется работа по их размножению, использованию для демонстрационных «соколиных» охот, разгона птиц в Ростовском аэропорту. Поступающие в Ассоциацию животные приобретаются в других зоопарках и питомниках, передаются сюда жителями Ро и Калмыкии или являются результатом собственного воспроизводства. При поддержке Ассоциации с 2008 г. в п. Маныч начал работать полевой стационар ЮНЦ РАН, где имеются все необходимые для научной работы условия. Здесь ученые различных научных центров страны, занимающиеся аридными и семиаридными территориями юга, проводят исследования. Ассоциация работает в тесном контакте с заповедником, созданным в 1995 г. на антропогенно опустыненных землях Орловского и Ремонтненского р-нов Ро, и состоит из 4 участков с общей территорией 9531,5 га и охранной зоной –74,350 тыс. га.

Сотрудники Ассоциации активно участвуют в формировании законодательной и нормативной основы охраны природы. Они являются членами ЗС Ро, Общественных палат РФ и Ро, Общественных советов Росприроднадзора по ЮФО и Депохотрыбхоза Ро, ученых советов ЮФУ и ЮНЦ РАН, научно-технических советов Ростоблкомприроды и заповедника «Ростовский», комиссии государственной экологической экспертизы, других организаций. Ее сотрудники участвовали в создании ряда заказников и памятников природы Ро, заповедника «Ростовский» и его буферной зоны, описании и картировании ООПТ, разработке концепции системы ООПТ и экологических сетей Ро, написании Красной книги Ро, иных природоохранных инициатив. С их непосредственным участием вышли законы Ро от 15.07.2010 г. № 445-ЗС «Об основных неотложных мерах по предотвращению распространения африканской чумы свиней в Ро» и от 10.12.2010 № 522-ЗС «Об охоте и сохранении охотничьих ресурсов на территории Ро», Постановления Администрации Ро № 463 от 09.10.2002 г. «Об утверждении границ и Положения о водно-болотных угодьях Ро, имеющих международное значение», № 294 от 22.07.2004 г. «Об утверждении правил добывания объектов животного мира, принадлежащих к видам, занесенным в Красную книгу Ро» и № 426 от 22.08.2008 г. «Об активизации работы по регулированию численности плотоядных животных на территории Ро на период 2008–2010 годов», ряд других. Ассоциация активный участник запрета весенней охоты в Ро (2002–2013 гг.), полного запрета охоты на оз. Маныч-Гудило (2005–2010 гг.) и на модельной территории Ассоциации (Постановлением губернатора Ро, № 276 от 6.11.2011 г.). По инициативе Ассоциации принято Решением Собрания депутатов Ремонтненского района от 7.11.2006 г. № 80 о создании ООПТ местного значения – Зоны сотрудничества с Государственным природным заповедником «Ростовский».

В первые годы Ассоциация составила и реализовала «План мероприятий по устойчивому развитию природного комплекса «Маныч», включая водно-болотные угодья международного значения «Веселовское водохранилище» и «Озеро Маныч-Гудило», Государственный природный заповедник «Ростовский» и его охранную зону» на 2005–2010 гг., утвержденный Губернатором Ро. Были разработаны «Основные положения Стратегии и Плана действий по сохранению

и устойчивому использованию биоразнообразия на территории водно-болотных угодий международного значения «Озеро Маныч-Гудило» и «Веселовское водохранилище». Специалисты Ассоциации и РГУ дали природную характеристику, описали состав ценных и редких животных водоемов Ро в книге «Водно-болотные угодья России» (т.6, М.: Wetlands International, 2006). Ассоциация курирует деятельность ряда охотхозяйств, являющихся ее соучредителями. Здесь создана материальная база, налажена охрана биоресурсов, привлекаются ученые и специалисты, широко используются биотехнические приемы, проводится реакклиматизация и акклиматизация животных. Так, в 2006 г. на ВБУ «Озеро Маныч-Гудило» и «Веселовское водохранилище» было выставлено около 5000 искусственных гнезд, налажено дичеразведение (фазана, кряквы, копытных). В 2006 г. было получено около 12000 крякв (в 2007 г. – 14000), которых выпустили в хозяйствах на Манычских водоемах. В 2005–2007 гг. Ассоциация совместно с администрацией района участвовала в расчистке р. Егорлык и Бараниковской плотины от ила для пропуска воды в оз. Маныч-Гудило, что увеличило подачу пресной воды в соленую часть водоема. В сентябре–октябре 2006 г. здесь выпустили 300 тыс. и 120 тыс. мальков толстолобика и белого амура. Это привело к продвижению жесткой водной растительности на восток (в 2005 г. на 3–4 км, в 2006 г. – до 5–6 км, в 2007 г. – до 7 км), к освоению опресненного участка рыбой и увеличению численности пернатых. Совместно с сотрудниками милиции, рыбинспекторами, работниками Ростовского охотуправления сотрудники Ассоциации стали ежегодно проводить рейды на ВБУ по пресечению природоохранных нарушений. Только в 2005 г. было проведено более 100 рейдов, отмечено 68 нарушений, составлено 27 протоколов. Одновременно велась широкая разъяснительная работа по профилактике правонарушений. В 2005–2006 гг. в районе ВБУ выставлено 12 информационных щитов и по 60 аншлагов с обозначенными границами ВБУ, с предупреждениями о наказуемости нарушений. На магистральных дорогах, в Ростове и других крупных населенных пунктах размещена социальная реклама на информационных баннерах по природоохранной тематике, создаются социальные ролики и информационные блоки экосюжетов.

Модельная территория Ассоциации и заповедник ежедневно контролируется инспекторами заповедника и Ассоциации. Нарушения природоохранного режима были строго пресечены уже в первые годы. На Стационаре пробурены скважины, построены плотины и созданы пруды. На водоемах построены искусственные гнезда (в 2006–2007 гг. было выставлено по 500) и укрытия для птиц, в течение круглого года ведется подкормка пернатых. В 2006–2008 гг. на прудах Ассоциации ежегодно выпускалось по 200–300 птенцов кряквы, 10–20 – серого гуся, по несколько тысяч мальков серебряного карася, пиленгаса, речного рака. С годами пруды заселили многие животные. Около скважины вода на водоеме не замерзает и здесь ежегодно зимует до несколько тысяч уток. Вдоль прудов ежегодно размещаются участки с пшеницей, кукурузой, люцерной и другими культурами, используемыми птицами, как кормовые поля и места отдыха. Во время пролетов на них концентрируются тысячи журавлей, гусей, казарок, крякв и других птиц. На прудах выставлены кормушки, в степи – укрытия для степных птиц, зверей. Для экотуристов на берегу оз. Маныч-Гудило, прудов Ассоциации оборудованы беседки, смотровые вышки, места для тематических игр, костров, отдыха. Ассоциация оказала помощь заповеднику при сооружении скважин с пресной водой на острове Водный, постройки причала и парома для переправы на этот остров. В суровые снежные зимы, когда мустанги на острове страдают от бескормицы, хозяйства Ассоциации, обеспечивают лошадей сеном, зерном.

Модельная территория Ассоциации и заповедника стала одним из ведущих полевых научных центров на юге страны, где проводят исследования ученые и специалисты ЮФУ, МГУ, ЮНЦ РАН, ИПЭЭ РАН, Института географии РАН, КалмГУ, УрО РАН, заповедников и других организаций. Выясняются гидрохимические, гидробиологические и другие особенности Манычских водохранилищ, изучаются флоры и фауны степей, оз. Маныч-Гудило, выполняются мониторинговые исследования за состоянием природы, исследуются биологических особенностей отдельных видов животных и их влияния на экосистемы, современное состояние ценных и редких животных и растений, вопросы сохранения, восстановления и устойчивого использования биоразнообразия и другие. На Стационаре и в Центре выясняются вопросы содержания и разведения ценных, редких и исчезающих видов животных, разработана биотехнология разведения сайгака в искусственных условиях и получена самовоспроизводящаяся группировка этих животных из 50–80 особей. Маныч стал базой для ежегодной производственной практики студентов МГУ, ЮФУ, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, других вузов страны и многие из них, исполь-

зую собранный здесь материал, подготовили курсовые и дипломные работы, защитили магистерские и кандидатские диссертации. Материалы, полученные в заповеднике, на объектах Ассоциации и ЮНЦ РАН опубликованы в 4-х выпусках заповедника, ряде монографических сводок. Они широко освещаются в журналах «Известия вузов. Северо-Кавказский регион», «Вестник Южного научного центра РАН», «Аридные экосистемы», «Энтомологическое обозрение» и других периодических изданиях, в материалах ежегодных научных конференций.

Благодаря совместной деятельности Ассоциации и заповедника, за короткий срок (10–15 лет) на антропогенно опустыненных землях удалось восстановить естественный травостой. Здесь отмечено более 460 видов высших растений, большие площади занимают ковыли, типчак, тюльпаны, ирисы и другие редкие растения. Возросла численность гнездящихся особей большой белой цапли, шилоклювки, ходулочника, пеганки, стрепета, журавля-красавки, куропатки, зайца-русака, лисицы и ряда других животных, начала размножаться дрофа. Размножаются дыбка степная, венгерская и бессарабская жужелицы, аскалаф пестрый, кудрявый пеликан, колпица, черноголовый хохотун, перевязка, иные редкие виды. На модельной территории во время миграций значительно увеличилось количество задерживающихся журавлей, серого и белолобого гусей, огарей, пеганок, кракв и других птиц. Успехи в деятельности Ассоциации и заповедника подтвердили участники шести международных конференций («О состоянии и перспективе развития ООПТ и проблемы борьбы с деградацией (опустыниванием) земель», 14–16.09.2005 г.; «Роль ООПТ в сохранении биоразнообразия», 26–28.04.2006 г.; «Сохранение биоразнообразия ВБУ международного значения», 5–7.10.2006 г.; «Сохранение биоразнообразия ВБУ и устойчивое использование биологических ресурсов в степной зоне», 28–30.05.2007 г.; «Журавли Палеарктики: биология и охрана», 1–4.10.07 г.; «Содержание и разведение сайгака (*Saiga tatarica* L.) в искусственных условиях», 28–30.05.2013 г.), представители Минприроды РФ, ИПЭЭ РАН, ЮНЦ РАН, Института степи УрО РАН, ЮНЕСКО, СИТЕС, WWF, других структур. Решением 20-й сессии Международного координационного совета по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (Мадрид, 3.02.2008 г.) заповедник «Ростовский» был включен во Всемирную сеть биосферных резерватов.

Большое внимание Ассоциация совместно с заповедником уделяет природоохранной просветительской деятельности, экологическому воспитанию населения, экотуризму. Проведена большая работа по объединению усилий в данном направлении многочисленных экологических структур РО и Калмыкии. Налажены тесные контакты с Минобразования РО, туристическими фирмами, Институтом устойчивого развития Общественной палаты РФ, другими организациями. Начиная с 2005 г., ежегодно по проблемам охраны природы сотрудники не менее 30 раз выступают на всероссийских (1 канал, Россия 1, 2, 24, НТВ, Russian to day), региональных и районных каналах ТВ, на радио; 50–60 раз – на страницах всероссийских, областных и районных газет («Российская газета», «Комсомольская правда», «Вечерний Ростов», «Наше время», «Город N» и т.д.), популярных журналов («Охота», «Рыбалка, охота и туризм», «Кто главный» и др.), на различных конференциях, совещаниях, собраниях. Сняты видеофильмы «Ассоциация «Живая природа степи», «Государственный природный заповедник «Ростовский», «Рожденные свободными», «Времена года (заповедник «Ростовский»)» и другие. Они демонстрируются на каналах ТВ, в ВУЗах и школах, на конференциях. Ежегодно выпускаются красочные плакаты, наборы открыток, буклеты, серии карманных, настенных и настольных календарей с ценными и редкими растениями, животными, видами никогда не распахиваемых степей, соленых озер. Вся эта продукция бесплатно передается в сельские и городские школы, вузы, библиотеки, другие организации. Регулярно устраиваются фотовыставки в администрациях РО и районов, Краеведческом музее и Областной публичной библиотеке, школах и других местах. Цветные фотографии Ассоциации помещены во все фотоальбомы и популярные издания РО, в которых освещается природа Дона. Выпущен фотоальбом «Живая природа Манычской долины», ставший официальным изданием к саммиту Россия-ЕС (Ростов н/Д, 2010 г.). Он передан в публичные библиотеки, в школы и ВУЗы, различные природоохранные организации; является призом для победителей различных экологических конкурсов.

Ежегодно для знакомства с природой степи, историей Манычской долины, ее легендами на Маныч приезжают тысячи школьников, студентов, натуралистов из РО и других регионов РФ, иных стран. Они посещают музей заповедника, Центр, Стационар, самое крупное в Европе соленое оз. Маныч-Гудило, целинные степи, где знакомятся с редкими, ценными растениями и животными, изготовлением кумыса, самым крупным в России стадом мустангов, степными цветоч-

ными «коврами», другими достопримечательностями остатков естественных степей Европы. Для этого разработаны и описаны экологические маршруты, подготовлены квалифицированные экскурсоводы. Школьники регулярно проводят здесь эколагеря, тематические встречи, семинары, экологические акции, конкурсы рисунков и фотографий, другие мероприятия.

В 2012 г. Ассоциация реализовала Проект «Организация взаимодействия институтов гражданского общества для развития экологического туризма и образования в Ростовской области». Его основой стала Комплексная обучающая программа для выездных экологических школ и научно-исследовательских экспедиций на природных территориях Ро. Ассоциация оборудовала компьютерный класс в Донской публичной библиотеке, издала электронный фотоальбом «Живая природа Манычской долины», справочник-путеводитель по экологическим маршрутам Ро, ежемесячно проводила обучающие семинары. Участники освоили работу в геосистеме – программе ARCGIS, познакомились с актуальными экологическими проблемами Ро (состоянием малых рек и биоресурсов, загрязнением среды, др.). На IV Всероссийском Фестивале социальных инициатив «Содействие» проект занял первое место в России. Основной задачей Проекта «Вектор добровольчества – здоровая окружающая среда» стало развитие современных форм экологического краеведения и туризма. Создан ГИС портал, который позволяет Ассоциации, партнерам, добровольцам накапливать в онлайн режиме актуальную экологическую информацию и пользоваться ею.

В 2013 г. важным мероприятием стал I Областной фестиваль экологического туризма «Воспетая степь», собравший на Маныче более 300 участников со всех районов Ро. На теоретической площадке обсудили наиболее актуальные вопросы развития экотуризма. На практической площадке проведен парад «Марш флагов», объединивший школьников под экологическими флагами. На промо-акции «Ускоряя мечту» посадили тюльпаны, а историческая реконструкция «Скифские амазонки» воссоздала воинственных женщин на лошадях. Стоянки «Сокол на перчатке», «От отходов в доходы», «Сувенирный шалаш», «Рисование на пленере», «Весь мир – театр», фотоплощадка «В образе» – предложили участникам активное взаимодействие с образовательным акцентом. Всего в различных экоакциях Ассоциации и заповедника в 2013 г. участвовало более 17 тыс. человек.

Период официального существования Ассоциации охватывает 10 лет. Она объединила многочисленные государственные и негосударственные экологические структуры, представителей науки и образования, бизнеса и органов власти, производства и общественных организации, занимающихся природоохранной работой, и координирует их деятельность в современных условиях. Не все задачи успешно реализуются, многие решаются с трудностями. Однако объединение усилий разных организаций, как свидетельствует опыт, позволяет эффективно решать многие крупные проекты, обычно непосильные или трудно реализуемые отдельным структурам. На IV Всероссийском съезде по охране окружающей среды (2–4.12.2013 г., Москва) Ассоциации стала единственной на юге организацией, отмеченной благодарностью Президента России.

УДК 504.5-03:639.22/.23(268.45)

ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА В ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Н.Ф. Плотыцина, А.Ю. Жилин

*Полярный научно-исследовательский институт
морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича,
Мурманск*

Полученные результаты подтверждают низкий уровень загрязнения ихтиофауны Баренцева моря, который не окажет существенного влияния на состояние запасов промысловых рыб в краткосрочной перспективе.

Выполнены определения загрязняющих веществ в рыбах, выловленных в различных промысловых районах Баренцева моря в 2013 г. (рис. 1).

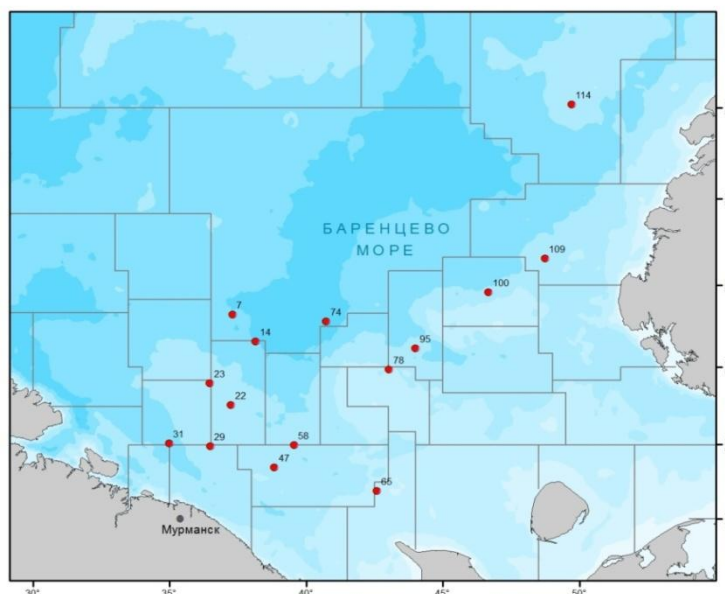


Рис. 1. Схема станций отбора проб промысловых рыб Баренцева моря в 2013 г.

Отбор, подготовка и анализ биологических проб проведены в соответствии с методическими руководствами ФАО, ИКЕС и действующими нормативными документами [1–5]. Всего проанализированы 124 пробы (62 пробы мышц и 62 пробы печени) атлантической трески (*Gadus morhua*), пикши (*Melanogrammus aeglefinus*), сайды (*Pollachius virens*), черного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*), камбалы-ерша (*Hippoglossoides platessoides limandoides*), морской камбалы (*Pleuronectes platessa*), полосатой зубатки (*Anarhichas lupus*), пятнистой зубатки (*Anarhichas minor*) по 59 химическим показателям каждая. Лаборатория прикладной экологии и токсикологии ФГУП «ПИНРО» аккредитована в системе аккредитации аналитических лабораторий на техническую компетентность и независимость (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.518450).

Содержание алифатических углеводородов (АЛУ) (*n*-парафинов C_{10} – C_{31}) в мышцах трески варьировало от 0,10 до 0,20 мкг/г сырой массы. В печени трески оно было значительно выше – от 0,33 до 14,7 мкг/г сырой массы. Наибольшее содержание АЛУ определено в мышцах трески, выловленной на Северо-Канинской банке, а в печени – на Рыбачьей банке. Содержание *n*-парафинов в мышцах пикши изменялось от 0,11 до 0,22, сайды – от 0,06 до 0,12, черного палтуса – от 0,15 до 0,98, камбалы-ерша – от 0,10 до 0,13, морской камбалы – от 0,12 до 0,18, полосатой зубатки – от 0,08 до 0,24, пятнистой зубатки – от 0,18 до 0,34 мкг/г сырой массы. Наибольшее содержание АЛУ определено в мышцах пикши из промыслового района Северо-Канинская банка, черного палтуса и камбалы-ерша – из района Центрального желоба, морской камбалы, выловленной на Юго-Западном склоне Мурманской банки, полосатой зубатки – на Мурманском мелководье, пятнистой зубатки – в Центральном желобе.

Величины углеродного коэффициента (СРІ), определенные как отношение суммарного содержания *n*-парафинов с нечетным числом атомов углерода в молекуле к четным, составляли 1,0–1,5, что подтверждало биогенное происхождение *n*-парафинов в мышцах и печени рыб [6–8]. По СанПиН 2.3.2.1078-01 содержание АЛУ в мышцах и печени морских рыб не нормируется [9].

В России отсутствуют нормативы содержания полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в морской рыбе, нормируется только содержание бенз(а)пирена в копченой рыбной продукции [9], поэтому сложно оценить уровни загрязнения мышц и печени исследованных рыб ПАУ. В печени рыб, как депонирующем органе, сумма 19-ти ПАУ была значительно выше, чем в мышцах, вследствие более высокого содержания в ней жира.

В мышцах и печени рыб из индивидуальных ПАУ доминировали не канцерогенные соединения – нафталин, 1-метилнафталин, 2-метилнафталин и флуорен («метчики» типично нефтяных аренов), составляющие 60–80% от Σ ПАУ. Содержание соединений, проявляющих канцерогенную активность (бенз[б]флуорантен, бенз[а]пирен, дибенз[а, h]антрацен), было < 1% от Σ ПАУ. Суммарное содержание ПАУ в мышцах промысловых рыб Баренцева моря было значительно

ниже, чем в мышцах трески, выловленной в водах Северо-Западной Атлантики, и в мышцах рыб Средиземного, Балтийского, Каспийского и Черного морей (300–400 нг/г сырой массы) [10, 11]. Полученные результаты свидетельствовали о низком уровне загрязнения промысловых рыб Баренцева моря ПАУ, в том числе обладающими канцерогенными свойствами.

Распределение персистентных хлорированных углеводородов в морских организмах отличается крайней неоднородностью и тяготением их повышенного содержания к системам депонирования, а также к органам и тканям с высоким содержанием жира [12, 13]. Наибольшее суммарное содержание α -, β -, γ - изомеров гексахлорциклогексана (ГХЦГ) обнаружено в мышцах пятнистой зубатки (5,73 нг/г сырой массы), выловленной на Юго-Западном склоне Мурманской банки. Максимальное содержание гексахлорбензола (ГХБ) определено в мышцах черного палтуса (1,89 нг/г сырой массы) из района Центрального желоба. Наибольшее содержание изомеров хлордана обнаружено в мышцах черного палтуса (2,24 нг/г сырой массы), выловленного в районе Центрального желоба. Максимальное содержание метаболитов дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) также определено в мышцах черного палтуса из этого же промыслового района (4,87 нг/г сырой массы).

Остаточные количества хлорорганических пестицидов (ХОП) в печени исследованных рыб были значительно выше, чем в мышцах, так как печень является депонирующим органом, где в первую очередь происходит накопление загрязняющих веществ. Кроме того, печень рыб отличается более высоким содержанием жира по сравнению с мышцами, а все хлорированные углеводороды обладают липофильными свойствами, то есть хорошо растворяются в жирах [13].

Высокое суммарное содержание изомеров ГХЦГ характерно для печени пикши, выловленной на Северо-Канинской банке (86,2 нг/г сырой массы). Максимальное количество ГХБ определено в печени трески из промыслового района Северо-Восточный склон Мурманской банки (20,3 нг/г сырой массы), что по классификации уровней загрязнения печени трески, принятой Норвежским государственным агентством по охране окружающей среды (SFT), соответствовало фоновому уровню [14]. Высокое содержание изомеров хлордана (68,5 нг/г сырой массы) и метаболитов ДДТ (259 нг/г сырой массы) обнаружено в печени трески, выловленной в районе Мурманского мелководья. Преобладание содержания изомеров α -ГХЦГ над γ -ГХЦГ и p,p' -ДДЕ над p,p' -ДДТ в мышцах и печени исследованных рыб указывало на «старое» загрязнение этими пестицидами среды их обитания.

Суммарное содержание полихлорбифенилов (ПХБ) в мышцах исследованных рыб изменялось от 0,59 до 7,3, в печени – от 12,0 до 309 нг/г сырой массы. Наиболее высокое содержание ПХБ обнаружено в печени трески, выловленной на Мурманском мелководье (309 нг/г сырой массы) и пикши, выловленной на Северном склоне Гусиной банки (150 нг/г сырой массы). Из 12 определяемых ПХБ в мышцах и печени рыб доминировали конгенеры с номерами 118, 138 и 153, составляющие более 50% от Σ ПХБ, что указывало на техногенное загрязнение среды обитания рыб промышленными смесями ПХБ типа Agoclor, российские аналоги Совол (конденсаторное масло) и Совтол-10 (трансформаторное масло) (рис. 2).

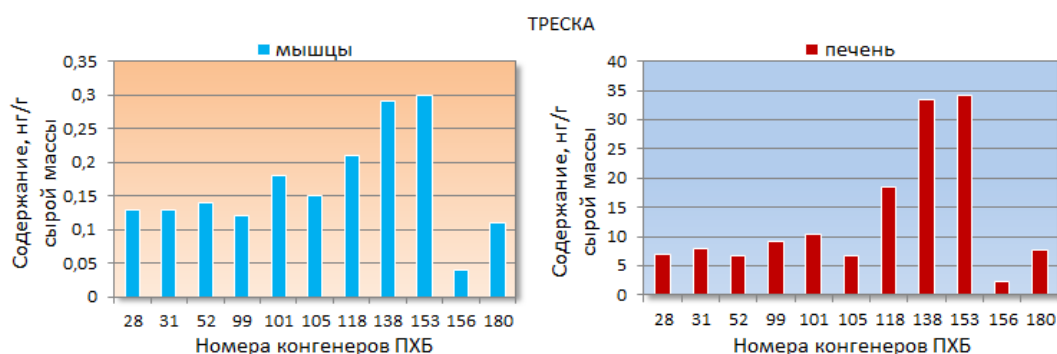


Рис.2. Содержание конгенов ПХБ в различных тканях трески Баренцева моря в 2013 г.

Токсичность диоксиноподобных ПХБ, обнаруженных в мышцах рыб, была во всех случаях меньше 1, за исключением черного палтуса (1,63 пг ТЭ/г сырой массы). Наибольшая величина этого показателя найдена в печени трески, выловленной на Мурманском мелководье (24,4 пг ТЭ/г сырой массы), и в печени пикши, выловленной на Северном склоне Гусиной банки (18,6 пг ТЭ/г сырой массы).

Тем не менее, содержание хлорированных углеводородов в мышцах и печени исследованных рыб было значительно ниже допустимых уровней, установленных санитарными правилами и нормативами РФ для морских рыб [9].

Тяжелые металлы по токсикологическим оценкам «стресс-индексов» занимают второе место среди загрязняющих веществ, уступая только ХОП и ПХБ. К числу наиболее распространенных металлов-загрязнителей относятся свинец, кадмий, ртуть, а также другие, так называемые следовые элементы, например, мышьяк [15].

Из тяжелых металлов в мышцах и печени исследованных рыб преобладало железо. Содержание меди, цинка, никеля, хрома, марганца и кобальта в тканях рыб варьировало в очень узких интервалах и соответствовало природным фоновым уровням. По СанПиН 232.1078-01 в мышцах морских рыб нормируется только содержание свинца, кадмия, мышьяка и ртути, а в печени – свинца, кадмия и ртути [9]. Среднее содержание свинца и кадмия в тканях промысловых рыб было значительно ниже допустимых уровней. Среднее содержание общего мышьяка в мышцах рыб не превышало установленный норматив 5 мкг/г сырой массы, за исключением пикши и камбалы-ерша. В мышцах 3-х из 10-ти экземпляров пикши величины содержания общего мышьяка варьировали в диапазоне 5,2–7,3 мкг/г сырой массы, а в мышцах 4-х из 10-ти экземпляров камбалы-ерша они составляли 6,6–7,3 мкг/г сырой массы. Мышьяк полноправно участвует в метаболизме гидробионтов, входит в состав металлопротеидов (арсенобетанинов) и всегда присутствует в организмах водных промысловых объектов. Его общее повышенное содержание не имеет ничего общего с техногенным загрязнением. Мышьяк поглощается гидробионтами в основном с пищей и токсичные неорганические соединения мышьяка способны быстро образовывать прочные комплексы с низкомолекулярными органическими соединениями, которые не представляют опасности для человека и к тому же быстро выводятся из организма [16].

По опубликованным данным содержание общего мышьяка в 320 пробах мышц черного палтуса, выловленного в прибрежных водах северной Норвегии (арх. Шпицберген), варьировало от 2,0 до 41 мкг/г при среднем значении $8,1 \pm 6,2$ мкг/г сырой массы. Содержание токсичного неорганического мышьяка в мышцах черного палтуса изменялось от значения $< 0,001$ до 0,01 мкг/г сырой массы. В мышцах атлантической трески содержание общего мышьяка варьировало в широком диапазоне от 0,4 до 52 мкг/г сырой массы. Содержание же токсичного неорганического мышьяка было $< 0,001$ мкг/г сырой массы [17].

В мышцах промысловых рыб содержание общей ртути изменялось от 0,004 до 0,050 мкг/г, а в печени – от 0,027 до 0,092 мкг/г сырой массы и не превышало установленный норматив – 0,5 мкг/г сырой массы (рис. 3) [9].

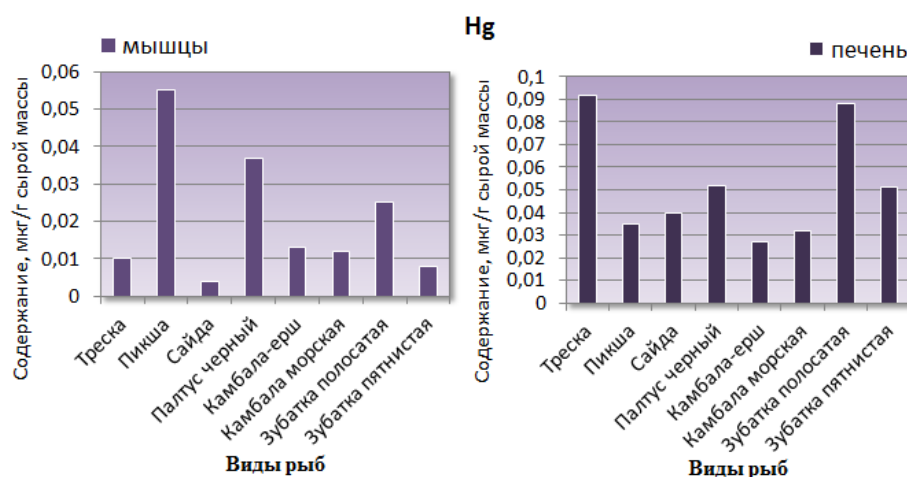


Рис. 3. Содержание общей ртути в тканях рыб Баренцева моря в 2013 г.

В 2013 г. величины удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в мышцах пикши основных промысловых районов Баренцева моря составляли $0,27 \pm 0,17$ и < 1 Бк/кг сырой массы соответственно, что более чем в 100 раз ниже утвержденных нормативов [9].

В результате проведенных исследований установлено, что в мышцах и печени промысловых рыб Баренцева моря преобладали АЛУ (*n*-парафины) биогенного происхождения. Полученные данные свидетельствовали о низком уровне загрязнения рыб ПАУ, обладающими канцероген-

ными свойствами. Содержание хлорированных углеводородов и микроэлементов – свинца, кадмия, мышьяка и ртути в тканях рыб были значительно ниже допустимых уровней, установленных санитарными правилами и нормативами РФ для морских рыб. Исключение составляло содержание общего мышьяка в мышцах некоторых видов промысловых рыб Баренцева моря, которое нормируется в СанПиН 2.3.2.1078-01. Но проводимые в настоящее время исследования указывают на то, что нормировать в мышцах промысловых рыб следует содержание не общего мышьяка, а его токсичных неорганических соединений. В последнее десятилетие величины удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в промысловых рыбах Баренцева моря сохраняются на постоянном уровне и на два порядка ниже допустимых в РФ величин (рис. 4).

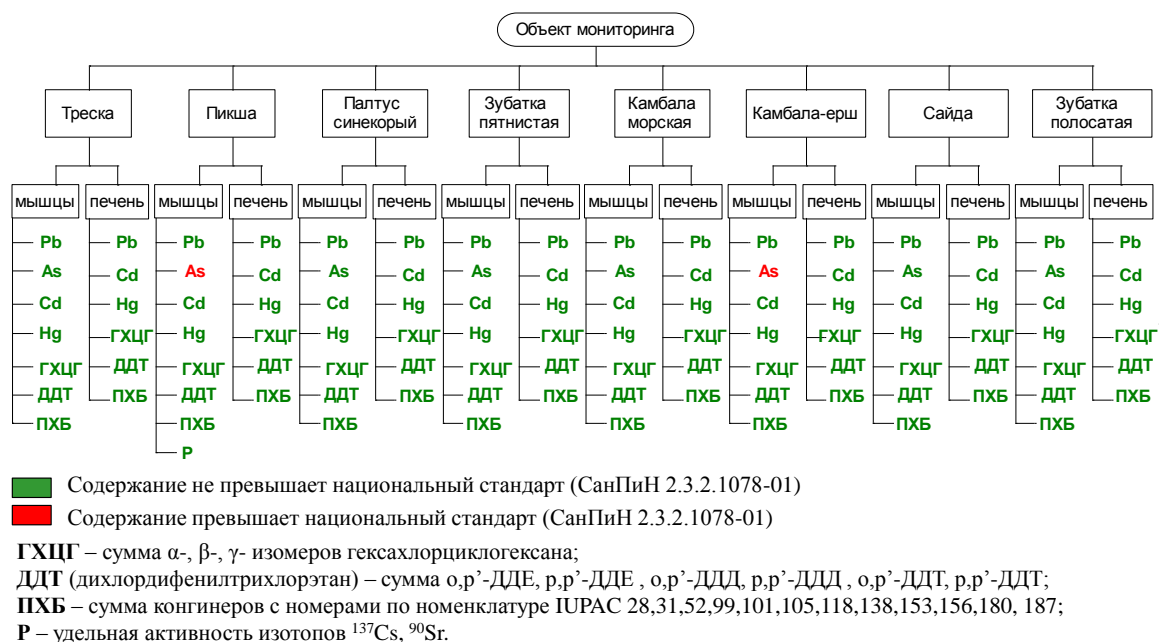


Рис. 4. Содержание загрязняющих веществ в промысловых рыбах Баренцева моря в 2013 г.

Литература

1. 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.
2. Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 2. Guidelines for Use of Biological Accumulators in Marine Pollution Monitoring // FAO Fisheries Technical Paper. – 1976. – № 150. – 76 pp.
3. Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 3. Sampling and Analyses of Biological Material // FAO Fisheries Technical Paper. – 1976. – № 158. – 124 pp.
4. Методика выполнения измерений активности (удельной активности) гамма-излучающих радионуклидов в счетных образцах с применением спектрометра энергии гамма-излучения CANBERRA с программным обеспечением GENIE 2000. – СПб.: Изд-во ООО «НТЦ «РАДЭК», 2009. – 43 с.
5. Методика выполнения измерений удельной активности стронция-90 в пробах окружающей среды на сцинтилляционной установке “LS 6500”. – СПб.: Изд-во ООО «НТЦ «РАДЭК», 2006. – 16 с.
6. Химические процессы в экосистемах северных морей (гидрохимия, геохимия, нефтяное загрязнение) / Г.Г. Матишов, Л.Г. Павлова, Г.В. Ильин, Т.А. Щекатурина, О.Г. Миронов, В.С. Петров. – Апатиты, 1997. – 404 с.
7. Миронов О.Г., Щекатурина Т.Л. Метод определения углеводов в морских организмах // Методы исследования органического вещества в океане. – М.: Наука, 1980. – С. 269–274.
8. The alkanes of marine organisms from the United Kingdom and surrounding waters / Whittle K. J., Mackie P. R. Hardy R., et al. // Rapp. P.-V. Peun. Cons. int. Explor. Mer. – 1977. – V. 171. – P. 72–78.
9. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М.: Минздрав РФ, 2002. – 164 с.

10. Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. – М.: изд-во ВНИРО, 1997. – 349 с.
11. Polycyclic aromatic compounds in cod (*Gadus morhua*) from the Northwest Atlantic and St. Lawrence estuary / Hellou J., Upshall C., Payne J. F. Hodson P. V. // *Sci. Total Environ.* – 1994. – V. 145. – № 1–2. – P. 71–79.
12. Стойкие органические загрязнители: пути решения проблемы / В.В. Худoley, Е.Е. Гусарова, А.В. Клинский, Г.А. Ливанов, А.А. Старцев. – СПб.: НИИХ СПбГУ, 2002. – 363 с.
13. Худoley В.В. Полициклические ароматические и галогенизированные углеводороды: антропогенная нагрузка северных морей и оценка онкоэкологической опасности // *Проблемы экологии полярных областей.* – М.: Наука, 1991. – С. 88–91.
14. Klassifisering av miljøkvalität i fjorder og kystfarvann. Veiledning / J. Molvær, J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei, J. Sørensen // *SFT Veiledning.* – 1997. – 97:03. – 36 pp. (In Norwegian).
15. Морозов Н. П., Петухов С.А. Микроэлементы в промысловой ихтиофауне Мирового океана. – М.: Агропромиздат, 1986. – 160 с.
16. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 288 с.
17. Concentrations of mercury, arsenic, cadmium and lead in Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) caught off the coast of northern Norway / K. Julshamn, S. Frantzen, S. Valdernesnes, B. Nilsen, A. Maage, K. Nedreaas // *Marine Biology Research.* – 2011. – V. 7. – Issue 8. – P. 733–745.

УДК 628.35:502.51(285:571.66)

ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА КУЛТУЧНОЕ

Л.Н. Саушкина, О.В. Хурина

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

Рассмотрена возможность использования для восстановления экосистемы озера Култучное методов биоремедиации и фиторемедиации, с применением препарата микрозимtm «ПОНД ТРИТ» и растения эйхорния. Показано, что из предложенных методов наиболее эффективным для очистки озера Култучное может являться метод биоремедиации.

Вопросы экологической реабилитации водных экосистем в настоящее время становятся особенно актуальными. Однако многие городские водоемы, в том числе и озеро Култучное, расположенное в центральной части г. Петропавловска-Камчатского, находятся в таком состоянии, что одних только природоохранных мер для их сохранения и восстановления недостаточно. При существующем уровне антропогенной нагрузки озеро Култучное в течение достаточно короткого времени может превратиться в коллапсирующий водоем, основным источником наполнения которого будет служить поверхностный сток с городской территории [1]. Если сегодня не принять соответствующие меры по сохранению экосистемы оз. Култучное, то через 20–25 лет вместо него город будет иметь в самом центре неприглядное болото [2]. Поэтому, в настоящее время возникла настоятельная необходимость в инженерно-экологическом обустройстве этого водного объекта.

Инженерно-экологические мероприятия могут достигнуть успеха только в случае, когда их разработка осуществляется на основе детальных экологических исследований, позволяющих не только установить причины деградации реабилитируемых водных объектов, но и прогнозировать развитие ситуации в последующий период. Существует три основных метода восстановления экологического состояния озер: механический, биологический, химический. Механическая очистка водоема позволяет избавиться только от механического мусора. Биологическая – нормализует содержание в воде биогенных веществ. Химическая очистка водоема нормализует хими-

ческий состав водоема [3]. С нашей точки зрения применение биологических методов (биоремедиации и фиторемедиации) для восстановления экологического состояния Култучного озера являются более безопасными.

Для восстановления экологического состояния Култучного озера биоремедиация (комплекс методов очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических объектов) является самым эффективным и экономически выгодным методом очистки [4]. Для этого мы предлагаем использовать биопрепарат микрозимtm «ПОНД ТРИТ», который содержит натуральные микробные ферменты и от 6 до 12 видов естественных аэробных и факультативных анаэробных мезофильных микроорганизмов, для которых основным источником энергии жизнедеятельности является свободная органика, находящаяся в воде и в донных отложениях водоема. Это искусственно созданный микробиологический консорциум естественных микроорганизмов-гидробионтов, полученных в результате выделения и сравнительного анализа микробиоты из экосистем здоровых и эвтрофированных водоемов [5].

При биологической очистке водоема этим препаратом происходит нейтрализация загрязняющих веществ, снижается общая нагрузка на водоем, в водоеме восстанавливается биологическое равновесие. Вода и донные отложения очищаются от свободной органики, взвешенных веществ, азота, фосфора, восстанавливается кислородный режим, понижается уровень донных отложений, многократно интенсифицируется микробиологическое самоочищение воды от вредных микроорганизмов.

Применение биопрепарата «ПОНД ТРИТ» позволяет за один теплый сезон привести качество воды в водоеме в соответствие с требованиями СанПиН 2.1.5.980-00 «Охрана поверхностных вод» по показателям БПК, ХПК, взвешенных веществ, азота, фосфора, растворенного кислорода, ОМЧ +22°C / ОМЧ +37°C, очистить донные иловые отложения, как источник вторичного загрязнения водоема, понизить их уровень от 20% до 40% [5]. Обработку водоема биопрепаратом «ПОНД ТРИТ» можно начинать после прогрева воды до 5°C.

При достижении заданного уровня очистки водоема от загрязнения среда водоема перестает служить питанием для сине-зеленых водорослей, тины и ряски. Они исчезают из водоема естественным образом, возвращаясь в свою естественную биологическую нишу в условиях биологического равновесия. Успевшая образоваться к моменту очистки избыточная биомасса сине-зеленых водорослей, ряски, тины отмирает естественным образом в течение двух-трех недель и опускается на дно, где ее остатки полностью уничтожаются бактериями биопрепарата.

В результате биологической очистки процесс деградации водоема не только останавливается, но происходит восстановление экосистемы в порядке обратном деградированию. Таким образом, водоем восстанавливается как самоочищающаяся экосистема.

Другим методом биологического восстановления экологического состояния озера является фиторемедиация. Это метод очистки вод, грунтов и атмосферного воздуха с использованием зеленых растений. Одним из способов фиторемедиации является применение водного гиацинта – эйхорнии (*Eichornia crassipes*) семейства понтедериевых (Pontederiaceae) [4, 7, 8].

Большая часть химических элементов в сточных водах, поступающих в водоем, находится в виде растворенных в воде соединений. При культивации эйхорнии, наряду с украшением ландшафта происходит очищение водной среды. Водный гиацинт в состоянии успешно бороться с множеством соединений, которые загрязняют наш водоем. Это растение представляет собой очистные сооружения в миниатюре по переработке высоко- и низкомолекулярных продуктов. Процесс очищения протекает не только под воздействием самих растений, но и за счет увеличения количества микроорганизмов, развивающихся на корнях растения [9, 10]. С помощью своих корней растение способно энергично извлекать из среды многие примеси и дезодорировать окружающую воздушную среду. При развитии этого растения в водоеме интенсифицируются процессы нитрификации, минерализации нефтепродуктов, разрушаются и обезвреживаются многие токсичные соединения [9].

Создание растением благоприятных условий существования полезного биоценоза в несколько раз усиливает деструкцию микроорганизмами растворенных органических и неокисленных минеральных соединений, например, сероводород, аммиак, нитриты, содержащиеся в сточных водах. Эйхорния использует их в процессе своей жизнедеятельности. Кроме того, простейшие стимулируют рост полезных бактерий и улучшают качество очищенного стока по

показателям БПК, ХПК, содержанию взвешенных веществ и др. Происходит снижение угрозы загрязнения подземных и поверхностных вод и тем самым снижения риска экологических бедствий и улучшение экологической обстановки [8]. Полное разрушение кишечных палочек, придает этому методу высокую эффективность с санитарной точки зрения. Учитывая возможности водного гиацинта, нетрудно предположить, что даже за несколько теплых недель, он способен привести в соответствие с санитарными нормами состояние водоема в зоне отдыха горожан.

Препятствием для использования эйхорнии может стать температурный режим водоема, так как родина этого растения тропики и субтропики Северной и Южной Америки. Оптимальными условиями для успешной вегетации и размножения эйхорнии являются температура воды от 20 до 31°C и воздуха от 20 до 36°C [11]. В озере Култучное, по данным ГИМС ГО и ЧС по Камчатскому краю, температура воды в поверхностном горизонте в самый теплый месяц не превышает 22°C. В зимний же период в открытых водоемах это растение неминуемо погибнет [6].

Таким образом, для восстановления экологического состояния оз. Култучное из двух методов биологической очистки, наиболее эффективным является метод биоремедиация. Так как препарат микрозимtm «ПОНД ТРИТ» в отличие от эйхорнии способен переносить низкие температуры, а при повышении ее вновь возобновляет свою деятельность.

Литература

1. Саушкина Л.Н., Хурина О.В. Комплексная оценка состояния оз. Култучное по гидрохимическим показателям // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Матер. IV Всерос. науч.-практ. конф. (18–22 марта 2013 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – С. 201–203.
2. Хурина О.В., Саушкина Л.Н., Кузьякина Т.И. Оценка экологического состояния пресноводной гидроэкосистемы в условиях антропогенной нагрузки // Вестник КамчатГТУ. – 2010. – № 12. – С. 26–31.
3. Лебедева Е.В., Михалев Д.В. Водные объекты урбанизированных территорий: подходы и методы реабилитации (на примере Московского региона) // Экология урбанизированных территорий. – 2010. – № 2. – С. 62–68.
4. Остроумов С.А. Подходы к очищению и оздоровлению водных объектов (фиторемедиация, биоремедиация) в связи с теорией полифункциональной роли биоты в самоочищении вод // Вода: технология и экология. – 2007. – № 2. – С. 49–69.
5. Биологическая очистка водоемов с «ПОНД ТРИТ» // Экологический вестник России. – 2006. – № 12. – С. 54–56.
6. Биологическая очистка закрытых и слабопроточных водоемов: прудов, озер, очистка воды и донных отложений от органического и биогенного загрязнений, восстановление биологического баланса и самоочищения водных экосистем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.microzym.ru/pondtreatment.htm>
7. Остроумов С.А., Соломонова Е.А. Инновационная разработка эколого-технологического подхода к очищению вод: фиторемедиация с использованием водных макрофитов // Вода: технология и экология. – 2008. – № 3. – С. 48–56.
8. Жиров В.К. О новых исследованиях взаимодействия загрязняющих веществ с макрофитами в связи с изучением их фиторемедиационного потенциала // Вода: технология и экология. – 2009. – № 1. – С. 72–74.
9. Данилин И.А. Опыт применения эйхорнии (*Eichornia crassipes*) для снижения концентрации тяжелых металлов в дождевых сточных вод // Вода и экология. – 2009. – № 2. – С. 71–77.
10. Данилин И.А., Сынзыныс Б.И., Козлов Ю.П. Применение *Eichornia crassipes* для гидробиотической очистки сточных вод в г. Москве: проблемы и перспективы // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. (1–2 декабря 2009 г.). – Киров. – Вып. VII. – Ч. 1. – С. 102–106.
11. Проект эйхорния. Эйхорния – уникальная водоросль: «очистные сооружения» и «биотопливо» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://allinnovations.ru/2010/02/10/proekt-ejhorniya>

УДК 502.17:005

ЗАДАЧИ И ПРИОРИТЕТЫ СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

К.Б. Сафонов

*Новомосковский институт (филиал)
Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева,
Новомосковск*

В статье рассматриваются теоретико-методологические аспекты современного экологического менеджмента. Также внимание уделяется интеграции данных концепций в деятельности предприятий и организаций.

Залогом успешного развития общества в современных условиях является его способность обеспечить своим членам достойный уровень жизни. Это напрямую связано с развитием промышленности и сельского хозяйства. В рамках этих сфер деятельности происходит формирование экономического продукта, потребляемого обществом. Также расширение действующих и создание новых промышленных и сельскохозяйственных предприятий позволяет решать проблемы занятости населения. Все это является важным фактором, оказывающим влияние на особенности роста реального сектора экономики. При этом, к сожалению, часто забывают о необходимости сохранения природы. А ведь именно построение оптимальной модели взаимодействия человека с окружающей его природной средой является одной из наиболее актуальных проблем современности. Ухудшение экологической обстановки представляет собой следствие непродуманной и недостаточно взвешенной промышленной политики второй половины прошлого столетия. Как следствие, все меньшее количество территорий на планете можно рассматривать в качестве благополучных и безопасных для проживания человека. Общество не могло оставаться безучастным к обострению складывавшейся экологической ситуации. В итоге, последние десятилетия ознаменовались усилением внимания к политике по охране окружающей среды, рациональному природопользованию, внедрению в хозяйственную сферу механизмов, способствующих устойчивому развитию. Одним из проявлений данных тенденций в экономике явилось формирование концепций экологического менеджмента, под которым понимают «управление деятельностью предприятия, направленное на защиту окружающей среды от загрязнений и рациональное природопользование» [1]. Это требует переосмысления подходов к управлению организациями и предприятиями, поиска инновационных средств воздействия на социально-экономические процессы, в рамках которых будут учтены как доминанты развития бизнеса, так и факторы минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

Управление предприятием представляет собой сложный многоступенчатый процесс, под которым понимают «направленное со стороны управляющего органа воздействие на объект управления в целях получения установленного результата, согласования и корректировки действий исполнителей» [2]. При этом в контексте решения проблем устойчивого развития производственные отношения нельзя рассматривать лишь как технологическую цепочку или как элемент экономической сферы. При их анализе важно учитывать ту социальную роль, которую играет современное производство. Не вызывает сомнения тот факт, что любое предприятие несет определенную социальную нагрузку, будучи в настоящий момент вовлеченным в механизм публично-частного партнерства. Именно поэтому эффективность производства должна рассматриваться не только с позиций рентабельности, но и с точки зрения участия в решении острых социальных проблем. Практическая реализация концепций экологического менеджмента напрямую связана с осуществлением экологической политики на различных уровнях – как на общегосударственном, так и на уровне отдельного предприятия. При этом разработка системы экологической политики предприятия является неотъемлемой частью управления производством. Все это должно соотноситься с принципами рационального природопользования. Может показаться, что экологический менеджмент представляет собой систему мероприятий по защите окружающей среды. Данный подход является весьма поверхностным и односторонним. Главным итогом практической реализации концепций экологического менеджмента должно стать содействие устойчивому развитию современного общества. Конечно, все это невозможно без мероприятий по защите окружающей среды, но, вместе с тем, не ограничивается таковыми. При разработке экологической политики

предприятия и мер по ее реализации необходимо учесть все факторы взаимодействия человека с природной средой. Следовательно, важно как предусмотреть пути снижения экологической нагрузки (например, путем минимизации выбросов), так и предусмотреть возможности повышения экологической грамотности сотрудников. Последнее возможно при организации тренингов, семинаров, деловых игр соответствующей тематики. Данные мероприятия должны входить составной частью в систему формирования корпоративной идентичности и развития корпоративной культуры. Следствием этой деятельности станет не просто ознакомление членов коллектива с основными экологическими проблемами современности и путями их решения. Все это должно оказать существенное влияние на сплочение представителей персонала, их всестороннее адаптивное развитие и как эффективных профессионалов, и как членов современного общества, понимающих важность сохранения природы.

Современный менеджмент представляет собой совокупность взаимосвязанных разделов, в рамках каждого из которых рассматриваются те или иные аспекты управленческого воздействия. Традиционно выделяют такие области исследований, как финансовый менеджмент, инновационный менеджмент, инвестиционный менеджмент, управление персоналом, управление проектами и т.д. Подобная специализация означает, что общество в целом и его хозяйственная система в частности представляют собой настолько сложное и комплексное явление, что лишь сосредоточение на отдельном аспекте управленческого воздействия может гарантировать успех мероприятий по менеджменту. При этом по мере развития социума возникают и новые области науки об организации и управлении, которые постепенно оформляются в самостоятельные научные дисциплины. В настоящий момент на современном этапе экологический менеджмент уже оформился в самостоятельную научную дисциплину и сферу практической деятельности, имеющую собственную методологию. Однако он использует и подходы других отраслей управленческого знания, например, финансового менеджмента или управления персоналом. Все это является способом практической реализации инновационной составляющей деятельности менеджера, а также средством повышения эффективности принимаемых управленческих решений.

Эффективное управление предприятием или организацией возможно только лишь при учете как экономических, так и экологических факторов. Это особенно актуально, поскольку «в современных условиях усиливается необходимость поддержания экономического прогресса путем включения в цены экологической составляющей с тем, чтобы они отражали истинное положение вещей» [3]. Добиться подобной организации производственного процесса можно путем совершенствования существующих и применения инновационных управленческих технологий, одной из которых, несомненно, является практическая реализация концепций экологического менеджмента.

Литература

1. Савкин В.И. Экологический менеджмент в АПК как инструмент ведения эффективного производства // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2007. – Т. 5. – № 2. – С. 20–22.
2. Скляренко В.К., Прудников В.М. Экономика предприятия. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 208 с.
3. Ахметшина А.Р. Регулирование экономико-экологических отношений в рамках устойчивого развития экономической системы: Автореф. дис. ... д-ра эконом. наук. – Казань, 2011. – 47 с.

УДК 581.9(26+265.52.04)-263

ЗОНАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ-МАКРОФИТОВ ПОРЯДКА PRASIOLALES В МИРОВОМ ОКЕАНЕ И ВО ФЛОРЕ АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ

Е.А. Сергиенко, С.О. Очеретяна

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

Представлены результаты изучения распространения в Мировом океане зеленых прازیоловых водорослей. Показано, что они тяготеют к умеренным водам Северного и Южного полушарий и формируют

три центра видового разнообразия представителей этого порядка. Два вида прازیоловых, встречающихся в Авачинской губе, характеризуются биполярными мультизональными ареалами, что увеличивает степень банальности ее флоры.

Вопросы географии зеленых водорослей разработаны еще крайне слабо. Особенно это касается водорослей континентальных водоемов [1]. Считается, что слабая разработка этих вопросов объясняется, в первую очередь, плохой флористической изученностью отдельных регионов. Тем не менее уже сейчас накоплен довольно большой материал по отдельным группам этого обширного отдела, позволяющий достаточно полно осветить некоторые аспекты их географического распространения.

Для выявления объема порядка Prasiolales и изучения географического распространения его представителей в Мировом океане, была изучена научная литература, содержащая сведения о нахождении тех или иных его представителей в его разных районах. Большинство этих публикаций представляют собой флористические сводки, некоторая часть содержит информацию о развитии разных его видов. С привлечением международной альгологической базы данных (Guiry, Guiry, 2013) было изучено распространение всех известных к настоящему времени представителей этого порядка [2] и проведен анализ собранных фитогеографических данных.

Представители порядка Prasiolales, как известно, участвуют в формировании прибрежных сообществ водорослей-макрофитов в верхних отделах шельфа. Они достаточно широко распространены в Мировом океане и встречаются практически во всех широтных зонах, включая арктическую и антарктическую, тяготея к супралиторали – зоне воздействия заплесков и брызг волн, и верхнему горизонту литорали.

В морфологическом отношении морские прازیоловые представляют собой миниатюрные однослойные пластинки или одно- и многорядные нити. В цитологическом отношении их многоклеточные слоевища имеют разное строение клеток и могут быть многоядерно-нитчатыми, плотно цилиндрическими или представлять собой чередующиеся между собой пластинчатую и одноядерно-нитчатую стадии. Последняя может быть прикрепленной, реже свободноплавающей, представлять собой неразветвленную или слабо разветвленную нить с редкими боковыми веточками.

Бесполое размножение морских видов прازیоловых осуществляется гаплоидными и диплоидными апланоспорами, образующимися по одной или по несколько в материнской клетке. Половой процесс – оогамия. Женские и мужские гаметы образуются на разных участках однодомного слоевища. Фертильные зоны на нем выделяются в виде темных и светлых пятен, соответственно. В каждой клетке образуется по одной гамете. Мужские гаметы двухжгутиковые. Кроме перечисленных способов размножения следует отметить способность прازیоловых к вегетативному размножению путем фрагментации слоевищ и образования дополнительных проростков. Цикл развития – дигенетический, диплогаплофазный, изоморфный. Зиготы и апланоспоры могут функционировать как покоящиеся клетки, но обычно прорастают без периода покоя [3].

Порядок Prasiolales включает в себя семейство Prasiolaceae. В него входят два рода *Prasiola* и *Rosenvingiella*, встречаются в дальневосточной морской флоре и, в частности, у Камчатки. Наиболее крупным по количеству видов является род *Rosenvingiella* P. Silva. К настоящему времени разными исследователями для него описаны 61 вид, валидными среди них являются 34 вида [2, 4]. Вторым по количеству представителей является род *Prasiola* Meneghini. Этот род в настоящее время включает 6 валидных видов [2, 5]. В проведенном нами анализе географического распространения прازیоловых водорослей виды, живущие в пресных или преимущественно в пресных водах, не учитывались. В связи с этим список валидных видов сократился до 4 видов для рода *Prasiola* и 23 для рода *Rosenvingiella*.

При характеристике зонального распространения зеленых водорослей порядка Prasiolales за основу была взята система зонально-фитогеографического районирования Мирового океана [6]. В соответствии с прилагаемой схемой (рис. 1) в Мировом океане выделяются следующие фитогеографические зоны: I – Арктическая, II – Бореальная с а) высокобореальной и б) низкобореальной подзонами, III – Тропическая с тропической и субтропической подзонами, IV – Нотальная с а) низконотальной и б) высоконотальной подзонами, V – Антарктическая [6].

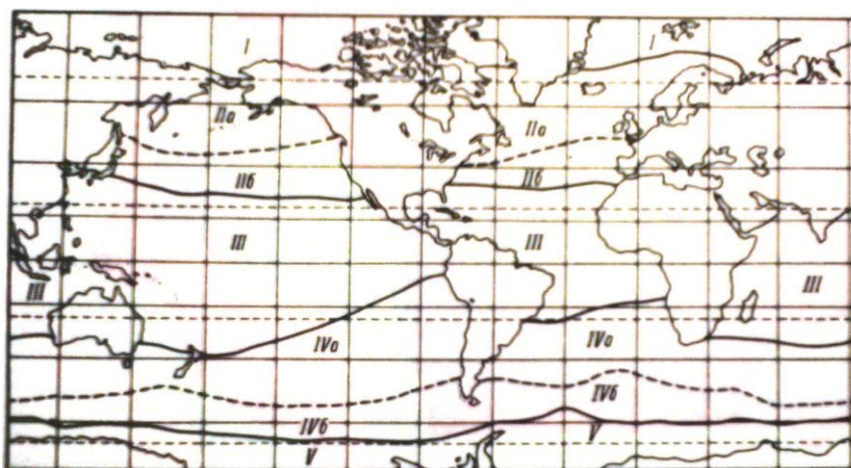


Рис. 1. Схема зонально-географического районирования Мирового океана по А.Д. Зиновой, 1962 [6]
 Зоны Мирового океана: I – Арктическая, II – Бореальная с а) высокобореальной и б) низкобореальной подзонами,
 III – Тропическая с тропической и субтропической подзонами, IV – Нивальная с а) низконатальной
 и б) высоконапальной подзонами, V – Антарктическая

Для того чтобы определить приуроченность родов к определенным температурным зонам, было проведено изучение зонально-географического распространения представителей указанных выше родов, оно показано в табл. 1.

Таблица 1

Зонально-географическое распространение зеленых водорослей порядка Prasiolales

Зоны	Род <i>Rosenvingiella</i>		Род <i>Prasiola</i>	
	Число видов	Число видов (%)	Число видов	Число видов (%)
I	1	25	1	4
II а	4	100	8	35
II б	4	100	11	48
III	–	–	2	9
IV а	4	100	8	35
IV б	–	–	–	–
V	–	–	4	17

Анализ этой таблицы показывает, что оба анализируемых рода имеют достаточно сходное распространение и приурочены, главным образом, к умеренным водам Северного и Южного полушарий. В целом область их распространения с учетом крайних пунктов, куда проникают отдельные представители данного семейства, достаточно широка. На севере прازیоловые доходят до арктической Канады. Здесь можно встретить такие виды, как *Rosenvingiella polyrhiza* и *Prasiola johanseni*. *P. johanseni* является эндемичным видом, и встретить его можно только в водах Северного Ледовитого океана. На юге прازیоловые встречаются у побережья Южной Америки (Чили, Бразилия, Аргентина), на антарктических островах. Причем если в Северном полушарии они занимают и теплоумеренные и холодоумеренные воды, то в Южном они известны, только для низконатальной подзоны. Возможно эта ситуация отражает не особенности распространения видов, а недостаточную изученность альгофлоры высоконапальных районов Мирового океана. Об это можно судить по нахождению представителей этих родов у антарктических островов. Отметим, что в антарктической зоне встречаются эндемичные виды, такие как *Prasiola cristata*, *P. filiformis*, *P. glacialis*. Они составляют 11% от общего количества валидных видов.

Анализ зонально-географического распространения представителей порядка прازیоловых показывает, что северных и южных границ родовых ареалов достигают лишь единичные виды, тогда как центры видового разнообразия находятся в умеренных широтах, и приурочены к Европе и тихоокеанскому побережью Америки. Большинство видов являются широкобореальными. Но при всем разнообразии видов в данных районах не обнаружено ни одного эндемичного вида.

Еще одним центром разнообразия прازیоловых является побережье Новой Зеландии. Здесь произрастают 11 видов, из которых 5 видов являются эндемиками, они составляют 19% от общего количества валидных видов. Здесь же встречаются такие виды, как *Rosenvingiella australis*,

Prasiola delikatula, *P. novaezelandiae*, *P. skottsbergii*, *P. snareana* [2]. Исходя, из проведенного анализа можно предполагать, что местом происхождения флоры прازیоловых являются холодоумеренные воды Северного полушария.

Большой интерес представляют виды, произрастающие во флоре Авачинской губы. Здесь встречаются только два вида: *Rosenvingiella constricta*, *Prasiola borealis*. Они имеют очень широкие ареалы и встречаются как в Северном, так и Южном полушариях. По зональному распространению их можно характеризовать, как биполярные, широкобореальные и низконатальные виды. Наиболее полное описание и иллюстрации этих видов даны в работе [7], содержащей описание альгофлоры камчатских вод.

Таким образом, проведенный географический анализ показывает, что порядок *Prasiolales*, в который входят два встречающихся на Камчатке вида, *Prasiola crispa* и *Rosenvingiell polyrhiza*, характеризуется широким географическим распространением и эврибионтичностью. В морских водах встречается только 40% от его общего видового состава. В Мировом океане существует три центра видового разнообразия прازیоловых: тихоокеанское побережье Северной Америки, атлантическое побережье Европы и Новая Зеландия. Последний район наиболее богат эндемичными видами. В камчатской альгофлоре встречается только 7% видов от его общего состава. Камчатские виды изученного порядка характеризуются биполярными мультизональными ареалами. Это, с одной стороны, говорит об их высокой эврибионтичности и устойчивости к повреждающим факторам среды, но с другой является показателем банальности флоры зеленых водорослей Камчатки.

Литература

1. Водоросли. Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. – Киев: Наук. Думка, 1989. – 608 с.
2. Альгологическая база данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.algaebase.org/search/species/>
3. *Виноградова К.Л.* Определитель водорослей дальневосточных морей СССР. Зеленые водоросли. – Л.: Наука, 1979. – 147 с.
4. *Silva P.C.* Notes on Pacific marine algae // *Madroño* – 1957. – V. 14. – P. 41–51.
5. *Meneghini G.* (1838). Cenni sulla organographia e fisiologia delle alghe // *Nuovi Saggi della [Cesarea] Regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti di Padova.* – 1838. – V. 4. – P. 325–388.
6. *Зинова А. Д.* К вопросу о фитогеографическом (зональном) районировании прибрежной полосы Мирового океана / Комиссия по рыбохозяйств. исслед. зап. части Тихого океана: Тез. конф. по современным исслед. фауны и флоры. – Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1962. – С. 1–11.
7. *Клочкова Н.Г., Королёва Т.Н., Кусиди А.Э.* Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Т. 1. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2009. – 216 с.

УДК 628.47.037(571.66)

К ВОПРОСУ ПЕРЕРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗНОШЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН В КАМЧАТСКОМ КРАЕ

А.А. Ступникова, А.В. Замиховская

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский*

Переработка вышедших из эксплуатации шин имеет важное экологическое и существенное экономическое значение. Для Камчатского края проблема переработки изношенных шин крайне актуальна в связи с колоссальной обеспеченностью транспортом и, следовательно, с большими объемами образования данного вида отходов. Вместе с тем региональные особенности края усугубляют положение дел в данной сфере.

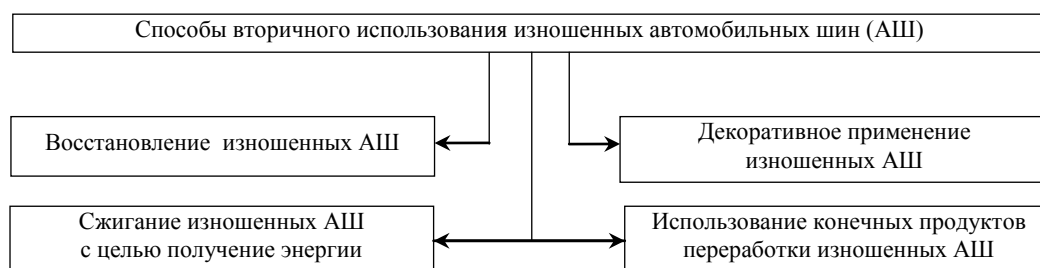
Во многих странах большое внимание уделяется проблеме использования образующихся во все возрастающих количествах отходов. Особое место в данном вопросе занимает переработка изношенных автомобильных шин, которые вышли из эксплуатации, так как вышедшие из эксплуатации они являются одним из самых многотоннажных видов полимерных отходов. Динамичный рост парка автомобилей во всех развитых странах приводит к постоянному накоплению изношенных автомобильных шин [1].

Сегодняшний автомобильный бум в России – это не только свидетельство растущего благосостояния россиян, получивших возможность приобретать наряду с продукцией отечественного автопрома стильные и надежные иномарки, но и явление, поставившее ряд проблем. Одним из таких проблемных вопросов является и вопрос переработки шин. В реальности большинство автолюбителей, а также разнообразные транспортные предприятия и мастерские вывозят изношенные покрышки на свалки, полигоны твердых бытовых отходов или просто выбрасывают их за городом в лесу или кюветах. Все эти способы идеальными и безопасными назвать никак нельзя. Автопокрышки, которые пришли в негодность, «отслужили» положенный срок, относятся к группе отходов IV класса опасности, а значит – подлежат обязательной утилизации, то есть единственным правильным и актуальным способом является их переработка.

Переработка изношенных шин состоит в разделении покрышки на ее составляющие: резину, сталь, текстиль и включает их дальнейшую переработку в материал, пригодный для дальнейшего использования. Это самый экономически эффективный способ использования вторичного сырья, исключающий потери ценных ресурсов. Переработка изношенных шин способствует высвобождению земель из-под свалок; полной утилизации изношенных шин; коммерческому эффекту (высокой рентабельности) при наличии соответствующего законодательства и производства полного цикла; высокому спросу на данную продукцию на рынке; развитию новых технологий и удешевлению конечной продукции в силу использования вторичного сырья; сбережению не подлежащих возобновлению природных ресурсов. Недостатками переработки являются вредность производства для сотрудников и высокие капиталовложения.

Таким образом, только переработка использованных шин в конечный продукт с точки зрения использования техники, экологичности, экономичности и возможностей сбыта продукции представляет собой разумное решение проблемы утилизации изношенных шин.

Нормативным документом, регламентирующим использование изношенных шин, на сегодня является ГОСТ 8407-89 «Сырье вторичное резиновое. Покрышки и камеры шин» [2]. Известные способы использования изношенных автомобильных шин представлены на рисунке.



Способы вторичного использования изношенных автомобильных шин

Проблема использования изношенных шин имеет важное экологическое значение, так как вывозимые на свалки, брошенные на близлежащих к населенным пунктам территориях шины, загрязняют окружающую среду, вследствие высокой стойкости к воздействию внешних факторов (солнечного света, кислорода, озона, микробиологических воздействий), служат местом для размножения различных грызунов и насекомых, являющихся разносчиками опасных заболеваний. Выброшенные на свалки либо закопанные шины разлагаются в естественных условиях не менее 100 лет. Кроме того, шины характеризуются высокой пожароопасностью, а продукты их неконтролируемого сжигания оказывают крайне вредное влияние на окружающую среду (почвы, воды, воздушный бассейн). При сжигании 1 т изношенных шин в атмосферу выделяется 270 кг сажи и 450 кг токсичных газов, а также образуются такие химические соединения, которые попадая в воздух, становятся источником повышенной опасности для человека. В этом процессе всегда образуются такие органические соединения, как пирен (класс опасности 1, опасен при поступлении через кожу), фенантрен (класс опасности 2, обнаружена канцерогенность на мы-

шах), антрацен (канцероген), флуорантен. Кроме того, в зависимости от условий сгорания может образовываться также ряд других органических соединений того же класса – нафталин (канцероген, обнаружено мутагенное действие), 2-метилнафталин, бифенил, аценафтилен (канцероген), флуорен (канцероген), аценафтен (канцероген), бензоантрацен, хризен (канцероген), бензапирен (особо опасный канцероген), дибензолантрацен (особо опасный канцероген).

Проблема использования изношенных шин имеет также существенное экономическое значение, поскольку потребности хозяйства в природных ресурсах непрерывно растут, а их стоимость постоянно повышается. Использование изношенных шин, содержащих помимо резины, технические свойства которой близки к первоначальным, большое количество армирующих текстильных и металлических материалов, является источником экономии природных ресурсов. Кроме того, ликвидация свалок изношенных шин позволит освободить для использования по назначению значительные площади занимаемых ими земель [1].

В Камчатском крае, как и в большинстве регионов Российской Федерации, использование, обезвреживание, переработка и захоронение отходов является одной из самых актуальных проблем. Вместе с тем, такие региональные особенности как особые физико-географические условия; отсутствие разветвленной дорожной сети и, как следствие, устойчивого транспортного сообщения; отдаленность районов, сообщение с которыми осуществляется посредством авиатранспорта; высокая стоимостью энергоносителей, не позволяющая развивать предприятия малого и среднего бизнеса, занимающиеся переработкой отходов производства и потребления; отсутствие полигонов для захоронения отходов, соответствующих санитарно-эпидемиологическим и экологическим нормам, являются факторами, усугубляющими положение дел в Камчатском крае в сфере использования, обезвреживания и переработки отходов. В ходе проведения Управлением Росприроднадзора по Камчатскому краю рейдовых оперативно-профилактических мероприятий в период с 2010 по 2011 г. в границах поселений края выявлено 583 несанкционированных свалок. Также не соответствует природоохранным и санитарно-эпидемиологическим требованиям инфраструктура первичного, временного накопления отходов и на придомовых территориях: отсутствуют или не надлежаще функционируют системы сбора и вывоза отходов в удаленных сельских поселениях, в частном секторе городских поселений. Общая площадь земель, занятых несанкционированным размещением отходов, около 635190 кв. м. Имеют место и усугубляются тенденции прямого негативного воздействия отходов на окружающую природную среду, в первую очередь на водные объекты, на земли водоохраных зон и прибрежных защитных полос водных объектов в границах населенных пунктов, а также на межселенных территориях (в зонах автомобильных дорог, проездов, практически повсеместно в зонах доступности автомобильного транспорта) [3].

Особое место в проблеме сбора, утилизации и переработки отходов производства и потребления занимает вопрос переработки изношенных автомобильных шин. Для Камчатского края данная проблема крайне актуальна, поскольку обеспеченность граждан автотранспортом составляет 428 ед. на тыс. человек. По этому показателю наш край занимает первое место в Дальневосточном федеральном округе. Автомобильный поток на дорогах Петропавловска-Камчатского составляет 7 тыс. машин в час при норме в 3 тыс. Причем сохраняется тенденция роста автопарка. По данным Управления ГИБДД по г. Петропавловску-Камчатскому на 1 января 2013 г. на территории края зарегистрировано около 198 тыс. ед. транспорта, которые ежесезонно производят демонтаж колес, что приводит к накоплению отработавших свой срок автомобильных шин. Вышедшие из эксплуатации автомобильные шины накапливаются в местах их эксплуатации (в автохозяйствах, на промышленных предприятиях, в сфере оказания услуг и т.д.) и затем вывозятся на свалки или попросту выбрасываются за городом в лесу или кюветах. В связи с очевидностью данного вопроса, проблема сбора и утилизации изношенных автомобильных шин на территории Камчатского края, является одной из первостепенных задач, которую ставит Долгосрочная муниципальная целевая программа Петропавловск-Камчатского городского округа «Отходы на 2010–2014 гг.», а также Долгосрочная краевая целевая программа «Обращение с твердыми бытовыми и промышленными отходами в Камчатском крае на 2012–2015 гг.».

Экологический мониторинг, проведенный в 2010 г. Министерством природных ресурсов и экологии Камчатского края, показал, что объем накопления изношенных автопокрышек на территории Петропавловск-Камчатского городского округа и его окрестностях составляет порядка 2 тыс. т в год [3]. Не трудно подсчитать количество образующихся изношенных шин на территории Камчатского края на территории края, исходя из обеспеченности автомобильным транспор-

том и среднего срока эксплуатации автомобильных покрышек. Шины автопарков промышленных предприятий и административных учреждений в рамках общих технических и ремонтных работ подлежат регулярной замене через каждые 1–2 г. Автопокрышки частных легковых автомобилей имеют срок службы, рассчитанный на 60–80 тыс. км, что в среднем соответствует 2 г. эксплуатации [4]. Таким образом, проведя усредненный расчет, можно посчитать, что количество изношенных автомобильных шин, ежегодно образующихся на территории Камчатского края, составляет 396 000 шт. Для перевода этого количества в весовую единицу измерения, нужно умножить количество образующихся утильных шин на усредненный вес одной покрышки. Исходя из того, что средний вес одной шины для легкового автомобиля равен 11 кг, можно определить, что на территории Камчатского края ежегодно образуется около 4 млн 356 тыс. кг или 4 356 тыс. т изношенных автопокрышек.

Все это огромное количество крупногабаритного вида резиновых отходов оказывается брошенным на улицах городского округа (в зонах автомобильных дорог, проездов, прибрежной полосы, на междомовых территориях, в лесах, оврагах, практически повсеместно в зонах доступности автомобильного транспорта). Даже при нетщательном визуальном осмотре городских территорий, выявлены места скопления изношенных автомобильных шин в следующих районах: на территориях шиномонтажных мастерских, в прилежащих к автодорогам лесных зонах, в зоне береговой черты Авачинской губы (в частности, территория Богородского озера, мыса Санникова, бухты Бабия, бухты Моховой), в междомовых территориях (в частности, по улицам: Даурская, Бонивура, Беринга, Геологическая), на территории стадиона «Спартак». Очевидно, это не весь список захламленных территорий города.

Не смотря на существующую ситуацию с накоплением, а значит, с необходимостью переработки изношенных автомобильных шин в Камчатском крае, до недавнего времени не действовало ни одной станции по утилизации данного вида отходов. Два предприятия принимали отработанные шины и аккумуляторы и утилизировали их через Владивосток. С 2005 г. предприятие ООО «Экология» в целях решения вопроса об утилизации отработанных автомобильных шин стало заниматься сбором и транспортировкой автошин для их размещения на складе. Первые годы работы ООО «Экология» были самыми трудными, ведь предприятий с подобным профилем деятельности на Камчатке не существовало, воспользоваться чьим-либо опытом не представлялось возможным. В декабре 2011 г. начался монтаж завода по переработке автопокрышек. 15 февраля 2013 г. в Петропавловске-Камчатском по адресу: ул. Высотная, 32а, торжественно открылось крайне важное для нашего региона производство – комплекс по утилизации отработанной авторезины [5].

За время работы силами ООО «Экология» при поддержке Управления Благоустройства города, в пределах Петропавловска-Камчатского удалось произвести сбор следующего количества изношенных автопокрышек (табл. 1).

Таблица 1

Количество собранных ООО «Экология» изношенных автомобильных шин

Год	Количество, кг
2011	53 328 кг
2012	65 665 кг
2013	28 264 кг
Всего:	147 257 кг

Безусловно, не весь город и его окрестности очищены от данного вида отходов. ООО «Экология» не так давно начало работу по переработке изношенных шин. Предприятие вышло на производственные мощности совсем недавно. Но говорить сегодня приходится все больше о проблемах. Не о тех, которые любое успешное предприятие решает в рабочем порядке, а о гораздо более глобальных. Для успешной работы по переработке изношенных шин необходима поддержка властей всех уровней, ужесточение законодательной базы, которая обязывала бы всех без исключения юридических и физических лиц сдавать в утилизацию авторезину. На сегодняшний день компанией достигнуты некоторые успехи на этом пути. С шиномонтажными мастерскими заключены договоры на утилизацию. Любой человек, после смены автомобильных покрышек может оставить их мастерской, заплатив за комплект легковых покрышек 140 рублей. Далее, накопив объем, покрышки шиномонтажных мастерских привозят в ООО «Экология» на утилизацию. Пока не со всеми шиномонтажными мастерскими заключены договоры, работы в этой сфере ведутся. Необходи-

мо, не без помощи власти, наладить вопрос с юридическими лицами и государственными учреждениями о порядке сбора и сдачи изношенных автомобильных шин на переработку.

Старые шины долгое время считались материалом, который невозможно использовать повторно. Одним из определяющих аргументов в пользу данного мнения был тот, что шина представляет собой комплексное соединение различных материалов, для чистого разделения которых отсутствовали необходимые технологии. Также не представлялось возможным так переработать основной компонент покрышки – резину, чтобы он мог использоваться как новый материал. Между тем в настоящее время разработаны технологии, позволяющие разделять основные компоненты автопокрышки: резину, сталь, текстиль, а также перерабатывать резину в конечный высококачественный продукт. Так, отработанные шины являются источником ценных материалов. В настоящее время переработку автомобильных шин в конечный продукт осуществляют преимущественно криогенным, взрывоциркуляционным, бародеструкционным, озонным, механическими способами и посредством пиролиза.

Переработка изношенных автомобильных шин на производственной площадке ООО «Экология» осуществляется на установке-реакторе по переработке изношенных автомобильных шин методом пиролиза. Пиролиз – термическое разложение органических соединений без доступа воздуха. Выбор метода пиролиза для переработки изношенных шин предприятием «Экология» основан на следующих факторах, играющих важную роль для территории Камчатского края в связи с его региональными особенностями:

1) низкая потребность в электроэнергии (по сравнению с другими технологиями), замкнутость цикла и экономичность, возможность использования для технологических потребностей топлив различного вида: жидкое, твердое, газообразное;

2) безотходность. Отсутствуют отходы производства, которые требуют последующей утилизации (в частности не образуется резиновая крошка, которая на данный момент не имеет возможности реализации в Камчатском крае);

3) экологическая безопасность. За счет использования пиролизной технологии данной установки выброс в атмосферу вредных компонентов не превышает норм ПДК, принятых на территории РФ, поскольку технология основана на пиролизе резинотехнических отходов при одновременном огневом обезвреживании отходящих газов в теплогенераторе.

Таим образом, для успешного решения проблемы переработки изношенных автомобильных шин, как с целью улучшения экологической обстановки в Камчатском крае, так и для экономической рентабельности, а значит для успешной деятельности предприятия по переработке данного вида отходов, на территории Камчатского края целесообразно:

– наладить процесс сбора и сдачи на переработку изношенных автомобильных шин специализированным предприятиям;

– обозначить области возможного и наиболее перспективного для края использования продуктов переработки изношенных шин;

– создать рынок или наладить сбыт изделий и материалов, изготавливаемых из получаемого при переработке вторичного сырья.

В целом использование вторичных материальных ресурсов из отходов переработки изношенных автомобильных шин позволит существенно сократить объемы отходов, объемы используемых природных ресурсов, снизить техногенную нагрузку на окружающую природную среду, а также улучшить экологическую составляющую здоровья населения.

Литература

1. Звонов В.А., Козлов А.В., Кутенев В.Ф. Экологическая безопасность автомобиля в полном жизненном цикле. – М.: НАМИ, 2001. – 248 с.
2. ГОСТ 8407-89. Сырье вторичное резиновое. Покрышки и камеры шин. – Введ. 1991-01-01. – М.: Изд-во стандартов. – 1991. – 6 с.
3. Доклад об экологической ситуации в Камчатском крае в 2011 г. Петропавловск-Камчатский. – 2012. – 61с.
4. Шестопалов С.К. Устройство, техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей. – М.: ИРПО, Академия, 2000. – 544 с.
5. ООО «Экология»: опасный мусор – безопасная утилизация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kamkrai.com/2013/02/20/ooo-ekologiya-opasnyu-musor-bezopasnaya-utilizaciya.html>

УДК 597.2/.5-143.62(282.247.41)

ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕЧЕНИ ВОЛЖСКИХ РЫБ В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Н.Н. Федорова, С.М. Исмаилова

*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань*

В печени волжских рыб отмечались зернистость цитоплазмы и ее жировая дистрофия, отек и некроз паренхимы, пролиферация соединительной ткани вокруг стенок сосудов, гиперемия капилляров, гемолиз эритроцитов в крупных сосудах печени; у судака были диагностированы опухоли печени, состоявшие из клеток с пенистой цитоплазмой и темным компактным ядром.

Оценка морфо-физиологического состояния в комплексе экологического мониторинга занимает одно из ведущих мест, так как позволяет оценить степень влияния постоянно меняющихся абиотических условий на организм рыб [1]. В настоящее время произошли существенные изменения в состоянии волжских рыб, в том числе в структуре паренхиматозных органов, в системах водно-солевого обмена, энергетического обмена, гематологических показателей [2–4].

В связи с вышеизложенным, целью работы явился анализ состояния печени волжских рыб (окуня, щуки, судака).

Материал и методы

Патоморфологические изменения печени рыб оценивались с помощью гистологического анализа, который позволяет судить о характере и тяжести патологических процессов на тканевом и клеточном уровнях. Тест-объектами служили ткани печени половозрелых особей окуня, судака, щуки. Сбор проб проводили летом 2013 г. в районе г. Нариманова Астраханской области. Для гистологического анализа отбирались по 5–10 рыб каждого вида. Морфофункциональное состояние печени исследовали методами классической гистологии (Волкова О.В., Елецкий Ю.К., 1982).

В результате работы были получены следующие материалы.

Печень окуня. При исследовании печени окуня были выявлены ее морфофункциональные нарушения, что выражалось в наличии пустот от жировых отложений, то есть, обнаружена жировая дистрофия; были отмечены участки инфильтрации стенок сосудов и желточных протоков, мелкие очаги некрозов печеночной паренхимы. Все эти явления сопровождалось сосудистыми расстройствами: резким неравномерным расширением капилляров, стазом в них, мелкими кровоизлияниями вокруг стенок сосудов разной величины и формы. Кроме того, обнаружены нарушения в виде амилоидоза стенок кровеносных сосудов печени.

Судак. В печени были обнаружены микроциркуляторные нарушения, главными из которых были многочисленные мелкие кровоизлияния; кровеносные сосуды были расширены; элементы крови в них частично были разрушены, или вообще отсутствовали. Были выявлены мелкие некрозы; гиперпластические очаги, размером до 20 мкм, состоявшие из довольно крупных клеток с гиперхромными ядрами, зернистая дистрофия гепатоцитов, чрезмерное развитие соединительной ткани, в том числе утолщение глиссоновой капсулы за счет развития этой ткани.

Щука. В печени щуки отмечались довольно крупные кровоизлияния в паренхиму и под глиссонову капсулу, гиперемия капилляров, стаз в них форменных элементов крови. Из-за отека паренхимы границ гепатоцитов определить не удалось. Выявлен очаговый некроз, жировая дистрофия, уменьшение числа ядер гепатоцитов, дегенерация паренхимы с образованием пигментов, пролиферация соединительной ткани вокруг кровеносных сосудов.

Таким образом, в печени волжских рыб отмечались зернистость цитоплазмы и ее жировая дистрофия, отек и некроз паренхимы, пролиферация соединительной ткани вокруг стенок сосудов, гиперемия капилляров, гемолиз эритроцитов в крупных сосудах печени; у судака были диагностированы опухоли печени, состоявшие из клеток с пенистой цитоплазмой и темным компактным ядром. Все эти изменения оценены в III балла (Лесников, Чинарева, 1987).

Литература

1. Базелюк Н.Н., Дубовская А.В., Аксенов В.П., Файзулина Д.Р., Козлова Н.В., Голованова С.А., Мухамедова Р.М., Шемякина Е.В. Физиологическое состояние индикаторных видов рыб, выловленных на лицензионном участке «Северный» ООО «Лукойл-Нижневожскнефть» // Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений: Матер. V Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань: КаспНИРХ, 2013. – С. 21–27.
2. Земков Г.В. Патологические изменения в организме промысловых видов ихтиофауны как представителей конечного звена гидробиоценозов// Многолетние гидробиологические наблюдения во внутренних водах: современная ситуация и перспективы: Матер. совещания – СПб, 1994. – С. 72–73.
3. Земков Г.В. Морфофункциональные критерии толерантности рыб при кумулятивном токсикозе: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук – Астрахань: АГУ, 2003. – 59 с.
4. Грушко М.П., Федорова Н.Н., Насиханова М.Н. Состояние жизненно-важных органов судака Волго-Каспийского бассейна // Вестник Астр. госуд. технич. университета. Серия Рыбное хозяйство. – 2013. – № 3. – С. 108–113.

УДК [639.211:551.463.6-047.36](265.53)"2007/2013"

МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В РЕПЕРНЫХ АКВАТОРИЯХ ОХОТСКОГО МОРЯ, СВЯЗАННЫХ С ПРОМЫСЛОМ ГОРБУШИ (*ONCORHYNCHUS GORBUSCHA*), ПО ДАННЫМ ИСЗ ЗА ПЕРИОД 2007–2013 ГГ.

В.А. Царева, Г.П. Ванюшин, М.Ю. Кружалов, М.К. Глубоковский

Всероссийский научный исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Москва

В работе представлены результаты анализа динамики температуры поверхности океана (ТПО) в подрайонах Охотского моря, связанных с промыслом горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) за 7-летний период (2007–2013 гг.). Материалы получены на основе спутникового мониторинга ТПО (Ванюшин и др., 2005).

Введение

Охотское море дает значительную часть всего российского вылова лососевых рыб, из которых горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*) является самым многочисленным видом.

Температурный режим мест обитания горбуши является важным фактором, влияющим на жизненный цикл и успешность промысла горбуши в Охотском море [1]. Особенно важно осуществлять мониторинг ТПО в периоды ската молоди в море и раннего онтогенеза, а также в период подхода горбуши на нерест.

Наиболее многочисленные подходы горбуши на нерест в Охотском море наблюдаются в водах Восточного Сахалина, Южных Курильских о-вов, Западной Камчатки, где и были нами выбраны реперные акватории для контроля динамики ТПО в целях проведения в дальнейшем сравнительного анализа влияния особенностей температурных условий на жизненный цикл горбуши (рис. 1).

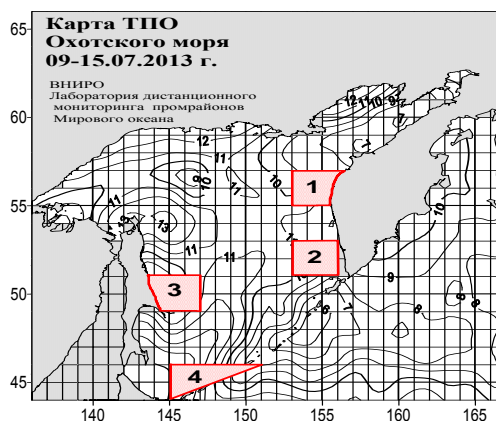


Рис. 1. Пример недельной карты ТПО подрайонов Охотского моря, связанных с промыслом горбуши. Выделены реперные акватории контроля динамики поверхностной температуры воды: 1 – Западно-Камчатская; 2 – Камчатско-Курильская; 3 – Восточно-Сахалинская; 4 – Южно-Курильская

Материалы и методика

Для контроля распределения и динамики значений температурных условий в Охотском море была рассчитана и создана цифровая и аналоговая картографические базы распределения ТПО с недельной и месячной дискретностью и пространственным разрешением $1^\circ \times 1^\circ$. На основе недельных карт ТПО производился расчет среднемесячных данных, с последующим расчетом аномалий ТПО.

При составлении недельных карт ТПО использовались материалы ежесуточной инфракрасной съемки в цифровом виде с искусственных спутников Земли (ИСЗ) серии MTSAT-R; квази-синхронные судовые и буйковые измерения температуры воды "in situ" из Центра Мировых данных (г. Москва) в реальном масштабе времени за тот же период.

Созданная многолетняя база данных аномалий ТПО месячной, сезонной и межгодовой дискретности в дальнейшем использовалась, как основной информационный источник для оценки изменчивости температурной обстановки в выделенных реперных акваториях Охотского моря [2].

На выбранные реперные акватории и бассейн Охотского моря в целом (рис.1) за период 2007–2013 гг. проведена обработка и выборка материалов спутникового мониторинга на основе анализа 357 карт ТПО недельной дискретности в аналоговом и цифровом видах и 84 карт аномалий месячной дискретности также в аналоговом и цифровом видах.

Рассчитана и создана база аномалий ТПО за 2007–2013 гг., позволяющая выполнять оценку помесечной изменчивости аномалий в выбранных подрайонах, акцентируя внимание на межгодовые различия аномалий для нечетных и четных лет.

Примеры аналоговой и цифровой матриц среднемесячного распределения ТПО и распределения аномалий ТПО в Охотском море в июле 2013 г. представлены на рис. 2–5.

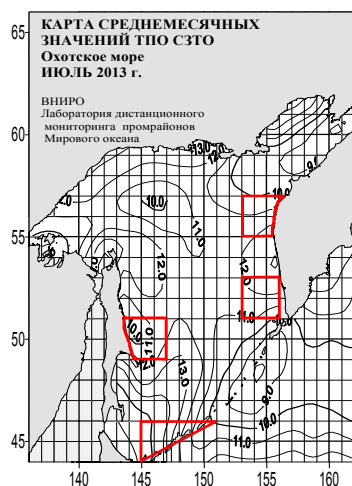


Рис. 2. Пример карты среднемесячных значений ТПО в Охотском море за июль 2013 г.

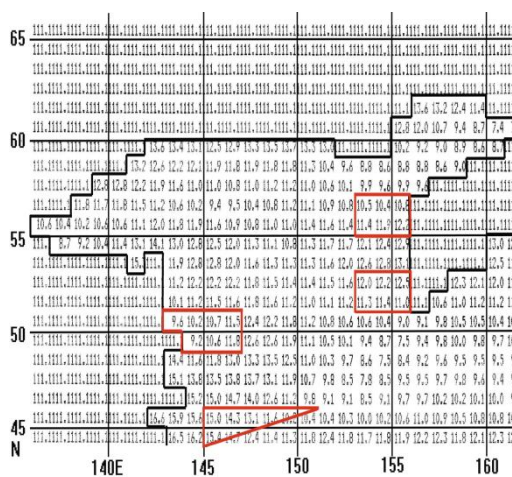


Рис. 3. Пример цифровой матрицы среднемесячных значений ТПО в Охотском море за июль 2013 г.

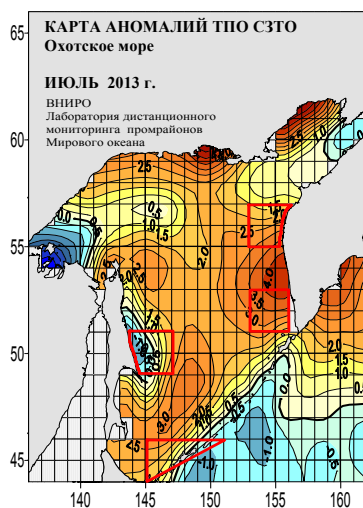


Рис. 4. Пример карты аномалий ТПО в Охотском море за июль 2013 г.

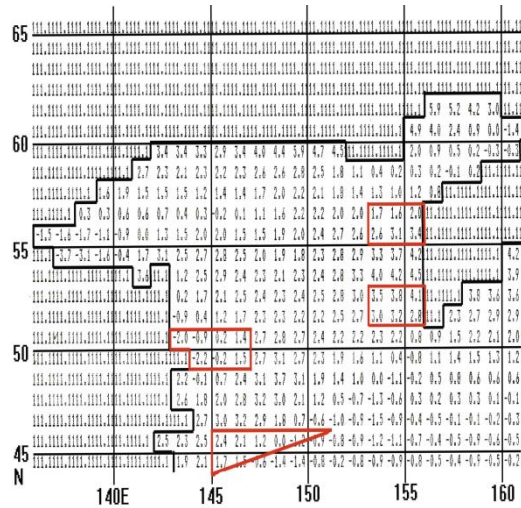


Рис. 5. Пример цифровой матрицы аномалий ТПО в Охотском море за июль 2013 г.

Произведен расчет таблиц для анализируемых лет (четных 2008–2012 гг. и нечетных 2007–2013 гг.), на основании данных которых и построены графики помесечной изменчивости аномалий ТПО в четырех реперных акваториях Охотского моря (рис. 6–9). В качестве примера показаны расчетные табл. 1, 2 для реперной акватории Западно-Камчатского подрайона.

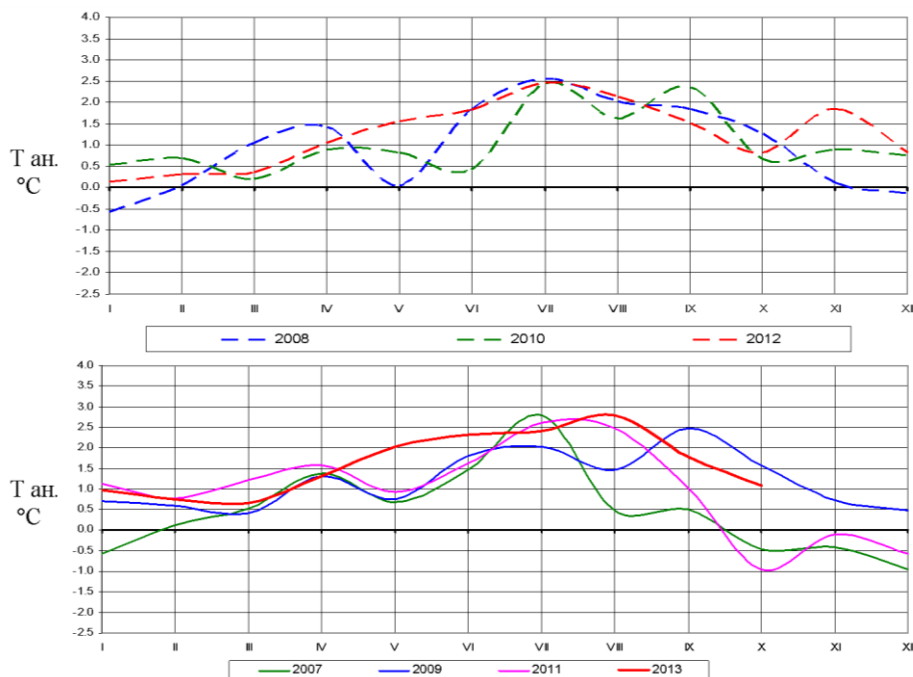


Рис. 6. Ход среднемесячных аномалий ТПО в выделенной реперной акватории Западно-Камчатского подрайона (1) в четные и в нечетные годы за период 2007–2013 гг.

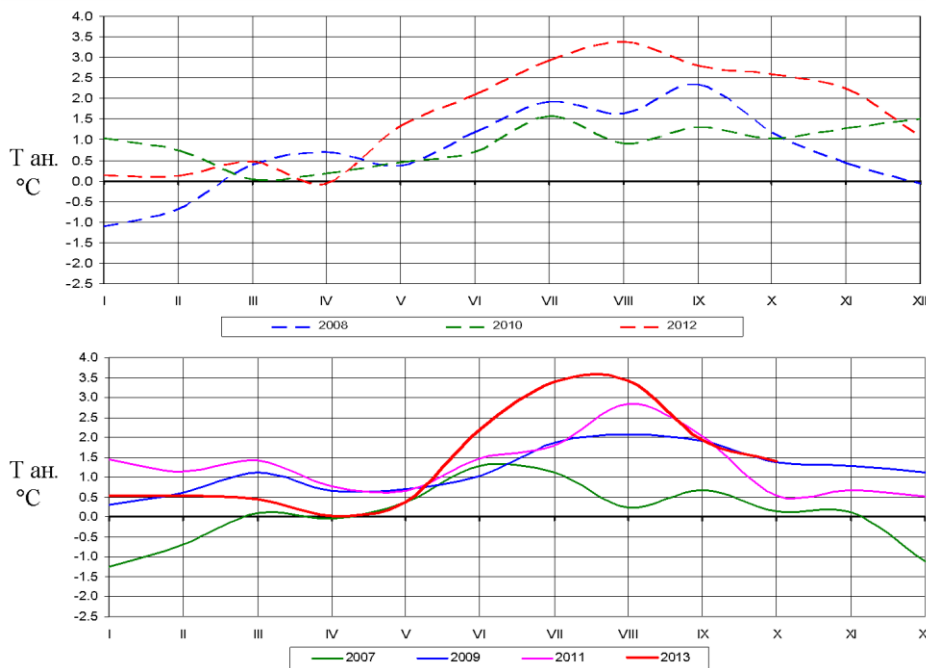


Рис. 7. Ход среднемесячных аномалий ТПО в выделенной реперной акватории Камчатско-Курильского подрайона (2) в четные и в нечетные годы за период 2007–2013 гг.

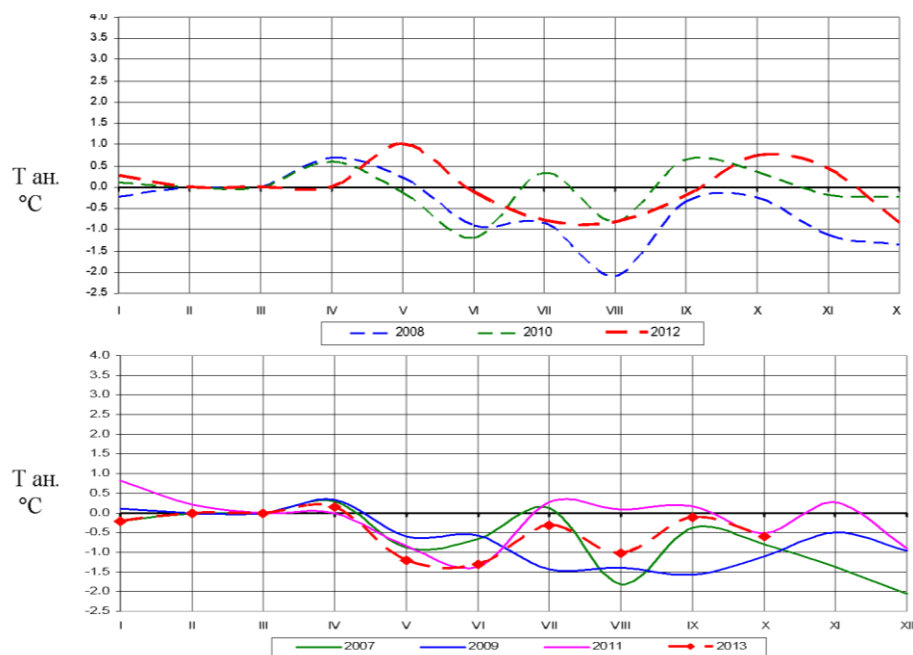


Рис. 8. Ход среднемесячных аномалий ТПО в выделенной реперной акватории Восточно-Сахалинского подрайона (3) в четные и в нечетные годы за период 2007–2013 гг.



Рис. 9. Ход среднемесячных аномалий ТПО в выделенной реперной акватории Южно-Курильского подрайона (4) в четные и в нечетные годы за период 2007–2013 гг.

Таблица 1

Ход среднемесячных аномалий ТПО в Западно-Камчатском подрайоне (1) в четные годы 2008–2012 гг.

Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2008	-0.57	0.05	1.05	1.43	0.05	1.83	2.55	2.03	1.85	1.28	0.12	-0.13
2010	0.53	0.70	0.20	0.90	0.82	0.42	2.45	1.63	2.35	0.68	0.90	0.77
2012	0.13	0.32	0.37	1.05	1.57	1.83	2.48	2.13	1.52	0.82	1.85	0.82

Ход среднемесячных аномалий ТПО в выделенной реперной акватории Западно-Камчатского подрайона (1) в нечетные годы 2007–2013 годы

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2007	-0.58	0.12	0.53	1.38	0.68	1.47	2.80	0.48	0.50	-0.47	-0.42	-0.95
2009	0.70	0.60	0.42	1.32	0.75	1.80	2.02	1.47	2.47	1.57	0.72	0.47
2011	1.12	0.77	1.22	1.57	0.93	1.63	2.62	2.47	1.03	-0.95	-0.10	-0.58
2013	0.98	0.75	0.65	1.32	2.03	2.33	2.40					

Предварительные результаты и выводы

Значения среднемесячных аномалий ТПО в реперной акватории Западно-Камчатского подрайона (1) в период май–август 2007–2013 гг. как в четные, так и в нечетные годы были положительными и колебались в диапазоне от $+0,5^{\circ}\text{C}$ до $+2,5^{\circ}\text{C}$, причем для июня–августа этот диапазон был еще выше: $+1,5^{\circ}\text{C} \div +2,5^{\circ}\text{C}$ (см. рис.6).

Аналогичная картина распределения температурных аномалий наблюдалась и в реперной акватории Курильско-Камчатского подрайона (2) в эти годы: 2007–2013 гг. для мая–августа. Особенно теплыми годами в этот период времени были 2012 и 2013 гг., когда значения аномалий ТПО в июне–августе находились в диапазоне $+2,0 \div +3,4^{\circ}\text{C}$ (см. рис. 7).

Ход среднемесячных аномалий ТПО в реперной акватории Восточно-Сахалинского подрайона (3) в период май–август 2007–2013 гг. был близким к климатической норме или слабоотрицательным ($-1,0^{\circ}\text{C} \div +0,5^{\circ}\text{C}$). Следует отметить 2012 г., когда температурные аномалии ТПО в период ската молоди горбуши (май-июнь) были положительными (до $+1,0^{\circ}\text{C}$), тогда как в остальные годы аномалии ТПО в это время были слабо-отрицательными. Этот факт мог положительно сказаться на условиях развития молоди горбуши после ее ската и объемах ее подхода на нерест в 2013 г. (см. рис.8).

Ход среднемесячных аномалий ТПО в реперной акватории Южно-Курильского подрайона (4) показывает (см. рис. 9), что в течение 2007–2013 гг. значения аномалий ТПО в период май–август были близки к средне-климатической норме и колебались в пределах $+0,5^{\circ}\text{C} \div -0,5^{\circ}\text{C}$, но эти расчеты относились к достаточно большой по площади акватории, включающей в себя и открытые районы Охотского моря, примыкающие к острову Итуруп. В 2013 г. наличие битого льда у о. Итуруп в подрайоне, начиная с середины и до конца зимнего периода текущего года, привело к тому, что аномалии ТПО в течение всего зимнего периода 2013 г. оставались отрицательными, т.е. ниже климатических значений. Очевидно, что при дальнейшем анализе изменчивости температурных условий в этой акватории целесообразно более детально рассмотреть сезонный ход температур непосредственно в заливах Курильский и Простор острова Итуруп, являющимися важнейшими зонами воспроизводства горбуши.

Литература

1. Бирман И.Б. Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей. – М.: ФГУП «Национальные рыбные ресурсы», 2004. – 172 с.
2. Ванюшин Г.П., Котенев Б.Н., Кружалов М.Ю., Трошков А.А., Царева В.А. и др. Спутниковый мониторинг температурных условий промысловых районов Мирового океана. Программа ВНИРО. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 48 с.

Ответственный за выпуск Н.Г. Клочкова

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

*Материалы V Всероссийской научно-практической конференции
(25–27 марта 2014 г.)*

Часть I

В авторской редакции
Технический редактор О.А. Лыгина
Верстка, оригинал-макет О.А. Лыгина
Фото на обложке С.О. Очерегяна

Подписано в печать 24.03.2014 г.
Формат 61*86/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman
Авт. л. 26,4. Уч.-изд. л. 26,77. Усл. печ. л. 26,87
Тираж 100 экз. Заказ № 101

Издательство
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35