

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"
ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВ**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(Мурманск, 8 апреля 2016 г.)**

Часть 1

Мурманск
Издательство МГТУ
2016

УДК 001: [5 + 62] (08)

ББК 20 + 3я431

С 56

Редакционная коллегия:

А. М. Ершов, доктор технических наук, профессор;

С. Р. Деркач, доктор химических наук, профессор;

Н. Г. Журавлева, доктор биологических наук, профессор;

Е. В. Шошина, доктор биологических наук, профессор;

П. П. Кравец, кандидат биологических наук, доцент (ответственный за выпуск);

Е. В. Макаревич, кандидат биологических наук, доцент;

В. А. Похольченко, кандидат технических наук, доцент

С 56 Современные эколого-биологические и химические исследования, техника и технология производств : мат. междунар. науч.-практ. конф., Мурманск, 8 апреля 2016 г. : в 2 ч. Ч. 1 / Федер. гос. бюджетное образоват. учреждение высш. проф. образования "Мурм. гос. техн. ун-т". – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2016. – 242 с. : ил.

ISBN 978-5-86185-911-0 (общ.)

ISBN 978-5-86185-912-7 (ч. 1)

В сборнике опубликованы доклады участников Международной научно-практической конференции "Современные эколого-биологические и химические исследования, техника и технология производств", которая состоялась 8 апреля 2016 г. в Мурманском государственном техническом университете. Тематика представленных докладов охватывает направления научных исследований в области биологических наук, экологии и устойчивого развития экосистем Арктики.

Издание предназначено для научных, научно-педагогических работников, докторантов, аспирантов, специалистов, ведущих научные исследования по направлениям работы конференции.

УДК 001: [5 + 62] (08)

ББК 20 + 3я431

© Мурманский государственный
технический университет, 2016

ISBN 978-5-86185-911-0 (общ.)

ISBN 978-5-86185-912-7 (ч. 1)

СОДЕРЖАНИЕ

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МИКРОБИОЛОГИИ, БИОХИМИИ И БИОМЕДИЦИНЫ	6
Динамика колиформного загрязнения водных объектов Мурманской области.....	7
Алексеевская Е. А., Богданова О. Ю.	
Масс-спектрометрический анализ продуктов кислотного гидролиза хондроитина сульфата для исследования структуры гликозаминогликанов морских беспозвоночных.....	13
Барышников А. В., Рысакова К. С., Новиков В. Ю.	
К вопросу качества питьевой водопроводной воды по Мурманской области.....	20
Богданова О. Ю., Бекренева О. И.	
Анализ заболеваемости инфекциями, передающимися половым путем, населения Мурманской области с 2010 по 2014 гг.	26
Быкова А. В., Иванова Е. Г.	
Здоровьесбережение и факторы риска	31
Ключко Е. В., Печко О. В., Кривенко О. Г.	
Проблема отношения к здоровью обучающихся и преподавателей	34
Кляблина С. П., Михнюк О. В.	
Структурно-функциональная характеристика бактериоценоза активного ила локального очистного сооружения, действующего в условиях Арктического региона	40
Крамаренко Е. В., Макаревич Е. В., Ильинский В. В.	
Некоторые показатели здорового образа жизни курсантов Морского института и колледжа им. И. И. Месяцева МГТУ	46
Кривенко О. Г. , Ключко Е. В.	
Биотехнологический потенциал перифитонных цианобактерий, выделенных из Кольского залива Баренцева моря	51
Мирошниченко Е. С.	
Изучение сообществ перифитонных цианобактерий, обитающих на разных горизонтах литорали южного и среднего колен Кольского залива Баренцева моря	58
Мирошниченко Е. С.	
Неонатальный скрининг в современной медицине.....	65
Мишанина Л. А.	
Микроорганизмы пищеварительного тракта садковой радужной форели и их ферментативная активность	71
Ускова И. В., Якименко В. А.	
Биохимические исследования мышечной ткани мидий <i>Mytilus edulis</i> L. литорали бухты Белокаменная.....	77
Узбекова О. Р., Овчинникова С. И., Перетрухина А. Т.	

Применение ферментного препарата из гепатопанкреаса краба-стригуна в технологии подкопченной рыбопродукции из слабосозревающего рыбного сырья.....	80
Шкуратова Е. Б., Шокина Ю. В., Мухин В. А. Диагностическое значение серологических биомаркеров при заболеваниях щитовидной железы.....	84
Шевелева А. А., Соколова С. В. Питание: теория и практика. Результаты скринингового обследования студентов ЕТИ МГТУ во взаимосвязи с образом жизни и питанием.....	90
Шокина Ю. В., Олейник Т. И. БИОРЕСУРСЫ, АКВАКУЛЬТУРА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЭКОСИСТЕМ АРКТИКИ.....	94
К вопросу о качестве посадочного материала форели для культивирования в Мурманской области	95
Анохина В. С., Кравец П. П., Малавенда С. С., Тюкина О. С., Неженец С. С. Гистологическая характеристика гонад гольца озера Самолет-Озеро	99
Анохина В. С., Сытюгина К. С. Сохранение биоразнообразия в арктических экосистемах	103
Анохина В. С., Шошина Е. В. Экологическое состояние водосборных бассейнов Кольского полуострова.....	106
Ахмедов Д. А. Разработка высокопродуктивных комбикормов для выращивания лососевых рыб .	110
Ершов А. М., Дубровин С. Ю., Ершов М. А., Меренков А. С., Семенихина М. Е., Колосова Е. А. Изменение содержания пролина в бурых водорослях в процессе хранения	113
Клиндух М. П. Особенности развития икры атлантического лосося и личинок горбуши на Умбском рыбноводном заводе.....	119
Ливадина Л. В. Видовое разнообразие водорослей-макрофитов Кольского залива Баренцева моря.....	125
Малавенда С. В. Материалы по паразитофауне трески и сайды в губе Кислой (Баренцево море).....	132
Мишопита С. В. Влияние вариаций магнитного поля Земли на двигательную активность атлантической трески.....	138
Муравейко А. В., Емелина А. В. Итоги тралово-акустической съемки сельди Белого моря осенью 2015 года.....	145
Носов М. А., Фролов С. Б., Малавенда С. С. Влияние оптических свойств морской воды на подводное зрение настоящих тюленей	152
Пахомов М. В.	

Семенная продуктивность галофитных подорожников на побережье Баренцева и Белого морей	157
Приймак Е. В.	
Модельные методы оценки динамики биомассы черного палтуса норвежско-баренцевоморской популяции	161
Третьяков И. С.	
ЭКОЛОГИЯ, ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ.....	166
Результаты экспедиции в Баренцево и Карское моря по трассе Севморпути зимой 2015 г.	167
Баданин Ю. А., Дерябин А. А.	
Биотехническая система оперативного мониторинга с применением двустворчатых моллюсков (БСМол)	172
Гудимов А. В.	
Использование пинагора (<i>Cyclopterus lumpus</i>) как метода биологического контроля численности морских вшей <i>Lepeophtheirus salmonis</i>	176
Жомова А. И., Журавлева Н. Г.	
Оценка влияния абиотических факторов на гренландского тюленя посредством анализа стереотипной формы поведения	180
Зайцев А. А., Литвинов Ю. В.	
Морфологические процессы и защитные явления в тимусе рыб	188
Кабанова Н. А., Журавлева Н. Г.	
Особенности годового цикла развития сообществ фитопланктона в различных районах Печорского моря.....	196
Ларионов В. В.	
Экологическая безопасность морей российской Арктики	203
Макаревич П. Р., Дженюк С. Л.	
Микрокосм коловраток городских водоёмов	207
Минченков Е. Е.	
Оценка состояния городских водоёмов по гидробиологическим показателям	212
Минченков Е. Е., Гусева В. Д.	
Эксперименты по установке датчиков спутниковой телеметрии на серых тюленей в Кольском заливе в 2015 году	219
Моисеев Д. В., Зайцев А. А.	
Планктонные бактерии и вирусы Обско-Тазовской губы.....	225
Павлова М. А., Макаревич П. Р.	
Чувствительность показателей крови человека к региональному фактору	231
Троценко А. А.	
Оценка реактивности параметров поведения взрослого серого тюленя, при воздействии на него электромагнитных полей экстремально низких частот, в диапазоне 0,01–36 Гц.....	237
Яковлев А. П.	

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
МИКРОБИОЛОГИИ,
БИОХИМИИ И БИОМЕДИЦИНЫ**

Динамика колиформного загрязнения водных объектов Мурманской области

Алексеевская Е. А., Богданова О. Ю. (г. Мурманск, ФБГОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: alekskatherine@mail.ru)

Аннотация. По данным исследования, в период паводка возможно загрязнение водоемов сточными водами животноводческих комплексов с соответствующим резким возрастанием значений показателей фекального загрязнения.

Abstract. According to the study, during the flood waters may be contaminated by sewage - breeding complexes with a corresponding sharp increase in fecal contamination indicator values.

Ключевые слова: общие и термотолерантные колиформные бактерии, колифаги

Key words: total and thermotolerant coliforms, coliphages

Водоемы I-II категории находятся в черте города, граничат с населенными пунктами, используются в хозяйственно-бытовых, промышленных и рекреационных целях. Системные работы по микробиологическим исследованиям водоемов I-II категории позволяют дать оценку эпидемиологической ситуации и принять соответствующие меры по борьбе и профилактике инфекционных заболеваний.

В контроль поверхностных водоёмов входит исследование и заключение о возможности использовать водоём (для питьевых, хозяйственных или других нужд), выяснение причин фекального загрязнения, определение способности водоёма к самоочищению. Санитарно-показательные микроорганизмы используют в основном для косвенного определения возможного присутствия в объектах окружающей среды патогенных микроорганизмов, они непосредственно могут свидетельствовать о загрязнении объекта выделениями человека и животных, содержащими микроорганизмы.

Основная цель работы заключалась в исследовании колиформного загрязнения поверхностных водоемов в исследуемых точках отбора и оценке процесса самоочищения водоемов. В соответствии с этим были поставлены следующие задачи: проследить динамику загрязнения; определить изменение количества энтеробактерий в водоемах во времени; дать оценку изменения степени загрязненности водоемов на основании полученных данных.

Материалы и методы. В период апрель-май 2013 года еженедельно исследовались пробы воды в двух контрольных точках:

Станция №1 руч. Медвежий. У истоков которого находится птицефабрика "Мурманская". Отбор проб проводился в соответствии с МУК 4.2.2314-08 [1].



Рисунок 1 – Станция №1 руч. Медвежий

Станция №2 руч. Безымянный. У истоков которого находится ГОУСП "Тулума". Отбор проб проводился в соответствии с МУК 4.2.2314-08 [1].

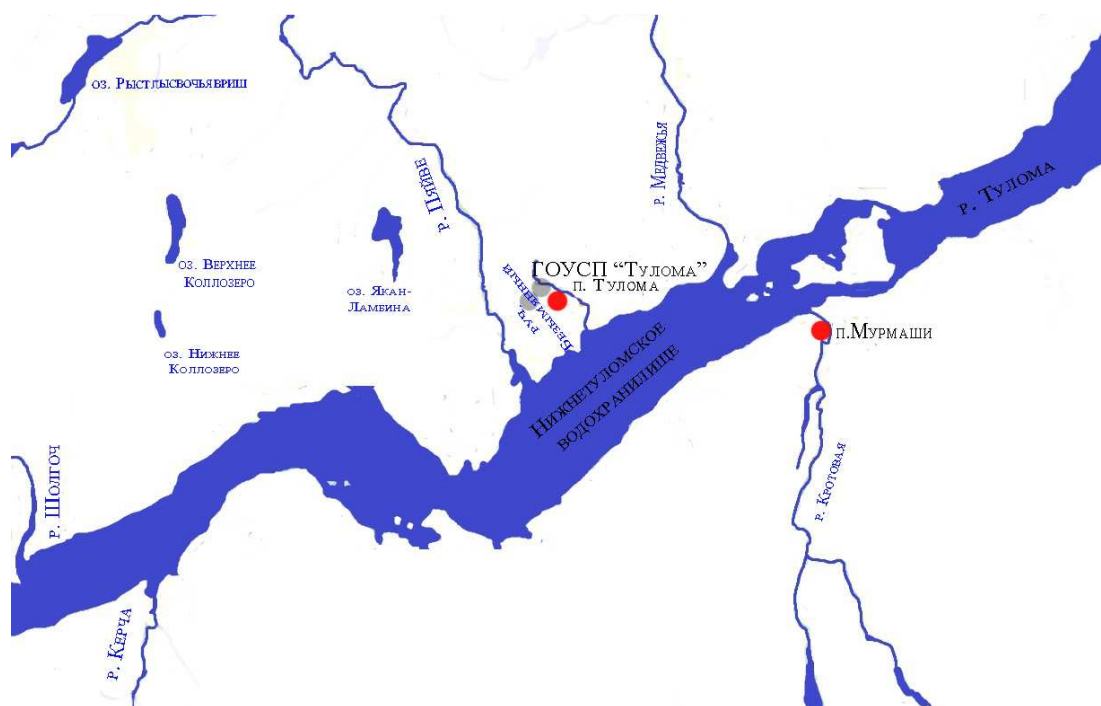


Рисунок 2 – Станция №2 руч. Безымянный

Отбор проб для микробиологических анализов производился один раз в неделю. Анализ проб производился согласно МУК 4.2.1884-04 [2]. В пробах проводилось определение термотолерантных колиформных бактерий (ТКБ), общих колиформных бактерий (ОКБ) и колифагов.

Результаты представлены в виде диаграмм (рис. 3, 4), где подведены итоги определения ОКБ, ТКБ и количества колифагов в 100 мл воды.

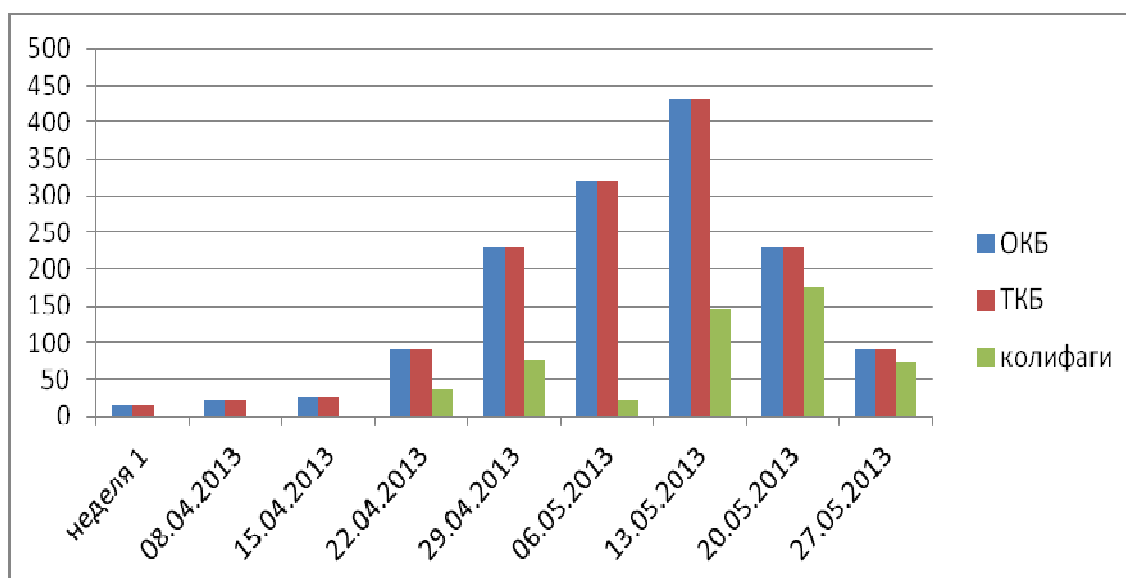


Рисунок 3 – Динамика колиформного загрязнения, ручей Безымянный

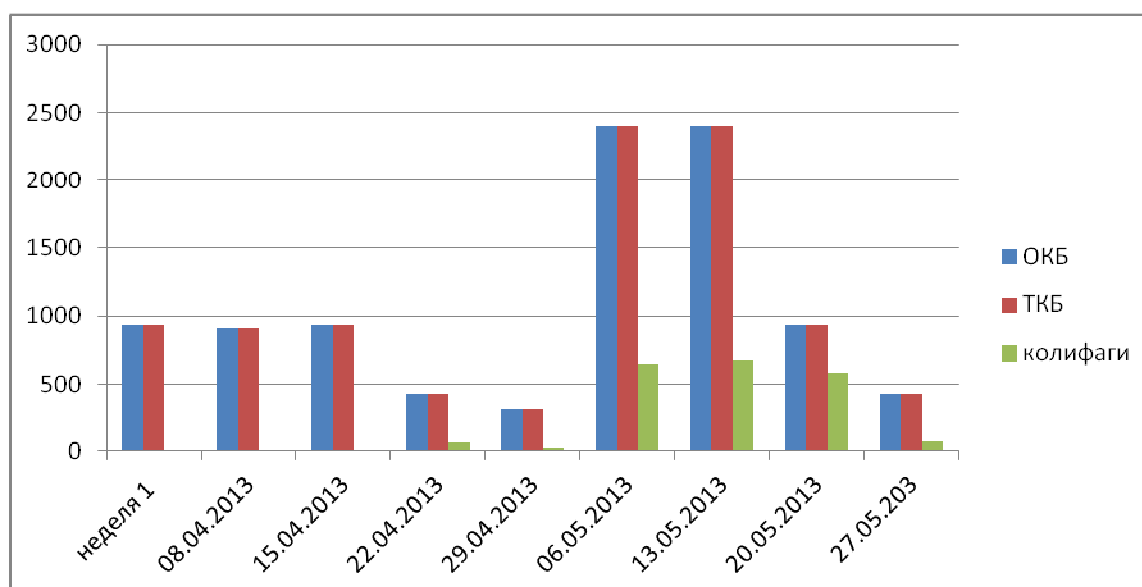


Рисунок 4 – Динамика колиформного загрязнения, ручей Медвежий

Постепенное повышение количества ОКБ, ТКБ и колифагов в апреле-мае 2013 года от 15 КОЕ/100 мл до 430 КОЕ/100 мл и плавный спад в конце мая до 91 КОЕ/100 мл в ручье Безымянном демонстрирует классическую

картину загрязнения и самоочищения водоема. В следствии эвтрофирования вод и привнесения аллохтонной микрофлоры происходит интенсивный рост колиформных бактерий, и, как следствие, рост количества колифагов с 37 БОЕ/100 мл до 147 БОЕ/100 мл на пике загрязнения. Быстрое разложение органических соединений и процессы естественного очищения водоемов, происходящие в связи с жизнедеятельностью сапрофитной микрофлоры, вызывает снижение количества аллохтонных микроорганизмов в связи с недостатком питательных веществ для поддержания популяции, что влечет за собой снижение и уровня колифагов до 74 БОЕ/100 мл под конец исследуемого периода.

В динамике загрязнения водоема Медвежий наблюдается два пика: в начале апреля и в начале мая. Температурный режим весной в этих районах нестабилен, что привело к поэтапному таянию снегов и размыванию помехохранилищ птицефабрики первый раз – в начале апреля с максимумом показателей ТКБ и ОКБ в значении 940 КОЕ/100 мл, и в начале мая, когда произошел второй скачек с максимумом в значении 2400 КОЕ/100 мл. Показатель колифагового загрязнения соответствовал количеству колиформ и достигал значения 68 БОЕ/100 мл на первом пике, в соответствии с 940 КОЕ/100 мл ОКБ и ТКБ. Во время второго размывания показатель колифагов вырос с 28 БОЕ/100 мл до 674 БОЕ/100 мл при росте колиформ от 320 КОЕ/100 мл до 2400 КОЕ/100 мл.

ОКБ – основной нормируемый показатель при оценке качества воды водоемов в местах водозаборов для централизованного водоснабжения, рекреации, в черте населенных пунктов, интегральный показатель степени фекального загрязнения, который включает ТКБ, *E. coli*, и поэтому обладает индикаторной надежностью в отношении возбудителей бактериальных кишечных инфекций. Также является наиболее чувствительным показателем при выявлении источников фекального загрязнения, в т. ч. небольших.

ТКБ определяется одновременно в одном и том же посеве с ОКБ для подтверждения фекального происхождения загрязнения. Уровни ОКБ и ТКБ в воде водоемов, загрязняемых сточными водами, близки, различия находятся в пределах ошибки метода. По мере удаления от источника загрязнения и воздействия факторов самоочищения различия в численности этих групп индикаторов возрастают [2].

Сравнение показателей ОКБ и ТКБ позволяет установить причину ухудшения качества воды: высокое антропогенное загрязнение водоемов, сбросы

недостаточно обеззараженных сточных вод и неблагоприятная санитарно-гигиеническая обстановка (нарушение режима в зонах санитарной охраны водопроводов, сброс сточных вод, урбанизации территорий водосбросов и т. п.).

Антропогенной эвтрофикации в настоящее время подвержены практически все внутренние водоемы. Источниками эвтрофикации вод являются бытовые и промышленные стоки, животноводческие комплексы, рекреационные воздействия, преобразования текущих вод в стоячие и другие результаты человеческой деятельности [3].

В данном случае, источниками эвтрофикации вод, скорее всего являются бытовые и промышленные стоки животноводческих комплексов.

Аллохтонная микрофлора также попадает с отбросами промышленных предприятий и сточными водами. Сточные воды – основной источник загрязнения водоемов органическими веществами и микроорганизмами [4].

Поведенные исследования продемонстрировали сезонное загрязнение водных масс. Источниками загрязнения водных масс рек Кола и Тулома являются птицефабрики Мурманская и ГОУСП "Тулома", загрязнения попадают с недостаточно очищенными канализационными и сточными водами, водой ручьев Медвежий и Безымянный, исследования воды которых демонстрировали превышение по следующим показателям: содержание ОКБ, ТКБ и колифагов.

Выводы. По результатам микробиологических исследований необходимо отметить, что морфологическая динамика и структура загрязнения отличается закономерной сменой количественных показателей. Выявлено повышение числа колиформных бактерий во время таяния снегов, которое вызвало соответствующее повышение количества колифагов. По мере снижения паводка, происходило и снижение исследуемых показателей, что говорит о непреднамеренном характере загрязнения, вероятно, в связи с размывом хозяйственно-бытовых построек животноводческих комплексов. Исследование позволило оценить данные точки, как подвергающиеся загрязнению хозяйственно-бытовыми отходами. В этих областях экосистемы, может происходить аккумуляция и загрязняющих веществ и аллохтонных микроорганизмов, что существенно влияет на структуру бактериоценоза.

Библиографический список

1. МУК 4.2.2314-08 Методы санитарно-паразитологического анализа воды.
2. МУК 4.2.1884-04 Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов.
3. Воронков, П. П., Уралов К. С., Черновская Е. Н. Основные черты гидрхимического режима прибрежной зоны Баренцева моря в районе Центрального Мурмана // Труды Мурманской биологической станции АН СССР. – 1948. – Т. 1. – С. 39–101.
4. Перетрухина, А. Т., Овчинникова С. И., Богданова О. Ю., Макаревич Е. В., Перетрухина И. В. Предварительная оценка состояния экосистем литорали Кольского залива в условиях антропогенного загрязнения: тезисы докладов междунар. конф. "Вековые изменения морских экосистем Арктики. Климат, морской перигляциал, биопродуктивность" // Сб. науч. тр. КНЦ РАН ММБИ. Апатиты, 2001. – С. 179–189.

Масс-спектрометрический анализ продуктов кислотного гидролиза хондроитина сульфата для исследования структуры гликозаминогликанов морских беспозвоночных

Барышников А. В., Рысакова К. С., Новиков В. Ю. (г. Мурманск, ФГБНУ "ТИНРО", лаборатория биохимии и технологии, e-mail: baryshnikov@pinro.ru)

Аннотация. Исследованы продукты гидролиза хондроитина сульфата хлороводородной кислотой с использованием масс-спектрометрического анализа с методом химической ионизации при атмосферном давлении. Приводятся сведения об особенностях химической структуры гликозаминогликанов морских беспозвоночных и показана возможность применения масс-спектрометрии для их исследования.

Abstract. Hydrolysis products of chondroitin sulfate after reaction with hydrochloric acid are studied using mass spectrometry with atmospheric pressure chemical ionization. Information about chemical structure of glycosaminoglycans in marine invertebrates is presented and possibility of mass spectrometry application demonstrated.

Ключевые слова: хондроитина сульфат, биологически активные полисахариды, масс-спектрометрия

Key words: chondroitin sulfate, bioactive polysaccharides, mass spectrometry

Морские беспозвоночные, такие как морские ежи, голотурии (морские огурцы) и некоторые морские звезды давно и широко используются как в пищевой промышленности, так и для производства различных биологически активных добавок [1, 2]. Причем основное внимание уделяется липидам и растворимым в них соединениям (пигментам, фосфолипидам и др.) [3, 4, 5].

В состав тканей морских беспозвоночных входят также полисахариды (их доля в организме сравнительно невелика), выполняющие различные функции и обладающие значительной биологической активностью. Полисахариды участвуют во всех биологических процессах на всех уровнях – от клетки до целого организма: опознание патогенов, свёртывание крови, регуляция длительности жизни гормонов в крови, проникновение спермы в яйцеклетку, управление эмбриональным развитием и т. д. С использованием методов мягкого кислотного гидролиза, ^1H и ^{13}C ЯМР-спектроскопии, а также на основе данных клинических испытаний установлено, что за указанную биологическую активность полисахаридов морских беспозвоночных отвечают фукозилированные хондроитина сульфаты и фуканы [6, 7].

Полисахариды имеют достаточно сложные химические структуры, которые способны к многочисленным конформационным изменениям, отличаются разнообразием мономеров, гликозидных связей, энантиомеров, аномеров, склонны к легким и разнообразным постполимеризационным изменениям, что значительно повышает их структурную изменчивость. Поэтому количество классов полисахаридов очень велико.

Гликозаминогликаны, как один их классов полисахаридов, представляют собой линейные гетерополимеры, состоящие из повторяющихся дисахаридных фрагментов гексоз, гексозаминов и гексуроновых кислот [8]. Гликозаминогликаны, содержащие гексуроновые кислоты, подразделяют на несущие сульфогруппы хондроитина сульфаты, дерматана сульфаты, гепарана сульфаты, гепарин и несульфатированные полисахариды, например, гиалуроновую кислоту. Разнообразие структур гликозаминогликанов показано на рисунке 1 [9].

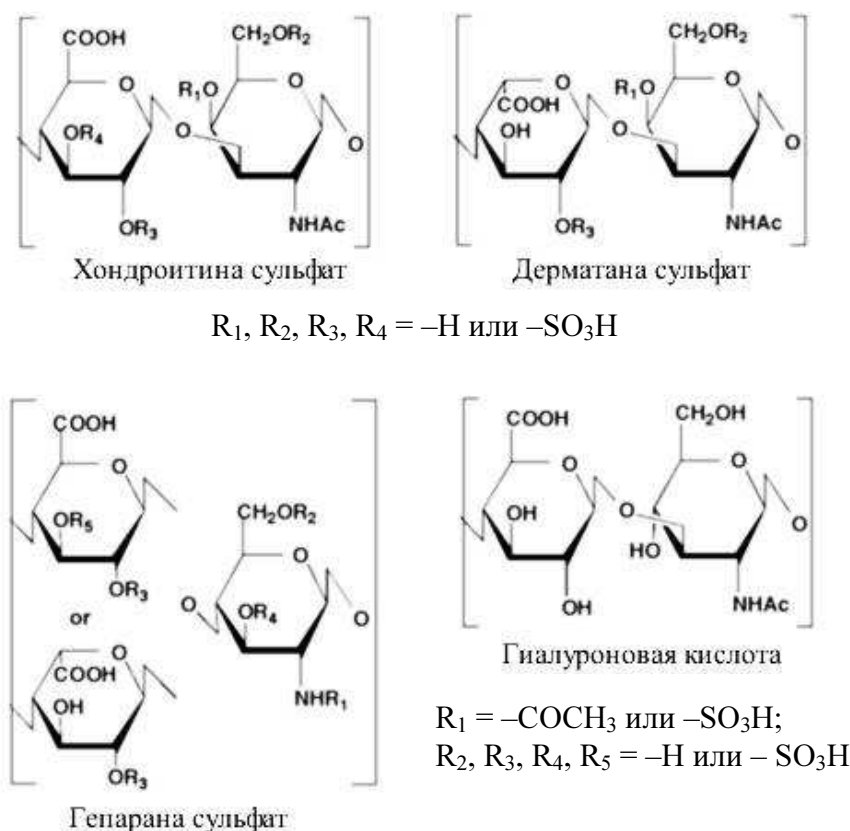


Рисунок 1 – Структура центральной полисахаридной цепи гликозаминогликанов

До настоящего времени известными продуцентами гликозаминогликанов, используемыми в медицине, являлись млекопитающие. Но не так давно повышенный интерес, вызванный широким спектром биологических свойств,

стал проявляться к подобным веществам, продуцируемыми различными гидробионтами.

В тканях живого организма сульфатированные гликозаминогликаны входят в состав еще более сложной структуры – протеогликана, где они связаны с белками ковалентной связью. Протеогликаны, в свою очередь, могут быть объединены несulfатированной молекулой гиалуроновой кислоты в огромные нековалентно связанные комплексы.

Полисахариды морского происхождения занимают особое положение, что объясняется их уникальными структурными свойствами, которые не обнаружены у полисахаридов сухопутных и даже пресноводных организмов [10]. Установлено, что морские организмы богаты полисахаридами с определенными химическими структурами, которые могут использоваться для установления зависимостей между их химической структурой и биологической функцией. Исследование полисахаридного состава морских организмов является актуальной задачей, а её решение способствует обнаружению новых перспективных источников биологически активных полисахаридов, а также установлению их структурных характеристик и биохимических свойств.

Задача установления структуры гликозаминогликанов предполагает для её решения использование нескольких аналитических методов. Одним из них является масс-спектрометрический анализ продуктов деполимеризации, например, с помощью кислотного гидролиза без получения производных или с предварительным получением ацетилированных или метилированных производных.

Целью исследования являлась оценка возможности применения метода масс-спектрометрии для установления структуры полисахаридов.

В качестве объекта исследования использовали препарат хондроитина сульфата (ЗАО "Вертекс", Россия, Санкт-Петербург).

Процесс гидролиза осуществляли следующим образом: к 0,15 г хондроитина сульфата добавляли 15 см³ раствора хлороводородной кислоты с концентрацией 2 моль/дм³ и выдерживали на водяной бане при температуре 100 °С. Для последующего анализа продуктов гидролиза отбирали образцы через 15, 30, 45, 60, 75 и 90 минут.

Идентификацию веществ, получаемых после кислотного гидролиза, осуществляли с помощью масс-спектрокопии. Для этого 5 мм³ каждого образца с помощью автосамплера хроматографа вносили в хромато-масс-спектро-

метрометрическую систему, состоящую из масс-спектрометра Shimadzu LCMS-QP8000 alpha и хроматографа LC-10AVP (Shimadzu Corp., Япония). В качестве подвижной фазы использовали воду с добавлением муравьиной кислоты ($0,01$ моль/дм³), скорость движения элюента – 1 см³/мин. Для ионизации использовали модуль АРСІ (химическая ионизация при атмосферном давлении) в режиме положительной ионизации молекул. Содержание продуктов гидролиза определяли по значению интенсивности сигнала детектора в диапазоне m/z (отношение масса/заряд) масс до 500.

На рисунке 2 показан масс-спектр продуктов деполимеризации хондроитина сульфата после 60 минут гидролиза, аналогичные спектры были получены после 30, 45, 60, 75 и 90 минут гидролиза.

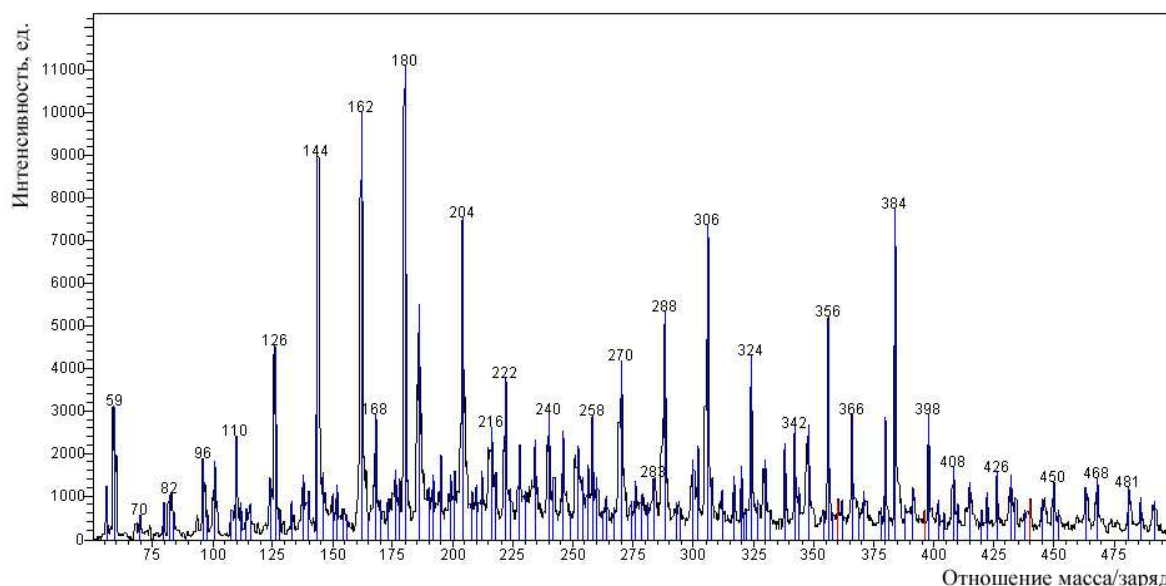


Рисунок 2 – Масс-спектр продуктов гидролиза хондроитина сульфата после 60 минут

Анализ масс-спектров позволяет выделить наиболее характерные (интенсивные) пики с $m/z = 180, 222, 342, 356, 384, 398$ соответствующие предполагаемым продуктам распада хондроитина сульфата при кислотном гидролизе (рисунок 3). Для учета того, что при ионизации имеет место явление дегидратации, то для количественной оценки рассчитывали сумму интенсивностей пиков исходных и соответствующих дегидратированных ионов, получая интегральную интенсивность пика.

Изменение интенсивности сигнала для молекулярных ионов по времени гидролиза хондроитина сульфата показано на рисунке 4, согласно которому интенсивность интегрального пика с $m/z = 222$, соответствующая ацетилгексозамину, монотонно убывает, что свидетельствует о его распаде, в то время

как интегральная интенсивность $m/z = 180$ (гексозамин) постепенно повышается, что говорит о его накоплении при гидролизе.

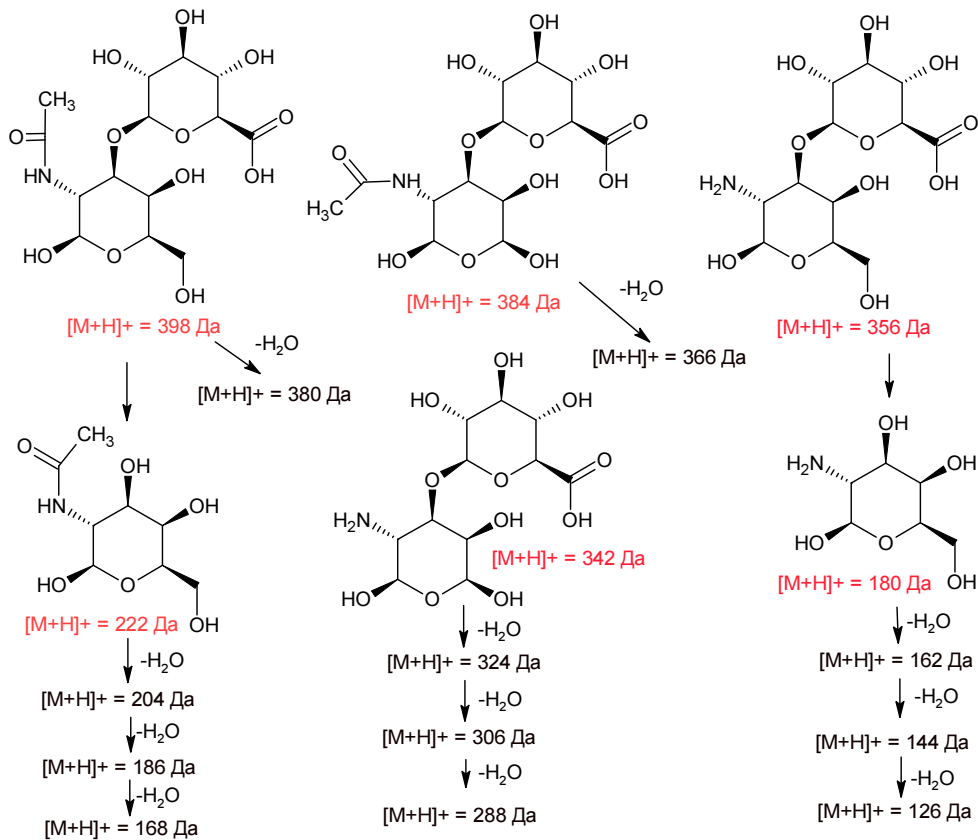


Рисунок 3 – Схема возможного образования молекулярных ионов при ионизации хондроитина сульфата

Продукты гидролиза, представляющие собой димеры ($m/z = 342, 356, 384, 398$) в начале накапливаются, затем разрушаются, о чём свидетельствует наличие максимумов.

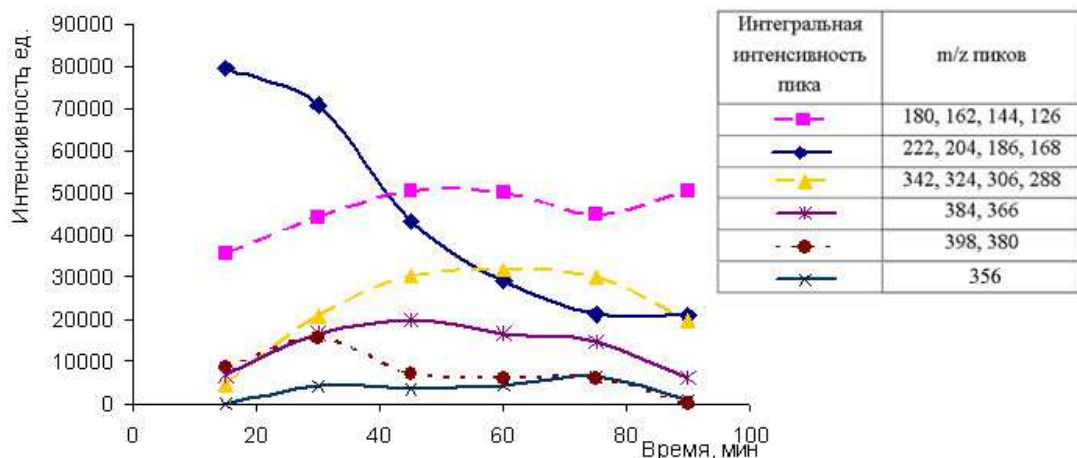


Рисунок 4 – Изменение интенсивности сигнала для продуктов гидролиза хондроитина сульфата по времени

Масс-спектрометрический метод может быть использован для анализа полисахаридов гидробионтов. Например, на рисунке 5 показан масс-спектр кислотного гидролизата белково-углеводного комплекса, выделенного из морской звезды *Urasterias linckii*. Наличие пика с $m/z = 180$ может свидетельствовать о присутствии в гидролизате таких веществ как глюкозамин или галактозамин (гексозаминов) – продуктах деполимеризации гликозаминогликанов.

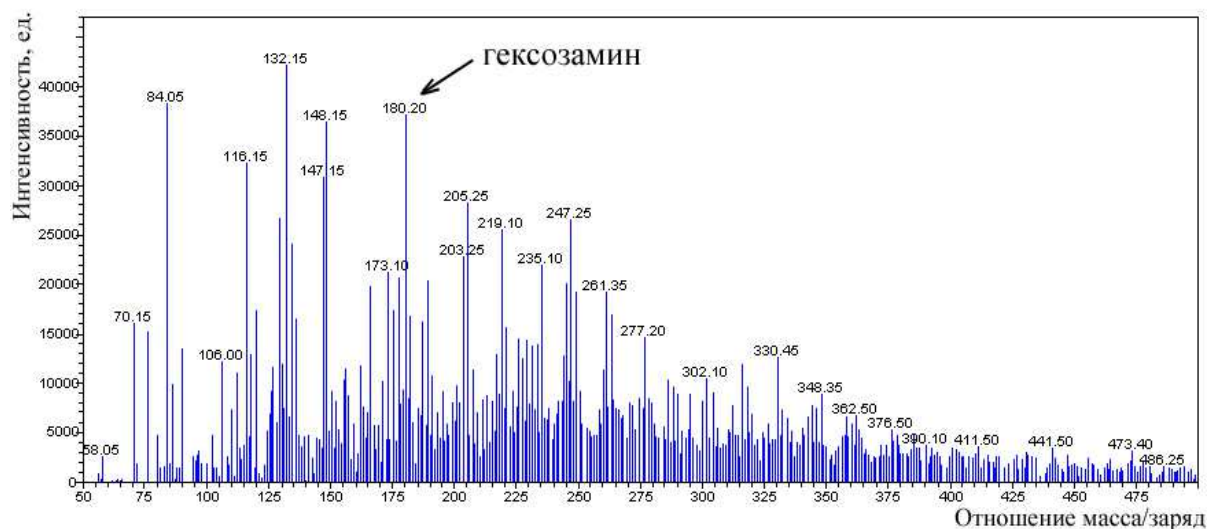


Рисунок 5 – Масс-спектр гидролизата водорастворимых веществ морской звезды *Urasterias linckii*

Проведенные исследования кислотного гидролиза хондроитина сульфата показали возможность использования масс-спектрометрии для изучения мономерного состава гликозаминогликанов и исследования особенностей их химической структуры.

Библиографический список

1. Лебская, Т. К. Биохимические особенности и аспекты технологии Баренцевоморского огурца *Cucumaria frondosa*. – Мурманск : Изд-во ПИПРО, 2000. – 111 с.
2. Технология комплексной переработки гидробионтов : учеб. пособие / Под ред. проф. Т. М. Сафроновой. – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2004. – 365 с.
3. Дембицкий, В. М. Исследование фосфолипидов из *Ophiura sarsi* // Биоорганическая химия. – 1980 – Т. 6. – № 3. – С. 426–430.
4. Катрич, Е. М., Звягинцева Т. Я., Исай С. В. О синергизме фосфолипидов в экстрактах морских беспозвоночных // Химия природных соединений. – 1993. – № 2. – С. 205–208.

5. Isay, S. V., Kafanova T. V., Matveeva E. R., Mirgorodskaya O. A. Mass spectrometry with extraction of dissolved ions at atmospheric pressure for prostaglandin identification in biological materials // *Organic Mass Spectrometry*. – 1993. – № 28. – P. 279–281.

6. Mourão, P. A. S., Pereira M. S. Searching for alternatives to heparin sulfated fucans from marine invertebrates // *Trends in Cardiovascular Medicine*. – 1999. – Vol. 9. – № 8. – P. 225–232.

7. Dong, X., Pan R. et al. Separation, purification, anticoagulant activity and preliminary structural characterization of two sulfated polysaccharides from sea cucumber *Acaudina molpadioidea* and *Holothuria nobilis* // *Process Biochemistry*. – 2014. – Vol. 49. – № 8. – P. 1352–1361.

8. Кочетков, Н. К. Методы химии углеводов. – М. : Мир, 1967. – 512 с.

9. Yamada, S., Sugahara K., Ozbek S. Evolution of glycosaminoglycan // *Communicative & Integrative Biology*. – 2011. – Vol. 4. – № 2. – P. 150–158.

10. Pomin, V. H., Mourão P. A. Structure, biology, evolution, and medical importance of sulfated fucans and galactans // *Glycobiology*. – 2008. – Vol. 18. – P. 1016–1027.

К вопросу качества питьевой водопроводной воды по Мурманской области

Богданова О. Ю., Бекренева О. И. (г. Мурманск, ФБГОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: bogdiolg@yandex.ru)

Аннотация. Микробиологические исследования показали, что качество питьевой воды в разных районах Мурманской области в одно и то же время различно и изменяется в течение года. Количество микроорганизмов в источниках питьевой воды резко возрастает в период активного таяния снега. Питьевая вода войсковых частей Мурманской области в целом отвечает всем требованиям СанПиН.

Abstract. The microbiological study showed that the quality of drinking water in different districts of the Murmansk region at the same time is different and varies during the year. The number of microorganisms in drinking water sources increases dramatically in the period of active snowmelt. Drinking water the military units of the Murmansk region as a whole meets all the requirements of regulations.

Ключевые слова: общие и термотолерантные колиформные бактерии, общее микробное число, колифаги.

Key words: total and thermotolerant coliforms, total bacterial count, coliphages.

Изменение структуры использования пресной воды и увеличение ее затрат на нужды промышленности породили самую острую проблему современности – повсеместное загрязнение источников пресных вод. Установлено, что до 80 % всех известных заболеваний человека передается через воду [1], а в случаях возникновения эпидемий инфекционных болезней вода выступала как фактор передачи среди людей патогенных микроорганизмов – возбудителей кишечных инфекций [2]. В этой связи обеспечение высокого качества питьевой воды, поступающей к потребителю, является приоритетной задачей государства.

Учитывая актуальность проблемы качества питьевой воды, в работе была поставлена цель – оценить качество водопроводной воды Мурманской области по микробиологическим показателям. К задачам работы отнесли: проведение санитарно-микробиологических исследований питьевой воды в учетных точках отбора проб; изучение пространственно-временного изменения качества питьевой воды и влияния на распространенность ОКИ (острых кишечных инфекций); определение соответствия качества воды СанПиН [3].

Материалы и методы. В работе ежемесячно в период с 2015–2016 года исследовались пробы водопроводной воды потребляемой военнослужащими войсковых частей (в/ч), расположенных в г. Заозёрск Мурманской области, а именно в/ч 77360-Т, в/ч 77360-Г, военно-морской госпиталь (ВМКГ). Исследование водопроводной питьевой воды на соответствие СанПиН 2.1.4.1074-01 (с изменениями), проводили согласно нормативному документу – Методические указания МУК 4.2.1018–01.4.2 [4]. В каждой пробе проводилось определение термотолерантных колиформных бактерий (ТКБ), общих колиформных бактерий (ОКБ), общего микробного числа (ОМЧ) и колифагов.

Результаты представлены в виде диаграмм, где подведены итоги определения ОМЧ, ОКБ в 100 мл воды и количества ТКБ в 100 мл воды.

Показано, что качество водопроводной воды в/ч 77360-Т соответствует нормам СанПиН. За весь исследуемый период не было выявлено превышения микробиологических показателей нормам СанПиН, однако общее микробное число в апреле было несколько выше, чем в остальной промежуток времени, что свидетельствует о повышении уровня микробного загрязнения питьевой воды в весенний сезон года в результате поступления в водисточники талых и смывных вод.

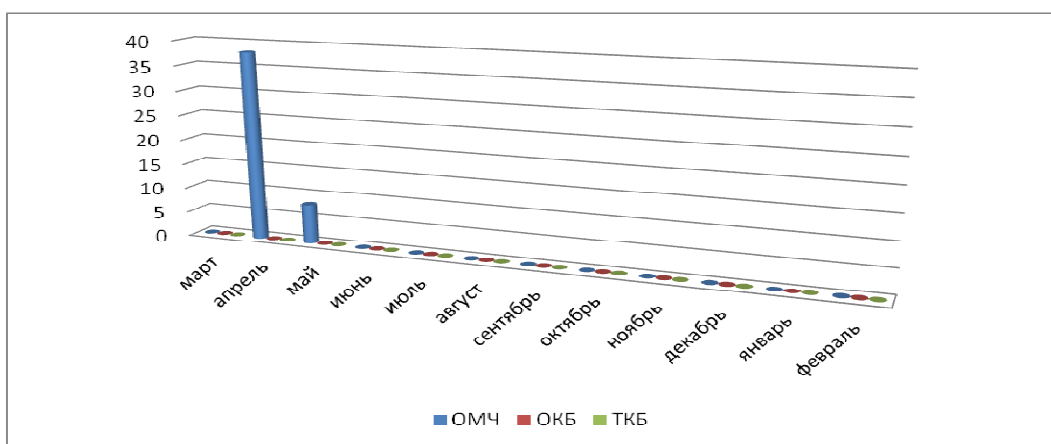


Рисунок 1 – Качество воды в/ч 77360-Т г. Заозерск за период март 2015 – февраль 2016 г.

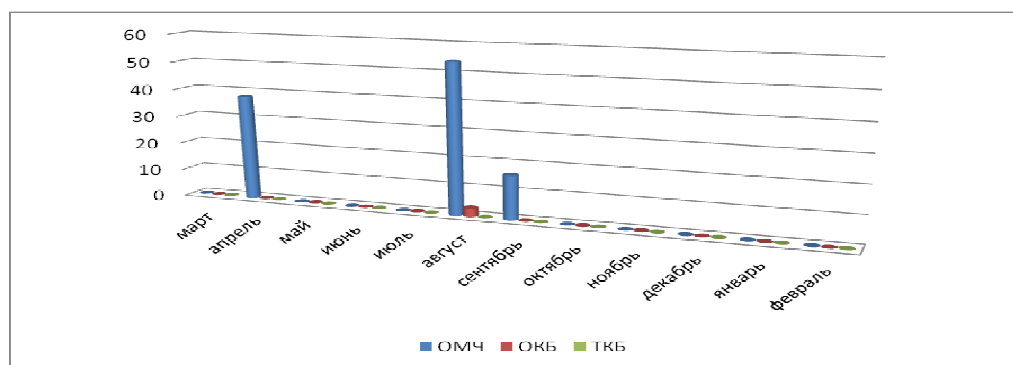


Рисунок 2 – Качество воды ВМКГ г. Заозерск в марте 2015 г. – феврале 2016 г.

За весь исследуемый период водопроводной питьевой воды военного госпиталя, потребляемой пациентами, в августе были превышены показатели ОМЧ. В этот же период, а также в апреле были обнаружены ОКБ, что демонстрирует плохое качество очистки питьевой воды и отражает санитарно-техническое состояние и качество эксплуатации водопроводной сети. Сравнение показателей ОКБ и ТКБ позволяет установить причину ухудшения качества воды, используемой населением: за счет недостаточно эффективной работы водоочистных сооружений или из-за нарушений при эксплуатации распределительной сети.

Качество водопроводной воды в/ч 77360-Г соответствует нормам СанПиН. За весь исследуемый период не было выявлено превышения микробиологических показателей, что демонстрирует хорошее качество очистки питьевой воды и обусловлено воздействием активного хлора на микроорганизмы, способные оказаться в питьевой воде.

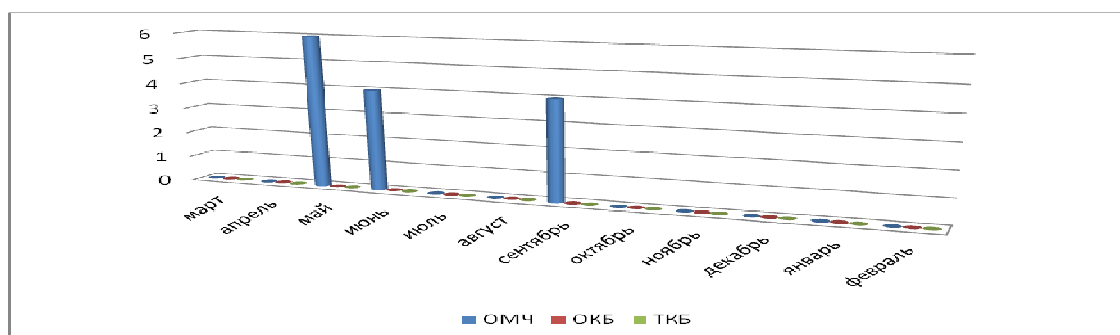


Рисунок 3 – Качество воды в/ч 77360-Г г. Заозерск в марте 2015 г. – феврале 2016 г.

Статистический и сравнительный анализ данных по микробиологическим показателям питьевой водопроводной воды и распространению острых кишечных инфекций среди военнослужащих в в/ч расположенных в п. Печенга, п. Спутник, г. Заозерск, выявил следующее (табл. 1).

Таблица 1 – Пробы водопроводной питьевой воды, несоответствующие нормам в 2013 году

Место отбора проб	Дата	Результаты исследований	
		ОМЧ	ОКБ
Печенга	05.2013	10	9
	06.2013	56	18
	09.2013	15	3
	10.2013	7	1
Спутник	06.2013	14	3,3
	10.2013	37	10
Заозерск	09.2013	12	4,33
	10.2013	0	2

В войсковых частях наблюдается несоответствие качества воды ее гигиеническим нормативам. Больше несоответствующих СанПиН по качеству проб было выявлено в п. Печенга (4 пробы, несоответствующие по показателям ОМЧ и ОКБ). Качество воды отразилось и на распространенности ОКИ, которая была максимальной в п. Печенга (рис. 4) В Спутнике и Заозерске были выявлены по 2 пробы воды несоответствующие нормам по показателям ОКБ, количество регистрируемых случаев ОКИ было соответственно ниже, чем в п. Печенга.



Рисунок 4 – Сведения по заболеваниям ОКИ за 2013 г.

Таблица 2 – Пробы водопроводной питьевой воды, несоответствующие нормам в 2014 году

Место отбора проб	Дата	Результаты исследований	
		ОМЧ	ОКБ
Печенга	05.2014	75	42
	08.2014	36	5
	09.2014	13	2,3
Спутник	05.2014	14	7
	08.2014	44	18
Заозерск	09.2014	8	2,6

Таблица 3 – Пробы водопроводной питьевой воды, несоответствующие нормам в 2015 году

Место отбора проб	Дата	Результаты исследований	
		ОМЧ	ОКБ
Печенга	05.2015	23	4,3
	08.2015	96	5
	09.2015	0	7
Спутник	08.2015	86	2
	09.2015	88	9
Заозерск	04.2015	38	1,3
	08.2015	54	3

В 2014 и 2015 гг. лидирующую позицию по выявлению недоброкачественной питьевой воды и заболеваниям острыми кишечными инфекциями вновь занимает п. Печенга (рис. 5, 6). Число заболевших ОКИ в 2014 году возросло практически в 3 раза по сравнению с 2013 годом, а в 2015 году по сравнению с 2013 году случаев ОКИ было выше в 2 раза. В Спутнике и Заозерске выявлены единичные случаи кишечных инфекций, результаты определения качества воды дважды не соответствовали требованиям СанПиН.



Рисунок 5 – Сведения по заболеваниям ОКИ за 2014 г.



Рисунок 6 – Сведения по заболеваниям ОКИ за 2015 г.

Динамика указанных показателей за истекшие три года свидетельствует о нестабильном качестве воды централизованного водоснабжения по микробиологическим показателям. Стоит отметить, что наибольшее количество неудовлетворительных проб питьевой водопроводной воды обнаруживается в в/ч дислоцированной в п. Печенга. Плохое микробиологическое качество воды может оказать существенное негативное влияние на здоровье человека, в том числе могут приводить к групповым и вспышечным кишечным инфекционным заболеваниям. Данные факты периодически имеют место на данном объекте.

Выводы. Установлено, что качество водопроводной питьевой воды в военно-морском госпитале не всегда отвечает требованиям СанПиН, что возможно связано с изношенностью водопроводных труб на этом участке и отдаленностью данного объекта от станции.

За исследуемый период дважды было выявлено превышение микробиологических показателей нормам СанПиН, обнаружение ОМЧ и бактерий семейства *Enterobacteriaceae*, что демонстрирует плохое качество очистки питьевой воды и отражает санитарно-техническое состояние и качество эксплуатации водопроводной сети.

Отмечена сезонная изменчивость показателей воды. Качество питьевой воды снижается осенью (во время продолжительных дождей) и заметно ухудшается в период половодья (апрель-май). Наиболее вероятная причина ухудшения качества воды – попадание в источник талых вод и загрязнителей вместе со стоками с поверхности грунта дождевой воды.

Разработаны рекомендации по улучшению качества воды и профилактики острых кишечных инфекций среди личного состава в исследуемых войсковых частях.

Библиографический список

1. Линевич, С. Н. Водные ресурсы, их подготовка и использование в хозяйственно-питьевом водоснабжении. Проблемы и решения. – Новочеркасск : ЮРГТУ, 2005. – 242 с.
2. Craun, G. F. Outbreaks of waterborne disease in the United States, 1971–1978 // Journal American Water Works Association. – 1981. – Vol. 73. – № 7. – P. 360–369.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
4. МУК 4.2.1018-01.4.2 Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды (с изменениями № 1).

Анализ заболеваемости инфекциями, передающимися половым путем, населения Мурманской области с 2010 по 2014 гг.

Быкова А. В., Иванова Е. Г. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: anna.cicumaria@yandex.ru)

Аннотация. В данной работе исследована эпидемиологическая ситуация в Мурманской области по инфекциям, передающимся половым путем. Проведен анализ заболеваемости населения, а также рассмотрена социальная, половая структура больных сифилисом и гонококковой инфекцией. Все данные по Мурманской области анализировались в сочетании и в сравнении с показателями по России.

Abstract. In this report was studied the epidemiological situation of infection, sexually transmitted in the Murmansk region. Analysis of morbidity was conducted and also social, gender and age structure of patients with syphilis and gonococcal infection was examined. All data by Murmansk region were analyzed in combination and comparison with indexes in Russia.

Ключевые слова: инфекции, передающиеся половым путем.

Key words: sexually transmitted infections.

Заболевания, передающиеся половым путем (ЗППП), или инфекции, передаваемые половым путем (ИППП) – под этими терминами понимают инфекционные заболевания, наиболее частым путем заражения, которыми является половой.

Целью настоящей работы является исследование динамики заболеваемости ИППП среди взрослого населения Мурманской области за период с 2010 по 2014 года и сравнение этих данных с общей статистикой по стране.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- сравнить методы диагностики инфекций, передающихся половым путем, и определить наиболее оптимальный и доступный;
- проследить динамику заболеваемости инфекциями, передающимися половым путем и их распространенность среди населения;
- выявить социальную и половую структуру заболевших сифилисом и гонореей в Мурманской области;
- сравнить полученные данные по заболеваниям, передающимся половым путем, с заболеваемостью в Российской Федерации.

Объектом исследования являются жители Мурманской области, у которых обнаружены следующие виды ЗППП: сифилис, уrogenитальный хламидиоз, гонорея, уrogenитальный трихомоноз и уrogenитальный кандидоз.

Данные по статистике заболеваемости предоставлены Мурманским областным центром специализированных видов медицинской помощи.

Рассмотрев методы диагностики ИППП (полимеразная цепная реакция, реакция иммунофлюоресценции, иммуноферментный анализ, культуральный метод), установлено, что наиболее точным и бюджетным является метод полимеразной цепной реакции. Этот метод применим в настоящее время для диагностики всех изучаемых нами инфекций.

Заболеваемость населения сифилисом. Пик заболеваемости сифилисом в Мурманской области приходится на 2010 год. С 2010 по 2012 гг. заболеваемость сифилисом снизилась на 55,9 %, однако с 2012 г. она возросла на 27,5 %. В Российской Федерации наблюдается снижение уровня заболеваемости на 37,2 %. За весь анализируемый период заболеваемость сифилисом в Мурманской области не превышала общероссийские показатели и снизилась на 39,2 %.

Снижение числа больных сифилисом до 2012 г. объясняется применением современных методов лабораторной диагностики, обладающих максимальной результативностью при выявлении инфекции, а также появлением эффективных антибиотиков широкого спектра действия. Однако рост заболеваемости за последние два года свидетельствует о недостаточно проводимых мероприятиях по первичной профилактике инфекции и отсутствием мониторинга за лицами с высоким риском поведения.

Анализ заболеваемости населения сифилисом в Мурманской области показал, что заболевших мужчин больше, чем женщин.

Заболеваемость населения Мурманской области сифилисом в разных социальных группах показала, что наибольшее число заболевших относится к группе неработающих лиц – 49,3 %. В основном к группе риска относятся люди без определенного места жительства, ведущие асоциальный образ жизни и люди, имеющие беспорядочные половые связи.

Заболеваемость населения урогенитальным хламидиозом. Уровень заболеваемости хламидиозом обладает некоторой неоднородностью. С 2010 по 2012 гг. наблюдается увеличение количества заболевших по России на 13,7 % и в Мурманской области – 12,8 %. С 2012 г. уровень заболеваемости снизился на 12,9 % и 12,4 % соответственно. При этом в Мурманской области среди населения сохраняются достаточно высокие показатели заболеваемости по сравнению с российскими.

Неоднородность уровня заболеваемости хламидийной инфекцией может свидетельствовать о проблемах диагностики и своевременной идентификации инфекции, связанные с малым размером микроорганизма. Кроме того, хламидиоз очень часто не вызывает у больного человека никаких жалоб и в большинстве случаев протекает без каких-либо симптомов.

Заболеваемость населения гонококковой инфекцией. Анализ заболеваемости населения гонореей в Мурманской области показал, что количество заболевших снижается на протяжении всего анализируемого периода с 2010 г. по 2014 г. В Мурманской области за весь исследуемый промежуток времени происходит снижение заболеваемости гонококковой инфекцией на 27,5 %, а в Российской Федерации – 32,6 %.

Несмотря на выявленную тенденцию заболеваемости гонореей в Мурманской области к снижению, показатели заболеваемости по-прежнему превышают российские. Регистрируемая заболеваемость гонореей не соответствует фактической, что требует оптимизации работы по активному выявлению заболеваний и ранней диагностике гонококковой инфекции. Снижение уровня заболеваемости гонореей, по всей видимости, происходит из-за неполной регистрации больных различными структурами, которые занимаются оказанием медицинской помощи населению. Важным фактором, влияющим на неполный учет больных, является самолечение, которому способствует свободная продажа антибактериальных лекарственных препаратов. Все перечисленные факты, обусловившие кажущееся снижение уровня заболеваемости гонорейной инфекцией, являются потенциально опасными, так как в дальнейшем они же могут привести к ее резкому подъему.

Гонореей болеют люди любого возраста, пола, расы и социального статуса.

Анализ заболеваемости населения гонореей в разных социальных группах Мурманской области показал, что наибольшее число заболевших относится к группе неработающих лиц – 47,82 %, работающие жители заболевают реже всего на 6,1 %.

Анализ заболеваемости населения гонореей в гендерных группах Мурманской области показал, что мужчин, больных гонореей почти в три раза больше, чем женщин.

Не смотря на то, что женщины болеют гонореей значительно чаще, чем мужчины, выявляемость этой инфекции у них происходит значительно реже.

Это происходит вследствие того, что у большинства инфицированных женщин (почти 50 %) клинические симптомы отсутствуют полностью. В то время как у мужчин, больных гонореей, как правило, появляются субъективные симптомы заболевания, вынуждающие их обратиться за медицинской помощью. Всего лишь 1 из 60 мужчин, больных гонореей, не отмечает никаких симптомов. Рост заболеваемости у лиц обоего пола идет параллельно общему подъему заболеваемости гонореей.

Заболеваемость населения урогенитальным трихомонозом. Показатели заболеваемости трихомонозом по России снижаются к 2012 г. на 18,6 %, при этом в 2013 и 2014 гг. наблюдается обратная ситуация и рост количества заболевших на 9,8 %. В Мурманской области сохраняются высокие значения по сравнению с общероссийскими, с 2011 г. уровень заболеваемости увеличился на 8,5 %.

Показатели характеризуются нестабильностью вследствие того, что инфекция может не вызывать симптомов и субъективных ощущений, а поэтому выявляется поздно, в хронической форме, в связи с этим больные склонны заниматься самолечением и зачастую обращаются в стационары в крайних случаях при осложнениях от инфекции.

Заболеваемость населения урогенитальным кандидозом. Уровень заболеваемости урогенитальным кандидозом сохраняет тенденцию к увеличению. С 2010 по 2014 гг. в Мурманской области отмечается увеличение заболеваемости на 16,1 %, по Российской Федерации на 17,6 %. По Мурманской области показатели заболеваемости урогенитальным кандидозом не превышают российские.

Одной из причин повышения количества заболевших урогенитальным кандидозом может выступать низкий иммунитет населения в связи с употреблением антибиотиков, способствующих развитию заболеваний и инфекций, вызванных условно-патогенной микрофлорой. Появление урогенитального кандидоза может быть также вызвано нарушениями обмена веществ при приеме гормональных препаратов, антидепрессантов или заболеваниях эндокринной системы.

В целом заболеваемость ИППП в Мурманской области и по России в период с 2010 по 2014 гг. сохраняет тенденцию к снижению по сравнению с предыдущими годами. При сниженных показателях заболеваемости в Мурманской области сифилисом и урогенитальным трихомонозом по сравне-

нию с общероссийскими показателями, уровень заболевших гонококковой инфекцией, хламидиозом и урогенитальным кандидозом остается высоким.

По результатам нашего исследования можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее точным, универсальным, быстрым, эффективным в сочетании с высокими показателями чувствительности и специфичности, а также доступным по цене является метод полимеразной цепной реакции.

2. Наблюдается положительная динамика снижения заболеваемости населения Мурманской области сифилисом на 27,5 % и хламидиозом на 12,4 %. Выявлен рост показателей заболеваемости трихомонозом на 8,5 % и урогенитальным кандидозом на 16,1 %.

3. Мужчины составляют 57,9 % от общего числа больных сифилисом. По социальному статусу 49,3 % заболевших сифилисом – неработающие, 44,2 % – работающие и 5,8 % – учащиеся.

4. Гонорея регистрируется у мужчин в три раза чаще, чем у женщин. Среди больных гонореей 47,8 % составляют работающие жители, 44,9 % приходится на неработающее население и 6,6 % – учащихся и студентов.

5. Показатели заболеваемости сифилисом и трихомонозом в Мурманской области ниже, чем в Российской Федерации. Уровень заболеваемости гонококковой инфекцией, хламидиозом и урогенитальным кандидозом превышает общероссийские показатели.

Здоровьесбережение и факторы риска

Ключко Е. В.¹, Печко О. В.², Кривенко О. Г.¹

¹(г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: madamkeyko@mail.ru).

²(г. Мурманск, ГООАУ ДПО "МОЦПК СЗ", e-mail: olga_joy@list.ru).

Аннотация. В работе представлены данные исследования отношения учащихся ММРК им. И. И. Месяцева к различным аспектам здорового образа жизни. Полученные данные показывают, что большинство учащихся не ведут здоровый образ, не понимают собственной ответственности за свое здоровье.

Abstract. This paper shows data gathered from research that was carried out among students of the Mesiatsev Murmansk Marine Fishing College and shows their attitude to different aspects of a healthy lifestyle. The findings indicate that most of students are keeping unhealthy lifestyle and do not realize own responsibility for their health.

Ключевые слова: здоровье, здоровьесберегающее поведение, здоровый образ жизни.

Key words: health, health-protecting behavior, healthy way of life.

Состояние здоровья людей зависит на 49–53 % от образа жизни, всё остальное приходится на генетические факторы, состояние окружающей среды и здравоохранения.

Главным фактором здоровья выступает поведение, направленное на его сбережение и укрепление. Данная категория включает: культуру планирования семьи; физкультуру, спорт, культуру питания, труда и отдыха; психогигиеническую, духовную культуру, культуру воспитания у детей и молодёжи здорового образа жизни как ценности личности.

В настоящее время выделяют факторы, способные влиять на состояние здоровья человека, причём они могут быть как положительные, так и отрицательные (таблица 1).

Таблица 1 – Факторы, влияющие на состояние здоровья человека.

Составляющие здоровья	Факторы, положительно влияющие на здоровье	Факторы, отрицательно и положительно влияющие на здоровье	Факторы, отрицательно влияющие на здоровье
Физическое	Профилактическая активность населения	Средства массовой информации	Гиподинамия, гиперактивность
Психическое			Алкоголь, табакокурение, наркотики

Окончание таблицы 1

Составляющие здоровья	Факторы, положительно влияющие на здоровье	Факторы, отрицательно и положительно влияющие на здоровье	Факторы, отрицательно влияющие на здоровье
Репродуктивное	Профилактическая активность населения	Средства массовой информации	Ранние половые связи, аборты, заболевания
Социальное			Безработица, низкий прожиточный минимум
Духовно-нравственное			Неблагополучная семья, отсутствие идеологии

Впервые в ст. 27 ФЗ № 323 от 21.11.2011 "Об основах охраны здоровья граждан в РФ" забота о здоровье возложена не только на органы здравоохранения, но и на самого гражданина. Забота о здоровье, его укреплении должна стать ценностным мотивом, формирующим, регулирующим и контролирующим образ жизни человека.

Здоровьесберегающее поведение определяют как систему действий, направленных на формирование и сохранение здоровья, снижение заболеваемости и увеличение продолжительности жизни – это когда мы хотим и можем:

- вести активную физическую, социальную и духовную жизнь;
- избегать вредных привычек (алкоголизма, курения, приема наркотиков, гиподинамии, неправильного питания и т. д.);
- контролировать свои негативные проявления и эмоции и не допускать их переход в хронические заболевания (избегать агрессии и депрессии);
- питаться рационально и только здоровой пищей;
- своевременно контролировать состояние своего здоровья и обращаться за медицинской помощью [1].

На кафедре "Микробиология и биохимия" совместно с ГООАУ ДПО "Мурманский областной центр повышения квалификации специалистов здравоохранения" проводился анкетированный опрос учащихся 1 курса Колледжа им. И. И. Месяцева.

Отношение к здоровому образу жизни (физическая активность, соблюдение режима труда и отдыха, правильное питание, отношение к вредным привычкам, наличие хронических заболеваний) высказали 263 учащихся (средний возраст 16 лет).

В результате исследования было выявлено, что 193 человека регулярно посещают спортивный или тренажерный залы. 70 человек не занимаются спортом. 87 человек сочетают занятия спортом с вредными привычками.

128 человек указали на отсутствие вредных привычек, 17 – отказались ответить на данный вопрос.

Всего вредные привычки имеют 118 человек. При этом 26 учащихся указали на то, что пробовали наркотические вещества. По анкетным данным один употребляет их постоянно.

45 учащихся из 263 соблюдают режим труда и отдыха.

72 человека считают, что питаются правильно, 115 – имеют неправильное питание, 36 человек не ответили на этот вопрос.

77 учащихся отметили наличие хронических заболеваний (в основном болезни ЖКТ и ЛОР органов).

На вопрос: "Ведете ли вы здоровый образ жизни?" – 175 человек ответили отрицательно.

Таким образом, нами выявлено, что из числа опрошенных только 33,4 % учащихся ведут здоровый образ жизни. Соблюдают режим труда и отдыха всего 17 %, питаются правильно 27,4 % учащихся.

29,3 % опрошенных отметили наличие хронических заболеваний. 44,9 % учащихся имеют вредные привычки.

Проведённое нами исследование показало, что большая часть учащихся 1 курса ММРК им. И. И. Месяцева не ведут здоровый образ жизни, не знают его компонентов. Ответы на поставленные вопросы показывают, что учащиеся не понимают важности здоровьесберегающего поведения, не определяют связь между своим образом жизни и здоровьем.

В связи с этим считаем необходимым усилить работу среди учащихся по формированию мотиваций к здоровому образу жизни, понимания собственной ответственности за свое здоровье.

Библиографический список

1. Викторов, Д. В., Мельникова О. В. Здоровьесбережение и анализ факторов риска студентов // Вестник ЮУрГУ. Сер. Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2012. – № 8. – С. 267–268.

2. Назарова, Е. Н., Жиллов Ю. Д. Основы здорового образа жизни : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. – М. : Изд. центр "Академия", 2013. – 256 с.

3. Татарова, С. Ю. Татаров В. Б. Актуальные вопросы здорового образа жизни студенческой молодежи // Потенциал современной науки. – 2016. – № 1. – (18). – С. 135–137.

Проблема отношения к здоровью обучающихся и преподавателей

Кляблина С. П.¹, Михнюк О. В.²

¹(г. Мурманск, ГООАУ ДПО "МОЦПК СЗ", e-mail: sklyablina@mail.ru);

²(г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет, кафедра микробиологии и биохимии).

Аннотация. Рассмотрено отношение к здоровью преподавателей и обучающихся медицинских и биологических отделений и факультетов учебных заведений. Описана общая направленность представлений о природе и причинах здоровья, на основании которых можно предположить, какого направления по здоровьесбережению участники опроса будут придерживаться.

Abstract. We consider an attitude towards health expressed by teachers and students of medical and biological departments and faculties of educational institutions. We describe the general direction of ideas about the nature and causes of the health upon which it is possible to predict the preferable type of health protection of the survey participants.

Ключевые слова: здоровье, концепция здоровья, здоровьесбережение, обучающиеся, преподаватели.

Key words: health, concept of health, health protection, students, teachers.

Здоровье среди жизненных ценностей человека всегда занимало и занимает ведущее место. Здоровье – это непереносимое условие счастья человека, а потому оно является, прежде всего, делом и заботой каждого. Говоря об укреплении здоровья, следует четко представлять, какова сущность этого понятия. Понятие "Здоровье", на первый взгляд, представляется простым и ясным. Здоровый человек вообще не задумывается над смыслом этого состояния. Не случайно Ф. Энгельс в своё время сделал очень простое определение здоровья: "Здоровье – это то, о чём мы вспоминаем, когда его нет". На самом деле – это одна из важнейших категорий человеческого бытия [1]. "Сохранение и укрепление здоровья населения Российской Федерации возможно лишь при условии формирования приоритета здоровья в системе социальных и духовных ценностей российского общества путем создания у населения экономической и социокультурной мотивации быть здоровым и обеспечения государством правовых, экономических, организационных и инфраструктурных условий для ведения здорового образа жизни" [2].

В качестве одного из основных компонентов системы формирования ценностного отношения к здоровью выступает содержание образования.

Процесс формирования ценности здоровья обусловлен многофакторными воздействиями, не последнюю роль в них играют знания о самом здоровье, о его роли и месте в жизни.

Цель исследования: выявить общую направленность представлений преподавателей и обучающихся о природе и причинах здоровья.

Объект исследования: участники образовательного процесса. Выборка была сформирована случайным образом, в нее были включены преподаватели и обучающиеся медицинских и биологических отделений и факультетов учебных заведений.

Предмет исследования: отношение к здоровью преподавателей и обучающихся.

Для анализа и описания общей направленности представлений о природе и причинах здоровья использовались результаты описательной статистики данных, полученных с помощью опросника.

Субъективные представления о сущности здоровья и факторах, на него влияющих, исследовались по методике Д. Сириес и В. Гавидия. Опросник содержит два блока утверждений о причинах (Б) и природе здоровья (А). Из предложенных утверждений требовалось выбрать по три из каждого блока и расставить по мере важности для тестируемого. Далее производился алгебраический расчет и находится точка с соответствующими координатами (рис. 1), указывающая на особенности индивидуальной концепции здоровья [3].

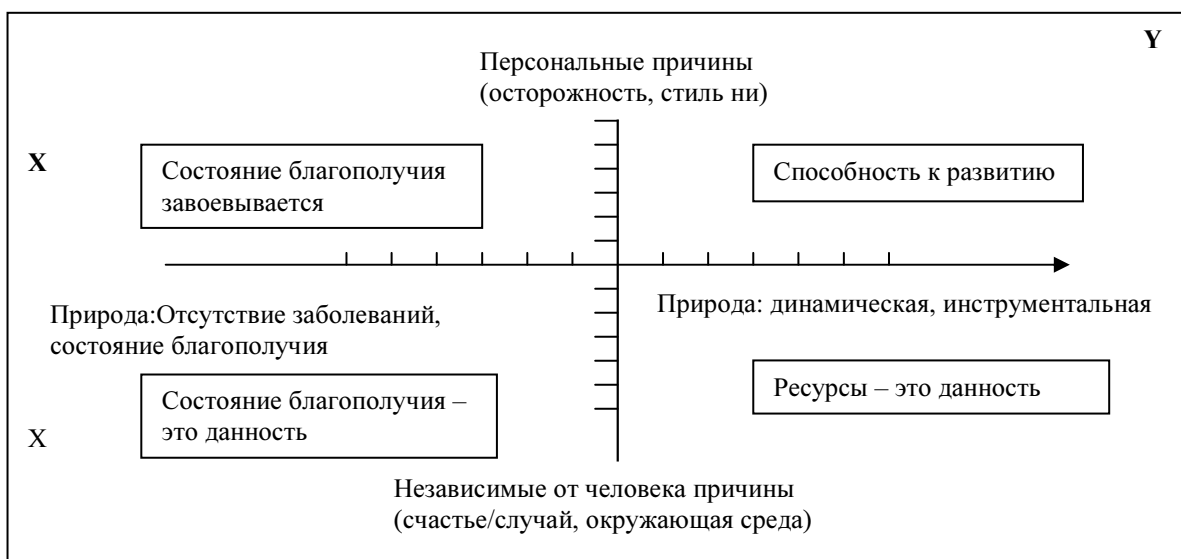


Рисунок 1 – Графическая модель концепции здоровья

Соответственно индивидуальные концепции здоровья согласно Д. Сиерес, В. Гавидия описываются следующим образом:

1. Левый нижний квадрат. Здоровье – отсутствие болезней и обладание идеальным состоянием благополучия в зависимости от хорошей физической конституции или рождения в определенном месте. Все выдвигаемые индикаторы здоровья от человека не зависят. Акцент делается на физическое здоровье. Тенденция: "Обладание хорошим здоровьем подобно счастью. Здоровье есть отсутствие заболеваний".

2. Левый верхний квадрат. Здоровье – отсутствие болезней и обладание идеальным состоянием благополучия, но причины изменения состояния здоровья зависят от поведения самого человека. Если он выполняет гигиенические предписания, делает прививки, ухаживает за зубами и т. д., его здоровье улучшается. Здесь принимаются во внимание психические и ментальные составляющие (то, что думает человек о своем здоровье). Тенденция: "Здоровье, как состояние благополучия, завоевывается, т. е. зависит от поведения человека".

3. Правый нижний квадрат. Здоровье – нечто динамическое, балансируемое (т. е. процесс), инструментально измеряемое, и может быть использовано для измерения качества жизни. Однако ресурсы здоровья определены при рождении, человек имеет счастье (или несчастье) быть рожденным в определенной культуре, в определенных географических и экологических условиях. Окружающая среда присутствует как постоянный фактор. Индивидуальное здоровье исходит не от самого человека, а извне, из "системы". Тенденция: "Баланс данных конкретных ресурсов". Данную концепцию можно с полным правом назвать экологической.

4. Правый верхний квадрат. Здоровье – способность к развитию. Эта тенденция представляет здоровье как динамический процесс, состоящий из серии мер, которые совершенствуются и развиваются при их использовании. Поведение – наиболее важная составляющая в этой тенденции [3].

Для анализа результатов все тестируемые были разделены на группы: группа 1 – обучающиеся по направлению "Биология", группа 2 – обучающиеся на циклах повышения квалификации и получающие профессиональную подготовку по профилю медицинский работник, группа 3 – преподаватели.

Для интерпретации результатов используется процедура контент-анализа – при анализе представлений о природе здоровья и причинах здоровья в качестве смысловых единиц элементов содержания рассматриваются утверждения, а также определяется частотность их встречаемости.

Результаты контент-анализа показывают, что из утверждений блока А группа 1 отдаёт предпочтение следующим:

- "Быть здоровым – значит не быть больным";
- "Быть здоровым – значит иметь хороший психический баланс".

Группа 2 демонстрирует следующие результаты:

- "Быть здоровым – значит уметь приспосабливаться к обстоятельствам и быть вовлечённым в атмосферу окружающей жизни";
- "Быть здоровым – значит делать то, что нам нравится, потому что мы ощущаем".

Представителей группы 3 характеризуют следующие высказывания:

- "Быть здоровым – значит уметь приспосабливаться к обстоятельствам и быть вовлечённым в атмосферу окружающей жизни";
- "Быть здоровым – значит не быть больным".

При анализе утверждений блока Б выяснилось, что для представителей группы 1 наиболее предпочтительными являются высказывания:

- "Мы здоровы, потому что придерживаемся определенного стиля жизни";
- "Быть здоровым – значит иметь хорошие условия жизни (дом, окружающая среда) и работы (заработная плата, связи, график работы и др.)".

Группа 2 делает свой выбор в пользу следующих утверждений:

- "Быть здоровым – значит иметь хорошие условия жизни (дом, окружающая среда) и работы (заработная плата, связи, график работы и др.)";
- "Здоровье – это определенные ограничения и воздержание от таких вещей как табак, алкоголь и др."

Опрошенные из группы 3 приоритетным указывают следующее утверждение:

- "Мы здоровы, потому что придерживаемся определенного стиля жизни".

Все полученные данные подверглись ранжированию в соответствии с наиболее часто встречающимися утверждениями о природе здоровья и причинах здоровья (таблица 1).

Таблица 1 – Ранжирование утверждений

Утверждения	Ранг
Быть здоровым – значит не быть больным	1
Быть здоровым – значит иметь хороший психический баланс.	2
Быть здоровым – значит уметь приспосабливаться к обстоятельствам и быть вовлечённым в атмосферу окружающей жизни	3

При обработке и интерпретации также проанализировано количество ответов респондентов, отражающих интернальный и экстернальный локус здоровья (зависит / не зависит от усилий человека) (рис. 2).

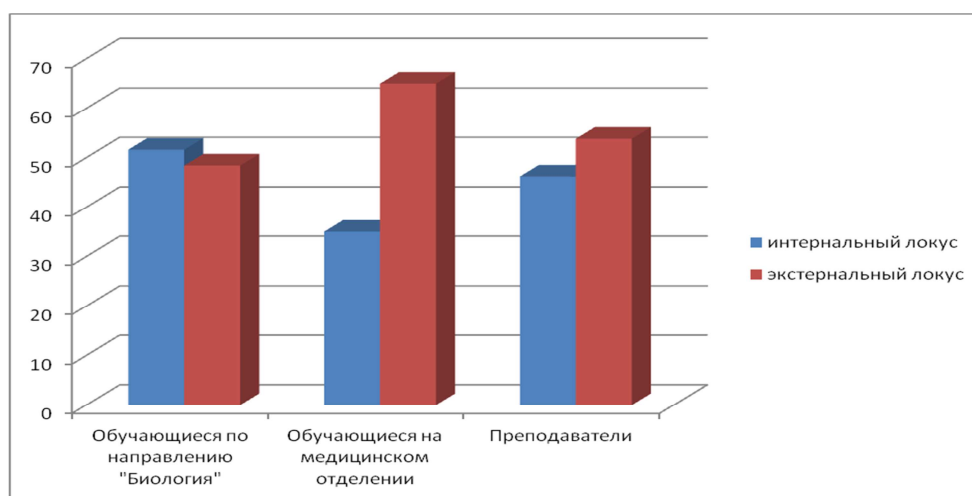


Рисунок 2 – Локус здоровья

Представителей группы 2 характеризует значительное преобладание экстернального локуса над интернальным (65 % и 35 % соответственно), что свидетельствует о пассивном восприятии собственного здоровья. Респонденты из группы 1 демонстрируют обратные результаты (51,6 % интернального локуса и 48,4 % экстернального локуса). У представителей группы 3 это соотношение несколько более сглажено (46,2 % в пользу статичной характеристики и 53,8 % в пользу балансирующей).

Общая картина индивидуальной концепции здоровья следующая (рис. 3).

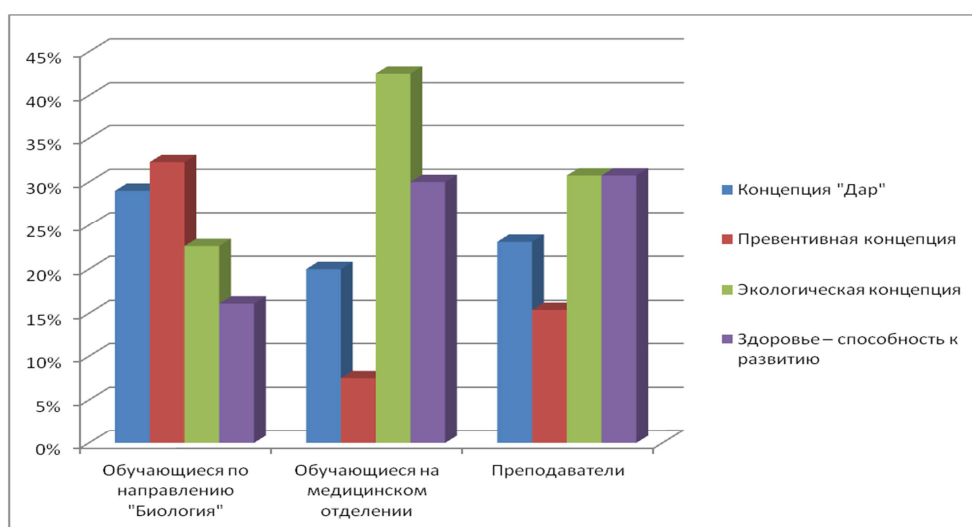


Рисунок 3 – Общая картина индивидуальной концепции здоровья

Обучающимся на медицинском отделении в большей степени свойственна приверженность экологической концепции (42,5 %) в сочетании с крайне низким уровнем превентивной концепции (7,5 %). Для обучающихся на биологическом отделении характерно восприятие здоровья с позиций превентивной концепции (32,28 %), что свидетельствует о большей заинтересованности в достижении физического и психологического благополучия. Восприятие здоровья как способности к развитию для этой группы наименее характерно (16,10 %). Среди опрошенных преподавателей наблюдается сочетание экологической концепции (30,76 %) с концепцией развития (30,76 %). Наименьшее число опрошенных придерживается превентивной концепции (15,38 %).

Результаты исследования показывают неоднородность восприятия концепции здоровья у разных групп респондентов. Так, обучающимся на медицинском отделении в большей степени свойственна приверженность экологической концепции. Для обучающихся на биологическом отделении характерно восприятие здоровья с позиций превентивной концепции, что свидетельствует о большей заинтересованности в достижении физического и психологического благополучия. Среди опрошенных преподавателей наблюдается сочетание экологической концепции с концепцией развития. При этом обращает на себя внимание тот факт, что у респондентов более старшего возраста (по сравнению со студентами биологического факультета) отмечается рост приверженности к концепции развития, что может свидетельствовать о росте самосознания и более ответственном отношении к вопросам здоровьесбережения.

Библиографический список

1. Понятие здоровья человека : URL : <http://biofile.ru/bio/6463.html> (дата обращения 24.03.2016).
2. Государственная программа развития здравоохранения Российской Федерации // Министерство здравоохранения Российской Федерации : сайт. URL : <https://www.rosminzdrav.ru/news/2014/01/30/1686-gosudarstvennaya-programma-razvitiya-zdravoohraneniya-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения 24.03.2016).
3. Преемственность формирования культуры здоровья учащихся в образовательной среде региона : коллективная монография / науч. ред. Р. В. Рожнов. – Пенза : Информационно-издательский центр ПГУ, 2006. – 104 с.

Структурно-функциональная характеристика бактериоценоза активного ила локального очистного сооружения, действующего в условиях Арктического региона

Крамаренко Е. В.¹, Макаревич Е. В.², Ильинский В. В.³

^{1,2}(г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: kramarenkoev@mstu.edu.ru)

³(г. Москва, ФГБОУ ВО "Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова")

Аннотация. Проведено исследование количественного и качественного состава бактериоценоза активного ила, трансформирующего органические вещества сточных вод локального очистного сооружения. Результаты исследований позволили выявить и определить численность физиологических групп микроорганизмов, принимающих участие в очистке бытовых сточных вод, а также оценить эффективность работы локального очистного сооружения в условиях региона Арктического.

Abstraction: The researched of quantification and identification analyses of the activated sludge bacteriocenosis, that transforming the organic matter of the local wastewater treatment plant. The results allowed to identifying and determining the bacterial count of physiological groups of microorganisms that treatment of domestic sewage. And estimate efficiency of local wastewater treatment plant in the Arctic region.

Ключевые слова: Арктический регион, активный ил, бактериоценоз, гидрохимия, аммонификаторы, нитрификаторы, биофлокулянты.

Key words: Arctic region, activated sludge, bacteriocenosis, hydrochemistry, ammonifier, nitrate bacteria, bioflocculant.

Повсеместное внедрение индивидуальных очистных сооружений, обеспечивающих очистку бытовых сточных вод, частично решает проблемы канализационных стоков, идущих от отдельно стоящих домов или частных жилых секторов. Однако, контроль над эксплуатацией, эффективностью и безопасностью работы локальных очистных сооружений (ЛОС) не имеют нормативной базы и не согласуются с органами по регулированию использования природных ресурсов. В зависимости от локализации и условий выпуска очищенных стоков, вода, содержащая высокие концентрации биогенов, может служить либо удобрением для почвы, либо причиной эвтрофирования водоемов. Регулирование и нормирование размещения ЛОС, а также показателей эффективности их работы являются одними из важнейших природоохранных задач, решение которых позволит снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду.

ЛОС представляют собой станции индивидуальной очистки сточных вод, в основе которой лежит биологический метод очистки.

При биологической очистке сточные воды подвергаются работе живых микроорганизмов, участвующих в деструкции и трансформации загрязняющих веществ органической и минеральной природы. Наиболее популярным является "метод активированного ила", представляющий собой искусственно выращиваемый биоценоз организмов, развивающихся в аэробных условиях на органических веществах антропогенно загрязненных вод, населенный гелепродуцирующими бактериями гетеротрофами, простейшими, многоклеточными животными [1].

Актуальность работы определяется необходимостью изучения свойств активного ила локальных очистных сооружений, его способности максимально полно очищать бытовые сточные воды в условиях Крайнего Севера.

Цель нашего исследования – изучение структуры и функционирования бактериоценоза активного ила ЛОС ТОПАС-5 от ГК "ТОПОЛ-ЭКО" в определенных физико-химических условиях среды обитания, а также установление полноты процесса очистки сточной воды на очистном сооружении. В ходе изучения был проведен анализ активного ила и сточной воды до и после очистки ЛОС ТОПАС-5, работающей в условиях Арктического региона.

Характер поступающих на очистное сооружение стоков – хозяйственно-бытовой. Станцией предусмотрена механическая и биологическая очистка сточных вод с помощью аэротенка. В сточных водах оценивались физико-химические показатели в соответствии с действующей нормативно-технической документацией: температура, рН, прозрачность очищенной воды, содержание биогенных форм азота, фосфора и БПК₅.

Количество бактерий функциональных групп, участвующих в трансформации органических веществ и биогенных форм азота определяли методом посева в питательные среды [2–4]. Измерение сахаролитической активности бактериоценоза активного ила проводили на средах Гисса с сахарами [4]. Также проводился санитарно-гигиенический анализ сточной воды до и после очистки по общепринятым действующим нормативным документам.

Бытовые сточные воды большей части содержат углеводы, азотсодержащие соединения, жиры, детергенты и небольшое количество других веществ. Из неорганических соединений наиболее значимыми являются соединения аммония, нитраты, фосфаты [5]. Физико-химические условия среды обитания бактериоценоза активного ила определяют характер протекаю-

щих в аэротенке биохимических процессов. Результаты оценки данных параметров сточной воды ЛОС ТОПАС-5 приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели сточной воды до и после очистки активным илом ЛОС ТОПАС-5

Сточная вода	T, °C	pH	прозрачность, см	БПК ₅ , мг/л	Аммоний, мг/л	Нитриты, мг/л	Нитраты, мг/л	Фосфаты, мг/л
до очистки	+15 ± 2	7,0 ± 0,2	4	65,4 ± 2,2	67 ± 3,1	0,44 ± 0,1	3,02 ± 0,5	40 ± 5,6
после очистки	+10	7,0 ± 0,1	6	19,6 ± 3,5	56 ± 3,4	0,3 ± 0,1	5,78 ± 1,2	96 ± 4,1

Водородный показатель сточных вод до и после очистки остался практически на одном уровне и составил 7,0. Температура воды в аэротенке составила +10° С, что ниже оптимальной на 6–13° С. Такое понижение приводит к замедлению процессов биологической очистки, вследствие снижения интенсивности обмена веществ бактерий активного ила и уменьшения эффективности процесса механического отстаивания. Однако было отмечено, что активный ил исследуемого объекта при снижении температуры на (5 ± 2)° С, в целом, сохранял трансформирующую способность.

Бытовые сточные воды, поступающие на очистку, по величине БПК₅ (65,4 мг/л) можно оценить как высокоразбавленные, а нагрузку на активный ил как низкую. Однако низкая нагрузка еще не означает, что все поступившие загрязняющие вещества будут изъяты активным илом. При полной биологической очистке сточных вод количество загрязняющих веществ в очищенной воде составляет 12–20 мг/л по БПК_{полн.} [6]. Снижение БПК₅ в 3 раза свидетельствует об эффективности очистки воды в результате протекающих окислительных процессов, а значение 19,6 мг/л по БПК₅ очищенной сточной воды позволяет говорить о полной биологической очистке бытовых стоков.

Биодеградация органических веществ сопровождается изменением концентрации минеральных форм азота (аммония, нитритов и нитратов) и фосфора (фосфаты). Высокое содержание солей аммония до очистки (67 мг/л) и после (56 мг/л), а также незначительное их снижение (17 %) может свидетельствовать как об интенсивно протекающих процессах аммонификации, так и о гетеротрофной денитрификации.

Повышение после очистки нитратов на 91 % говорит об активно протекающих окислительных реакциях и высокой степени очистки с нитрификацией аммонийного N, несмотря на сохраняющиеся высокие значения NH₄⁺ [7].

В процессе биотрансформации загрязняющих веществ наблюдалось также увеличение концентрации ортофосфатов в 2,5 раза. Отмеченный уровень фосфатов после очистки (96 мг/л), в сотни раз превышающий ПДК для водоемов, может указывать на недостаточное развитие бактерий активного ила, способных депонировать растворенные соединения фосфора (в частности, нитрификаторов). Замедление прироста микробной биомассы обуславливается смещением оптимального соотношения С:Р за счет низкой нагрузки на бактериоценоз очистных сооружений [7].

Таблица 2 – Микроорганизмы цикла превращения азота

Физиологическая группа	Численность
Аммонификаторы белков, КОЕ/мл	10^6
Аммонификаторы мочевины, КОЕ/мл	10^1
Гетеротрофные нитрификаторы, КОЕ/мл	$3 \cdot 10^7$
Автотрофные нитрификаторы, КОЕ/мл	10^1

Исследования структуры микробиологического сообщества активного ила (табл. 2) показали наличие аммонифицирующих бактерий в количестве 10^6 КОЕ/мл. Следует отметить, что группа аммонификаторов белков на 5 порядков превосходила аммонификаторов мочевины. Интенсивное развитие микроорганизмов данной физиологической группы закономерно приводит к снижению БПК₅ в очищенной воде.

Присутствие в воде органических соединений угнетает развитие некоторых представителей бактериоценоза активного ила, поэтому дальнейшие процессы окисления продуктов распада, в частности, нитрификация, начинаются лишь после окисления углеродсодержащих органических веществ, когда создаются благоприятные условия для протекания нитрификации.

Гетеротрофные нитрифицирующие бактерии присутствовали в активном иле, в целом, на довольно высоком уровне – $3 \cdot 10^6$ КОЕ/мл (табл. 2). Малое количество автотрофных нитрификаторов при этом, может объясняться достаточной концентрацией органического азота для развития гетеротрофов, основных представителей активного ила.

Поскольку бытовые сточные воды большей части содержат углеводы, было выявлено в ходе исследования, что бактерии ила обладали высокой активностью в отношении моно- и олигосахаров.

Отрицательные изменения в составе и режимах очистки сточных вод неизбежно приводят к ряду проблем, немаловажными из которых являются измельчение хлопьев активного ила и падение прозрачности воды. Прозрачность зависит от глубины окисления загрязняющих веществ, наличия в воде

мелких, не оседающих за 2 часа хлопьев активного ила и одиночных бактерий [1, 7]. В данном случае, прозрачность коррелирует с высоким уровнем фосфатов, вызванным выносом взвешенных веществ при голодании и лизисе клеток.

По окончании биологической очистки прозрачность очищенной воды должна составлять не менее 12 см [1, 7]. При отстаивании иловой взвеси с аэротенка ЛОС ТОПАС-5 показатель прозрачности составил 6 см, что свидетельствует о наличии в ней большого количества мелких взвешенных веществ, не оседающих хлопьев активного ила и диспергированных бактерий, вследствие нарушения флокуляционных и седиментационных свойств активного ила. В ходе анализа активного ила была определена доза ила по объему в определенные временные отрезки и построена кривая, отражающая динамику оседания активного ила (рис. 1).

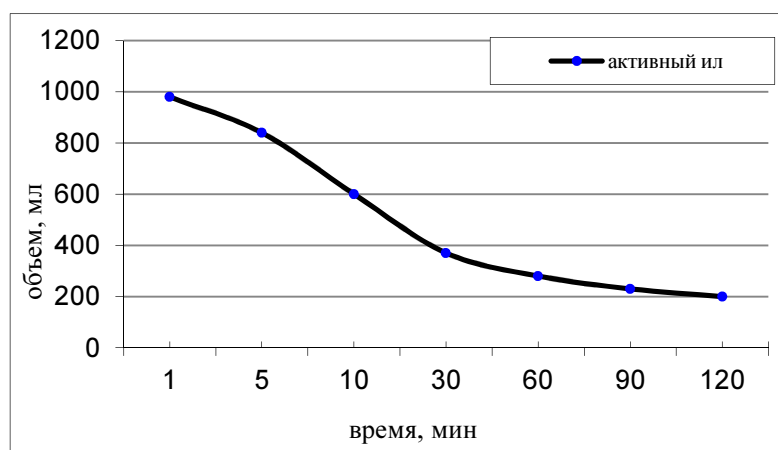


Рисунок 1 – Динамика оседания активного ила

В начале измерения наблюдалось быстрое осаждение крупных частиц и хлопьев самого ила. Скорость оседания мелкодисперсных частиц и свободноплавающих бактерий установилась лишь после двухчасового оседания. Снижение способности активного ила к флокуляции приводит к появлению в очищенной воде значительного количества санитарно-показательных микроорганизмов. Результаты санитарного исследования воды показаны в табл. 3.

Так санитарно-гигиенический анализ стоков, выявил присутствие условно-патогенных бактерий семейства *Enterobacteriaceae* (рода *Escherichia*, *Citrobacter*, *Pseudomonas*), наличие которых после биологической очистки свидетельствует о благоприятных биологических факторах для их развития. Обычно, численность *Salmonella*, *Shigella* и *E. coli* в очищенной воде на 90–99 % ниже, чем в воде, поступающей на очистку [5].

Таблица 3 – Санитарные показатели сточной воды

Сточная вода	КМАФАнМ, КОЕ/мл	Бактерии р. <i>Escherichia</i> , коли-индекс	Бактерии р. <i>Citrobacter</i> , КОЕ/мл	Бактерии р. <i>Pseudomonas</i> , КОЕ/мл
до очистки	$3 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^5$	$2,5 \cdot 10^3$	$3,4 \cdot 10^5$
после очистки	$6 \cdot 10^6$	$2,4 \cdot 10^4$	$1,4 \cdot 10^1$	$1,8 \cdot 10^3$

Таким образом, было установлено, что нагрузка на активный ил ЛОС ТОПАС-5 была низкой, вследствие чего флокулирующая способность была снижена, что привело к ухудшению качества очистки воды, повышению ее мутности, появлению условно-патогенных микроорганизмов и повышению содержания фосфатов. Однако в целом степень очистки бытовых стоков от органических загрязнителей можно охарактеризовать как полную с частичной нитрификацией. Повысить степень очистки сточных вод можно внедрением в очистную систему механизмов доочистки, повысив способность ила к оседанию. В качестве перспективы дальнейших исследований представляется целесообразным выделение бактерий активного ила способных к биофлокуляции внеклеточными полимерами, ведущих себя некой связывающей площадкой.

Библиографический список

1. Жмур, Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М. : АКВАРОС, 2003. – 512 с.
2. Практическая гидробиология. Пресноводные экосистемы : учебник для студ. биол. спец. университетов / Под ред. В. Д. Федорова. М. : Изд-во "ПИМ", 2006. – 367 с.
3. Кузнецов, С. И. Методы изучения водных микроорганизмов. – М. : Наука, 1989. – 288 с.
4. Теппер, Е. З. Практикум по микробиологии. – М. : Колос, 1979. – 216 с.
5. Нетрусов, А. И. Экология микроорганизмов : учебник для студ. вузов. – М. : Изд. центр Академия, 2004. – 272 с.
6. Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вызов. – М. : АСВ, 2006. – 704 с.
7. Рекомендации по проведению гидробиологического контроля на сооружениях биологической очистки с аэротенками : методическое пособие / Подг. М. В. Деминой. – Пермь : Пермский ГТУ, 2004. – 53 с.

Некоторые показатели здорового образа жизни курсантов Морского института и колледжа им. И. И. Месяцева МГТУ

Кривенко О. Г. , Ключко Е. В. (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: 117559@mail.ru, madamkeyko@mail.ru*)

Аннотация. В работе представлены данные исследования показателей ЗОЖ (физическая активность, вредные привычки, рациональное питание, режим труда и отдыха) курсантов Морского института и колледжа МГТУ. Полученные результаты показывают, что большинство курсантов понимают необходимость здорового образа жизни, но не имеют четкого представления о зависимости собственного здоровья от своего поведения и образа жизни в целом.

Abstract. This article represents research data of different healthy lifestyle indices (physical activity, bad habits, balanced diet, work-rest regime) gathered from cadets of MSTU Marine Institute and MSTU College. The results show that majority of cadets understand necessity of healthy lifestyle, but don't have clear understanding how own health depends on their behavior and lifestyle in general.

Ключевые слова: вредные привычки, исследование, университет.

Key words: bad habits, investigation, University.

Будущее молодого человека во многом зависит от того насколько успешно удастся сформировать и закрепить в его сознании навыки здорового образа жизни (ЗОЖ). Сохранение и развитие здоровья студентов, воспитание у них культуры здорового образа жизни в настоящее время имеет приоритетное значение.

Перед Высшей школой стоят задачи не только формирования и воспитания компетентного специалиста, но и полноценного, здорового человека.

Основные риски для здоровья в молодом возрасте известны – это: алкоголь, употребление наркотиков, табакокурение, неправильное питание; низкая физическая активность, компьютерная зависимость; непреднамеренные травмы и насилие, ВИЧ-инфекция и сопряженные с ней заболевания; проблемы психического и репродуктивного здоровья [1].

На кафедре "Микробиология и биохимия" ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет" с 2010 года проводится анкетированный опрос курсантов Морского института (МИ) по основным по-

казателям ЗОЖ. В 2013 году в исследование включили студентов колледжа им. И. И. Месяцева МГТУ (колледж). За указанный период нами было опрошено 375 человек (таблица 1).

Таблица 1 – Число лиц, участвовавших в исследовании.

Подразделения МГТУ	Количество опрошенных	Курс обучения	Возраст опрошенных
Морской институт	112 чел.	2 курс – 46 чел.	17–21 лет
		4 курс – 62чел.	20–25 лет
		6 курс – 4 чел. (были и на 2 курсе)	22–24
Колледж МГТУ	263	1 курс – 135 чел.	15–17 лет
		2 курс – 6 чел	18–19
		3 курс – 15 чел (были и на 1 курсе)	18–21
		4 курс – 16 чел.	19–21
Всего	375 чел.		

По результатам опроса мы пытались оценить отношение курсантов и студентов к основным элементам ЗОЖ: физическая активность, наличие вредных привычек, соблюдение режима питания, труда и отдыха, наличие хронических заболеваний.

Нами выявлено, что постоянно посещают спортивные и тренажерные залы 259 человек (таблица 2).

Таблица 2 – Отношение курсантов МИ и студентов колледжа МГТУ к занятию спортом

Подразделения МГТУ	Количество опрошенных	Отношение к занятию спортом		
		Занимаются спортом постоянно	Не занимаются спортом	Отказались ответить на вопрос
Морской институт	112	66 чел. 58,9 %	31 чел 28 %	15 чел. 13 %
Колледж МГТУ	263	193 чел. 73,3 %	70 чел 27 %	
Всего	375	259 чел. 69 %	101 чел. 26,9 %	15

Отказ от занятий спортом (101 человек) учащиеся связывают с отсутствием желания, нехваткой времени, отсутствием необходимого упорства, воли, настойчивости или ленью. У большинства опрошенных отсутствуют активные усилия по поддержанию своего физического состояния, нет необходимой организованности и требовательности к себе.

Опрос показал, что 154 человека имеют вредные привычки (табакокурение, употребление алкоголя, наркотических веществ) (таблица 3).

Таблица 3 – Наличие вредных привычек у курсантов МГТУ

Подразделения МГТУ	Отношение к вредным привычкам				Не имеют вредных привычек	Не ответили на вопрос
	Имеют вредные привычки					
Морской институт	36 чел. 32 %				62 чел. 55 %	14 чел. 12,5 %
Колледж	118 чел. 44,9 %				128 чел. 48,7 %	17 чел. 6,4 %
	Курят	Алко- голь	Пробовали наркотики	Компьютерная зависимость		
	75 чел. 20 %	59 чел. 15,7 %	19 чел. 5,1 %	50 чел. 19 %		

Ежегодно нами выявляется группа учащихся, которые пробовали наркотические вещества. Прослеживается тенденция к росту интереса к употреблению наркотических веществ. В 2010–2014 годах нами выявлено только 7 человек (учащиеся Политехнического отделения колледжа им. И. И. Месяцева) попробовавших наркотики. Анкетирование в 2015 году показало, что 5 курсантов МИ и 19 учащихся колледжа попробовали наркотики, причем один курсант употребляет их постоянно.

117 человек – 31,2 % (30 курсантов МИ, 87 учащихся колледжа) сочетают занятия спортом с вредными привычками. Указали на отсутствие вредных привычек 190 опрошенных. 64 опрошенных, 50 из которых учащиеся колледжа, проводят за компьютером более 6 часов в день. Если такое количество времени тратится не на подготовку или получение знаний, а на игры, общение в социальных сетях, это может указывать на формирование патологической связи между человеком и компьютером (компьютерная зависимость) [2].

Только 55 человек из 375 (10 курсантов МИ и 45 учащихся колледжа) соблюдают режим труда и отдыха. В целом наблюдается тенденция к сокращению продолжительности сна, увеличению количества времени, проводимого за компьютером, увеличению пассивного отдыха.

92 человека (24,5 %) указывают на наличие хронических заболеваний: у курсантов МИ в основном выявлены заболевания дыхательной системы, у учащихся колледжа преобладают хронические заболевания ЖКТ и ЛОР органов (таблица 4).

Таблица 4 – Количество курсантов, имеющих хронические заболевания

Подразделения МГТУ	Имеют хронические заболевания
Морской институт	15 человек – 13,4 %
Колледж им. И. И. Месяцева	77 чел – 29,3 %
Всего	92 чел.

Культура питания играет значительную роль в формировании здорового образа жизни студентов. Каждый студент может и должен знать принципы рационального питания, регулировать нормальную массу своего тела. Из 262 опрошенных в весеннем семестре 2014–2015 учебного года – 87 человек считают, что питаются правильно. 115 человек имеют неправильное питание – оно несбалансированно, не выполняется его режим. 69 опрошенных отдадут предпочтение фастфуду, 101 человек предпочитают перекусы. Отказались ответить на данный вопрос 60 курсантов (таблица 5). На традиционный вопрос: "Считаете ли вы, что ведете здоровый образ жизни?" – 198 человек ответили отрицательно.

В ходе исследования выявлено: 69 % опрошенных активно занимается спортом, 51 % не имеет вредных привычек, 23 % принимавших участие в опросе соблюдают правильный режим питания.

В тоже время 31 % учащихся сочетает вредные привычки (в основном курение) с занятиями спортом.

Таблица 5 – Режим питания опрошенных курсантов и учащихся МГТУ

Подразделения МГТУ	Отношение обучающихся к питанию			
	Питаются		Частые перекусы	Предпочтение фастфуду
	Правильно	Неправильное питание		
Морской институт	15 – 5,7 %	17 – 6,5 %	14	9
Отказались ответить	1			
Колледж	72 чел. 27,5 %	98 чел. 7,4 %	87	60
Отказались ответить	59			

Таким образом, большая часть опрошенных имеют представление о здоровом образе жизни, понимают необходимость быть здоровыми и предпринимают попытки его вести, делая упор на занятия спортом. В тоже время анализ полученных данных свидетельствует о неупорядоченности и хаотичной организации жизнедеятельности студентов: несвоевременный прием пищи

(32,5 %), систематическое недосыпание, недостаточная физическая активность (27 %), наличие вредных привычек (41 %), малое пребывание на свежем воздухе и др.

Исследование показало, что курсанты и учащиеся, принимавшие участие в опросе, пока не связывают здоровье с личностной активностью по его поддержанию. Выбор в пользу здорового образа жизни требует высокого уровня понимания и заинтересованности, поэтому необходима активная работа, направленная на формирование у студентов мотивации на здоровый образ жизни, усвоение ими принципов и навыков здорового образа жизни, создание условий для реализации принципов здорового образа жизни.

Библиографический список

1. Риски для здоровья молодых людей [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения, информационный бюллетень № 345. – URL: http://www.fzr.ru/news/riski_dlya_zdorovya_molodyh_lyudey.html (дата обращения 24.10.2014).

2. "Внезависимость" [Электронный ресурс] // Информационный портал о преодолении в РФ химических и иных зависимостей (алкоголизм, наркомания, игромания, компьютерные игры и др.). – URL: <http://vnezavisimost.ru/web-zavisimost/> (дата обращения 24.10.2014).

Биотехнологический потенциал перифитонных цианобактерий, выделенных из Кольского залива Баренцева моря

Мирошниченко Е. С. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет, кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: inerlim@gmail.com)

Аннотация. В статье приводятся сведения о биотехнологическом потенциале цианобактерий, красных и зеленых микроводорослей, выделенных из перифитона литорали бухты Белокаменка Кольского залива Баренцева моря. Выделенные в альгологически чистые культуры фототрофные микроорганизмы представлены видами *Leibleinia nordgaardii*, *Leptolyngbya fragilis*, *Phormidium laetevirens*, *Chlorella vulgaris*, *Porphyridium purpureum*.

Abstract. Data on biotechnological potential the cyanobacteria, the red and green microalgae isolated from a periphyton of the littoral of Belokamenka of Kola Bay (the Barents Sea) are provided in article. Isolated in the algological pure cultures the phototrophic microorganisms are presented by species of *Leibleinia nordgaardii*, *Leptolyngbya fragilis*, *Phormidium laetevirens*, *Chlorella vulgaris*, *Porphyridium purpureum*.

Ключевые слова: биотехнология, цианобактерии, красные и зеленые микроводоросли.
Key words: biotechnology, cyanobacteria, red and green microalgae.

Микроводоросли и цианобактерии являются неотъемлемым компонентом фиторесурсов арктических морей. Они обладают колоссальным биотехнологическим потенциалом, но в то же время остаются малоизученными.

Цианобактерии и микроводоросли являются источником целого ряда натуральных биологически активных продуктов. При этом они являются наиболее выгодными в энергетическом отношении продуцентами, так как используют для своей жизнедеятельности энергию света [1].

Различные виды микроводорослей и цианобактерий служат источниками легкоусвояемого белка, богатого незаменимыми аминокислотами, витаминов, полиненасыщенных жирных кислот, пигментных комплексов, иммуностимуляторов, препаратов бактерицидного и противоопухолевого действия, природных красителей, эфирных масел, стероидов, цитохромов и других веществ. Они используются для производства пищевых продуктов и биологических активных добавок к пище, кормов для сельскохозяйственных животных и водных организмов, лечебно-профилактических и лекарственных препаратов, парфюмерно-косметической продукции и т. д. При этом наибо-

более привлекательны для внедрения в практику морские представители фототрофных организмов, поскольку они характеризуются большим видовым и биохимическим разнообразием, более богатым набором биологически ценных веществ по сравнению с пресноводными видами [2].

Возможно, и арктические цианобактерии и микроводоросли обладают значительным биосинтетическим потенциалом, и, в связи с вышесказанным, на кафедре микробиологии и биохимии МГТУ начата работа по их выделению, идентификации и созданию музея культур морских фототрофных микроорганизмов.

Для выделения чистых культур цианобактерий и микроводорослей пробы перифитона отбирали на литорали бухты Белокаменка в среднем колене Кольского залива Баренцева моря стерильным скальпелем и помещали в стерильные пробирки. В лаборатории использовали метод классического выделения чистых культур из более или менее изолированных колоний цианобактерий. Для успешного выделения отбирали микроколонии фототрофов, наиболее удаленные от колоний сопутствующих микроорганизмов. Выбранные под микроскопом микроколонии пересевали в пробирки с 2 – 5 мл жидкой среды морской BG_N11 [3] или в чашки Петри с плотной питательной средой морской BG_N11. Чистоту культур определяли под световым микроскопом. Пробирки культивировали при искусственном освещении люминесцентными лампами и по мере роста культур контролировали их чистоту микроскопически, многократно (до 15 раз) повторяя пересевы на плотные или жидкие питательные среды.

В результате работы было выделено 5 альгологически чистых культур цианобактерий и микроводорослей. Цианобактерии представлены видами *Phormidium laetevirens*, *Leibleinia nordgaardii*, *Leptolyngbya fragilis*, красные водоросли – *Porphyridium purpureum*, зеленые водоросли – *Chlorella vulgaris*.

Перечисленные эукариотические микроводоросли в настоящее время активно используются в биотехнологии. Исследователями было установлено, что применение иммобилизованного инокулята на основе клеток микроводорослей *Chlorella vulgaris* возможно для обработки сточных вод различного химического состава с целью значительного снижения уровня ХПК [4]. Вовлечение микроводорослей в сельскохозяйственное производство позволяет улучшить экологическое состояние почв, повысить их плодородие, урожайность сельскохозяйственных культур и качество получаемой про-

дукции [5]. Микроводоросли рода *Chlorella* в последнее десятилетие наравне с премиксами, витаминами, стали использоваться как биодобавки в кормовом рационе сельскохозяйственных животных, тем самым повышая усвояемость кормов и продуктивность животных и улучшая их репродуктивные свойства и иммунитет [6; 7; 8]. Присутствие *Chlorella vulgaris* в рационе человека в качестве пищевой добавки помогает естественным путем (без применения химически синтезированных лекарственных препаратов) нормализовать обмен веществ в организме [5].

Важным направлением биотехнологии является получение из биомассы водорослей каких-либо ценных веществ: аминокислот, протеинов, разнообразных углеводов, липидов и т. д. В настоящее время существенно возрос интерес к пигментам водорослей. Красные макроводоросли накапливают значительные количества пигмента фикоэритрина, однако их сбор представляет сложность, поскольку они растут прикрепленными к подводным камням на различной глубине. Решение данной проблемы состоит в культивировании одноклеточных водорослей, среди которых *Porphyridium purpureum* (Bory) Ross по содержанию фикоэритрина находится на том же уровне, что и красные макроводоросли [9]. Пигмент В-фикоэритрин, относящийся к классу фикобилипротеинов, имеет широкие перспективы использования в пищевой, косметической и медицинской промышленности. Среди небольшого количества одноклеточных красных водорослей, введенных в культуру, *Porphyridium purpureum* (Bory) Ross представляет особый научный и практический интерес, обусловленный тем, что данный вид является источником разнообразных биологически активных веществ (фикобилипротеинов, внеклеточных сульфополисахаридов, ненасыщенных жирных кислот, особенно эйкозапентаеновой кислоты (ЭПК)), имеющих широкое практическое использование [10; 11; 12; 13]. *Porphyridium cruentum*, *P. purpureum* и другие морские микроводоросли продуцируют эйкозапентаеновую кислоту (ЭПК) [14; 15], наиболее важная область применения которой в медицине – профилактика и коррекция нарушений липидного обмена, приводящих к развитию атеросклероза и ряду других сердечно-сосудистых заболеваний [16].

Цианобактерии – это широко распространенные фотосинтезирующие граматрицательные прокариоты, которые содержат хлорофилл *a* и фикобилиновые пигменты и осуществляют кислородный фотосинтез [3; 17; 18]. В настоящее время в биотехнологии наиболее широкое применение нашли цианобак-

терии рода *Spirulina*. Использование *Spirulina*, как природного источника белка и витаминов для людей и животных, известно еще с античных времен [19]. Цианобактерии *Spirulina platensis* и *Spirulina maxima* обладают необычно высоким для фотосинтетических организмов содержанием белка, составляющим до 70 % сухого веса [20]. Аминокислотный состав *S. maxima* [21], которая может расти на отходах животноводства [22], делает ее одним из лучших фотосинтетических организмов для питания человека. Подобно другим микроводорослям, *Spirulina* используется как источник натуральных красителей в пищевой промышленности и как диетическая пищевая добавка [19]. Цианобактерии образуют большое количество вторичных метаболитов, среди которых токсичные и биоактивные пептиды. Некоторые из токсинов и других цианобактериальных натуральных продуктов могут быть использованы в медицине [23–25]. Разнообразные цианобактерии из микробиологических матов, растущих в придонных частях Антарктических озер, использовались для обнаружения новых антибиотиков и веществ, обладающих противоопухолевой активностью [26]. На сегодня известно порядка 800 молекул цианобактериального происхождения, среди которых фармакологически интересные вещества, обладающие противоопухолевым, антимикробным действием и вещества, понижающие повышенное кровяное давление. Другие виды цианобактерий также рассматриваются как перспективные источники микроводорослевой биомассы для пищевой индустрии, для получения пигментов и антиоксидантов [2; 27].

К сожалению, биотехнологическое применение видов цианобактерий, выделенных с литорали Кольского залива Баренцева моря, до сих пор не выявлено. Новейшие молекулярно-генетические и микробиологические методы позволяют глубже понять роль цианобактерий в арктических экосистемах и использовать их потенциал в разнообразных прикладных проектах, таких, как получение молекулярного водорода; продукция фикобилипротеинов и цианофицина; формирование наночастиц; удаление из окружающей среды тяжелых металлов; использование биodeградирующих способностей цианобактерий; изучение проблем образования цианобактериальных токсинов в пресных водоемах и морских акваториях; применение природных продуктов, получаемых из цианобактерий, в медицине и в пищевой индустрии.

Библиографический список

1. Шестаков, С. В. Перспективы использования фототрофных бактерий в биотехнологии. 1984. В кн.: Биотехнология. – М., Наука, С. 212–216.
2. Биология и медицина. Цианобактерии: использование и применения. URL: <http://medbiol.ru/medbiol/cyanobact/000210e5.htm> (дата обращения: 7.04.2016).
3. Определитель Бактерий Берджи : в 2-х т. / под ред. Хоулта Дж., Крига Н., Снита П. [и др.]; пер. с англ. – М.: Изд-во МИР, 1997. – 800 с.
4. Мамедова, Ф. Т. кызы. Различные подходы к накоплению биомассы микроводорослей *Chlorella vulgaris* и к процессам ее биокаталитической трансформации: дисс. ... канд. хим. наук. – М., 2015. – 176 с.
5. Лукьянов, В. А., Стифеев А. И. Прикладные аспекты применения микроводорослей в агроценозе. – Курск : Изд-во Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2014. – 181 с.
6. Черванёв, В. А., Симонов Е. И., Богданов Н. И. и др. Роль хлореллы в повышении резистентности животных и птицы // Актуальные проблемы диагностики, терапии и профилактики болезней домашних животных : Материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж : ФГОУ ВПО ВГАУ, 2006. С. 307–309.
7. Черкезов, Н. А. Использование микроводорослей в сельском хозяйстве // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1989. – № 2. – С. 132–134.
8. Богданов, Н. И. Суспензия хлореллы в рационе сельскохозяйственных животных. – Пенза, 2007. – 48 с.
9. Гудвиллович, И. Н., Боровков А. Б. Интенсивное культивирование *Porphyridium purpureum* (Bory) Ross для получения фикоэритрина // Актуальные проблемы современной альгологии: Тезисы докладов IV Международной конференции. – Киев, 2012. – С. 85–86.
10. Arad, S., Yaron A. Natural pigments from red microalgae for use in foods and cosmetics // Trends Food Sci. Technol. – 1992. – Vol. 3. – P. 92–97.
11. Fuentes, M. R., Fernandez G. A., Perez J. S. et al. Biomass nutrient profiles of the microalga *Porphyridium cruentum* // Food Chem. – 2000. – Vol. 70. – №. 3. – P. 345–353.
12. Гудвиллович, И. Н., Горбунова С. Ю., Лелеков А. С., Боровков А. С. Продукционные характеристики квазинепрерывной культуры *Porphyridium purpureum* (Bory) Ross при частичном возврате среды // Бюллетень Никитского ботанического сада. – 2011. – Вып. 103. – С. 116–120.

13. Ефимова, К. В. Молекулярная идентификация и особенности генетического разнообразия цианобактерий и одноклеточных водорослей акватории Японского моря : дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2016. – 184 с.
14. Wen, Z. Y., Chen F. Heterotrophic production of eicosapentaenoic acid by microalgae // *Biotechnol. Adv.* – 2003. – 21. – P. 273–294.
15. Михайленко, Н. Ф. Перспективы использования липидов микроводорослей в фармацевтической и пищевой промышленности // *Актуальные проблемы современной альгологии : Тезисы докладов IV Международной конференции.* – Киев, 2012. – С. 195–196.
16. Минюк, Г. С., Дробецкая И. В., Чубчикова И. Н., Терентьева Н. В. Одноклеточные водоросли как возобновляемый биологический ресурс: обзор // *Морський екологічний журнал*, № 2, – Т. VII. – 2008. – С. 5–23.
17. Кондратьева, Е. Н., Максимова И. В., Самуилов В. Д. Фототрофные микроорганизмы : учеб. пособие для биологических специальностей университетов. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 374 с.
18. Whitton, B. A. *Ecology of Cyanobacteria II: their diversity in space and time.* Springer Science + Business Media B. V., 2012. – 669 p. – DOI 10.1007/978-94-007-3855-3_1.
19. Kay, R. A. Microalgae as food and supplement // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, – 1991. – V. 30. – P. 555–573.
20. Ciferri, O., Tiboni O. The biochemistry and industrial potential of *Spirulina* // *Annu. Rev. Microbiol.* – 1985. – V. 39. – P. 503–526.
21. Clement, G., Giddey C., Menzi R. Amino acid composition and nutritive value of the alga *Spirulina maxima* // *J. Sci. Fd. Agric.* – 1967. – V. 18. – P. 497–501.
22. Wu, J., Pond W. Amino acid composition and microbial contamination of *Spirulina maxima*, a blue-green alga, grown on the effluent of different fermented animal wastes // *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* – 1981. – V. 27. – P. 151–159.
23. Patterson, M. L. G., Baldwin C. L., Bolis C. M., Caplan F. R., Karuso H., Larsen L. K., Levine I. A., Moore R. E., Nelson C. S., Tschappat K. D., Tuang G. D., Furusawa E., Furusawa S., Norton T. R., Raybourne R. B. Antineoplastic activity of cultured blue-green algae (Cyanophyta). *J. Phycol.* 1991. – V. 27. – P. 530–536.
24. Boyd, M. R., Gustafson K. R., Mc Mahon J. B., Shoemaker R. H., O'Keefe B. R., Mori T., Gulakowski R. J., Wu L., Rivera M. I., Laurencot C. M., Currens M. J., Cardellina J. H., Buckheit R. W., Nara P. L., Pannell

L. K., Sowder R. C., Henderson L. E. Discovery of cyanovirin-N, a novel human immunodeficiency virus-inactivating protein that binds viral surface envelope glycoprotein gp120: potential applications to microbicide development // *Antimicrob. Agents Chemother.* – 1997. – V. 41. – P. 1521–1530.

25. Liang, J., Moore R. E., Moher E. D., Munroe J. E., Al-Awar R. S., Hay D. A., Varie D. L., Zhang T. Y., Aikins J. A., Martinelli M. J., Shih C., Ray J. E., Gibson L. L., Vasudevan V., Polin L., White K., Kushner J., Simpson C., Pugh S., Corbett T. H. Cryptophycins-309, 249 and other cryptophycin analogs: preclinical efficacy studies with mouse and human tumors // *Invest. New Drugs.* – 2005. – V. 23. – P. 213–224.

26. Biondi, N., Tredici M. R., Taton A., Wilmotte A., Hodgson D. A., Losi D., Marinelli F. Cyanobacteria from benthic mats of Antarctic lakes as a source of new bioactivities // *Journal of Applied Microbiology.* – 2008. – V. 105. – P. 105–115.

27. Pandey, U., Pandey J. Enhanced production of biomass, pigments and antioxidant capacity of a nutritionally important cyanobacterium *Nostochopsis lobatus* // *Bioresource Technology.* – 2008. – V.99. – P. 4520–4523.

Изучение сообществ перифитонных цианобактерий, обитающих на разных горизонтах литорали южного и среднего колен Кольского залива Баренцева моря

Мирошниченко Е. С. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: inerlim@gmail.com)

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ видового богатства сообществ цианобактерий перифитона на горизонтах литорали станций южного и среднего колен Кольского залива Баренцева моря. В результате исследований видового состава цианобактерий перифитона пяти станций Кольского залива обнаружено 68 видов цианобактерий, относящихся к 38 родам, 13 семействам, 3 порядкам. Из них 33 вида ранее не упоминались для Баренцева моря. Выявлены различия видовой структуры сообществ цианобактерий, обитающих в перифитоне на разных горизонтах литорали.

Abstract. The article presents a comparative analysis of cyanobacterial species diversity of periphyton on the littoral horizons of the southern and middle parts of Kola Bay (Barents Sea). In the results of investigations into the species composition of cyanobacteria in periphyton of five stations of the Kola Bay were found 68 species of cyanobacteria, referring to the 38 genus, 13 families and 3 orders. 33 species of them had not previously been mentioned in the Barents Sea. Differences in specific structure of cyanobacterial communities were found in periphyton of different horizons of the littoral.

Ключевые слова: видовой состав, цианобактерии, перифитон, горизонты литорали, Кольский залив, Баренцево море.

Key words: species structure, cyanobacteria, periphyton, horizons of littoral, Kola Bay, Barents Sea.

Характерной чертой любой водной экосистемы является наличие граничных поверхностей, разделяющих жидкую (вода) и твердую (субстрат различного характера и происхождения) фазы, на границе раздела которых действует комплекс физико-химических и гидродинамических условий, которые определяют существование перифитона. Под перифитоном понимают комплекс организмов, формирующийся на поверхности твердого субстрата (естественного, искусственного) в условиях более подвижных, чем дно водоема, и включающий автотрофные (водоросли, цианобактерии) и гетеротрофные (бактерии, грибы, беспозвоночные) организмы, а также органическое вещество разного происхождения и разной степени переработки (детрит) [1].

В полярных местообитаниях температура среды низкая, сменяются циклы замерзания и оттаивания субстратов, экстремальные колебания освещенности, значительные изменения солености воды и доступности биогенов [2; 3]. В таких экосистемах доминирующей группой среди фототрофов являются цианобактерии и поэтому они представляют несомненный интерес для исследований [2–5].

Литературные сведения о цианобактериях Баренцева моря скудны. Сообщество цианобактерий побережья Восточного Мурмана, описанное в 2005 году [6], насчитывает 88 видов из 46 родов, 21 семейства и 4 порядков. Исследования цианобактерий морской литорали побережья Баренцева моря [7–9] показали, что в эпифитоне *Laminaria saccharina* обитают *Synechococcus*, *Oscillatoria*, *Phormidium* и *Dermocarpa*.

В период с сентября 2010 года по апрель 2012 года, а также с января по май 2014 года, проводили сбор материала и исследование видового состава цианобактерий обрастания на пяти станциях – ст. 1, 2, 2-А, 3, 3-А, расположенных на восточном и западном берегах южного и среднего колен Кольского залива Баренцева моря.

Для исследования видового состава цианобактерий побережья Кольского залива пробы обрастания собирали с поверхностей разнообразных субстратов со всех горизонтов литорали методом соскоба материала стерильным скальпелем [10; 11]. В день отбора часть каждой пробы использовали для просмотра материала в световом микроскопе МИКРОМЕД-2 при увеличениях 400× и 1000×. Определение видовой принадлежности цианобактерий проводили в соответствии со специализированными определителями [12–15]. Сравнение сообществ цианобактерий перифитона по горизонтам проводили с помощью индекса сходства Жаккара [11]: $K_i = \left(\frac{c}{a+b}\right) \cdot 100$, где а – число видов первого сообщества; b – число видов второго сообщества, с – число видов, общих для обоих участков. Сходства нет < $K_i = 50$ < сходство есть.

В результате исследований видового состава цианобактерий перифитона пяти станций Кольского залива (рис. 1) обнаружено 68 видов цианобактерий, относящихся к 38 родам, 13 семействам, 3 порядкам. Из них 33 вида ранее не упоминались для Баренцева моря.

В сообществе цианобактерий перифитона всех горизонтов литорали наибольшее число видов относится к порядку *Chroococcales* (48,5 %), не-

сколькo меньшее число видов – к порядку *Oscillatoriales* (44,1 %), и наименьшее число – к порядку *Nostocales* (7,4 %). Сообщество цианобактерий перифитона с наибольшим видовым богатством выявлено на средней и нижней литорали, несколько меньшее – на верхней литорали и самое низкое – на супралиторали (табл. 1).

Таблица 1 – Таксономический спектр цианобактерий перифитона на горизонтах литорали Кольского залива

Порядок	Число видов							
	на супралиторали		на верхней литорали		на средней литорали		на нижней литорали	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
<i>Chroococcales</i>	4	21	20	52,6	23	45,1	25	52
<i>Oscillatoriales</i>	14	73,7	15	39,5	23	45,1	20	41,7
<i>Nostocales</i>	1	5,3	3	7,9	5	9,8	3	6,3
Всего	19	100	38	100	51	100	48	100

Возможно, это связано с формированием на среднем и нижнем горизонтах литорали благоприятных для цианобактерий условий, когда субстраты большую часть месяца находятся под водой, менее подвержены колебаниям гидрометеорологических факторов, в отличие от верхней литорали и супралиторали, где изменчивость условий внешней среды выражена более явно.

Основу перифитонного сообщества цианобактерий горизонтов литорали залива составляют представители трех семейств (табл. 2) *Pseudanabaenaceae* (17 видов, 25 % от всех видов), *Phormidiaceae* (10 видов, 14,7 % от всех видов), *Chroococcaceae* (8 видов, 11,8 % от всех видов).

Таблица 2 – Доминирующие семейства перифитонных цианобактерий на горизонтах литорали станций Кольского залива

Семейство	Число видов							
	на супралиторали		на верхней литорали		на средней литорали		на нижней литорали	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
<i>Chroococcaceae</i>	–	–	5	13,2	7	13,7	7	14,6
<i>Pseudanabaenaceae</i>	7	36,8	11	28,9	13	25,5	11	22,9
<i>Phormidiaceae</i>	6	31,6	–	–	7	13,7	6	12,5
Остальные семейства	6	31,6	22	57,9	24	47,1	24	50
Всего	19	100	38	100	51	100	48	100

Преобладание в перифитоне литорали залива цианобактерий указанных семейств представляется закономерным, так как многие виды, входящие в них, являются обычными компонентами микробных биопленок в полярных водоемах [2; 5; 14–17]. На всех горизонтах литорали станций наибольшая насыщенность видами была отмечена для семейства *Pseudanabaenaceae* (супралитораль – 36,8 %, верхняя литораль – 28,9 %, средняя литораль – 25,5 %, нижняя литораль – 22,9 %) и среднее число видов в данном семействе варьировало от 7 на супралиторали до 13 на средней литорали станций. По направлению от супралиторали к нижней литорали станций насыщение видами доминирующих семейств увеличивается, и видовое разнообразие сообщества растет.

Таблица 3 – Доминирующие роды цианобактерий перифитона литорали станций Кольского залива

Род	Число видов							
	на супралиторали		на верхней литорали		на средней литорали		на нижней литорали	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
<i>Chroococcus</i>	–	–	3	7,9	4	7,8	3	6,25
<i>Leibleinia</i>	3	15,8	–	–	–	–	3	6,25
<i>Leptolyngbya</i>	3	15,8	3	7,9	5	9,8	–	–
<i>Phormidium</i>	3	15,8	–	–	4	7,8	3	6,25
<i>Pseudanabaena</i>	–	–	4	10,5	–	–	4	8,35
<i>Calothrix</i>	–	–	–	–	3	6	–	–
Остальные роды	10	52,6	28	73,7	35	68,6	35	72,9
Всего	19	100	38	100	51	100	48	100

Цианобактерии перифитона горизонтов литорали Кольского залива принадлежат к 38 родам. Ведущими родами цианобактерий перифитона (табл. 3) являются *Chroococcus*, *Leibleinia*, *Leptolyngbya*, *Phormidium*, *Pseudanabaena*, *Calothrix*. Известно, что все вышеперечисленные роды широко распространены на побережье полярных морей [4–6; 15].

Семейственный и родовой спектры указывают на разнообразие сообщества цианобактерий на литорали Кольского залива, которое увеличивается по направлению к нижней литорали. Такое разнообразие сообществ цианобактерий обусловлено наличием и морских, и пресноводных компонентов, миграционных процессов и адаптаций видов к обитанию в высокоширотных водоемах, как ранее было показано и для сообществ побережья Восточного Мурмана Баренцева моря [6].

Распределение видов цианобактерий по горизонтам литорали Кольского залива носило равномерный характер. Количество видов на горизонтах станций варьировало незначительно, за исключением супралиторали (табл. 4).

Таблица 4 – Количество видов цианобактерий перифитона, выявленные на горизонтах литорали станций Кольского залива

Горизонт	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 2-А	Ст. 3	Ст. 3-А	Всего
Супралитораль	12	10	16	10	6	19
Верхняя литораль	32	30	24	20	9	38
Средняя литораль	30	31	36	23	15	51
Нижняя литораль	33	31	30	27	16	48

Оценка сходства сообществ цианобактерий по станциям проведена по индексу Жаккара (K_j) (табл. 5).

Таблица 5 – Значения индекса сходства сообществ цианобактерий перифитона на горизонтах литорали Кольского залива по станциям

Горизонты литорали	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 2-А	Ст. 3	Ст. 3-А
Супралитораль – верхний	20	20	23	20	20
Супралитораль – средний	26	24	27	24	24
Супралитораль – нижний	24	24	28	27	24
Верхний – средний	42	41	37	33	40
Верхний – нижний	42	46	35	36	43
Средний – нижний	43	42	39	42	42

Все значения индексов сходства были меньше 50, и это указывает на отсутствие сходства между сообществами цианобактерий станций. Это также может говорить о различающихся гидролого-гидрохимических условиях среды обитания на станциях (рельеф дна и берега, сочетание биотических и абиотических факторов). Наиболее низкие значения индекса сходства Жаккара (от 20 до 28) отмечены между сообществами цианобактерий на супралиторали и других горизонтах литорали на всех станциях, и это, по-видимому, указывает на значительное отличие условий обитания цианобактерий в зоне заплеска от таковых на затапливаемой литорали. Значения индекса сходства между верхним, средним и нижним горизонтами литорали на всех станциях колебались в диапазоне от 33 до 46, что указывает на сходство комплекса факторов, действующих на биоценоз в приливно-отливной зоне.

Как известно, литораль – это высокопродуктивная зона с пространственной неоднородностью абиотической среды, т. е. с постоянно сменяющимися

друг друга периодами затопления и высушивания, замораживания и оттаивания, колебаний температуры и солености воды из-за приливно-отливных и других течений. Можно предположить, что высокое разнообразие цианобактерий перифитона на горизонтах литорали Кольского залива во многом определено этими экологическими особенностями.

Библиографический список

1. Протасов, А. А. Жизнь в гидросфере: очерки по общей гидробиологии. – Киев: Академперіодика, 2011. – 703 с.
2. Vincent, W. F. Cold tolerance in cyanobacteria and life in the cryosphere. In: Seckbach J. (ed.). *Algae and cyanobacteria in extreme environments*. Heidelberg: Springer, 2007. – P. 287–301.
3. Zakhia, F., Jungblut A. D., Vincent W. F., Wilmotte A. Cyanobacteria in cold ecosystems. In: Margesin R., Schinner F., Marx J. C., Gerday C. (eds.). *Psychrophiles: from biodiversity to biotechnology*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2008. – P. 121 – 135.
4. Elster, J., Svoboda J., Ohtani S., Kanda H. Feasibility studies on future phycological research in polar regions // *Polar Bioscience*. – 2002. – № 15. – P. 114–122.
5. Whitton, B. A. *Ecology of Cyanobacteria II: their diversity in space and time*. Springer Science+Business Media B. V., 2012. – 669 p. DOI 10.1007/978-94-007-3855-3_1.
6. Беякова, Р. Н. *Цианопрокаріота* Восточного Мурмана (Баренцево море) // *Новости систематики низших растений*. – 2005. – Т. 38. – С. 8–21.
7. Москвина, М. И. Азотфиксация в Баренцевом море : автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Москва, 1991. – 26 с.
8. Мишустина, И. Е., Москвина М. И., Родикова Л. П., Северина И. И. Цианобактерии рода *Synechococcus* в морях Арктического бассейна // *Доклады АН*. – 1994. – Т. 336. – № 4. – С. 562–565.
9. Москвина, М. И. Исследование культур цианобактерий Северных морей // *Природа морской Арктики: современные вызовы и роль науки : тезисы междунар. науч. конф.* Мурманск : Изд-во КНЦ РАН, 2010. – С. 166–167.
10. Комулайнен, С. Ф. Методические рекомендации по изучению фитоперифитона в малых реках. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2003. – 43 с.
11. Ковтун, О. А., Снигирева А. А. Методические указания по изучению фитомикробентоса и фитоперифитона. – Одесса : Изд-во Одесского национального университета имени И. И. Мечникова, 2012. – 36 с.

12. Голлербах, М. М., Косинская Е. К., Полянский В. И. Определитель пресноводных водорослей СССР. – М. : Сов. наука, 1953. – Вып. 2. – 398 с.
13. Косинская, Е. К. Определитель морских синезеленых водорослей. – Л., М. : Изд-во АН СССР, 1948. – 278 с.
14. Komárek, J., Anagnostidis K. *Cyanoprokaryota*. 1 Teil: *Chroococcales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 19/1. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 1995. – 523 p.
15. Komárek, J., Anagnostidis K. *Cyanoprokaryota*. 2 Teil: *Oscillatoriales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 19/2. München : Elsevier GmbH, 2005. – 759 p.
16. Büdel, B., Bendix J., Bicker F. R., Green T. G. A. Dewfall as a water source frequently activates the endolithic cyanobacterial communities in the granites of Taylor Valley, Antarctica // *J Phycol.* – 2008. – № 44. – P. 1415–1424.
17. Cockell, C. S., Stokes M. D. Widespread colonization by polar hypoliths // *Nature.* – 2004. – № 431. – P. 414.

Неонатальный скрининг в современной медицине

Мишанина Л. А. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет, кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: ludapoh@yandex.ru)

Аннотация. Неонатальный скрининг является эффективным методом обследования новорожденных на наследственные заболевания с целью ранней диагностики и своевременного лечения. В России этот скрининг проводится в отношении пяти наследственных болезней обмена веществ.

Abstract. Neonatal screening is an effective method of newborn screening for hereditary diseases with a view to early diagnosis and timely treatment. This screening is carried out in Russia in the five hereditary metabolic diseases.

Ключевые слова: гипотиреоз, галактоземия, адреногенитальный синдром, муковисцидоз и фенилкетонурия.

Key words: hypothyroidism, galactosemia, congenital adrenal hyperplasia, cystic fibrosis and phenylketonuria.

Во многих странах уже много лет проводится скрининг новорожденных для обнаружения у них наследственных болезней обмена веществ. Неонатальный скрининг позволяет обеспечить не только раннее выявление заболеваний, но и их своевременное лечение, остановить развитие тяжёлых проявлений. При выборе заболеваний для неонатального скрининга в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения учитываются такие факторы, как тяжесть болезни, распространенность, простота и достоверность применяемых методов диагностики, а также доступных и эффективных средств лечения [1]. В России скрининг новорожденных ведется в отношении пяти наследственных заболеваний: гипотиреоза, галактоземии, адреногенитального синдрома, муковисцидоза и фенилкетонурии.

Врожденный гипотиреоз является одним из наиболее часто встречающихся заболеваний щитовидной железы у детей. Встречаемость врожденного гипотиреоза в России составляет в среднем 1 : 4 000. У девочек заболевание выявляют в 2 раза чаще, чем у мальчиков [2]. Гипотиреоз может быть обусловлен аплазией или гипоплазией щитовидной железы у новорожденных, дефицитом ферментов, участвующих в биосинтезе тиреоидных гормонов, дефицитом йода во время внутриутробного развития. Причиной может быть и действие радионуклидов йода, так как с 10–12-й недели внутриутробного развития щитовидная железа плода начинает накапливать радиоактивный йод.

Клиническими проявлениями врожденного гипотиреоза являются большая масса тела новорожденного, отечность кистей, стоп, лица, плотная кожа, гипотермия, слабый сосательный рефлекс, интенсивная прибавка в весе. Недиагностированная болезнь приводит к тяжелой умственной отсталости и нарушениям роста.

При подозрении на врожденный гипотиреоз определение тиреотропного гормона (ТТГ) проводят на 4–5-й день после рождения. Повышение уровня ТТГ (более 10 мЕд/мл) является показанием к лечению тиреоидными гормонами. Лечение начинают не позднее 5–17 дней после рождения. Благоприятного (адекватного) умственного развития можно ожидать, только если заместительная терапия была начата в первый месяц жизни ребенка. Адекватность дозы L-тироксина контролируется по уровням T_4 и ТТГ.

Галактоземия – наследственное заболевание, в основе которого лежит нарушение обмена веществ на пути преобразования галактозы в глюкозу. В основе заболевания лежит дефицит одного из трех ферментов: галактозо-1-фосфат-уридилтрансферазы (классическая галактоземия) и реже – галактокиназы или уридилдифосфат-галактозо-4-эпимеразы. Заболевание встречается у одного из 45 000 новорожденных [3].

Исследование крови на галактоземию используется для диагностики нарушений углеводного обмена – идиопатических врожденных аномалий обмена веществ, к которым относится отсутствие превращения галактозы в глюкозу. Это врожденный метаболический порок детей грудного возраста, когда особенно важна утилизация галактозы, являющейся составной частью лактозы. При галактоземии производные галактозы в большом количестве накапливаются в клетках нервной системы, внутренних органах и оказывают на них токсическое действие. Заболевание проявляется в первые дни и недели жизни выраженной желтухой, увеличением печени, неврологической симптоматикой, рвотой. В дальнейшем обнаруживается отставание в физическом и нервно-психическом развитии. Осложнением данного заболевания вследствие высокого содержания галактозы в крови является отложение в хрусталике глаза галактитола, который образуется из галактозы под влиянием фермента альдоредуктазы. В дальнейшем галактитол не вступает в обменные процессы и не вымывается из ткани, поэтому в месте его накопления образуется катаракта.

В крови при этой патологии отмечают гипергалактоземию и гипогликемию. При наличии заболевания уровень галактозы в крови составляет более 7,1 мг/дл. Количественное определение галактозы в крови имеет важное

значение для оценки адекватности подбора диеты больному. Основа терапии при галактоземии – безлактозная диета с первых дней жизни ребенка.

Адреногенитальный синдром – наследственная патология, связанная с недостаточной выработкой ферментов корой надпочечников, сопровождающееся избытком половых гормонов, недостатком кортизола, альдостерона. Выделяют три формы этого заболевания. Вирильная форма является наиболее распространенной. Сольтеряющая форма отличается более тяжелым течением. Гипертоническая – довольно редко встречающаяся форма. В среднем частота встречаемости заболевания в популяции составляет 1 : 15 000 [4].

Самая частая форма связана с недостаточностью фермента 21-гидроксилазы, приводящая к нарушению обмена гормона надпочечников – кортизола. Субстратом для синтеза кортизола в коре надпочечников служит 17- α -гидроксипрогестерон (17-ОНП). Заболевание диагностируется по высокому уровню 17-гидроксипрогестерона (17-ОНП) в крови новорожденных (у доношенных – более 30 нмоль/л; у недоношенных – более 60 нмоль/л). Лечение адреногенитального синдрома проводится двумя способами – медикаментозным и хирургическим. При вирильной форме оно заключается в восполнении недостатка глюкокортикостероидных гормонов. При сольтеряющей форме применяется капельное введение изотонических растворов хлорида натрия и глюкозы. Хирургическое вмешательство требуется в случае поздней диагностики заболевания.

Муковисцидоз (кистозный фиброз) – системное наследственное заболевание, обусловленное мутацией гена трансмембранного регулятора муковисцидоза и характеризующееся поражением желёз внешней секреции, тяжёлыми нарушениями функций органов дыхания.

Выделяют следующие основные формы муковисцидоза: смешанную, бронхолегочную и кишечную. Из-за мутации гена секреты во всех органах вязкие, густые, поэтому их выделение затруднено. В легких из-за вязкого, часто гнойного секрета (мокроты), трудноотделяемого и скапливающегося в бронхах, довольно быстро развиваются воспалительные процессы – повторные бронхиты, пневмонии с постепенным формированием хронического бронхолегочного процесса. Из-за недостатка ферментов поджелудочной железы у больных муковисцидозом плохо переваривается пища, поэтому такие дети, несмотря на повышенный аппетит, отстают в весе, у них обильный, жирный, зловонный стул, бывает выпадение прямой кишки. Из-за застоя желчи у некоторых детей развивается цирроз печени, могут сформироваться камни в желчном пузыре. У многих детей отмечается синдром "соленого

ребенка", что выражается в отложении кристаллов соли на коже лица или подмышечных впадин, что связано с повышенной потерей натрия и хлора с потом. Заболевание наследуется по аутосомно-рецессивному типу с распространенностью 1 на 4 000 новорожденных, причем почти 1 из 20 таких гетерозиготен по этому заболеванию [5].

В настоящее время основным методом ранней постнатальной диагностики муковисцидоза является определение уровня иммунореактивного трипсина в сыворотке крови новорожденных. Если его концентрация составляет более 70 нг/мл, то результат считается положительным, необходимо проведение повторного анализа.

Обязательными составляющими лечения пациентов с муковисцидозом являются: методики дренирования бронхиального дерева и лечебная физкультур, дието- и витаминотерапия, муколитическая, антибактериальная и заместительная терапия препаратами поджелудочной железы, лечение осложнений муковисцидоза.

Фенилкетонурия – наследственная болезнь обмена фенилаланина. Вследствие дефекта гена фенилаланингидроксилазы развивается недостаточность фермента, в результате чего блокируется нормальное превращение фенилаланина в аминокислоту тирозин. Фенилаланин накапливается в организме, концентрация его в крови увеличивается в 10–100 раз. Далее он превращается в фенилпировиноградную кислоту, являющуюся нейротропным ядом.

В среднем в России фенилкетонурии подвержен 1 из 8000 человек [6]. Основными симптомами на первом году жизни ребенка являются вялость, отсутствие интереса к окружающему, иногда повышенная раздражительность, беспокойство, срыгивание, мышечная гипотония, судороги, признаки аллергического дерматита, появляется характерный "мышинный" запах мочи. Ранняя диагностика фенилкетонурии имеет большое значение, так как длительное протекание данного заболевания приводит к нарушению умственного развития ребенка. Уровень фенилаланина в крови при фенилкетонурии у новорожденных составляет более 2,1 мг/дл.

Накопление фенилаланина в организме идет постепенно, и клиническая картина развивается медленно. Принятие своевременных мер позволяет улучшить состояние больного.

Лечение пациентов с первичным дефицитом фенилаланингидроксилазы проводят путем ограничения фенилаланина в диете. Больные с фенилкетонурией толерантны только к 250–500 мг фенилаланина в пище (в норме более 1 000 мг).

В Мурманской области все новорожденные проходят обследование на врожденные болезни обмена в отделе лабораторной диагностики ГОАУЗ "Мурманский областной консультативно-диагностический центр". Неонатальный скрининг включает в себя следующие этапы.

1. Получение и исследование образцов крови новорожденных, взятых на 4–5 день жизни ребенка.

2. Подтверждающая диагностика положительных результатов первичного скрининга, включая молекулярно-генетические исследования.

3. Раннее лечение (не позднее одного месяца) и лабораторный контроль за эффективностью лечения.

В лаборатории МДЦ неонатальным скринингом на фенилкетонурию начали заниматься с 1992 года, на врожденный гипотиреоз – с 1994 года. В рамках приоритетного национального проекта "Здоровье" с 2006 года внедрили еще три новых скрининга (на галактоземию, адреногенитальный синдром и муковисцидоз) с детекцией результатов на флюорометрическом анализаторе "Victor" с использованием закрытых тест-систем "Дельфия" финской фирмы "Валлак".

Таблица – Результаты неонатального скрининга за 2011–2013 в Мурманской области

Количество новорожденных	Период		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Родилось всего	9130	9309	9300
Обследовано на фенилкетонурию	9042 (99 %)	9206 (98,9 %)	9125 (98,1 %)
Обследовано на врожденный гипотиреоз	9043 (99 %)	9206 (98,9 %)	9125 (98,1 %)
Обследовано на адреногенитальный синдром	8812 (96,5 %)	9206 (98,9 %)	9125 (98,1 %)
Обследовано на муковисцидоз	9040 (99 %)	9206 (98,9 %)	9125 (98,1 %)
Обследовано на галактозу	9042 (99 %)	9206 (98,9 %)	9125 (98,1 %)
Выявлено			
Фенилкетонурия	0	0	0
Врожденный гипотиреоз	7	2	6
Адреногенитальный синдром	0	1	0
Муковисцидоз	1	1	2
Галактоза	0	0	0

Количество выявленных случаев заболеваний обмена доказывает эффективность проведения данных видов исследований по гипотиреозу, муко-

висцидозу и адреногенитальному синдрому. За отчетный период выявлено 15 случаев врожденного гипотиреоза, 1 – адреногенитального синдрома, 4 – муковисцидоза. Частота встречаемости адреногенитального синдрома и муковисцидоза в Мурманской области укладывается в общероссийскую статистику. Частота встречаемости врожденного гипотиреоза за отчетный период составляет 1 : 1800, что значительно выше, чем по России (1 : 4000), что, вероятно, связано с йододефицитом в нашем регионе и обусловлено отсутствием адекватной антенатальной йодной профилактики на протяжении всей беременности.

Таким образом, программы скрининга позволяют выявить наследственное заболевание на ранних этапах развития и начать лечение больного, вследствие чего улучшается качество жизни детей с врожденными патологиями и их семей. Эти программы в перспективе экономически окупаемы (5–10-кратно), во-первых, за счет уменьшения инвалидизации, во-вторых, за счет снижения количества вновь родившихся больных детей в семьях с уже больным ребенком благодаря медико-генетическому консультированию.

Библиографический список

1. Денисенкова, Е. В., Бочков Н. П., Калинин Н. Ю. Результаты скрининга новорожденных на наследственные болезни в г. Москве // Медицинская генетика, 2008. – Т 6 (10). – С. 3–12.
2. Петеркова, В. А., Безлепкина О. Б. Врожденный гипотиреоз у детей. Неонатальный скрининг, диагностика и лечение : пособие для врачей. – М. : ЭНЦ РАМН, 2006. – 22 с.
3. Воскобоева, Е. Ю., Байдакова Г. В., Денисенкова А. И. Галактоземия в России: молекулярно-генетические особенности, неонатальный скрининг, подтверждающая диагностика // Медицинская генетика, 2009. – Т. 11 (6). – С. 25–32.
4. Карева, М. А. Адреногенитальный синдром: современные аспекты диагностики и лечения // Фарматека, 2011. – С. 34–39.
5. Шадрина, В. В. Муковисцидоз у детей: распространенность, возрастные особенности клинико-лабораторных показателей и оптимизация наблюдения в специализированном центре : Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Пермь, 2007. – 24 с.
6. Голихина, Т. А. Фенилкетонурия у детей в Краснодарском крае (клинико-эпидемиологическое исследование) : Дис. ... канд. мед. наук. – Краснодар, 2004. – 177 с.

Микроорганизмы пищеварительного тракта садковой радужной форели и их ферментативная активность

Ускова И. В., Якименко В. А. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: uskova-72@mail.ru, yakimenko-vika2013@yandex.ru)

Аннотация. Представлены результаты исследования количественных и качественных характеристик микробных сообществ пищеварительного тракта культивируемой в садках радужной форели. В составе микробиоценоза кишечника рыб были обнаружены бактерии, представляющую как аллохтонную, так и автохтонную микробиоту. Разработаны методы выделения бактериальных ферментов кишечника гидробионтов.

Abstract. The results of the study of quantitative and qualitative characteristics of biocenosis microorganisms in the digestive tract of cultivated rainbow trout cages are presented. The composition of the intestinal bacteria microbiocenosis fish were found, representing allochthonous and autochthonous microbiota. Methods of isolation of bacterial enzymes aquatic intestine were developed.

Ключевые слова: аквакультура, микробиоценоз, бактериальные ферменты, ультразвук, шоковая заморозка.

Key words: aquaculture, microbiocenosis, bacterial enzymes, ultrasound, shock freezing.

Процессы микробной колонизации кишечника при питании, как правило, приводят к установлению симбиотических взаимоотношений между организмом-хозяином и микробиотой. Кишечная микробиота играет важную роль в обеспечении защитных функций организма, процессах пищеварения у рыб и регуляции общего метаболизма [1–5].

В пищеварительном тракте рыб доминируют аэробные и факультативные анаэробные бактерии [6–8]. Однако у некоторых видов рыб в пищеварительном тракте обнаруживают облигатные анаэробные бактерии [9]. В бактериоценозах пищеварительного тракта пресноводных рыб преобладают бактерии из р.р. *Acinetobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Serratia*, *Aeromonas*, *Mycoplasma*, *Clostridium*, *Fusobacterium*, *Alcaligenes*, *Eikenella*, *Bacteroides*, *Citrobacter freundii*, *Hafnia alvei*, *Cytophaga/Flexibacter*, *Bacillus*, *Listeria*, *Propionibacterium*, *Staphylococcus*, *Moraxella* и *Pseudomonas* [8, 10,11]. Так, в пищеварительном тракте у радужной форели *Salmo gairdneri* обнаружены микроорганизмы р.р. *Bacteroides*, *Clostridium* и *Fusobacterium* [12].

Во время зимовки и голодания пищеварительный тракт рыб не освобождается от бактериального населения. Однако в этот период в 10 раз и более уменьшается число бактерий по сравнению с их количеством при интенсивном питании [13].

Качественный и количественный состав кишечной микрофлоры рыб изменяется под действием различных эндогенных и экзогенных факторов. К эндогенным факторам относятся структура пищеварительного тракта, рН кишечного содержимого, анаэробноз, ферменты, продуцируемые в кишечнике, осмотическое давление, иммунитет хозяина и другие. Окружающая среда живого организма вместе с нутриентами рассматривается как экзогенный фактор. Стрессорные влияния, такие как низкое качество воды, температурные изменения, дефицит питания, повреждения, инфекции или высокая плотность популяции животных могут нарушать баланс уже установившейся микрофлоры [14].

Основным доминирующим представителем нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта теплокровных животных является – род *Lactobacillus*. В кишечнике рыб молочнокислые бактерии представляют часть нормальной микрофлоры, не являясь при этом доминантными видами [15]. Зимовка не оказывает заметного влияния на видовой состав лактофлоры стенки кишечника, однако в этот период увеличивается встречаемость основного, доминирующего вида – *Lactobacillus casei*, что свидетельствует о повышенной роли кишечной микрофлоры в экстремальных условиях, обеспечивая выживание [16].

Известно, что микробиота кишечника рыб принимает участие в процессах пищеварения и обеспечивает организм рыб веществами, необходимыми для жизнедеятельности [17–24].

Кишечная микробиота вырабатывает набор ферментов, обеспечивающих гидролиз белков, жиров и углеводов, входящих в состав объектов питания рыб; участвует в деградации таких сложных молекул как целлюлоза, хитин и коллаген, как правило, недоступных для ферментов хозяина [7]. Кишечная микробиота синтезирует ряд витаминов, в частности витамин В₁₂, необходимый для роста и развития рыб [21].

Таким образом, недостаток или избыток того или иного субстрата или метаболита, а также изменения окружающей среды служат сигналом для адаптивных или необратимых изменений в соответствующем звене микроэко-

логической системы кишечника гидробионтов. Включая элементы саморегуляции, эта система способна противостоять изменениям условий среды и колебаниям плотности и состава микробных популяций. Поэтому меняющаяся динамика микробиоценоза кишечника может служить индикатором состояния иммунитета организма рыб выращиваемых на аквафермах.

Целью данной работы являлось определение количественных и качественных характеристик микробных сообществ пищеварительного тракта культивируемой в садках радужной форели.

Исследование проводили с осени 2014 г. по зиму 2016 г. на базе пресноводного форелевого садкового хозяйства, расположенного на реке Тулома.

Исследовали физиологические группы гетеротрофных микроорганизмов, обитающих в кишечнике рыбы, методом НВЧ, культивируемые на жидких питательных средах при разных температурах (10,21, 37 °С).

Количество эвтрофных микроорганизмов в кишечнике радужной форели варьировало в пределах от 10^4 кл/г содержимого кишечника в зимний период и до 10^{10} кл/г весной. Распределение углеводородокисляющих бактерий показало противоположную картину: их численность зимой достигала 10^{12} кл/г, а весной снижалась до 10^3 кл/г. Получая в достаточном объеме корма, богатые белком и жирами, у рыбы активизируются процессы метаболизма, о чем свидетельствует сдвиг динамического равновесия между микробными ассоциациями, заселяющими кишечник гидробионтов. Поэтому замещение углеводородокисляющей микробиоты группой эвтрофных микроорганизмов в кишечнике животных, наблюдаемое в весенний период связано, скорее всего, с увеличением интенсивности питания рыбы в период таяния льда на реке.

Динамика численности аммонифицирующих микроорганизмов была стабильной, и не зависела от сезона года. Их количество достигало 10^4 – 10^5 кл/г содержимого кишечника. Это, возможно, указывает на естественное, контролируемое иммунитетом организма бактериальное разложение белков, что является необходимой частью пищеварения животных.

В составе микробиоценоза кишечника форели были обнаружены молочнокислые бактерии, представляющую автохтонную микробиоту. Выявлены единичные клетки бактерий коагулазо-отрицательного *Staphilococcus spp.* и *Clostridium spp.*, которые могут входить в состав аллохтонной микробиоты. Скорее всего, помимо собственного иммунитета организма рыбы группа молочнокислых бактерий является одним из сдерживающих факторов

в поражении кишечника исследованных животных условно-патогенной микробиотой.

Таким образом, микробиологические исследования рыб позволяют определить тенденцию изменения характеристик среды обитания, выражающуюся в структурных перестройках состава микробиоценоза рыб. В условиях искусственного питания аквакультуры, систематически контролируя микробное сообщество внутренних органов гидробионтов, можно выявлять неблагополучные хозяйства и своевременно разрабатывать практические рекомендации по предупреждению заболеваний рыб.

Одна из качественных характеристик кишечной микробиоты рыб, является ее ферментативная активность. Для определения активности ферментов микроорганизмов необходимо выделить ферменты из прокариотной клетки. С этой целью мы получали суточную культуру бактерий выращиванием колоний на твердой дифференциально-диагностической среде. Затем на поверхность агара с бактериальной культурой пипеткой наливали небольшое количество стерильного физраствора и суспендировали в нем выросшие колонии с помощью стерильного стеклянного шпателя. Суспензию культур бактерий собирали в микропробирки из тонкого пластика.

Для выделения ферментов микроорганизмов использовали несколько способов разрушения бактериальных клеток:

1-й способ – ультразвуком. С учетом всех недостатков и достоинств метода кавитации, нами был разработан режим разрушения бактериальных клеток ультразвуком в ультразвуковой мойке Elmasonic S 30H механическая энергия которой составляет 35 кГц. Разрушение клеточных стенок вегетативных форм микроорганизмов под действием ультразвука наблюдалось при температуре воздействия – 35 °С через 7 минут. Споры сохранили свою целостность.

2-й способ заключался в использовании быстрой заморозки и резкого размораживания суспензии культур бактерий. Замораживали микроорганизмы на аппарате шоковой заморозки при –20 °С в течение 13 минут. Разморозку производили на ультразвуковой мойке Elmasonic S 30H при 35 °С 7 минут. В данном случае также произошло разрушение только вегетативных клеток.

Эффективность выбранных нами способов выделения ферментов микробиоценоза рыбы будет оцениваться определением их активности спектрофотометрическим методом.

Библиографический список

1. Шивокене, Я. С. Симбионтное пищеварение у гидробионтов и насекомых. – Вильнюс : Мокслас, 1989. – 223 с.
2. Лубянскене, В., Вирбицкас Ю., Янкявичус К. и др. Облигатный симбиоз микрофлоры пищеварительного тракта и организма. – Вильнюс : Мокслас, 1989. – 192 с.
3. Уголев, А. М. Теория адекватного питания и трофология. – СПб. : Наука, 1991. – 271 с.
4. Кузьмина, В. В., Скворцова Е. Г. Бактерии желудочно-кишечного тракта и их роль в процессах пищеварения у рыб // Успехи современной биологии. – 2002. – Т. 122. – № 6. – С. 569–579.
5. Бурлаченко, И. В. Актуальные вопросы безопасности комбикормов в аквакультуре рыб. – М. : Изд. ВНИРО, 2008. – 183 с.
6. Ringo, E., Olsen R. The effect of diet on aerobic bacterial flora associated with intestine of Arctic charr (*alpinus Salvelinus alpinus L.*) // Journal of Applied Microbiology. – 1999. – V. 86. – P. 23–28.
7. Austin, B. Fish need doctoring too! // Microbiology today. – 2002. – Vol. 27. – P. 171–173.
8. Извекова, Г. И., Извеков Е. И., Плотников А. О. Симбионтная микрофлора рыб разных экологических групп // Известия РАН. Серия биологическая. – 2007. – № 6. – С. 1–10.
9. Sakata, M., Take J., Watanabe T., Sakata K., Wada K. & Haga M. Metabolic interaction of ethanol and cyclohexanone in rabbits // Journal of Toxicology and Environmental Health. – 1993. – V. 38. – P. 33–42.
10. Austin, B. The bacterial microflora of fish, revised // The Scientific World Journal. – 2006. – V. 6. – P. 931–945.
11. Ganguly, S., Prasad A. Microflora in fish digestive tract plays significant role in digestion and metabolism // Reviews in Fish Biology and Fisheries. – 2012. – V. 22. – P. 11–16.
12. Trust, T. J., Burr L. M., Currie B. R., Buckley J. T. Obligate anaerobic bacteria in the gastrointestinal microflora of the Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*), Goldfish (*Carassius auratus*), and Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. – 1979. – V. 36. – P. 1174–1179.
13. Шивокене, Я. С., Трепшене О. П. Численность и биомасса бактерий пищеварительного тракта прудовых рыб в зависимости от особенностей их питания // Вопросы ихтиологии. – 1985. – № 25 (5). – С. 821–827.

14. Olsen, R. E., Sundell K., Hansen T., Hemre G. I., Myklebust R., Mayhew T. M., Ringo E. Acute stress alters the intestinal lining of Atlantic salmon, *Salmo salar* L.: An electron microscopical study // *Fish Physiology and Biochemistry*. – 2002. – V. 26. – P. 211–221.
15. Ringø, E., Strøm E., Tabachek J. A. Intestinal microflora of salmonids: a review // *Aquaculture Res.* – 1995. – V. 26. – P. 773–789.
16. Jankauskiene, R. Defence mechanisms in fish: *Lactobacillus* genus bacteria of intestinal wall in feeding and hibernating carps // *Ekologija (Vilnius)*. – 2000. – № 1. – P. 3–6.
17. Lesel, R., Fromageot C., Lesel M. Cellulose digestibility in grass carp, *Ctenopharyngodon idella* and in goldfish, *Carassius auratus* // *Aquaculture*. – 1986. – V. 54. – P. 11–17.
18. Kono, M., Matsui T., Shimizu C. Chitin-decomposing bacteria in digestive tracts of cultured red sea bream and Japanese eel // *Nippon Suisan Gakkaishi*. – 1987. – V. 53. – P. 305–310.
19. Moriarty, D. J. W. Interactions of microorganisms and aquatic animals, particularly the nutritional role of the gut flora // *Microbiology of Poikilotherms*. – 1990. – P. 217–223.
20. Sugita, H., Miyajima C., Deguchi Y. The vitamin B12-producing ability of the intestinal microflora of freshwater fish // *Aquaculture*. – 1991. – V. 92. – P. 267–276.
21. Šyvokienė, J., Mickėnienė L., Bubinas A. The influence of nutrition and microbiological relations on variability of commercial fish from the Baltic sea // *Polish-Swedish symp. Baltic coastal fisheries resources and management*. – 1996. – P. 269–270.
22. Sugita, H., Shibuya K., Hanada H., Deguchi Y. Antibacterial abilities of intestinal microflora of the river fish // *Fisheries Science*. – 1997. – V. 63. – № 3. – P. 378–383.
23. Sugita, H., Kawasaki J., Deguchi Y. Production of amylase by the intestinal microflora in cultured freshwater fish // *Letters in Applied Microbiology*. – 1997. – V. 24. – P. 105–108.
24. Sugita, H., Matsuo N., Hirose Y., Iwato M., Deguchi Y. *Vibrio* sp. strain NM 10 with an inhibitory effect against *Pasteurella piscicida* from the intestine of Japanese coastal fish // *Applied and Environmental Microbiology*. – 1997. – V. 63. – P. 4986–4989.

Биохимические исследования мышечной ткани мидий *Mytilus edulis* L. литорали бухты Белокаменная

Узбекова О. Р., Овчинникова С. И., Перетрухина А. Т. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: ojib4uk90@yandex.ru)

Аннотация. Биохимические исследования мяса мидий позволяют доказать высокую биологическую ценность моллюсков. В работе были проведены сезонные биохимические исследования показателей мяса моллюсков.

Abstract. Biochemical studies of mussels meat allow to prove a high biological-ecological value of shellfish. In this work were carried out seasonal study of biochemical indicators of shellfish meat.

Ключевые слова: моллюски, Кольский залив.

Key words: shellfish, Kola Bay.

Значительная роль в обеспечении потребностей населения в пищевом белке принадлежит морепродуктам [1]. Помимо использования мидий в пищу, свыше половины продукции мидиевых ферм (раковины, некондиционные моллюски, отходы от переработки моллюсков на пищевые цели) может быть использовано для производства кормовых добавок [2].

Анализ биохимического состава мидий поможет сделать выводы о пищевой ценности моллюсков.

Цель данной работы – проанализировать зависимость биохимических показателей мяса мидий *Mytilus edulis* L., собранных на литоральной зоне бухты Белокаменная от сезонов года.

Биохимические исследования включают определение массовой доли белков, влаги, липидов, золы и углеводов [3].

Массовая доля мягких частей тела (мясо, внутренности, жабры и мантия) составляет 53,7–58,2 %.

Биохимический состав мягких частей тела моллюсков представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Биохимический состав мягких частей тела мидий

Сезон	Содержание, %				
	белков	воды	липидов	золы	углеводов
март 2014 г.	7,70 ± 0,52	84,80 ± 1,48	0,84 ± 0,13	1,50 ± 0,49	4,96 ± 0,25
июнь 2014	7,60 ± 0,25	84,20 ± 0,12	0,60 ± 0,10	1,50 ± 0,32	5,70 ± 0,11
октябрь 2014	3,70 ± 0,49	88,93 ± 0,38	0,29 ± 0,07	0,68 ± 0,06	5,70 ± 0,25
февраль 2015	3,20 ± 0,63	91,96 ± 1,24	0,18 ± 0,06	следы	4,06 ± 0,13

Окончание таблицы 1

Сезон	Содержание, %				
	белков	воды	липидов	зола	углеводов
март 2015	6,80 ± 0,20	85,85 ± 0,13	0,70 ± 0,12	1,40 ± 0,12	4,80 ± 0,32
апрель 2015	6,90 ± 0,18	85,60 ± 0,10	0,70 ± 0,12	1,40 ± 0,10	4,90 ± 0,09
май 2015	7,10 ± 0,10	85,65 ± 0,18	0,83 ± 0,11	1,50 ± 0,12	4,80 ± 0,10
июнь 2015	7,50 ± 0,20	85,75 ± 0,21	0,84 ± 0,40	1,54 ± 0,12	4,80 ± 0,07

Установлено, что биохимический состав мяса мидий был подвержен колебаниям в зависимости от сезона сбора.

Содержание белка в мягких частях тела мидий (мускул-смыкатель (адуктор) и мантия) зависит от сезона вылова. Максимальное количество белка было характерно для периода нагула (март-июнь). Так, для марта 2014 года массовая доля белка составляла 7,70 %, для июня 2014 года – 7,60 %. В марте 2015 года содержание белка составляло 6,80 %, в июне 2015 года – 7,50 %. Период икрометания включает июль и август. После откладки икры (в период с сентября по февраль) количество белка в мягких частях тела мидий уменьшалось (октябрь 2014 года – 3,70 %, февраль 2015 – 3,20 %), что объясняется истощенным состоянием мидий.

Содержание воды в мягких частях тела мидий также зависело от сезона сбора моллюсков. Минимальная массовая доля воды была характерна для периода нагула (март-июнь). Например, количество воды в мясе мидий в марте 2014 года составляло 85,00 %, а в июне 2014 года – 84,60 %. После икрометания содержание воды в мышечной ткани мидий возрастало (сентябрь-февраль). Так, в октябре 2014 года массовая доля воды составляла 89,63 %, максимальная массовая доля влаги была характерна для февраля 2015 года – 92,46 %. В марте-апреле 2014 года имело место снижение процентного содержания влаги (86,30 % и 86,10 %, соответственно).

Показано, что содержание липидов в мясе мидий зависело от сезона вылова моллюсков. Наибольшее содержание липидов было характерно для периода нагула (март-июнь). Например, для марта 2014 года массовая доля липидов в мышечной ткани мидий составляла 0,84 %. В 2015 году среднее значение массовой доли (с марта по июнь) составило 0,77 %. После икрометания, которое происходило в июле-августе, количество липидов уменьшалось, это объясняется истощенным состоянием мидий (сентябрь-февраль). Для октября 2014 года массовая доля липидов составляла 0,29 %, для февраля 2015 года – 0,18 %.

Содержание углеводов (гликогена) в мягких частях тела мидий также зависело от сезона вылова моллюсков. Максимальное содержание углево-

дов приходится на минимальное количество белка. Поэтому прослеживается обратная зависимость. Для периода истощения (февраль 2015 г.) было характерно минимальное количество гликогена, далее, начиная с периода нагула, наблюдалось увеличение содержания углеводов (март 2014 года – 4,96 %, октябрь 2014 года – 5,70 %), что объясняется интенсификацией энергетической функции углеводов весной, летом и осенью (период нагула, нереста и первые два-три месяца после икрометания).

Содержание минеральных веществ оставалось практически без изменений в течение года. Однако, максимальное количество минеральных солей было характерно для периода нагула (март-июнь). Количество золы начинало уменьшаться после откладки икры в период истощения (сентябрь-февраль). Например, для марта 2014 года массовая доля золы составляла 1,50 % (период нагула), для октября 2014 года – 0,68 %, для февраля 2015 года – наблюдались только следы, что характерно для периода истощения. С марта по апрель 2015 года было заметно небольшое увеличение содержания минеральных веществ и в среднем это составило 1,40 %.

Выводы:

1. Биохимические показатели мягких частей тела мидий зависят от сезона вылова. Повышение массовых долей белка, липидов, золы и понижение количества воды были характерны для периода нагула по сравнению с зимним периодом. Уменьшение содержания белка, липидов, золы и увеличение массовой доли воды наблюдались после откладки икры.

2. Для периодов нагула и двух месяцев после откладки икры наблюдалось увеличение содержания углеводов (гликогена), что является особенностью энергетического обмена углеводов. В ноябре-феврале для мяса моллюсков было характерно пониженное количество углеводов.

Библиографический список

1. Пученкова, С. Г. Санитарно-микробиологический контроль мидий и устриц в районах их выращивания. Дисс... кандидата биологических наук. – Москва, 1992. – 197 с.

2. Промысловые и перспективные для использования водоросли и беспозвоночные Баренцева и Белого морей / Под ред. Г. Г. Матишова. Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 1998. – 628 с.

3. Лазаревский, А. А. Технохимический контроль в рыбообрабатывающей промышленности: пособие для работников заводских и исследовательских лабораторий. Пищепромиздат. – М., 1955. – 520 с.

Применение ферментного препарата из гепатопанкреаса краба-стригуна в технологии подкопченной рыбопродукции из слабосозревающего рыбного сырья

Шкуратова Е. Б.¹, Шокина Ю. В.², Мухин В. А.³

¹(г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: shkuratovaeb@mstu.edu.ru)

²(г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологий пищевых производств, e-mail: shokinayuv@mstu.edu.ru)

³(г. Мурманск, ФГБНУ "Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича", лаборатория биохимии и технологии, e-mail: vmukhin@pinro.ru)

Аннотация. В настоящей работе представлено применение ферментного препарата из гепатопанкреаса краба-стригуна опилио в технологии деликатесной подкопченной рыбопродукции из слабосозревающего сырья. Описана технология получения и свойства ферментного препарата гепатопанкреаса опилио *Chionoecetes opilio*. Определена концентрация ферментного препарата, добавляемого в тузлук при посоле, гарантирующая экономическую эффективность усовершенствованной технологии.

Abstract. This paper presents the use of the enzyme preparation from the hepatopancreas of snow crab opilio in technology delicacy subsmoked fish products from raw materials. The technology of producing and quality of the enzyme preparation opilio hepatopancreas of *Chionoecetes opilio*. Determine the concentration of the enzyme preparation added to the brine during salting, which guarantees economic efficiency improved technology.

Ключевые слова: ферментный препарат, гепатопанкреас, краб-стригун опилио, треска, посол, копчение.

Key words: enzyme preparation, hepatopancreas, opilio crab, cod, salting, smoking.

Согласно Концепции развития рыбного хозяйства РФ до 2020 года одним из приоритетных векторов развития рыбохозяйственного комплекса названо формирование сырьевой базы отечественного морского рыболовства за счет рационального использования водных биоресурсов.

Целью настоящей работы стала разработка технологии подкопченной деликатесной продукции из малосозревающего сырья Северного бассейна – трески, пикши, сайды и др. с применением ферментных препаратов из внут-

ренностей беспозвоночных, в частности из гепатопанкреаса краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio*. Для достижения поставленной цели решались задачи по определению ключевых параметров технологического процесса посола – дозировки ферментного препарата, добавляемой в тузлук и время выдержки филе в тузлуке, обеспечивающие достижение максимально возможной органолептической оценки при заданных условиях.

Пищеварительные органы морских беспозвоночных, как известно, являются отходами промысла и переработки и в настоящее время используются лишь частично, в основном в качестве корма для пушных зверей, хотя по массе они могут составлять до 90 % от объема вылова [1]. Таким образом, данное сырье является достаточно дешевым с экономической точки зрения. Но основная причина, по которой целесообразно использовать внутренние органы беспозвоночных для получения ферментных препаратов, состоит в том, что они обладают сравнительно высокой активностью и имеют большой выход при их выделении [2].

Процесс получения ферментного препарата из пищеварительных органов беспозвоночных включает следующие стадии:

1. Гомогенизация.
2. Экстракция.
3. Центрифугирование.
4. Ультрафильтрация.
5. Центрифугирование.
6. Осаждение ацетоном.
7. Центрифугирование.
8. Вакуумная сушка [1].

Ранее нами было показано, что гепатопанкреас *Chionoecetes opilio* – это ценное сырье для получения ферментных комплексов, наиболее эффективно гидролизующих белки при значениях рН 7,0–8,5 и температуре 40–60 °С, с пиком активности при 50 °С [3].

Перспективность использования тресковых в создании подкопченной продукции обусловлена достаточно стабильными высокими объемами вылова этих рыб, их пищевой ценностью, вкусовыми достоинствами, а также повышенной канцерогенной безопасностью продукции, изготовленной по технологии короткого цикла холодного копчения (подкапчивания) [4].

Представители данной группы относятся к нежирным и слабосозревающим сортам рыб. Под созреванием следует понимать биохимический про-

цесс, в результате которого готовая продукция приобретает высокие вкусовые и пищевые качества. Общеизвестно, что технология производства пресервов, соленой продукции и соленого полуфабриката для копчения основана преимущественно на ферментативных превращениях, приводящих к образованию специфических свойств готового продукта [1].

Треска, как известно, является диетическим, легко перевариваемым продуктом. Незначительно уступают ей по своим питательным и диетическим свойствам пикша и сайда. Тем не менее, предлагаемая технология позволит получать продукцию, отвечающую всем предъявляемым требованиям.

Разработанная нами технология получения подкопченной продукции из тресковых рыб включает следующие этапы:

1. Филетирование (филе на шкуре).
2. Посол в насыщенном солевом растворе с добавлением ферментного препарата.
3. Подкапчивание продукта.

Получаемый продукт может быть далее использован в качестве полуфабриката для производства деликатесной продукции – паста, масло, мусс и др. на основе измельченного филе.

К достоинствам разработанной технологии следует отнести малую дозировку используемого ферментного препарата, что связано с его высокой активностью, гарантируя экономическую эффективность усовершенствованного процесса. Кроме того, использование для производства ферментного препарата отходов от переработки краба-стригуна позволяет существенно повысить глубину переработки этого ценного сырья.

Включение в ассортимент сырья для изготовления подкопченной рыбной продукции слабосозревающего маложирного сырья (трески, пикши, сайды) позволяет существенно расширить ассортимент рыбной продукции массового потребления улучшенных потребительских свойств в полном соответствии с задачами Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ до 2020 года, поставленными перед рыбоперерабатывающей отраслью.

Технология короткого цикла холодного копчения с применением дыма полученного в ИК-дымогенераторе, существенно повышает канцерогенную безопасность готовой продукции благодаря возможности вести процесс получения дыма при стабильной температуре, значительно снижающей риск образования соединений типа 3,4 – бензапирена [5].

На сегодняшний день, разработка технологии подкопченного рыбного филе из малосозревающего рыбного сырья находится на следующей стадии:

1. Определены основные технологические параметры посола сырья с применением ферментного препарата (температура, гидромодуль, дозировка препарата).
2. Разработаны нормы расхода сырья, отходов, потерь и выхода готовой продукции.
3. Ведутся работы по гигиеническому обоснованию сроков годности и условий хранения готовой продукции.
4. ТУ и ТИ – завершающий этап разработки.

Библиографический список

1. Мухин, В. А., Новиков В. Ю. Протеолиз и протеолитические ферменты в тканях морских беспозвоночных. – Мурманск : ПИНРО, 2002. – 118 с.
2. Мухин, В. А., Смирнова Е. Б., Новиков В. Ю. Особенности пищеварительной функции протеиназ беспозвоночных – обитателей холодных морей // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2007. – Т. 43. – № 5. – С. 398–403.
3. Шкуратова, Е. Б., Мухин В. А., Лыжов И. И. Влияние температуры и рН на активность протеиназ из гепатопанкреаса краба-стригуна *Chionocetes opilio* // Рыбное хозяйство. – 2013. – № 3. – С. 105–107.
4. Шокина, Ю. В., Обухов А. Ю., Коробицин Получение дымовой копильной среды с использованием энергии инфракрасного излучения // Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов. – 2010. – № 3. – С. 92–97.
5. Ершов, А. М., Шокина Ю. В., Обухов А. Ю. Патент РФ № 2280367 от 18.06.2004. Устройство для получения копильного дыма с использованием энергии ИК-излучения.

Диагностическое значение серологических биомаркеров при заболеваниях щитовидной железы

Шевелева А. А., Соколова С. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: shirshaeva_aleks@mail.ru)

Аннотация. В результате анализа уровней тиреотропного гормона, свободного тироксина и свободного трийодтиронина в сыворотках крови пациентов медицинских учреждений Мурманской области был оценен гормональный статус щитовидной железы и определена частота выявления трех ее функциональных состояний: гиперфункция, гипофункция и эутиреоидное состояние. Явных половых различий обнаружено не было.

Abstract. As a result of analysis of levels of thyroid-stimulating hormone, free thyroxine and free triiodothyronine in blood serum of patients of medical institutions of the Murmansk region was assessed the hormonal status of the thyroid gland and determined the frequency of detection of its three functional states: hyperthyroidism, hypothyroidism and euthyroid state. Clear sex differences were not found.

Ключевые слова: щитовидная железа, тиреотропный гормон, свободный тироксин, свободный трийодтиронин, сыворотка крови, иммуноферментный анализ.

Key words: Thyroid gland, thyroid-stimulating hormone, free thyroxine, free triiodothyronine, blood serum, enzyme-linked immunosorbent assay.

Распространенность дисфункции щитовидной железы в общей популяции, особенно в старшей возрастной группе, достаточно высока от 10–12 % до 20 % [1, 2]. По частоте заболеваемости болезни щитовидной железы занимают третье место после заболеваний системы кровообращения и сахарного диабета. Влияя на ключевые этапы обмена, тиреоидные гормоны оказывают сложные разнонаправленные эффекты на различные системы органов.

Неблагоприятные климатические условия Мурманской области, высокая урбанизация региона играют огромную роль в прогрессировании заболеваний щитовидной железы. Ранняя диагностика поможет выявить различные нарушения ее функций.

Определение в сыворотке крови концентрации тиреотропного гормона (ТТГ) совместно со свободным тироксином (СТ4) является одним из ведущих "стратегических" маркеров при оценке гормонального статуса щитовидной железы. Ввиду этого современные алгоритмы оценки ее функциональной

активности требуют, в первую очередь, проведения двух исследований: определение ТТГ высокочувствительными методами и СТ4; определение свободного трийодтиронина (СТ3) относится к числу дополнительных исследований [3, 4].

Алгоритм диагностики нарушений функции щитовидной железы представлен на рисунке 1 [3].

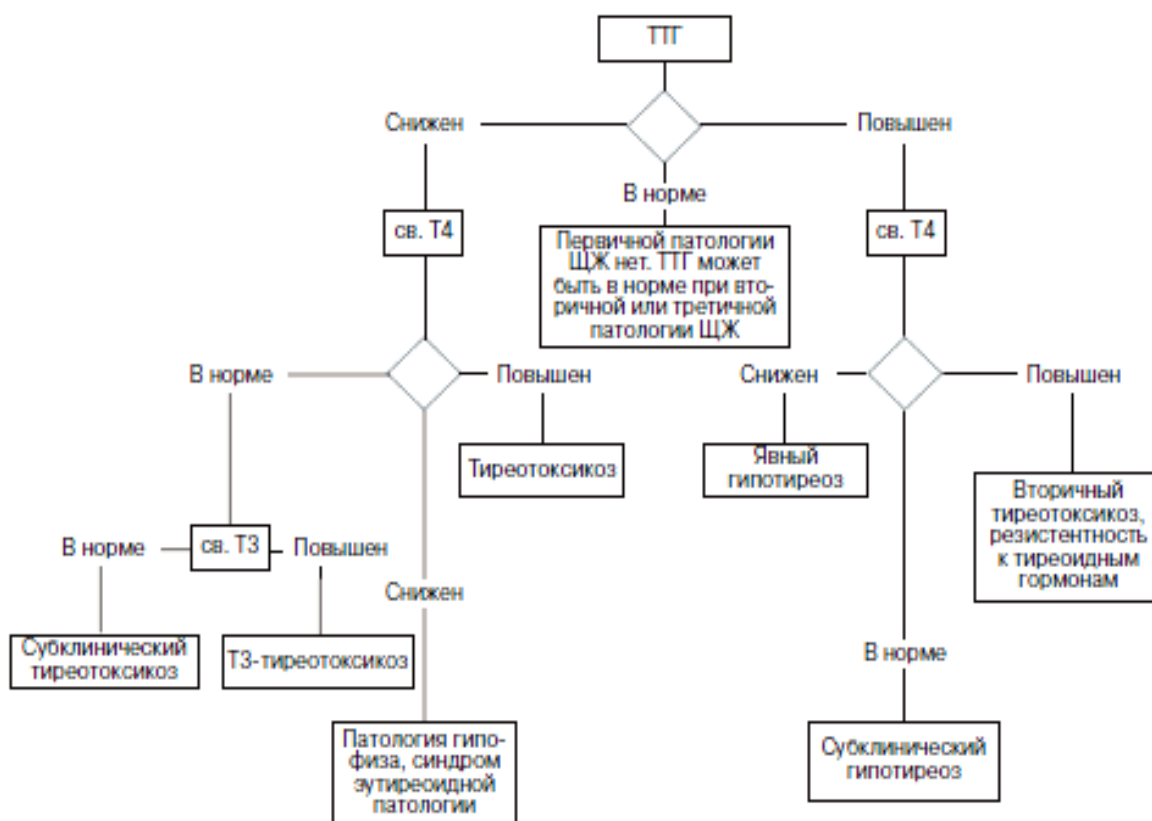


Рисунок 1 – Алгоритм диагностики нарушений функции щитовидной железы

Исследования концентрации гормонов щитовидной железы (ТТГ, СТ4 и СТ3) проводили на базе Централизованной многофункциональной лаборатории Мурманской областной клинической больницы им. П. А. Баяндина методом иммуноферментного анализа полуавтоматическим и автоматическим методами за период с января по декабрь 2014 г. Обследовано 12596 лиц, среди них было 3068 мужчин и 9528 женщин.

За нормальные принимались значения (согласно рекомендованным диапазонам в инструкциях, прилагаемых к наборам реагентов): ТТГ равно 0,3–4,0 мМЕ/л; СТ4 – 10–25 пмоль/л; СТ3 – 4–8,6 пмоль/л.

Распределение обследованных лиц в зависимости от уровня ТТГ представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение мужчин и женщин в зависимости от уровня ТТГ

Уровень ТТГ в сыворотке крови (мМЕ/л)	Мужчины		Женщины	
	абс. числа	%	абс. числа	%
менее 0,3	136	4,4	462	4,8
от 0,3 до 4,0	2316	75,5	7154	75,0
более 4,0	616	20,0	1912	20,0
Итого	3068	24,0	9528	76,0
Всего	12596			

Как видно из представленных данных, с пониженным уровнем ТТГ было выявлено 136 (4,4 %) мужчин и 462 (4,8 %) женщины; с нормальным уровнем ТТГ – 2316 (75,5 %) мужчин и 7154 (75,0 %) женщины; с повышенным уровнем ТТГ – 616 (20,0 %) мужчин и 1912 (20,0 %) женщин.

В связи с полученными данными о незначительной разнице относительных показателей распределения уровня ТТГ среди мужчин и женщин учитывать половую принадлежность в дальнейшем углубленном исследовании не представлялось целесообразным (рисунок 2 и рисунок 3).

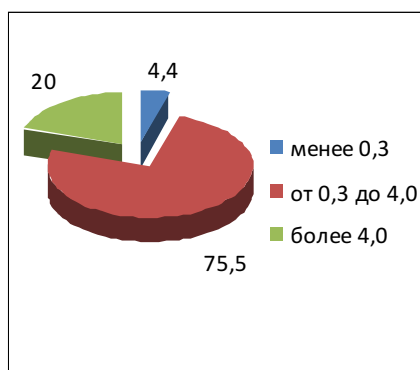


Рисунок 2 – Структура распределения мужчин в зависимости от уровня ТТГ

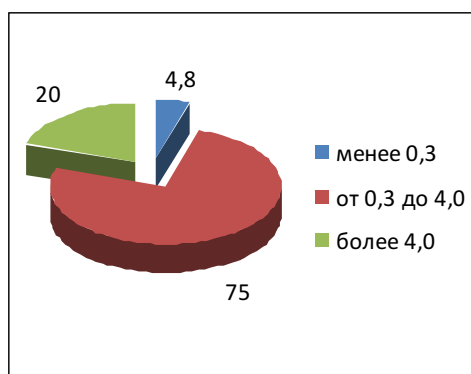


Рисунок 3 – Структура распределения женщин в зависимости от уровня ТТГ

Таким образом, нарушение функции щитовидной железы было выявлено в 3126 случаях, что составило 24,8 % от общего числа обследованных пациентов: 598 (4,7 %) составили пациенты с низким значением ТТГ, а 2528

(20,1 %) – с повышенным уровнем ТТГ. Следует также подчеркнуть, что явных половых различий выявлено не было.

Далее был проведен анализ функционального состояния щитовидной железы у совокупной группы обследуемых пациентов с пониженным уровнем ТТГ с дополнительным исследованием уровня СТ4. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Частота встречаемости нарушений функций щитовидной железы у пациентов с пониженным уровнем ТТГ в зависимости от уровня СТ4

Уровень СТ4 в сыворотке крови (пмоль/л)	Нозологическая форма	Количество обследованных пациентов	
		абс. числа	%
менее 10,0	патология гипофиза, синдром эутиреоидной патологии	25	0,2
от 10 до 25	требовалось дальнейшее обследование	413	3,3
более 25,0	тиреотоксикоз	96	0,8
Итого		534	4,0

Как видно из данных, представленных в таблице 2, 534 пациента с пониженным уровнем ТТГ было обследовано на уровень СТ4, что составило 4 % от общего числа пациентов. Нельзя не отметить, что не все пациенты с пониженным уровнем ТТГ были направлены на определение уровня СТ4 (их доля составила 89,3 %).

Было выявлено 25 (0,2 %) случаев с пониженным уровнем СТ4; с нормальным уровнем – 413 (3,3 %); с повышенным уровнем – 96 (0,8 %).

Следующим этапом исследования был анализ функционального состояния щитовидной железы у пациентов с пониженным уровнем ТТГ и нормальным уровнем СТ4, которым рекомендовалось дополнительное обследование на уровень СТ3 в сыворотке крови. Полученные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Частота встречаемости нарушений функций щитовидной железы у пациентов с пониженным ТТГ, нормальным уровнем СТ4 в зависимости от уровня СТ3

Уровень СТ3 в сыворотке крови (пмоль/л)	Нозологическая форма	Количество обследованных пациентов	
		абс. числа	%
от 4,0 до 8,6	субклинический тиреотоксикоз	56	0,4
более 8,6	Т3-тиреотоксикоз	5	0,04
Итого		61	14,8

В данной группе также выявлено, что не всем пациентам с пониженным уровнем ТТГ и нормальным уровнем СТ4 был определен уровень СТЗ в сыворотке крови (их доля составила лишь 14,8 % от лиц, нуждающихся в дообследовании, всего 61 пациент).

Как видно из представленных данных, среди пациентов с пониженным уровнем ТТГ и нормальным уровнем СТ4 было выявлено 56 (0,4 %) случаев с нормальным уровнем СТЗ; с повышенным уровнем СТЗ – 5 (0,04 %) случаев.

Для дальнейшего изучения тиреоидной дисфункции среди обследованных пациентов была выделена группа лиц с повышенным уровнем ТТГ. Данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Частота встречаемости нарушений функций щитовидной железы у пациентов с повышенным уровнем ТТГ в зависимости от уровня СТ4

Уровень СТ4 в сыворотке крови (пмоль/л)	Нозологическая форма	Количество обследованных пациентов	
		абс. числа	%
менее 10,0	явный гипотиреоз	282	2,2
от 10 до 25	субклинический гипотиреоз	1756	13,9
более 25,0	вторичный тиреотоксикоз, резистентность к тиреоидным гормонам	8	0,06
Итого		2046	16,0

Как видно из данных, представленных в таблице 4, 2046 пациента с повышенным уровнем ТТГ было обследовано на уровень СТ4, что составило 16,0 % от общего числа пациентов. Также не все пациенты с повышенным уровнем ТТГ были направлены на определение уровня СТ4 (их доля составила 80,9 %).

Было выявлено 282 (2,2 %) случая с пониженным уровнем СТ4; с нормальным уровнем СТ4 – 1756 (13,9 %); с повышенным уровнем СТ4 – 8 (0,06 %) случаев.

Проведено комплексное лабораторное обследование пациентов медицинских учреждений Мурманской области на биомаркеры, применяемых для оценки функциональной активности щитовидной железы, что дало возможность оценить ее гормональный статус. Нормальные уровни ТТГ и, следовательно, эутиреоидное состояние щитовидной железы зарегистрированы у 75,2 % от общего числа обследованных лиц. Нарушение функции щито-

видной железы было выявлено в 24,8 % случаях, при этом 19,1 % (4,7 % от общего числа обследованных лиц) составили пациенты с низким значением ТТГ (гиперфункция) и 80,9 % (20,1 % от общего числа обследованных лиц) – с повышенным уровнем ТТГ (гипофункция). Установлено, что явных половых различий обнаружено не было.

Библиографический список

1. Мельниченко, Г. А. Стандартные подходы к лечению синдромов тиреотоксикоза и гипотиреоза // *Consilium Medicum*. – № 5. – 2000. – С. 221–226.
2. Мельниченко, Г. А. Субклинический гипотиреоз: проблемы лечения // *Врач*. – № 7. – 2002. – С. 41–43.
3. Фадеев, В. В. Диагностика и лечение при нарушениях функции щитовидной железы (По материалам клинических рекомендаций Медицинской ассоциации по внутренним болезням Нидерландов) // *Клиническая и экспериментальная тиреоидология*. – № 2. – Т. 4. – 2008. – С. 10–15.
4. Фадеев, В. В. По материалам клинических рекомендаций Американской ассоциации клинических эндокринологов и Американской тиреоидной ассоциации по диагностике и лечению гипотиреоза у взрослых // *Клиническая и экспериментальная тиреоидология*. – № 3. – Т. 8. – 2012. – С. 1–8.

Питание: теория и практика. Результаты скринингового обследования студентов ЕТИ МГТУ во взаимосвязи с образом жизни и питанием

Шокина Ю. В.¹, Олейник Т. И.²

¹(г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологий пищевых производств, e-mail: shokinayuv@mstu.edu.ru)

²(г. Мурманск, ГООАУ ДПО "МОЦПК СЗ")

Аннотация. Работа содержит результаты комплексного исследования образа жизни и питания студентов ЕТИ МГТУ, а также результаты сравнительного анализа основных показателей образа жизни и питания с данными скрининга состояния их здоровья. Проведен обзор актуальных тенденций в формировании здорового образа жизни и питания, как его неотъемлемой части.

Abstract. Work contains the results of a comprehensive study of lifestyle and nutrition of Natural Sciences and Technology Institute students, and the results of a comparative analysis of the main indicators of lifestyle and diet with data screening of their health status. Current trends in formation of a healthy lifestyle and nutrition as its integral part were reviewed .

Ключевые слова: образ жизни, питание, скрининг состояния здоровья

Key words: lifestyle, nutrition, health status screening

Связь питания и состояния здоровья была установлена еще Гиппократом и Авиценной. Роль нерационального питания в развитии хронических неинфекционных заболеваний была установлена во Фремингемском исследовании и доказана впоследствии эпидемиологами [1]. Нерациональное питание как фактор риска – это злоупотребление пищей с высоким содержанием сахара, соли, насыщенных жиров.

Во всем мире происходит рост числа людей с избыточной массой тела, отмечен рост сахарного диабета второго типа. Россия занимает четвертое место в мире по числу пациентов с ожирением. Основная причина смертности в России – это сердечно-сосудистые заболевания.

По данным ВОЗ человечество переедает:

- хлеба на 10 %;
- сахара на 30–35 %;
- картофеля на 9 %;

недоедает:

- мяса на 25 %;
- молока на 30 %;

– овощей и фруктов на 45–50 %.

В 2000 году ВОЗ предложила пирамиду здорового питания (рис. 1), которая была модифицирована Институтом питания РАМН с учётом местных особенностей [1].



Рисунок 1 – Пирамида питания РАМН

В разных странах пирамиды питания имеют свои отличия, зависящие от культуры, традиций, климатических особенностей, стиля жизни населения и т. д. Например, Гарвардская пирамида (рис. 2) не учитывает потребности населения России, большая часть которой относится к северным территориям.

Новая пищевая пирамида - рекомендованный ежедневный рацион



Рисунок 2 – Гарвардская пирамида питания

На кафедре "Технологий пищевых производств" МГТУ в течение последних 15 лет ведется преподавание факультативного курса "Основы рационального питания" для студентов направлений подготовки 19.03.03 "Продукты питания животного происхождения" и 19.04.04 "Технология продуктов и организация общественного питания" [2].

В рамках усвоения этой дисциплины студенты приобретают компетенции по расчету собственных суточных энергозатрат, а также по расчету калорийности и оптимального соотношения белков, жиров и углеводов в собственном идеальном суточном рационе. Также студенты приобретают компетенции по анализу собственного фактического рациона питания, исходя из особенностей образа жизни.

Исходя из задачи профилактики здорового образа жизни среди учащейся молодежи, цель исследования – пропаганда здорового образа жизни среди студентов ЕТИ МГТУ – представляется весьма актуальной.

Для ее достижения сформулированы и решены задачи:

- анализа образа жизни студентов ЕТИ;
- анализа рациона и режима питания студентов ЕТИ;
- скрининга здоровья студентов по наиболее важным показателям с привлечением специалистов Мурманского Центра здоровья в рамках выездных занятий по дисциплине "Рациональное питание";
- разработки рекомендаций по профилактике заболеваемости среди студентов.

По результатам исследования выявлены характерные черты образа жизни и питания студентов, позволяющие сделать следующие выводы.

1. Подавляющее большинство студентов не имеют хронических заболеваний ЖКТ (94,2 %).

2. Образ жизни менее половины (58,8 %) студентов характеризуется как малоподвижный с низким уровнем физических нагрузок, при этом более 40 % студентов регулярно занимаются спортом.

3. Подавляющее большинство студентов (64,7 %) довольны собственным питанием, среди недовольных своим питанием основные причины связаны с устранимыми факторами (нарушение режима питания и качества питания по зависящим от респондента причинам).

4. Около 40 % студентов знакомо с основными принципами рационального и сбалансированного питания (правильно характеризуют рациональный режим питания).

5. Сриниг здоровья коррелирует с образом жизни и рационом питания студентов, которые в целом можно характеризовать как правильные (3-х кратное питание, занятия спортом, курение – как исключение из правила, хорошее базовое состояние здоровья).

Библиографический список

1. Концепция охраны здоровья здоровых в российской Федерации (утв. Приказом № 113 Минздрава РФ от 31 марта 2003) / <http://www.zakonprost.ru/content/base/part/332549>

2. Шокина, Ю. В. Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине "Основы рационального питания" для студентов специальности 271200 [Текст] / Ю. В. Шокина. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2004. – 24 с.

**БИОРЕСУРСЫ, АКВАКУЛЬТУРА
И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ
ЭКОСИСТЕМ АРКТИКИ**

К вопросу о качестве посадочного материала форели для культивирования в Мурманской области

Анохина В. С., Кравец П. П., Малавенда С. С., Тюкина О. С., Неженец С. С.
(г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра биологии, e-mail: anohinavs@mstu.edu.ru)

Аннотация. Изучены рыбоводно-биологические показатели посадочного материала форели, доставляемой на рыбоводные хозяйства Мурманской области разными поставщиками.

Abstract. Fish breeding and biological parameters trout planting material delivered to the fish farms of the Murmansk region by different suppliers was studied.

Ключевые слова: форель, посадочный материал, аквакультура, озеро Имандра.

Key words: trout, aquaculture, lake Imandra.

Культивирование разных форм форели в холодных пресных и морских водоёмах Мурманской области осуществляется с 70-х годов прошлого века и становится традиционной для заполярного региона формой хозяйствования.

Жизненный цикл форели хорошо изучен, технология выращивания разработана и в своей основе адаптирована к определённым условиям среды. Среди множества факторов, определяющих эффективность выращивания, основным является биопродуктивность, которая зависит от экологической потенции domestцированного объекта, качества молоди, и может существенно различаться у форели разных породных групп. По этой причине в разных рыбоводных зонах РФ предпочитают производить собственный посадочный материал на основе определённой породной группы с высокой бипродуктивностью и низкими показателями смертности. В Мурманской области имеется только один частный питомник по производству посадочного материала форели производительностью от 0,8 до 1 млн. экз. разно-размерной молоди. Местный посадочный материал хорошо зарекомендовал себя на форелевых хозяйствах, однако питомник имеет ограниченные мощности и не в состоянии обеспечить в полном объёме потребности товаропроизводителей. Недостаток местных ресурсов посадочной форели вынуждает мурманских фермеров закупать молодь в других регионах по остаточному принципу, поскольку лучший посадочный материал в первую очередь покрывает потребности фермеров в месте его производства.

В последние годы на территорию Мурманской области доставляется посадочный материал радужной форели из рыбоводных заводов Карелии

и Ленинградской области. Для оценки эффективности выращивания форели, закупленной в различных хозяйствах, определяют рыбоводное качество посадочного материала по его стартовым биологическим характеристикам в период зарыбления рыбоводных ферм и по итоговым показателям продуктивности после реализации товарной рыбы. С этой целью на кафедре биологии МГТУ выполнены исследования по предварительной оценке рыбоводно-биологических показателей посадочного материала форели от разных поставщиков.

Материал и методы. Посадочный материал форели *Parasalmo mykiss* был доставлен на летнее выращивание в третьей декаде июля из трёх мест предварительного содержания: форель неизвестного происхождения из садков рыбоводного хозяйства на оз. Имандра (вариант 1) и двух рыбоводных питомников: Ладожского (вар.2) и Верхнетуломского (вар.3). Доставку осуществляли специализированным живорыбным транспортом. Ладожскую форель и молодь из садков оз. Имандра измеряли и взвешивали прижизненно.

Рыб вскрывали, исследовали размерно-массовый состав и основные морфофизиологические показатели. Всего исследовано: в вар. 1 – 85 экз. молоди, в вар. 2 – 14 экз. и в вар. 3 – 31 экз. молоди форели.

Результаты исследования

Вариант 1 – Ладожский посадочный материал.

Визуальный осмотр покровов тела и плавников ладожской форели выявил деструктивные изменения (оплавленность) дорзальных плавников у 72 % особей и слабое ерошение чешуи.

Средние по выборке размерно-весовые показатели этой группы рыб представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Статистические средние размера и веса посадочного материала ладожской форели (вариант 1) по результатам прижизненного взвешивания ($n = 85$ экз.)

Показатели	Длина общая, см	Длина по Смиту, см	Длина тела, см	Вес общий, г
Среднее по выборке	36,7	35,8	33,7	689,3
Стандартное отклонение	2,16	2,26	2,02	837,6
Доверительный интервал	0,59	0,62	0,56	231,1

Диапазон между минимальными (31 см) и максимальными (41,5 см) значением длины ладожской форели составил более 10 см, между минимальным

(338 г) и максимальным (734 г) весом рыб – 396 г. Размерно-весовые модальные группы представлены особями весом от 540 до 600 г и длиной 37–38 см.

Разбивка размерного вариационного ряда из 50 экз. на классы с интервалом в 1 см показала, что по этому показателю весь доставленный посадочный материал распределяется на два массива – с длиной рыб от 31 до 36 см и от 37 до 39 см, рис. 3. Самые крупные экземпляры длиной 40 и 41 см присутствовали в пробе единично.

Вариант 2 – посадочный материал с рыбоводного хозяйства на оз. Имандра

По результатам индивидуального осмотра у молоди этой биологической группы не выявлено внешних признаков патологии, нарушения целостности или окраски покровов.

Размерно-весовой состав молоди форели представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Статистические средние размеры и веса посадочного материала форели из оз. Имандра (вариант 2) по результатам прижизненного взвешивания ($n = 14$ экз.)

Показатели	Длина общая, см	Длина по Смигу, см	Длина тела, см	Вес общий, г
Среднее по выборке	25,6	24,9	23,2	231,6
Стандартное отклонение	3,54	3,52	3,34	102,3
Доверительный интервал	0,98	0,97	0,92	28,3

Диапазон значений между минимальной (18,5 см) и максимальной (38,5 см) длиной рыб из варианта 2 составил 18 см, между минимальным и максимальным весом – 573 г (min – 82 г, max – 655 г). Индивидуальные размерно-массовые характеристики форели укладываются в размерный ряд от 18 до 30 см, а масса – от 80 до 350 г. Более крупные экземпляры в выборке представлены единично. Модальная группа представлена особями длиной 24–26 см и массой 190–240 г.

Двукратное различие между наименьшим и наибольшим значением показателей длины в размерном вариационном ряду считается неблагоприятным рыбоводным признаком, так как будет усложнять осуществление биотехнологических процессов при последующем выращивании.

По упругости мышечной ткани, двигательной активности, состоянию чешуйчатого покрова местный посадочный материал из варианта 2 положительно отличался от ладожской форели из варианта 1, где рыба была явно крупнее.

Вариант 3 – посадочный материал с Верхнетуломского рыбоводного хозяйства

У молоди форели этой биологической группы отмечены морфологические нарушения в виде оплавленных плавников и укороченных жаберных крышек, преимущественно с левой стороны тела. У культивируемых рыб такие деструктивные изменения являются частым негативным ответом на специфические условия содержания рыб на рыбоводных предприятиях. Средние по выборке (вар. 3) размерно-весовые показатели молоди форели представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Статистические средние размера и веса посадочного материала молоди форели в вар. 3 ($n = 31$)

Показатели	Длина общая, см	Длина по Смигу, см	Длина тела, см	Вес общий, г
Среднее по выборке	14,3	13,9	12,6	34,4
Стандартное тклонение	1,1	1,1	1,0	7,6
Доверительный интервал	0,4	0,4	0,3	2,7
CV, %	7,7	7,9	7,9	7,8

Диапазон значений между минимальной (12 см) и максимальной (15,9 см) длиной местной форели составил 3,9 см, по массе – 25,8 г (минимальное значение – 19,0 г, максимальное – 44,8 г).

Разброс индивидуальных значений веса, как и длины рыб, незначительный, коэффициент вариации по основным размерно-массовым параметрам не превышает 8 % и свидетельствуют о морфологической однородности закупленной молоди форели и её предварительной сортировке. Соотношение полов самцы/самки – 1:2. Соотношение особей ювенильных и в стадиях созревания один и два составило 1:1:2. Результаты свидетельствуют, что посадочный материал форели, доставленной с Верхнетуломского питомника, на 3/4 представлен особями в прогрессирующей стадии созревания, из которых 30 % – самцы.

Таким образом, на хозяйствах Мурманской области используют разновозрастной посадочный материал форели неоднородного качественного состава с неблагоприятными для культивирования биологическими характеристиками.

Гистологическая характеристика гонад гольца озера Самолет-Озеро

Анохина В. С., Сытюгина К. С. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра биологии, e-mail: littel1988@mail.ru)

Аннотация. Нерест гольца-палии (*Salvelinus alpinus lepechini* G.) в оз. Самолёт-Озеро Кольского полуострова происходит в феврале месяце при массе рыб от 71 до 133 г и зоологической длине от 19 до 24 см.

Abstract. Spawning season of leucosticte charr (*Salvelinus alpinus lepechini* G.) from the lake Samolet-Ozero of the Kola Peninsula take place in the February with mass from 71 to 133g and with zoological length from 19 to 24 sm.

Ключевые слова: голец озёрный, палия, нерест.

Key words: lake, lacustrine charr, spawning.

Введение

Голец озёрный (*Salvelinus alpinus lepechini* G.) – ценный представитель пресноводной ихтиофауны Кольского полуострова. В природе голец широко использует возможности биотопов благодаря высокой репродукционной пластичности и создаёт в разных экологических условиях адаптированные формы, имеющие разные местные названия. Голец оз. Самолёт-Озеро представлен местной формой с устоявшимся названием палия. По сведениям, палии разных географических мест обитания вступают в период созревания в возрастном диапазоне от 4 до 6 лет, основная масса палий становится половозрелой на пятом году жизни [1–4]. Гольцы-палии принадлежат к многократно нерестующим рыбам, однако, нерест каждой особи происходит не ежегодно, поэтому задача изучения факторов, способствующих повышению продуктивности вида в водоёмах с разной экологией до настоящего времени остаётся актуальной.

Углублённое изучение биологии размножения и особенностей генеративных процессов у гольца-палии в озёрах арктической и субарктической зоны России помогает исследователям выяснить закономерности формирования структуры и численности локальных популяций и выработать механизм повышения продуктивности водоёмов путём искусственного воспроизводства вида и методами аквакультуры.

Цель исследования: исследовать морфобиологические показатели голец-палии оз. Самолет-Озеро в нерестовый период.

Материалы и методы

Голец озёрный (палия) выловлен в феврале 2015 года в оз. Самолет-Озеро, которое принадлежит бассейну Баренцева моря и расположено в северной части Кольского полуострова (рис. 1).



Рисунок 1 – Озеро Самолёт-Озеро

Выловленных рыб оценивали по размерно-массовым показателям. Самок и самцов препарировали, гонады фиксировали в 70 % спирте и использовали для изготовления гистологических препаратов. Пол и стадию зрелости рыб идентифицировали под микроскопом. В 2015 году выловлено 25 особей гольца, изготовлено 12 гистологических препаратов. Характер созревания оценивали по универсальной шкале зрелости половых желез [7]. Ооциты классифицировали по Г. М. Персову (1966) [5]. Морфологические измерения и взвешивание выполняли в соответствии с общепринятой методикой [6].

Результаты

Основные морфометрические показатели дикого гольца оз. Самолёт-Озеро представлены в таблице.

Исследования показали, что в феврале 2015 года выборка диких рыб из оз. Самолёт-Озеро представлена особями трёх размерных групп общей длиной от 19,2 до 24,8 см и массой от 71,4 до 133,2 г.

Таблица 1 – Размерно-массовая характеристика *S. a. lepechini* (февраль 2015 г.)

Размерные группы рыб	Длина, см			Высота тела, см	Масса, г общая
	L1	L2	L3		
	Февраль 2015 г.				
Мелкая	19,2	18,6	16,5	3,9	71,4
Средняя	21,6	20,1	18,7	3,9	84,2
Крупная	24,8	22,8	21,5	5,1	133,2
Среднее по группе	21,8	20,5	18,9	4,3	96,2

Примечание: L1 – длина рыбы от вершины рыла до конца лучей хвостового плавника (общая длина); L2 – длина по Смитсу; L3 – длина рыбы от вершины рыла до конца чешуйного покрова. Высота (наибольшая высота тела) – расстояние от самой высокой точки спины до брюшка по вертикали.

Визуальная оценка состояния семенников и яичников выявила наличие нерестовых и отнерестившихся самцов и самок. В настоящее время осуществляется камеральная обработка подготовленных биологических срезов гонад и идентификация стадий созревания гольца-палии разных размерных групп путём микроскопирования изготовленных гистологических препаратов.

Выводы

Голец-палия оз. Самолёт-Озеро нерестится в феврале при длине длиной 19–24 см.

Библиографический список

1. Анохина, В. С. Характеристика крови и гистология половых желез заводского и дикого гольца озерного / В. С. Анохина, А. Н. Квасоварова, К. С. Щербак // Вестник МГТУ. – 2012. – Т. 15. – № 4. – С. 691–700.
2. Галкин, Г. Г., Колюшев А. А., Покровский В. В. Ихтиофауна водохранилищ и озёр Мурманской области. В кн. Рыбы Мурманской области. – Мурманск, 1966.
3. Нестеров, В. Д. Морфоэкологическая характеристика проходного гольца *Salvelinus alpinus* (L.) Кольского полуострова. В кн. Экология и воспроизводство проходных лососевых рыб в бассейнах Белого и Баренцевого морей. – Мурманск : ПИНРО, 1985.
4. Первозванский, В. Я. Особенности питания и распределения в водоёме пресноводной формы арктического гольца *Salvelinus alpinus* L.
5. Персов, Г. М. Ранний период гаметогенеза у проходных лососей. – Тр. ММБИ, М.-Л., Наука. 1966. – 7–44 с.
6. Правдин, И. Ф. Изучение возраста и роста рыб: Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. – М. : Пищевая промышленность, 1966. – 347 с.
7. Сакун, О. Ф., Буцкая Н. А. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб. – Мурманск : Рыбное хозяйство, 1963. – 46 с.

Сохранение биоразнообразия в арктических экосистемах

Анохина В. С., Шошина Е. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра биологии, e-mail: anohinavs@mstu.edu.ru)

Аннотация. Обсуждаются проблемные вопросы сохранения естественного многообразия флоры и фауны в северных морях РФ в контексте усиления антропогенного воздействия на арктические экосистемы в пределах арктического шельфа.

Abstract. Problem questions of preservation of natural variety of flora and fauna in northern seas Russian Federations in a context of strengthening of anthropogenous influence on the Arctic zones of a shelf are discussed.

Морские сырьевые ресурсы Арктики составляют богатейшую базу дальнейшего экономического развития прибрежных государств и отдельных регионов. Современные тенденции освоения арктических природных богатств направлены на активацию деятельности по осуществлению крупномасштабных проектов добычи минеральных ресурсов шельфа и традиционное рыболовство.

В Мировом океане ежегодно добывается от 90 до 95 млн. тонн водных биологических ресурсов, морские воды – благоприятнейшая среда для культивирования гидробионтов, объём производства которых в аквакультуре достигает 65 млн. т. Важнейшие биологические ресурсы гидросферы Арктики обеспечивают сырьевую базу рыбной отрасли, являются поставщиком кормовой и технической продукции, сырья для ценнейших медицинских препаратов. Природные живые системы обеспечивают человечеству четверть мировой потребности в белке и с позиции сохранения жизни на планете фактически бесценны.

Возросшие масштабы хозяйственной деятельности в зоне Арктики, охватывая огромные пространства, неизменно увеличивают антропогенный пресс на живых обитателей северных морей, в результате значительно возрастает риск утраты существующего биоразнообразия, с непредсказуемыми последствиями для экосистемы в целом и, соответственно, для рыбохозяйственного сектора экономики.

В отличие от минеральных сырьевых компонентов, таких как уголь, нефть, газ, морские биоресурсы способны к самовоспроизведению, тем не менее, дальнейшее увеличение объёмов их добычи ограничено структурно-функциональными возможностями глобальной экосистемы.

Сложившаяся реальность диктует стратегическую необходимость сохранения морской биоты во всём её многообразии при соблюдении баланса интересов рыбного и газонефтяного промыслов на арктическом шельфе. В этой связи Министерством природных ресурсов РФ в 2004 году (Приказ № 323 от 06 апреля 2004 г.) был принят ключевой документ национального уровня, в котором намечены пути решения важнейшей государственной задачи по сохранению объектов животного и растительного мира, прежде всего редких и находящихся под угрозой исчезновения. Принятый государственный документ стратегического характера предусматривает ориентацию деятельности субъектов на применение следующих обязательных принципов:

- использование фундаментальных научных знаний в области биологии, экологии и смежных наук;
- обязательная оценка современного состояния редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного и растительного мира и воздействия на эти объекты лимитирующих факторов;
- признание необходимости создания и внедрения экономических и финансовых механизмов сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного и растительного мира.

В отечественных документах природоохранного значения изложены государственные требования к подготовке и реализации предложений по специальным мерам охраны чрезвычайно динамичных и малоустойчивых арктических экосистем. Требования предусматривают разработку хозяйствующими субъектами специальных программ, содержат указания на создание генетических банков и центров по разведению объектов животного и растительного мира.

В рамках корпоративной политики задача сохранения существующего биоразнообразия в российской части Арктики является ключевым компонентом экологического планирования и мониторинга. К предметам обязательного экологического мониторинга относятся особо значимые представители арктической флоры и фауны. Как правило, это биообъекты, которые в целом находятся под угрозой исчезновения, являются редкими, имеют высокую хозяйственную ценность или имеют ключевое значение для сохранения национального и глобального биоразнообразия. Минприроды России сформирован перечень индикаторных видов, по которым тестируется устойчивость морских экосистем. К числу индикаторных видов отнесены 111 видов водорослей, высших растений, беспозвоночных, рыб, птиц и морских млекопитающих, из них 79 представителей флоры и 32 представителя фауны.

На огромных пространствах Арктического региона, особенно на его локальных участках, попадающих в зону промышленных интересов хозяйствующих субъектов, рекомендуемые индикаторные виды по ряду причин утрачивают своё контрольное значение. Например, не все арктические виды из списка Минприроды РФ хорошо изучены, научные сведения по биологии и особенностям экологии некоторых из них неполны либо вообще фрагментарны. Это усложняет получение репрезентативных результатов и ограничивает использование рекомендуемых видов в мониторинговых исследованиях. Практика показывает, что утверждённый список необходимо дополнять новыми индикаторными видами, чувствительными к дифференцированным внешним воздействиям в границах конкретных экосистем.

Многоплановость и широкий спектр задач по сохранению биоразнообразия в осваиваемой арктической зоне очевидны, их успешное решение потребует научно-производственной интеграции усилий ведущих отраслей, нефтегазовой и рыбохозяйственной, других заинтересованных ведомств. В этом контексте будет весьма полезным наработанный за многие годы научный потенциал и опыт исследовательской деятельности МГТУ.

Разработки МГТУ по биологии и экологии баренцевоморской биоты субарктического и арктического происхождения позволяют дополнить существующий список видов-индикаторов за счёт таких тест-объектов, как акклиматизированный камчатский краб, баренцевоморская мидия, исландский гребешок, и провести сравнительные экспериментальные исследования по влиянию буровых установок и платформ на жизненные функции этих важных для рыбохозяйственной отрасли видов.

Решение важнейшей региональной задачи сохранения биоразнообразия в северных морях России неизбежно приведёт в перспективе к созданию криолаборатории и формированию генетического банка гидробионтов. Уже сейчас необходимо приступить к формированию страховых фондов репродуктивного и генетического материала особо ценных в хозяйственном отношении видов, а также видов редких и исчезающих. Потребуется сформировать стратегический запас и оперативный обменный фонд ценного генетического материала на случаи антропогенных и природных катастроф.

МГТУ имеет необходимые предпосылки для успешного выполнения на основе межотраслевого сотрудничества всего комплекса научных задач по максимальному сохранению арктической биоты на шельфе Баренцева моря.

Экологическое состояние водосборных бассейнов Кольского полуострова

Ахмедов Д. А. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный арктический университет", кафедра естественных наук, e-mail: dzhabar.ahmedov.ru@mail.ru)

Аннотация. Целью данной работы стояло оценить экологическое состояние водоемов Кольского полуострова и охарактеризовать тенденции развития эколого-гидрологической ситуации в этом регионе. А также были показаны проблемы химического, биологического и экологического состояния водных объектов Кольского Севера.

Abstract. The aim of this work was to estimate ecological state of rivers and lake of The Kola Peninsula and characterize development trend of ecological and hydrological situation in this region. Also a problems of chemical, biological and ecological state of water's objects of Kola North were submitted in this work.

Ключевые слова: экосистема водоемов, антропогенное воздействие, эколого – гидрологическая ситуация, предельно допустимая концентрация (ПДК).

Key words: ponds ecosystem, anthropogenic impact, ecological and hydrological situation, maximum permissible concentration (MPC).

Начиная с 20–30 гг. XX века различия в экосистемах водоемов стали определяться типом и степенью антропогенного воздействия, как результат развития горно-перерабатывающего комплекса предприятий апатитовой промышленности и строительства городов [1].

Поступление загрязнителей, включая кислотообразующие соединения и тяжелые металлы (ТМ) на водосборные территории водоемов аэротехногенным путем началось во время интенсивного промышленного освоения и индустриального развития Кольского Севера и северо-запада Европы.

В этом отношении, целью работы является охарактеризовать тенденции развития эколого-гидрологической ситуации на водоемах Кольского полуострова.

Для достижения данной цели были выдвинуты следующие задачи:

1. Охарактеризовать водоемы Кольского полуострова.
2. Выявить тенденции развития эколого-гидрологической ситуации по литературным данным.

В качестве объектов исследования выбраны такие водоемы Кольского Севера России, как озеро Имандра, реки: Колосйоки, Ньюдуай, Хаукилампейоки и Сергевань.

Поверхностные пресные воды Мурманской области загрязняются тремя путями:

- 1) сточными водами промышленных и сельскохозяйственных предприятий;
- 2) хозяйственно-бытовыми стоками;
- 3) атмосферными осадками и твердыми выпадениями из атмосферы, в том числе определяется через почву.

Наиболее подвержены сточным сбросам области – Имандра, Умбозеро и Ловозеро, а также реки Печенга, Патсойоки, Колосйоки, Хаукилампейоки, Сергевань, Ньюдуай, вблизи которых расположены основные промышленные предприятия: "Печенганикель", "Североникель", "Апатит", Ловозерский и Ковдорский ГОКи [2].

В озеро Имандра попадают промышленные стоки сразу двух предприятий: с северо-запада – комбината "Североникель", с востока – комбината "Апатит". Последний является также основным источником загрязнения Умбозера, а воды Ловозера загрязняются стоками Ловозерского горнообогатительного комбината.

Вещества, загрязняющие озера оказывают прямое токсическое воздействие на гидробионты ухудшают физико-химический состав вод.

Особенно отчетливо это проявляется в озере Имандра, находящемся в зоне действия двух промышленных предприятий. Основными высокотоксичными компонентами загрязнений здесь являются тяжелые металлы (медь, никель, цинк и др.), поступающие со стоками "Североникеля", высокомолекулярные органические вещества, применяемые в процессе флотации апатитнефелиновых руд, а также синтетические поверхностно-активные вещества, фтор и соединения азота, содержащиеся в стоках комбината "Апатит".

Попадая в организмы рыб и других гидробионтов, вещества вызывают острые токсикозы и различные заболевания.

Особая опасность этих веществ состоит в том, что наряду с высоким токсическим действием, они способны накапливаться в органах и тканях гидробионтов и затем передаваться по пищевым цепям.

Загрязнители, вызывающие ухудшение физико-химических характеристик вод, в Имандру попадают, в том числе, со стоками комбината "Апатит". Загрязняющими компонентами этих стоков являются различные металлы (натрий, магний и др.), анионы, взвешенные частицы, фенолы, нефтепродукты и т. п. Они приводят к изменениям ионного состава вод, накоплению в воде

донных отложениях минеральных веществ и уменьшению прозрачности [3]. Основной причиной сильного загрязнения водоемов являются промышленные стоки. Ежегодно в реки и озера области попадает более 300 млн м³ стоков, из которых лишь около 40 % очищаются до допустимых норм. Только в Имандру "Североникелем" в год сбрасывается 20 млн м³ стоков, с которыми поступает более 7 тыс. т хлоридов, 3 тыс. т сульфатов, 700 т никеля и много других загрязнителей.

Объемы и состав загрязнений сильно варьируют по городам и районам. Например, в Мончегорске, где главным источником сточных вод является комбинат "Североникель", в озера Имандра и Нюдьявр сбрасывается более 90 % всего никеля, поступающего в водоемы области.

Река Нюдуай, вытекающая из Нюдьявра – самая грязная на Кольском полуострове.

Средняя концентрация никеля в воде составляет здесь 2,25 мг/л, что в 225 раз превышает ПДК, а максимальные значения достигают 265 ПДК! В 150–200 раз превышаются в реке и ПДК по меди.

В то же время, например, в Кировске, основным загрязнителем реки Белой, куда сбрасываются стоки объединения "Апатит", являются фториды, содержание которых достигает 16 мг/л (более 18 ПДК) [4].

Аналогичное положение наблюдается, к сожалению, в Ловозерском районе, где главный источник загрязнения вод – Ловозерский ГОК, сбрасывающий стоки в Умбозеро, Ривдозеро и реку Сергевань.

Лишь около 5 % этих стоков классифицируются как "нормативно чистые", остальные либо недостаточно очищены, либо сливаются совсем без очистки. Поэтому концентрации фторидов в реке Сергевань и в озерах постоянно превышают ПДК в 5–6 раз.

Еще один путь загрязнения поверхностных вод суши – выпадение из атмосферы закисленных жидких осадков ("кислотных дождей"), а также тяжелых металлов и твердых химических соединений (в первую очередь, сульфатов – продуктов химических превращений двуокиси серы – основного компонента промышленного загрязнения атмосферы).

Количество вредных веществ, поступающих в водоемы из атмосферы, конечно, в целом, меньше, чем загрязнение стоками, однако оно заметно влияет на состояние водных экосистем [5].

Однако загрязнение вод жидкими и твердыми атмосферными осадками происходит не только вокруг гигантов промышленности, но и на больших

удалениях от них, куда загрязнители разносятся атмосферными потоками благодаря наличию высоких труб.

Таким образом, за счет активно развивающейся промышленности водоемы Кольского полуострова подвергаются влиянию антропогенной нагрузки, что выражается в превышающих значениях ПДК. Экологическая обстановка напрямую оказывает влияние на состояние биоты водоемов полуострова, в связи с этим большую важность приобретают различные показатели состояния окружающей среды.

Библиографический список

1. Шаров, А. Н. Фитопланктон водоемов Кольского полуострова / А. Н. Шаров. – Петрозаводск : Карельский НЦ РАН, 2011. – 113 с.

2. Барина, С. С., Медведева Л. А. Атлас водорослей – индикаторов сапробности (российский Дальний Восток) / С. С. Барина. – Владивосток : Дальнаука, 2013. – 580 с.

3. Трифонова, Т. А. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях / Т. А. Трифонова. – М. : Истра, 2010. – 352 с.

4. Зюзин, Ю. Л. Водоснежные потоки в Хибинах и меры защиты от них. В сб.: Доклады III Международной конференции "Лавины и смежные вопросы". – Апатиты, 2006. – 492 с.

5. Денисов, Д. Б. Изменения гидрохимического состава и диатомовой флоры донных отложений в зоне воздействия горнорудного производства (Кольский полуостров) / Д. Б. Денисов // Водные ресурсы. – 2007 – № 6. – С. 719–730.

Разработка высокопродуктивных комбикормов для выращивания лососевых рыб

**Ершов А. М.¹, Дубровин С. Ю.¹, Ершов М. А.¹, Меренков А. С.²,
Семенихина М. Е.², Колосова Е. А.²**

¹(г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологий пищевых производств, e-mail: ershovma@mstu.edu.ru)

²(г. Мурманск, ФГБУ "Мурманрыбвод", e-mail: mrv@fishnet.ru)

Аннотация. В работе рассматриваются предварительные результаты исследований по разработке высокопродуктивных комбикормов кормов для рыб семейства лососевых на основе высокобелкового минерально-витаминного комплекса, получаемого из недоиспользуемых рыб Северного бассейна.

Abstract. The preliminary results of study of creation of starting and productional fish feeds for the Salmonidae under the conditions of import substitution and on the basics of high-protein vitamin and mineral complex, obtained from the undrutilized fish of Northern seas, are considered in this work.

Ключевые слова: корм для рыб нового поколения, кормление
The key words: fodder for the fishes of new generation, the feeding

В настоящее время продовольственную безопасность можно обеспечить, развивая собственные производства и создавая технологическое оборудование для современных предприятий в основных отраслях промышленности России. Для этого могут быть использованы традиционные технологические подходы, но, с учетом динамичного развития современной науки, целесообразно обеспечить выпуск новых, конкурентоспособных продуктов. Поэтому изготовление высокопродуктивных отечественных кормов для аквакультуры на основе современных технологий является актуальной задачей.

Целью проводимых исследований является разработка высокопродуктивных комбикормов для рыб семейства лососевых на основе комплексного использования сырья и применения ресурсосберегающих технологий [1].

Использование рациональных методов подготовки полуфабриката и щадящих режимов обезвоживания позволяют получать готовый продукт с улучшенными пищевыми свойствами. При этом обеспечивается максимальное сохранение в готовом корме витаминов, аминокислот, макро- и микроэлементов.

тов естественного происхождения. Основные преимущества новой продукции – высокие кормовая ценность и перевариваемость, оптимальное соотношение жира, углеводов и белка, повышенная водостойкость гранул и их низкая крошимость. Особенно эффективно применение этого корма для выращивания лососевых видов рыб. Это связано с тем, что питательные свойства корма, изготовленного по новой технологии, превышают аналогичные свойства рыб, которыми питаются сёмга, форель и другие хищные рыбы в естественных условиях.

На основании исследований Полярного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (ПИНРО) можно сделать вывод, что недоиспользуемыми видами рыб, пригодными для изготовления корма, являются: путассу северная, тресочка полярная (сайка) и песчанка [2].

Проведен анализ по литературным источникам составов кормов для рыбы. Определены пределы содержания в них различных компонентов. Корма сравнили по энергетической ценности. Установлено из литературных источников, что качественную рыбную муку можно получить, применяя сравнительно низкие температурные режимы обезвоживания рыбы. Разработаны четыре варианта технологий производства высокобелкового минерально-витаминного комплекса (ВБМВК) и стартовых кормов на его основе. Уточнен фракционный состав крупки из ВБМВК при размоле на измельчителе и дробилке. По результатам исследования перевариваемости можно сделать вывод, что на один килограмм прироста рыбы с использованием в составе корма ВБМВК потребуется меньшее его количество по сравнению с таковым, изготовленным по традиционной технологии. Установлено, что водостойкость гранул корма повышается, если после гранулирования произвести насыщение их жиром.

Исследования показали высокую перевариваемость ВБМВК, установлен аминокислотный состав комплекса. Следует отметить, что содержание аминокислот для каждой рецептуры комбикорма можно корректировать внесением тех или иных компонентов, в том числе и растительного происхождения [3].

Достаточно обнадеживающие результаты при испытании на молоди лосося атлантического (семги) показало использование корма на основе ВБМВК и пшеничной муки. В состав этого корма не добавлялись дополнительно премиксы и минеральные вещества. Предложены четыре варианта

улучшенного компонентного состава корма для проверки в условиях рыбного завода.

В настоящее время разрабатываются опытные партии высокопродуктивных комбикормов для кормления молоди лососевых рыб в летний период. Проводятся работы по подбору рецептур кормов с целью получения оптимальных результатов при кормлении рыбы.

Библиографический список

1. Моделирование изменений диффузионных свойств рыбы при обезвоживании / М. А. Ершов, А. М. Ершов // Вестник МГТУ : труды Мурман. гос. техн. ун-та. – Мурманск, 2012. – Т. 15. – № 1. – С. 45–48.

2. Прищепа, Б. Ф. Резервы сырьевой базы промысла в морях Европейского Севера и Северной Атлантике / Б. Ф. Прищепа // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 1. – С. 57–64.

3. Особенности производства стартовых и продукционных кормов нового поколения / Ершов А. М., Дубровин С. Ю., Барышников А. В., Ершов М. А // Современные эколого-биологические и химические исследования, техника и технология производств : сборник материалов междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 07 апреля 2015 г. / Мурман. гос. тех. ун-т. – Мурманск : МГТУ, 2015. – ч. 2. – С. 112–119.

Изменение содержания пролина в бурых водорослях в процессе хранения

Клиндух М. П. (г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, лаборатория альгологии, e-mail: klindukh.maria@yandex.ru)

Аннотация. В работе представлены данные об изменении содержания свободного пролина в бурых водорослях *F. vesiculosus*, *Fucus distichus*, *Fucus serratus* и *Ascophyllum nodosum* в процессе хранения в замороженном и воздушно-сухом виде.

Abstract. The paper presents data on changes in the content of free proline in brown seaweed *F. vesiculosus*, *Fucus distichus*, *Fucus serratus* and *Ascophyllum nodosum* during storage in frozen and air-dry condition.

Ключевые слова: пролин, хранение, замораживание, высушивание, бурые водоросли.

Key words: proline, storage, freezing, drying, brown alga.

Биохимический состав бурых водорослей представлен различными соединениями, в том числе свободными аминокислотами. Они участвуют во всех жизненных процессах организма, выполняя различные функции. Роль данных соединений в метаболизме веществ очень важна. Пул свободных аминокислот в растительном организме обычно представлен 20–30 различными аминокислотами, состав и соотношение которых очень изменчивы и зависят от различных факторов [1].

В состав пула свободных аминокислот входит аминокислота пролин, которая обладает осморегуляторной и криопротекторной функциями. Также пролин участвует в синтезе белковых молекул, является эффективным энергетическим субстратом, источником углерода и запасного азота и др. Содержание свободного пролина возрастает в стрессовых условиях, например, при действии низких температур, изменении солёности и других факторов [2, 3].

В процессе заготовки бурых водорослей в качестве сырья для пищевой или фармацевтической промышленности, а также при исследовании их биохимического состава чаще всего собранные растения подвергают сушке или замораживают. Это позволяет сохранить в водорослях необходимые вещества без использования дополнительных средств (посуды, оборудования, реактивов).

Содержание свободных аминокислот в водорослях незначительно, по сравнению с полисахаридами, вероятно, поэтому научных работ, посвящённых их исследованию или извлечению из водорослей, очень немного. В литературных источниках не было найдено работ по изменению содержания свободных аминокислот в водорослях в процессе хранения.

Цель данной работы – исследовать изменение содержания свободных аминокислот в фукусовых водорослях в процессе хранения в замороженном или воздушно-сухом виде на примере свободного пролина.

Материалы и методы

Материал для исследования был собран в августе 2012 года в б. Белокаменная Кольского залива Баренцева моря.

В качестве объекта исследования использовали бурые водоросли 4-х видов: *Fucus vesiculosus*, *Fucus distichus*, *Fucus serratus* и *Ascophyllum nodosum*.

Определение содержания свободного пролина в свежесобранных (свежих) водорослях провели спустя 4 часа после сбора. Часть собранного материала подвергли замораживанию и хранили в замороженном виде в темноте при $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определение содержания свободного пролина в замороженных водорослях проводили спустя 3 дня, 7 дней, 30 дней, 3 месяца, 6 и 12 месяцев после замораживания. Ещё одну часть собранных водорослей высушили при температуре $18\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 2 дней и хранили в помещении с относительной влажностью $15\text{--}35\%$ и температурой $18\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определение содержания свободного пролина в воздушно-сухих водорослях проводили спустя 7 дней, 3 месяца, 6 и 12 месяцев после высушивания.

Содержание свободного пролина определяли по методу Байтса [4]. Определение абсолютно сухой массы (а. с. м.) образцов проводилось согласно общепринятой методике [5].

Все полученные данные были обработаны в программе Microsoft Excel с использованием математических и статистических формул [6]. Результаты представлены в виде среднего значения из трёх повторных измерений и относительной ошибки измерения.

Результаты и обсуждение

В результате выполнения работы было определено, что в процессе хранения в морозильной камере при $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ водоросли постепенно теряли воду. За первые 7 дней заморозки содержание воды в *F. vesiculosus* и *F. serratus* практически не изменилось, а у *F. distichus* и *A. nodosum* потеряли от 9 до 12 % воды. В течение 3 месяцев хранения при $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ из водорослей выморозилась основная часть потерянной при данных условиях хранения воды. Далее в течение полугода и года хранения содержание воды в пробах менялась незначительно. За год хранения в морозильной камере меньше всего влаги потеряли водоросли вида *F. vesiculosus* (до 20 %), а *F. distichus*, *F. serratus* и *A. nodosum* потеряли от 52 до 56 % воды, содержащейся в свежесобранных водорослях.

При высушивании водоросли теряли основную часть воды сразу (от 80 до 85 %). При дальнейшем хранении в течение года при 18–20 °С и относительной влажности 15–35 % содержание влаги в воздушно-сухих пробах водорослей изменялось незначительно.

Содержание свободного пролина в разных видах водорослей оказалось различным. *A. nodosum* содержал наименьшее количество пролина, которое составило 0,08 мг/г а. с. м. водоросли. В *F. serratus* содержание свободного пролина оказалось наибольшим (0,37 мг/г), а *F. vesiculosus* и *F. distichus* не отличались между собой по содержанию исследуемой аминокислоты (0,18 и 0,17 мг/г соответственно).

В процессе хранения в морозильной камере содержание свободного пролина во всех исследуемых видах бурых водорослей постепенно возрастало и достигло максимального содержания спустя 3–6 месяца после замораживания (рис. 1). Повышение содержания свободных аминокислот в растительном организме возможно в результате их синтеза или распада уже "использованных" клеткой белков [1]. В условиях морозильной камеры процесс фотосинтеза протекать не может, поэтому, вероятно, повышение содержания пролина в замороженных образцах водорослей связано с ферментативным разрушением белков в водорослях.

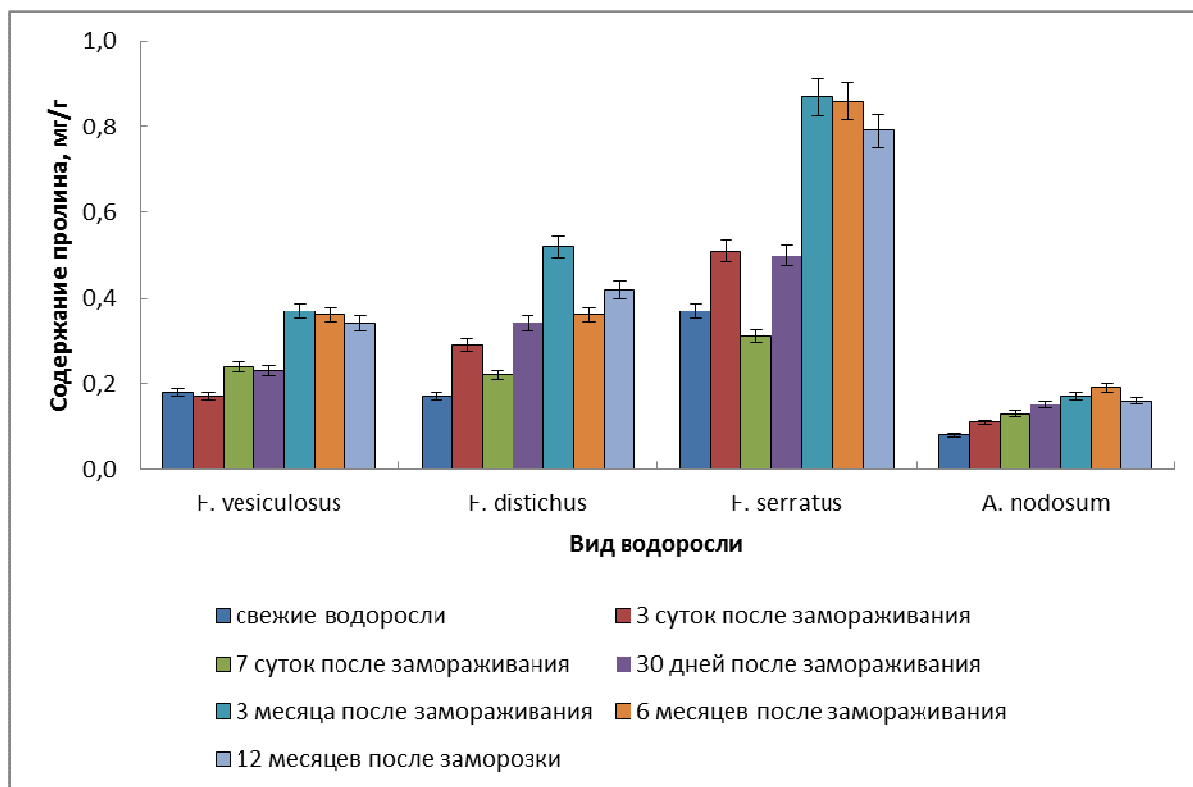


Рисунок 1 – Содержание свободного пролина в бурых водорослях при хранении в условиях морозильной камеры

Спустя 12 месяцев после замораживания содержание пролина во всех видах бурых водорослей увеличилось в 2–2,5 раза по сравнению со свежесобранными растениями. Незначительное снижение содержания пролина при годовом хранении по сравнению с 3-мя месяцами хранения, возможно, связано с начинающимися процессами деструкции данной аминокислоты.

Высушивание водорослей в течение 2 дней при температуре 18–20 °С привело к повышению содержания свободного пролина во всех исследуемых видах бурых водорослей в 1,8–2,6 раза. Это, вероятно, связано с ферментативным распадом белков в процессе высушивания растений. Хранение водорослей в воздушно-сухом состоянии при температуре 18–20 °С и относительной влажности воздуха 15–35 % в течение года не приводит к изменениям содержания свободного пролина в их составе (рис. 2).

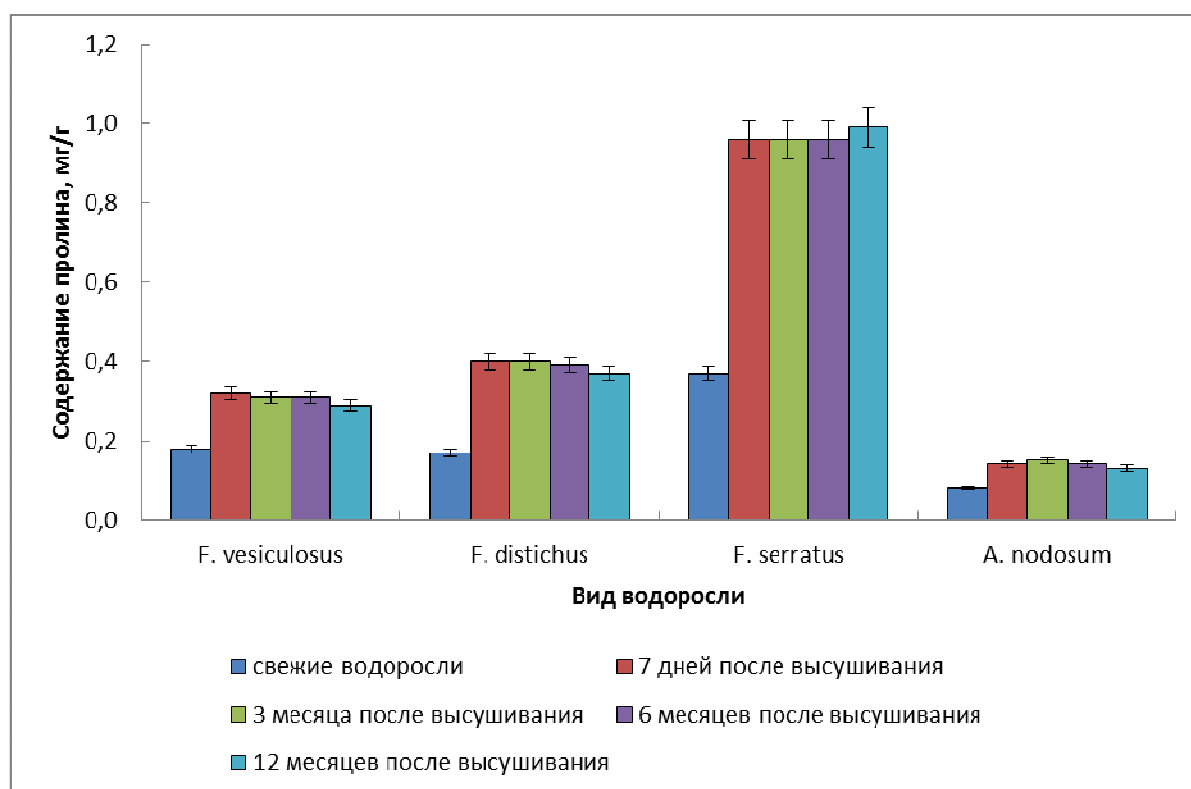


Рисунок 2 – Содержание свободного пролина в бурых водорослях при хранении в воздушно-сухом состоянии

При сравнении способов хранения по содержанию пролина за одни и те же промежутки времени определено, что в замороженных *F. vesiculosus*, *F. distichus* и *A. nodosum* содержание свободного пролина выше или в пределах ошибки, как и у этих же водорослей при хранении в воздушно-сухом виде. У *F. serratus* замороженные образцы содержали меньшее или в пределах ошибки количество пролина, по сравнению с воздушно-сухими пробами.

Помимо свободного пролина водоросли содержат и другие несвязанные аминокислоты [7, 8, 9, 10, 11]. Изменения, происходящие в водорослях при замораживании или высушивании, вероятно, повышают содержание не только свободного пролина, но и всех остальных свободных аминокислот. Для подтверждения этого предположения необходимо проведение дополнительных исследований.

Заключение

При определении природного содержания свободного пролина в фуксовых водорослях такие методы фиксации, как замораживание или высушивание, не подходят, поскольку приводят к сильным изменениям в содержании данных веществ.

Для сравнения данных по содержанию свободных аминокислот необходимо, чтобы исследуемые образцы хранились одинаковое время и в идентичных условиях.

Для получения водорослевых экстрактов, обогащённых свободными аминокислотами, эффективнее использовать высушенные или замороженные водоросли.

Библиографический список

1. Красильникова, Л. А. Биохимия растений / Л. А. Красильникова, О. А. Авксентьева, В. В. Жмурко, Ю. А. Садовниченко; под ред. к. б. н. Л. А. Красильниковой. – Ростов н/Д: "Феникс", Харьков: Торсинг, 2004. – 224 с.
2. Кузнецов, Вл. В. Пролин при стрессе: биологическая роль, метаболизм, регуляция / Вл. В. Кузнецов, Н. И. Шевякова // Физиология растений. – 1999. – Т. 46, №2. – С. 321–336.
3. Клиндух, М. П. Сезонные изменения содержания маннита и пролина в бурой водоросли *Fucus vesiculosus* L. Мурманского побережья Баренцева моря / М. П. Клиндух, Е. Д. Облучинская, академик Г. Г. Матишов // Доклады академии наук. – 2011. – Т. 441. – № 1. – С. 1–4.
4. Bates, L. S. Rapid Determination of Proline for Water-Stressed Studies / L. S. Bates, S. P. Waldren, I. D. Teare // Plant Soil. – 1973. – Vol. 39. – P. 205–207.
5. ГОСТ 26185 – 84. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. – введён 01.01.85. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 34 с.

6. Ивантер, Э. В. Введение в количественную биологию: учеб. пособие / Э. В. Ивантер, А. В. Коросов. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. – 304 с.
7. Барашков, Г. К. Сравнительная биохимия водорослей / Г. К. Барашков. – М. : Изд. "Пищевая промышленность", 1972. – 336 с.
8. Ключкова, Н. Г. Водоросли камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав / Н. Г. Ключкова, В. А. Березовская; отв. ред. д. б. н. В. С. Леви. – Владивосток ; Петропавловск-Камчатский : Даль-наука, 1997. – 155 с.
9. Репина, О. И. Фукоиды белого моря: химический состав и перспективы использования / О. И. Репина // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: Мат. второй науч.-практич. конференции. – М. : Изд-во ВНИРО, 2005. – С. 216–219.
10. Клиндух, М. П. Сравнительное исследование химического состава бурых водорослей *Fucus vesiculosus* и *Ascophyllum nodosum* / М. П. Клиндух, Е. Д. Облучинская // Вестник МГТУ. – 2013. – Т. 16. – № 3. – С. 466–471
11. Клиндух, М. П. Исследование свободных аминокислот бурых и красных водорослей Баренцева моря методом ВЭЖХ / М. П. Клиндух // Тезисы докладов международной научной конференции "Арктическое морское природопользование в XXI веке – современный баланс научных традиций и инноваций (к 80-летию ММБИ КНЦ РАН)". – Апатиты : КНЦ РАН, 2015. – С. 107–109.

Особенности развития икры атлантического лосося и личинок горбуши на Умбском рыбноводном заводе

Ливадина Л. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра биологии, e-mail: livadinalv@mstu.edu.ru)

Аннотация. В работе представлена информация об особенностях развития икры атлантического лосося и личинок горбуши на Умбском рыбноводном заводе. Проводится сравнительный анализ развития исследуемого материала с литературными данными.

Abstract. Development features of fries and incubated eggs of farm atlantic salmon and humpback salmon was investigated in Umba Fish Farm and described in accordance with literature data.

Ключевые слова: атлантический лосось, горбуша, биологический возраст, морфология, развитие

Key words: atlantic salmon, humpback salmon, biological age, morphology, development

Введение

В настоящее время на Европейском Севере России как никогда актуально поддержание и восстановление существующих стад семги и интродуцированной горбуши. С этой целью три рыбноводных завода Мурманской области (Кандалакшский, Князегубский, Умбский) осуществляют инкубацию икры, выращивание и выпуск молоди сёмги с целью воспроизводства региональных стад и восстановления численности популяций.

Для инкубации и выращивания используется вода естественной температуры, из внешних источников. Показатели эмбрионального и личиночного развития обладают широким диапазоном вариации, поскольку метеорологические условия на Кольском п-ве значительно варьируют [1]. Рыбноводы опираются на опыт предыдущих лет и существующие методы определения стадий онтогенеза, упор в которых сделан на общий план развития, при этом пищеварительная система остается без внимания. Следует больше внимания обратить на онтогенез пищеварительного тракта и резорбцию желтка, поскольку эти процессы напрямую связаны с определением срока перевода личинок на активное питание [2].

Неблагоприятная экологическая обстановка в среде обитания популяций атлантического лосося на Кольском п-ве обуславливает необходимость пристального контроля будущих поколений рыбы, полученных по программам

восстановления. В связи с этим был проведен анализ развития инкубируемой икры атлантического лосося и личинок горбуши на Умбском рыбноводном заводе, как наиболее изолированном территориально от менее благополучных популяций, испытывающих на себе значительное влияние антропогенного характера.

Целью работы является оценка соответствия морфологического состояния и этапов развития икры и личинок семги и горбуши Умбского рыбноводного завода литературным данным и определение дальнейших сроков изъятия выборок.

Задачами работы являются:

1) Оценить морфологические характеристики заводских личинок горбуши генерации 2015 года;

2) Оценить морфологические характеристики заводской икры атлантического лосося генерации 2015 года;

3) Определить периоды и даты дальнейшего изъятия выборок материала: для атлантического лосося в соответствии с биологическим возрастом в тау-сомитах [3], для горбуши в соответствии с этапами развития [4, 5];

4) Сопоставить комплексные онтогенетические характеристики пищеварительной системы с ожидаемыми в данном биологическом возрасте по методике Городилова, 1986, для атлантического лосося, и по данным Смирнова, 1975, для горбуши.

Материалы и методы

Объектами исследования являются:

– Личинки горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792);

– Развивающаяся икра атлантического лосося *Salmo salar* (L., 1758).

Материал отобрали на Умбском рыбноводном заводе в период 04.11.15–11.03.16 (таблица 1).

Таблица 1 – Объем исследуемого материала

Дата	Количество личинок горбуши, шт.	Количество икры атлантического лосося, шт.
04.11.15	15	25
23.01.16	15	25
11.03.16	15	25

Биологический материал извлекали из инкубационных емкостей с помощью сачка. Определяли массу и длину тела по Смитту для личинок горбуши,

диаметр и массу икринки для атлантического лосося прижизненно по стандартным методикам. Далее материал фиксировали в жидкости Буэна для гистологических исследований. У зафиксированных личинок горбуши извлекали пищеварительную трубку.

Информацию о среднесуточной температуре воды получили из рыбоводных журналов. Биологический возраст и накопленную сумму тепла рассчитывали по среднесуточным значениям температуры.

Пищеварительные трубки личинок горбуши исследовали на наличие и степень выраженности следующих морфологических признаков:

- 1) Наличие расширения в области желудка;
- 2) Наличие изгибов пищеварительной трубки;
- 3) Наличие зеленого пигмента в просвете кишечника.

Развивающуюся икру атлантического лосося анализировали на наличие и степень выраженности следующих морфологических признаков:

- 1) Наличие структурных элементов пищеварительной системы (ротовая воронка, анус, просвет пищеварительной трубки);
- 2) Наличие зеленого пигмента в просвете кишечника;
- 3) Наличие и степень развития глазных бокалов.

Результаты и обсуждение

Морфологические характеристики личинок горбуши.

Данные по основным параметрам исследуемых личинок горбуши показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика личинок горбуши на период отбора биологических проб

Дата исследования	Длина тела по Смигу, см	Длина тела общая, см	Масса тела, мг	Этап развития по Смирнову [4]	Количество градусодней на момент отбора	Дней от оплодотворения
04.11.15	$2,09 \pm 0,05$	–	$189,1 \pm 21,0$	11 этап зародышевого периода "Развитие подвижности челюстей, жаберных крышек, завершение инкубации"	584,4	71

Окончание таблицы 1

Дата исследования	Длина тела по Смитту, см	Длина тела общая, см	Масса тела, мг	Этап развития по Смирнову [4]	Количество градусодней на момент отбора	Дней от оплодотворения
23.01.16	2,90 ± 0,20	2,59 ± 0,19	198,2 ± 26,6	12 этап зародышевого периода "Пассивное состояние свободных зародышей"	595,0	151
11.03.16	2,74 ± 0,09	2,46 ± 0,10	147,3 ± 13,9	13 этап зародышевого периода "Формирование непарных, брюшных плавников и плавательного пузыря"	601,2	199

Следует отметить, что вылупление горбуши происходило в пределах известных для Умбского рыбоводного завода значений накопленной суммы тепла [6]. Икра тихоокеанской горбуши накапливает сумму тепла в диапазоне 300–740 градусодней, после чего происходит вылупление. Наши данные согласуются с данными Смирнова: при пониженной температуре длительность инкубации увеличивается, но сумма тепла, необходимая для развития, уменьшается [4].

Степень развития пищеварительной системы горбуши оценили с привязкой к этапам развития [4]:

04.11.15. Пищеварительная система представляет собой прямую трубку без ответвлений, желудок представлен неявно в виде расширения, внутри кишечника желто-зеленый пигмент (11 этап).

23.01.16. Желудок еще расширился, намечается изгиб в его пилорической части (12 этап).

11.03.16. Дифференцируются отделы желудочно-кишечного тракта, закладываются пилорические придатки (13 этап).

Морфологическая характеристика развивающейся икры атлантического лосося.

Данные по основным параметрам исследуемых выборок развивающейся икры атлантического лосося показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика икры семги на период отбора биологических проб

Дата исследования	Диаметр икринки, мм	Масса икринки, мг	Стадия развития по Городилову [3]	Биологический возраст, тау-сомит	Количество градусодней на момент отбора проб	Дней от оплодотворения
04.11.15	$5,7 \pm 0,3$	$128,7 \pm 18,7$	14 стадия 10 пар сомитов. Образование глазных бокалов. Обрастание желтка перидермой достигает $\frac{3}{4}$ поверхности шара	64,6	91,1	29
23.01.16	$5,8 \pm 0,3$	$118,4 \pm 14,7$	26 стадия. Васкуляризация охватывает $\frac{3}{4}$ – $\frac{4}{5}$ поверхности желточного мешка. Меланин распространился по всей сфере глазных бокалов и различимы через оболочку <...>	158,9	101,6	151
11.03.16	$5,6 \pm 0,3$	$120,3 \pm 15,3$	31 стадия. Опорных лучей в хвостовом плавнике до 5. <...>	215,1	106,4	157

По данным методической инструкции Городилова, массовый выход личинок из икры ожидается в биологическом возрасте 310–325 тау-сомит (характерно для инкубации при температуре ниже 2 °С [3]).

Степень развития пищеварительной системы атлантического лосося оценили с привязкой к стадиям развития [3]:

04.11.15 Сомитогенез не завершен, пищеварительная трубка отсутствует (14 стадия).

23.01.16 Ротовая воронка образуется, зеленый пигмент в просвете кишечника отсутствует (26 стадия).

11.03.16 Пищеварительная система представляет собой прямую недифференцированную трубку. Пигмента внутри нет (31 стадия).

Заключение

1) Показатели морфологического развития личинок горбуши согласуются с данными А. И. Смирнова. Пищеварительная система на момент изъятия последней выборки имеет четко отграниченный желудок и пилорический изгиб.

2) Показатели морфологического развития икры атлантического лосося согласуются с данными Ю. Н. Городилова. Пищеварительная система на момент изъятия последней выборки представлена прямой трубкой.

3) Дальнейший отбор биологических проб горбуши планируется в конце мая, перед выпуском в реку (первая декада июня). Количество накопленной суммы тепла к этому сроку составит около 705 градусодней. Дальнейший отбор проб семги планируется в начале июня, приблизительно в биологическом возрасте 310–320 тау-сомит.

4) Развитие пищеварительной системы соответствует описанным в литературе для выборок горбуши и атлантического лосося. Для более детального функционального исследования онтогенеза необходимо проведение гистологического и химического анализа.

Библиографический список

1. Обзор метеорологических условий Мурманской области [Электронный ресурс] // Федеральное государственное бюджетное учреждение "Мурманское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды" [сайт] 2011–2015 / URL:

http://www.kolgimet.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=137&Itemid=184 (дата обращения 25.03.2016).

2. Уголев, А. М., Кузьмина В. В. Пищеварительные процессы и адаптации у рыб. – СПб. : Гидрометеоиздат, 1993. – 238 с.

3. Городилов, Ю. Н. Методические материалы по определению возраста и стадий развития зародышей атлантического лосося. – Мурманск : ПИНРО, 1986. – 72 с.

4. Смирнов, А. И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. – М. : МГУ, 1975. – 335 с.

5. Смирнов, А. И. Инструкция по искусственному разведению тихоокеанских лососей. – М. : Изд-во "Рыбное хоз во", 1963. – 62 с.

6. Зубченко, А. В., Веселов А. Е., Калюжин С. М. Горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*): проблемы акклиматизации на Европейском Севере России. – Петрозаводск, Мурманск : "Фолиум", 2004. – 82 с.

Видовое разнообразие водорослей-макрофитов Кольского залива Баренцева моря

Малавенда С. В. (*г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, лаборатория альгологии, e-mail: malavenda@yandex.ru*)

Аннотация. Оценено видовое разнообразие литорального и сублиторального макрофитобентоса Кольского залива (без учета губ северного колена) Баренцева моря. Наибольшее видовое разнообразие макрофитобентоса по числу встреченных видов и видовой насыщенности выявлено в защищенной части северного колена (между губами Средняя и Тюва и о-вах Торос, Екатерининский и Оленьи), наименьшее – в южном колене.

Abstract. Estimated species diversity of intertidal and subtidal macrophytobenthos Kola Bay (without bay in north part) of the Barents sea. The highest species diversity of macrophytobenthos by the number of species met and the species richness identified in the protected Northern part of the knee (average between the Sredniaa Bay and Tuva Bay and Islands Toros, Ekaterine and Olenii), and lowest in the southern knee.

Ключевые слова: фитобентос, видовое разнообразие, макроводоросли, Кольский залив, Баренцево море.

Key words: phytobenthos, species diversity, macroalgae, Kola Bay, Barents Sea.

Водоросли-макрофиты являются основой морских прибрежных экосистем, выполняя роль продуцентов органики, кислорода, места убежища и нагула многих видов рыб и беспозвоночных. Знание видового разнообразия растительного сообщества важно, так как от него зависит устойчивость бентосных фитоценозов при различных природных и антропогенных воздействиях, в том числе воздействиях нефти.

Бентосные фитоценозы распространены вдоль всей береговой линии Кольского залива на литорали и в сублиторали до глубины около 15–20 м. Первые исследования видового разнообразия водорослей-макрофитов были выполнены в начале XX века [1, 2], после этого на протяжении долгого времени многие участки залива были недоступны для изучения по различным социальным причинам. В последние годы исследование экосистем залива возобновилось и, в частности, было выявлено сокращение видового разнообразия в фитоценозах западного берега южного колена, испытывающего некоторое антропогенное влияние [3–6]. До настоящего времени сведения по донной растительности северной части залива отсутствовали.

В данной работе приводится анализ видового разнообразия водорослей-макрофитов залива, а также распределение типов растительности по системе

Блиновой Е. И. [17, 18], в которой литораль и сублитораль подразделяются на несколько типов в зависимости от вертикальной смены доминирующих видов.

1. Материал и методика

Материалом послужили пробы водорослей-макрофитов, собранные на побережье Кольского залива в 2009–2013 гг. Для видовой идентификации водорослей использовали определители по северным морям [8–10] и ключи, приведенные в ряде систематических работ [11–15]. Современные названия видов и синонимию сверялись по международной базе данных Algaebase [16].

Видовое разнообразие оценивалось двумя параметрами: видовой насыщенностью (N), определяемой как среднее число видов на единицу площади (видов/м²), и число выявленных видов. При расчете средних значений в качестве меры их изменчивости использовали стандартное отклонение.

Тотальный осмотр литорали с борта судна и сборы вдоль разрезов и на отдельных участках позволил выделить границы биономического типа зарослей достаточно точно. Сублитораль была подразделена аналогично на основании экспертного предположения о распределении ламинариевых вдоль берега.

2. Результаты

Число видов макроводорослей. В Кольском заливе по результатам проведенного исследования было выявлено 85 видов водорослей-макрофитов, в том числе в северном колене – 80 видов, в среднем – 63, в южном – 21. Наибольшее количество видов вдоль одного разреза было отмечено на о. Торос – 51 (северное колено). Немаловажен тот факт, что виды распределены вдоль береговой линии залива неравномерно и многие из них были отмечены только на некоторых разрезах или единично. Таких в северном колене было выявлено 18 видов, в среднем колене только 3 вида, и все они могут считаться редкими для побережья Мурмана. В южном колене залива выявлены только виды-выносливцы, которые произрастают также в других частях залива.

Соотношение видов разных систематических групп (зеленые, бурые и красные водоросли) существенно различается в разных частях залива. В северном колене Кольского залива выявлено 17 видов зеленых водорослей, 31 – бурых и 32 – красных, в среднем – 13, 21, 29 видов, соответственно, в южном – 6, 11, 4 вида.

Из числа видов, имеющих охранный статус, была обнаружена *Kornmannia leptoderma* (Kjellman) Bliding 1969 (Chlorophyta) на валунной литорали средней части залива (на нижнем горизонте литорали разрезов III, V, VI). Вид имеет охранный статус согласно Красной книги Мурманской области [19].

Полученные данные согласуются с концепцией, что видовое богатство макрофитов в заливах Мурмана увеличивается от кутовой части к устьевой [2, 20]. Также ранее было выявлено, что в южном колене не встречаются многие обычные для защищенных зон побережья виды [4–6].

Видовая насыщенность (как число видов на единицу площади) в южном колене залива ниже, чем в среднем и северном (табл. 1).

Таблица 1 – Видовое разнообразие макрофитобентоса в Кольском заливе

	Z, м	Северное колено, разрезы					Среднее колено, разрезы					Южное колено, разрезы			
		I	II	III	IV	K1	V	VI	VII	VIII	IX	K1	X	XI	K1
	$n_{\text{общ}}:$ З/Б/К	41: 12/18/11	51: 8/20/23	44: 9/13/22	47: 8/14/25	–	43: 7/15/21	36: 7/11/18	42: 10/15/17	31: 1/10/20	12: 3/7/2	–	8: 2/4/2	13: 2/9/2	–
N±S	ВГЛ	2±4	1±1	3±1	1±1	2±1	2±1	1±1	1±0	2±1	1±1	2±1	1±1	1±1	1±1
	СГЛ	10±4	6±5	3±3	3±1	6±5	3±3	5±3	10±5	1±1	2±0	5±3	3±1	3±0	3±1
	НГЛ	22±4	8±6	10±10	8±1	12±10	9±3	8±1	9±3	11±6	5±1	9±3	3±1	2±0	3±1
	K2	11±11	5±4	5±4	4±1	6±6	5±2	5±2	4±2	5±3	3±1	–	3±1	2±1	–
	5	2±2	8±3	9±6	9±3	7±4	9±1	7±7	10±7	10±10	3±1	9±6	3±1	3±3	3±3
	10	1±1	12±3	6±6	7±5	7±4	0±0	5±5	7±4	6±6	1±1	5±4	1±1	1±1	1±1
	15	1±1	4±4	1±1	2±2	2±2	0±0	4±2	5±2	1±1	–	3±1	–	–	–
	K2	1±1	8±3	5±4	6±3	–	3±0	5±5	7±4	6±6	2±1	–	2±1	2±2	2±2
	K3	6±6	7±4	5±5	5±2	6±4	4±1	5±3	6±3	5±4	3±2	5±3	2±2	2±2	2±2

Примечание: данные на разрезах I–VII получены в 2013 г, на IX–XI – в 2011–2012 г.; Z – горизонт литорали (ВГЛ, СГЛ, НГЛ – верхний, средний и нижний горизонты, соответственно), глубина (в м) для сублиторали; N – видовая насыщенность, S – стандартное отклонение; $n_{\text{общ}}$ – число выявленных видов на разрезе, З/Б/К – соотношение зеленых, бурых и красных водорослей соответственно; K1 – среднее на горизонте в определенном колене залива, K2 – среднее на литорали или в сублиторали данного разреза, K3 – среднее на разрезе. В качестве меры неопределенности указано стандартное отклонение.

Литораль. Наибольшие значения показателя были выявлены на нижней литорали разреза I (о. Екатерининский) – примерно 22 вида на 1 м². В среднем видовая насыщенность снижается в несколько раз при увеличении периода осушения от верхнего к нижнему горизонту литорали (табл. 1). Причем наиболее значительно такое снижение в северном колене, минимально – в южном. Для соотношения видов на нижнем и верхнем горизонтах литорали по разрезам имеем (в скобках – номер разреза): северное колено: 11 (I), 8, (II), 3.3 (III), 8 (IV); среднее: 4.5 (V), 8 (VI), 9 (VII), 5.5 (VIII), 5 (IX); южное: 3 (X), 2 (XI).

В *сублиторали* видовое разнообразие более равномерно, количество выявленных видов монотонно снижается с глубиной (кроме разреза II, что обусловлено наличием более подходящего субстрата на глубине 10 м). Между разрезами северного и среднего колен существенной разницы видовой насыщенности не выявлено. Этот показатель существенно снижен только в южном колене, вероятно, под влиянием антропогенного пресса и преобладанием рыхлых грунтов.

Типы растительности. На побережье наблюдается закономерная смена растительных сообществ в зависимости от прибойности, типов грунтов (мелко или крупно обломочные, скальные, подвижные или нет), глубины или высоты над уровнем моря на литорали [2, 17, 18, 20]. В настоящей работе использовались цифро-буквенные обозначения, где л – литоральные, с – сублиторальные сообщества: доминирующие виды и обозначения сообществ – табл. 2. Распределение доминантов по вертикали и средние биомассы фитобентоса при различных типах растительности на Мурманском побережье подробно приведены в работах [17, 18]. В Кольском заливе в ходе нашей работы была выявлена следующая смена типов растительности: в устьевой части северного колена на литорали преобладает 4-ый тип литоральной растительности (4л), в слабо защищенной от прибоя – 3л, а в сублиторали – 2с и 3с соответственно. Отметим, что биомасса макрофитобентоса в сублиторали северного колена в наших сборах была ниже литературных данных [17], что связано, прежде всего, с большим количеством песка и ила в составе грунтов вдоль выполненных сублиторальных разрезов. В среднем колене на литорали преобладает тип растительности 2л, а в сублиторали постепенный переход от 2с к 1с. В южном колене залива на литорали выявлен 1-ый (1л) тип растительности, в сублиторали – 1с. Такое широкое распро-

странение растительности защищенного берега обусловлено прежде всего извилистым характером береговой линии и большой протяженностью самого Кольского залива.

Таблица 2 – Типы донной растительности Кольского залива

Участок берега	Характеристика биотопа	Тип зарослей и доминирующие виды	
		литораль	сублитораль
От Кувшинская Салма до мыса Чевруй, о. Торос и близлежащие о-ва, от мыса Летинский – до устья губы Большая Волоковая	Отвесный берег, редко осыпи, прибойность I	4л – ВГЛ: <i>Pelvetia canaliculata</i> , <i>Porphyra umbilicalis</i> СГЛ: <i>F. spiralis</i> НГЛ: <i>Devaleraea ramentacea</i>	3с – <i>Laminaria digitata</i> , <i>Alaria esculenta</i>
Между мысами Чевруй и Тоня, о-ва Большой Олений и Екатеринбургский	Осыпи и отвесные скалы чередуются, прибойность II	2л – СГЛ: <i>F. vesiculosus</i> , <i>A. nodosum</i> , <i>F. distichus</i>	2с- <i>Laminaria digitata</i> , <i>Alaria esculenta</i> , <i>D. aculeata</i>
устье губы Большая Волоковая – устье губы Тюва	Отвесный берег, редко осыпи, прибойность II	НГЛ: <i>Palmaria palmata</i> , <i>D. ramentaceae</i>	
от устья Пала-губы до мыса Пас	Осыпи и отвесные скалы чередуются, прибойность II		
между губами Тюва и Средняя	валунные пляжи, местами отвесный берег, прибойность II	3л – СГЛ: <i>F. vesiculosus</i> , <i>F. distichus</i> НГЛ: <i>D. ramentaceae</i> , <i>S. latissima</i> , <i>A. esculenta</i> , <i>L. digitata</i>	
между губами Средняя и Ваенга	пологий берег, прибойность III		
от мыса Пас до мыса Мишуков	В основном пологий берег, прибойность III	2л	1с – 0–10 м: <i>Saccharina latissima</i> , (5)10–30 м: <i>Desmarestia aculeata</i>
к югу от мыса Мишуков	пологий берег, прибойность IV–V	1л – <i>F. vesiculosus</i> , <i>F. distichus</i>	нет данных
губы Ваенга, Грязная, Рослякова	пологий берег, прибойность IV–V		
губы Сайда, Оленья, Большая Волоковая, Тюва	Осыпи и отвесные скалы чередуются, прибойность III–V	нет данных	

Выводы

1. Впервые получены современные сведения о видовом составе макрофитобентоса почти всего Кольского залива Баренцева моря. В исследованной части Кольского залива выявлено 85 видов групп зеленые, бурые и красные водоросли, в северном колене – 80 видов, в среднем – 63, в южном – только 21.

2. В среднем и северном коленах залива был обнаружен вид водорослей из числа внесенных в Красную книгу Мурманской области – *Kornmannia leptoderma* (Chlorophyta, Ulvaceae).

3. Наибольшее видовое разнообразие макрофитобентоса по числу встречаемых видов в Кольском заливе выявлено в защищенной части северного колена (между губами Средняя и Тюва и о-вах Торос, Екатерининский и Оленьи), наименьшее – в южном колене. Наибольшее число видов для всех колен залива отмечено на нижнем горизонте литорали и в сублиторали до глубины 10 м.

4. Разнообразие растительности Кольского залива может быть описано четырьмя типами литоральной растительности и тремя – сублиторальной.

Благодарности

Работа выполнена в рамках грантового проекта Всероссийской общественной организации "Русское географическое общество" "Исследования побережья им береговой зоны северной части Кольского залива и разработка карт уязвимости всего залива от нефти" (2013–2014 гг., договор № 26/2013-НЗ от 02.04.2013), а также при финансовой поддержке Русским географическим обществом проекта "Разработка WEB-проекта "Интерактивные карты уязвимости Кольского залива от нефти"" (2015–2016 гг., договор № 59/2015-Р от 29.05.2015).

Библиографический список

1. Еленкин, А. А. Предварительный отчет о командировке на Мурманскую биологическую станцию летом 1906 г. // Тр. С.-Петербур. общ-ва естествоисп. – 1906. – Т. 37. – вып. 1. – С. 1–11.

2. Зинова, Е. С. Водоросли Мурмана. Введение. Зеленые и красные водоросли. Тр. СПб. об-ва естествоиспыт., т. 23. – вып. 23, ч. 1, – С. 170–343. – 1912.

3. Завалко, С. Е., Шошина Е. В. Многоуровневая морфофизиологическая оценка состояния фукусовых водорослей в условиях антропогенного загрязнения (Кольский залив Баренцева моря) // Вестник МГТУ. – 2008. – Т. 11. – № 3. – С. 423–431.

4. Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. – М. : Наука, 2009. – 381 с.

5. Малавенда, С. С., Малавенда С. В. Черты деградации в фитоценозах южного и среднего колен Кольского залива Баренцева моря // Вестник МГТУ. – 2012. – Т. 15. – № 4. – С. 794–802.

6. Малавенда, С. В., Комракова Д. Г., Малавенда С. С. Изменение структуры литоральных фитоценозов Мурмана при антропогенном воздействии // Вестник МГТУ. – 2013. – Т. 16. – № 3. – С. 486–492.
7. Малавенда, С. В., Шавыкин А. А., Ващенко П. П. Макрофитобентос Кольского залива: 1. Биомасса // Охр. окр. среды в нефтегазовом комплексе. – 2015. (статья 1 серии)
8. Зинова, А. Д. Определитель бурых водорослей северных морей СССР. – М.-Л. : Изд. АН СССР, 1953. – 225 с.
9. Зинова, А. Д. Определитель красных водорослей северных морей СССР. – М.-Л. : Изд. АН СССР, 1955. – 220 с.
10. Виноградова, К. Л. Ульвовые водоросли (Chlorophyta) морей СССР. – Л. : Наука, 1974. – 166 с.
11. Перестенко, Л. П. Род *Acrosiphonia* J.Ag. на Мурманском побережье (Баренцево море) // Новости сист. низших раст., – 1965. – Т. 2. – С. 50–64.
12. Виноградова, К. Л. Роды *Chaetomorpha* Kütz. и *Rhisoclonium* Kütz. (Siphonocladales) в северных морях СССР // Новости систематики низш. раст. – 1986. – Т. 23. – С. 13–25.
13. Виноградова, К. Л. Виды *Ceramium* (Ceramiales, Rhodophyta) в северных морях России // Ботанич. журнал. – 2005. – Т. 90. – № 6. – С. 884–890.
14. Виноградова, К. Л. Виды *Porphyra* (Bangiales, Rhodophyta) в северных морях России // Ботанич. журнал. – 2007. – Т. 92. – № 4. – С. 532–543.
15. Виноградова, К. Л. Порядок *Ceramiales* (Rhodophyta) во флоре Северного Ледовитого океана // Ботанич. журн. – 2011. – Т. 96. – № 6. – С. 681–695.
16. Guiry, M. D. & Guiry, G. M. 2015. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 10 January 2015.
17. Блинова, Е. И. Типы растительности макрофитов сублиторали Мурмана // Тр. молодых ученых ВНИРО. – 1964. – С. 136–140.
18. Блинова, Е. И. Водоросли-макрофиты и травы морей европейской части России (флора, распространение, биология, запасы, марикультура). – М. : Изд. ВНИРО, 2007. – 114 с.
19. Красная книга Мурманской области. Электронный ресурс: <http://ias.kgilc.ru/redbook>. Дата обновления 15.01.2015 (дата обращения 15.02.2015).
20. Гурьянова, Е. Ф., Закс И. Г., Ушаков П. В. Литораль Кольского залива. Тр. Ленингр. об-ва естествоисп. – 1930. – Т. 60. – № 2. – С. 17–107.

Материалы по паразитофауне трески и сайды в губе Кислой (Баренцево море)

Мишопита С. В. (г. Мурманск, Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича)

Аннотация. В работе приведены результаты исследования, которое выполнено в 2015 г. с целью изучения видового состава паразитофауны атлантической трески *Gadus morhua* (L.) и сайды *Pollachius virens* (L.) в губе Кислой Баренцева моря. Установлена степень их заражения различными видами паразитов. Выявлено присутствие паразитической копеподы *Holobomolochus confusus* у трески, а также спор миксоспоридии *Myxidium incurvatum* в желчном пузыре сайды, которые ранее не отмечались в паразитофауне этих рыб в районе Кислогубской ПЭС.

Abstract. The paper presents the results of the study which carried out in 2015. The aim was to research a species composition of the parasite fauna of *Gadus morhua* (L.) and *Pollachius virens* (L.) in Kislaya inlet of Barents sea. It has been established the rate of infestation of cods and pollocks. It has been revealed *Holobomolochus confusus* in the nasal cavity of cod and *Myxidium incurvatum* in the gall bladder of pollock. This species of parasites haven't been registered early in the area of Kislaya Inlet tidal power plant.

Ключевые слова: треска, сайда, губа Кислая, паразитофауна, экстенсивность инвазии, индекс обилия, Кислогубская ПЭС

Key words: cod, pollock, Kislaya inlet, parasite fauna, prevalence, abundance, Kislaya Inlet tidal power plant

1. Введение

Изучение фауны паразитов тресковых рыб, которые в настоящее время являются основным объектом промысла в Баренцевом море, способствует решению научных и хозяйственных вопросов, включая выявление паразитов, патогенных для человека и снижающих качество рыбной продукции.

Ранее исследование паразитофауны атлантической трески (*Gadus morhua* (L.)) и сайды (*Pollachius virens* (L.)) осуществлялось в районе Кислогубской приливо-отливной электростанции в период с 1987–1988 гг. (Шульман и др., 1993). В результате этих эколого-паразитологических исследований в губах Кислая и Ура было проведено видовое сравнение фауны паразитов данных районов и проанализирована возрастная динамика заражения трески. Установлено, что видовой состав паразитофауны в исследованных районах не имел существенных различий, а возрастная динамика заражения трески

зависела от характера питания, который изменяется по мере увеличения возраста рыбы.

Основные задачи настоящего исследования заключались в изучении видового разнообразия паразитофауны атлантической трески и сайды в губе Кислой Баренцева моря, определении степени их заражения различными видами паразитов, а также проведении сравнительного анализа современных данных и показателей, полученных 20 лет назад. Актуальность работы обусловлена развитием аквакультуры в данном районе.

2. Материалы и методы исследований

Исследования проведены в ноябре 2015 г. в районе Кислогубской приливо-отливной электростанции (рисунок 1). Материалом для работы послужил сбор паразитов рыб – атлантической трески и сайды. Рыба была выловлена при помощи ставных сетей.



Рисунок 1 – Район проведения исследований

Методом полного паразитологического вскрытия обследовано 7 экз. трески и 6 экз. сайды. Сбор, фиксация, обработка паразитологического материала и определение биологических показателей рыбы проведены по общепринятым в ихтиологии и паразитологии методикам (Быховская-Павловская, 1985; Правдин, 1966). Для оценки численности и видового разнообразия паразитов применялось два показателя: экстенсивность инвазии (доля зараженных особей, выраженная в процентах, от общего числа обследованных рыб) и индекс обилия (среднее количество определенного вида паразита у всех исследованных рыб).

3. Результаты и обсуждение

В результате проведения паразитологического исследования трески и сайды в губе Кислой выявлено 9 видов паразитов, относящихся к 5 таксономическим группам: *Myxosporea* – 2, *Peritricha* – 1, *Nematoda* – 3, *Acanthocephala* – 1 и *Crustacea* – 2. Среди них преобладали виды (*Hysterotylacium aduncum*, *Anisakis simplex* larva, *Capillaria* sp., *Echinorhynchus gadi*) жизненный цикл которых протекает с участием различных беспозвоночных и рыб в качестве промежуточных хозяев. К паразитам со сложным циклом относится также рачок *Lernaeocera branchialis*, копепоидитная стадия которого протекает у камбаловых рыб (рисунок 2). Такие виды, как *Myxidium incurvatum*, *M. bergense*, *Trichodina* sp., *Holobomolochus confusus* имеют прямой цикл развития.

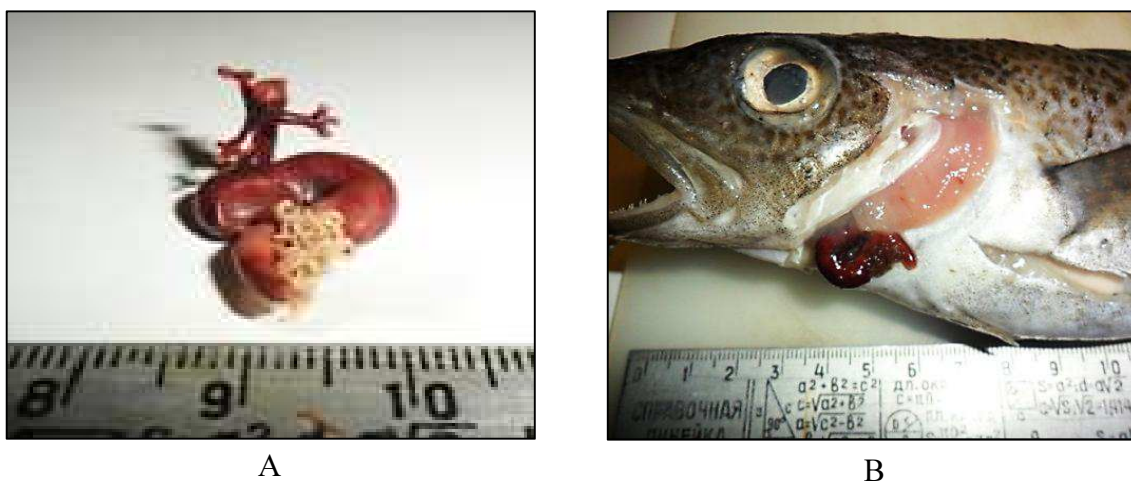


Рисунок 2 – Внешний вид и локализация *Lernaeocera branchialis*

А – Паразитическая копепода *L. Branchialis*

В – Типичная локализация *L. branchialis* (жаберная крышка удалена)

В ходе работы нами была проведена оценка основных биологических характеристик исследуемых рыб, результаты которой отображены в таблице 1.

Таблица 1 – Длина и масса исследованных рыб

Вид рыбы	Длина, см			Масса, г
	AB	AC	AD	
Треска	20,4 ± 1,5	–	18,2 ± 1,0	79,3 ± 20,9
Сайда	24,3 ± 0,8	23,1 ± 0,9	21,2 ± 0,8	34,7 ± 18,4

В результате выполненного исследования у трески обнаружено 6 видов паразитов: *Trichodina* sp., *Hysterotylacium aduncum*, *Anisakis simplex* l., *Echinorhynchus gadi*, *Lernaeocera branchialis*, *Holobomolochus confusus* (таблица 2).

Уставлено, что экстенсивность заражения триходинами составила 50,0 % при единичной встречаемости инфузории на инвазированной особи. Из нематод выявлены *H. aduncum* (экстенсивность инвазии – 50,0 %, индекс обилия – 1,7 экз.), *A. simplex* l. (экстенсивность инвазии – 50,0 %, индекс обилия – 2,7 экз.) которых, согласно экологической и зоогеографической характеристикам, относят к полизональным космополитам, а также отмечены единичные находки *Capillaria* sp. (экстенсивность инвазии – 16,0 %, индекс обилия – 0,3 экз.). Экстенсивность инвазии широко распространенными скребнями *Echinorhynchus gadi* достигала 83,3 %, при индексе обилия 3,3 экз. на рыбу. Скребни *E. gadi* принадлежат к аркто-бореальным атлантическим полизональным видам. Также в фауне паразитов трески были отмечены представители класса *Crustacea: Holobomolochus confusus* (экстенсивность инвазии – 100 %, индекс обилия – 3,5 экз.) и *Lernaeocera branchialis* (экстенсивность инвазии – 16,0 %, индекс обилия – 0,3 экз.). Данные паразитические ракообразные относятся к бореальным атлантическим видам, которые характерны для донных шельфовых зон.

Таблица 2 – Зараженность паразитами сайды и трески в районе Кислогубской ПЭС в ноябре 2015 г.

Вид паразита	Локализация паразита	Показатели зараженности			
		Треска		Сайда	
		Экстенсивность, %	Индекс обилия, экз.	Экстенсивность, %	Индекс обилия, экз.
<i>Myxidium incurvatum</i>	желчный пузырь	–	–	71,0	+
<i>Myxidium bergense</i>	желчный пузырь	–	–	71,0	–
<i>Trichodina</i> sp.	поверхность тела, жабры	50,0	+	–	–
<i>Hysterotylacium aduncum</i>	кишечник	50,0	1,7	85,0	5,0
<i>Anisakis simplex</i> , larva	печень, мезентерий	50,0	2,7	57,2	1,7
<i>Capillaria</i> sp.	кишечник	16,0	0,3	–	–
<i>Echinorhynchus gadi</i>	кишечник, пилорические придатки	83,3	3,3	100	9,3
<i>Lernaeocera branchialis</i>	жабры	16,0	0,3	–	–
<i>Holobomolochus confusus</i>	носовые ямки	100	3,5	–	–

В составе паразитофауны сайды обнаружено 5 видов паразитов: *Myxidium incurvatum*, *Myxidium bergense*, *Hysterotylacium aduncum*, *Anisakis simplex* l., *Echinorhynchus gadi*. Среди миксоспоридий встречались *M. incurvatum* и *M. bergense*, экстенсивность заражения обоими видами выявилась одинаковой и составила 71,0 %. Миксоспоридия *M. bergense* является эврибионтным аркто-бореальным атлантическим видом, распространенным в придонных пелагических шельфовых зонах, а *M. incurvatum* относится к бореальным эврибионтным видам, которые характерны для донных шельфовых зон. Нематоды представлены двумя видами – половозрелыми стадиями *H. aduncum* и личинками *A. simplex*. Экстенсивность инвазии *H. aduncum* составила 85,0 %, при индексе обилия 5,0 экз. на рыбу; для *A. simplex* l. эти показатели отвечали значениям 57,2 % и 1,7 экз. на рыбу, соответственно. Зараженность скребнями *E. gadi* достигла 100 %, при индексе обилия 9,3 экз. на рыбу.

В результате выполненного исследования нами обнаружены наиболее распространенные в данном районе виды паразитов, которые указываются в работе. В настоящее время экстенсивность заражения выявленными паразитами атлантической трески и сайды в районе Кислогубской ПЭС находится на уровне показателей, которые отображены в работе Б. С. Шульмана и др. (1993).

Следует подчеркнуть, что согласно литературным данным паразитическая копепода *Holobomolochus confusus* ранее не отмечалась в паразитофауне трески, что обитает в губе Кислая. Данный паразит повсеместно распространен преимущественно у тресковых рыб в европейских прибрежных водах Северной Атлантики (Kabata, 1992). Рачок *H. confusus* локализуется в носовых ямках, прикрепляясь к вентральной их стенке. При высокой степени инвазии *H. confusus* вызывает образование в носовых ямках мутного слизистого экссудата (Kinne, 1984). Патогенное влияние данного представителя класса *Crustacea* на рыб в настоящее время до конца не изучено.

Кроме того, при исследовании фауны паразитов сайды установлено присутствие в желчном пузыре значительного количества спор миксоспоридий *M. incurvatum*, которые в ранних исследованиях не отмечены.

Таким образом, в ходе работы выявлено, что основу паразитофауны атлантической трески и сайды составляют, главным образом, широкоспецифичные бореальне и аркто-бореальные виды. Все паразиты, которые найдены у исследованной рыбы, представлены в количествах, не представляющем опасности для рыб. Среди обнаруженных паразитов 1 вид – *A. simplex* l., представляет опасность для здоровья человека.

Библиографический список

1. Kabata, Z. Copepods parasitic on fishes // Synopses of the British Fauna – Oegstgeest: Universal Book Services, 1992. – 264 pp. (New Ser. No. 47).
2. Kinne, O. Diseases of marine animals // Hamburg, 1984. – 884pp. (Biologische Anstalt Helgolan).
3. Быховская-Павловская, И. Е. Паразиты рыб: Руководство по изучению. – Л. : Наука, 1985. – 121 с.
4. Карасев, А. Б. Каталог паразитов рыб Баренцева моря. – Мурманск : Изд-во ПИНРО, 2003. –150 с.
5. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М. : Пищевая промышленность, 1966. – 378 с.
6. Шульман, Б. С., Митенев В. К., Карасев А. Б. Паразитофауна трески и сайды некоторых губ Баренцева моря // Паразитологические исследования рыб Северного бассейна // Сб. научн. тр. / ПИНРО. – Мурманск : Изд-во ПИНРО, 1993. – С. 24–33.

Влияние вариаций магнитного поля Земли на двигательную активность атлантической трески

Муравейко А. В.¹ Емелина А. В.²

¹(г. Мурманск, Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича, (ПИНРО), e-mail: *muraveiko_a@mail.ru*).

²(г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН (ММБИ)).

Аннотация. Рассмотрена зависимость уровня двигательной активности атлантической трески *Gadus morhua* (L.) от изменчивости индукции магнитного поля Земли. Произведен анализ экспериментальных данных по влиянию геомагнитного поля на двигательную активность. Исследованы периодичность и время реакции рыб на изменчивость геомагнитного поля. Рассмотрена суточная двигательная ритмика атлантической трески.

Abstract. The study deals with the correlation between the locomotor activity level of Arctic cod *Gadus morhua* (L.) and induction variations of the Earth's magnetic field. The experimental data on the impact of magnetic field on locomotor activity were analyzed. Intervals and time of the fish reaction to the magnetic field variations were studied. Diel locomotor rhythmicity of Arctic cod was examined.

Ключевые слова: Магниторецепция, атлантическая треска, вариации магнитного поля Земли, ритмика, двигательная активность.

Key words: Magnetoreception, Arctic cod, the Earth's magnetic field variations, rhythmicity, locomotor activity.

Введение. Геомагнитное поле значительной мере предопределяет биологическое состояние морских организмов. Долгое время многие исследователи самыми разными методами пытались обнаружить среди различных групп животных и у человека способность воспринимать геомагнитное поле. У морских рыб не обнаружено специализированных органов магниторецепции, хотя в процессе эволюции и жизнедеятельности они подвергаются воздействию магнитного поля Земли. Обнаружение кристаллов биогенного магнетита в нервных тканях многих животных и магнетосом у бактерий позволило по-новому рассмотреть проблему магниторецепции [1]. У живых организмов, в том числе и морских рыб, магнитные частицы окружены нервной тканью, что говорит об их взаимодействии с мозгом. Притягательной является гипотеза о возможности использования животными биогенного магнетита для геомагнитной ориентации при длительных миграциях. Установление способности определенных структур к рецепции магнитного поля является важ-

ным и для сенсорной физиологии, поскольку открывает новый вид рецепторов (магниторецепторы), с помощью которых возможно объяснить ориентационное и миграционное поведение, реакцию на изменение погодных условий, приблизиться к пониманию принципов действия "биологических часов" у живых организмов. Известны зависимости объемов вылова и поведения гидробионтов от космогеофизических факторов – вариаций магнитного поля Земли (МПЗ) и солнечной активности [2]. Общеизвестны факты влияния на биологические объекты солнечной активности, геомагнитных бурь, лунных фаз, изменения полярности межпланетного магнитного поля и др., хотя механизмы данного влияния во многом остаются малоисследованными [3, 4, 5, 6]. В силу этого, актуально изучение поведения морских рыб в условиях изменчивости магнитного поля.

Целью работы было оценить возможность восприятия морскими рыбами, на примере атлантической трески *Gadus morhua* (L.), магнитного поля и его вариаций, провести сравнительный анализ реакций трески на воздействие МПЗ.

Материалы и методика проведения экспериментов. В качестве критерия магниточувствительности рыб использовали их двигательную активность, поскольку сенсорные структуры замыкаются на мышцах [6]. С помощью специальной экспериментальной установки исследовалась двигательная активность трески при действии на нее МПЗ. Данные по индексам геомагнитного поля были получены из финской обсерватории Соданкюля [7], расположенной в 300 км от Мурманска (рис. 1).

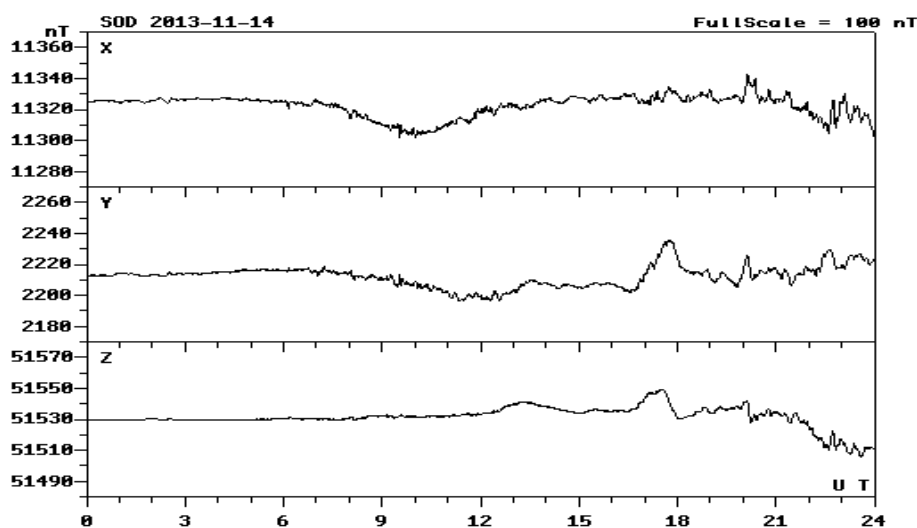


Рисунок 1 – Пример вариаций геомагнитного поля во время магнитной бури, данные магнитометра обсерватории Соданкюля за 14 ноября 2013 г.

При исследованиях анализировали значения индукции геомагнитного поля по трем векторам X, Y и Z. Наиболее значимой по степени влияния на двига-

тельную активность оказалась вариация МПЗ по магнитному вектору (ось Y), анализ данных по остальным двум векторам не выявил их взаимосвязи с активностью рыб. Для сравнения использовались значения индукции геомагнитного поля по оси Y с интервалом в 1 мин за период времени, аналогичный показаниям, полученным при записи ДА исследуемых объектов.

Установка содержала кинематический блок, связанный с исследуемым объектом и тензодатчиком, преобразователь в модулированное напряжение постоянного тока, аналого-цифровой преобразователь и регистратор на основе персонального компьютера. При оценке уровня изменения магнитной активности поля использовалась амплитуда возмущений в единицах магнитной индукции (нТл).

Запись оценки двигательной активности проводили при естественном освещении и постоянной температуре воды 13–14 °С. Эксперименты проводили в специально оборудованном аквариуме в лабораторных условиях. Опыты выполнялись на 4 экземплярах трески в возрасте 3–5 лет. Для оценки взаимосвязи двигательной активности и вариации МПЗ по магнитному вектору использовали классификатор корреляционных связей.

Результаты и обсуждение. При исследовании *суточной ритмики* трески проанализирован период 23.11–03.12.09 г (рис. 2), на протяжении которого велась непрерывная регистрация ДА. Отмечено, что уровень ДА трески ночью и утром был заметно выше, чем в остальное время суток. Из данных следует, что биоритмика активности трески содержит суточные, полусуточные и четвертьсуточные периоды вариаций, из которых можно выделить повторяющиеся временные периоды с высокой ДА для 2, 8, 16 и 20 часов.

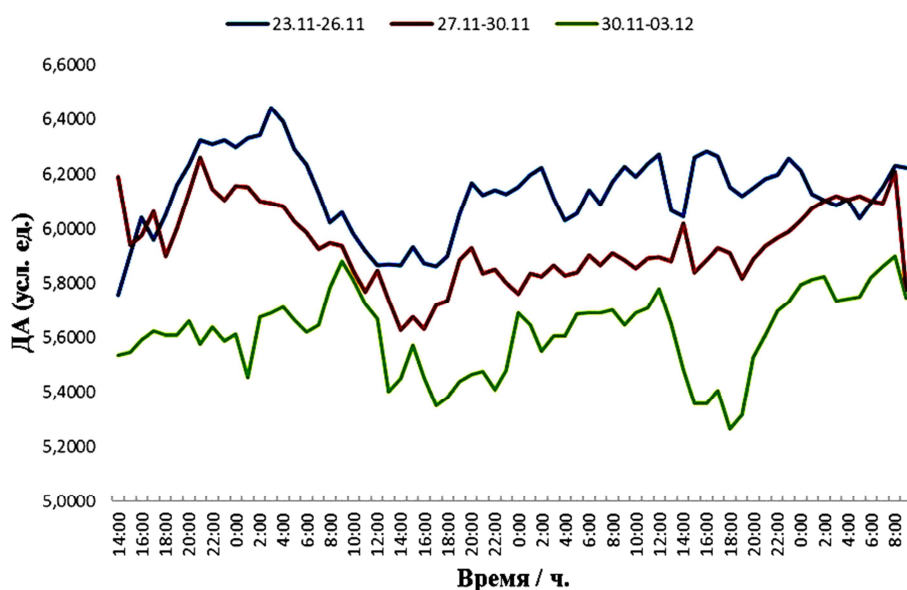


Рисунок 2 – Суточная динамика ДА трески 23.11–03.12.09 г.

При поиске связи двигательной активности с геомагнитными возмущениями проведено сравнение ДА трески с вариацией МПЗ (ось Y) (рис. 3) в период с 9–11.11 2009 г с временным промежутком измерений в 1 минуту. Коэффициент корреляции соответствующих данных составил 0,59 при $p = 0,0005$, что соответствует уровню – средний высоко значимый. Из-за высокой плотности показаний проследить когерентность кривых затруднительно, поэтому исходные данные были усреднены до временного промежутка между показаниями в 1 час (рис. 4).

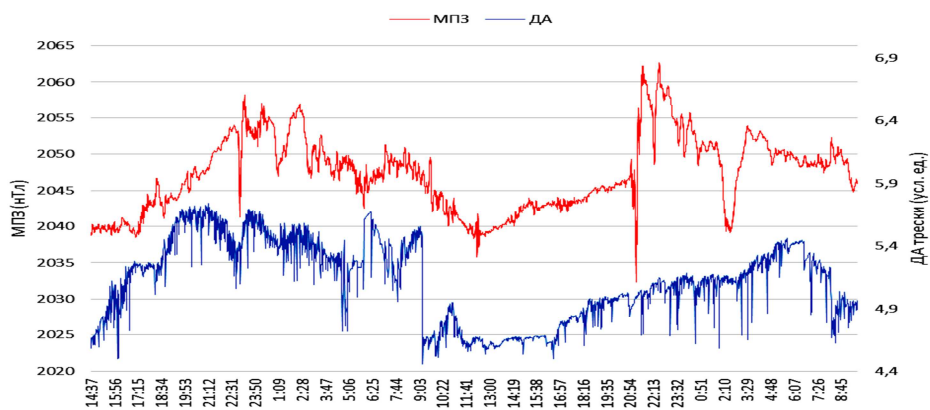


Рисунок 3 – ДА трески и МПЗ (ось Y) в период 9–11 ноября 2009 г. (интервал 1 мин)

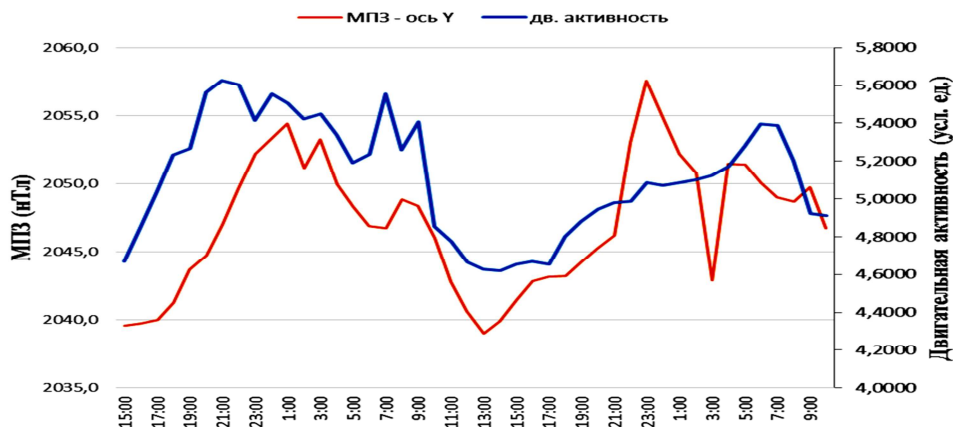


Рисунок 4 – ДА трески и МПЗ (ось Y) 9–11.11 2009 г. (интервал 1 час)

На графике можно отметить совпадение периодичности и амплитуды кривых, за исключением кратковременных резких колебаний индукции МПЗ, что подтверждается при применении сглаживания линейной фильтрацией (рис. 5). Это косвенно свидетельствует о том, что треска реагирует на изменения индукции МПЗ, но на резкие, кратковременные (несколько часов) сильные колебания индукции геомагнитного поля не реагирует, или реагирует слабо, сохраняя прежний уровень ДА. Такая реакция также может быть объяснена способностью рыб "предчувствовать" изменения индукции МПЗ, что

свидетельствует о достаточной информативности самого геомагнитного поля и способности рыб воспринимать и обрабатывать поступающую информацию.

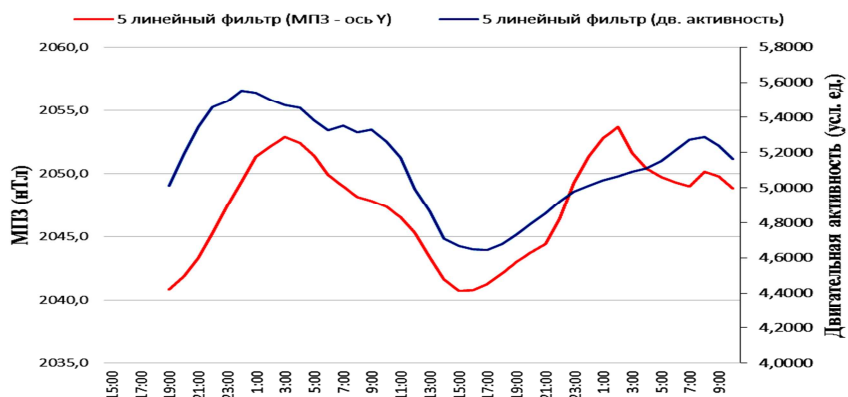


Рисунок 5 – ДА трески и МПЗ (ось Y) в период 9–11 ноября 2009 г. сглаженные линейной фильтрацией

Похожие результаты наблюдаются в период исследований 27–30.11.2009 г. (рис. 6). Из-за высокой плотности показаний ДА трески, для более детального отображения графических данных, интервалы в 1 мин также были усреднены до интервалов в 1 ч (рис. 7).

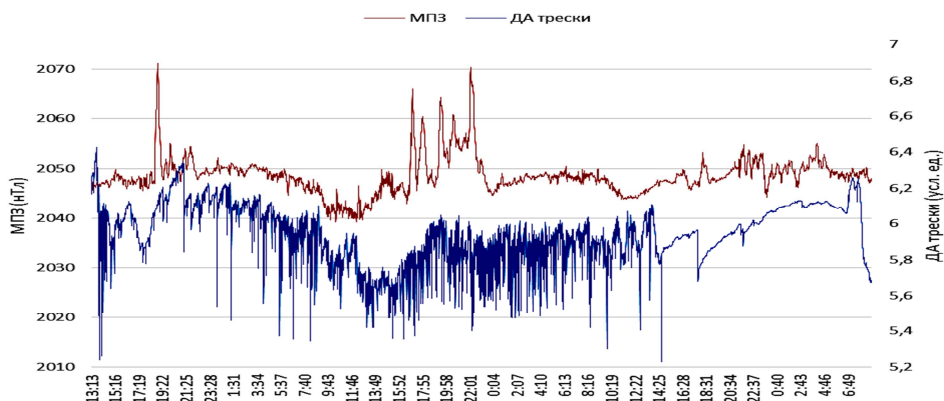


Рисунок 6 – ДА трески и МПЗ (ось Y) 27–30.11.2009 г. (интервал 1 мин)

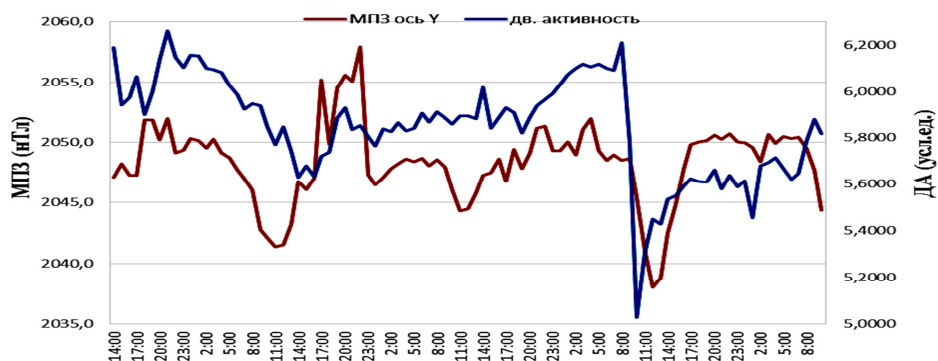


Рисунок 7 – ДА трески и МПЗ (ось Y) 27–30.11.2009 г. (интервал 1 час)

Отчетливо прослеживается взаимосвязь кривых ДА и вариации МПЗ. Интересен тот факт, что на некоторых показаниях уровень ДА гидробионтов изменяется с незначительным опережением, в пределах 1-2 ч, по отношению к уровню магнитной индукции МПЗ, что может косвенно свидетельствовать о "предчувствии" изменения условий внешней среды. Коэффициент корреляции составил 0,31 при $p = 0,0005$. При применении сглаживания линейной фильтрацией (рис. 8) можно также отметить сходство амплитуды и периодичности сравниваемых кривых.

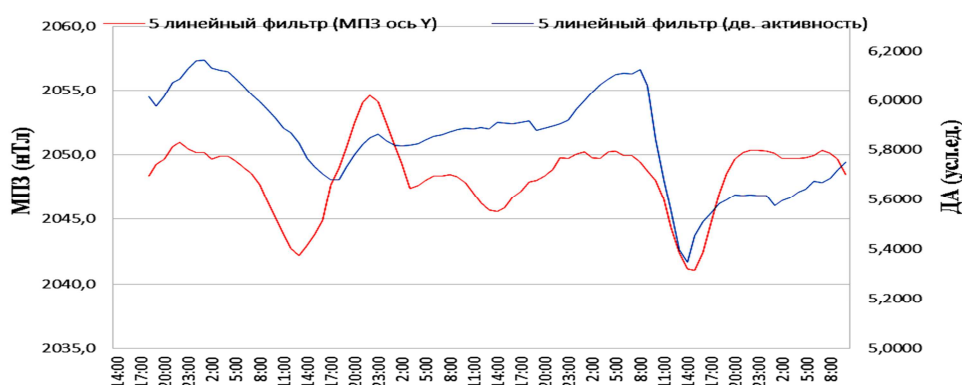


Рисунок 8 – ДА трески и МПЗ (ось Y) 27.11–30.11.2009 г.
сглаженные линейной фильтрацией

Выводы. Установлена закономерность влияния вариации геомагнитного поля Земли на двигательную активность атлантической трески – повышение индукции магнитного поля неизменно приводит к ее повышению. Заблаговременная реакция рыб на изменение магнитной индукции может косвенно свидетельствовать о "предчувствии" ими изменений условий внешней среды. Анализ суточной ритмики атлантической трески выявил повторяющиеся временные периоды с высокой ДА для 2, 8, 16 и 20 часов.

Библиографический список

1. Биогенный магнетит и магниторецепция / Под ред. Дж. Киршвинка, Д. Джонса, Б. Мак-Фиддена. – М. : Мир, 1989. – 353 с.
2. Зимин, А. В. Электромагнитные поля при гидрометеорологических процессах и оценка их влияния на отдельные виды гидробионтов: Дис. ... в виде науч. докл. канд. физ.-мат. наук. – СПб., 2002. – С. 136.
3. Муравейко, В. М., Зензоров В. С., Емелина А. В. Двигательная активность и сердечная деятельность камчатского краба // Биология и физио-

логия камчатского краба побережья Баренцева моря. – Апатиты, КНЦ РАН, 2008. – С. 132–137.

4. Муравейко, А. В., Степанюк И. А., Муравейко В. М., Фролова Н. С. Эффекты влияния электромагнитных полей в области "шумановских резонансов" на активность гидробионтов. – Мурманск // Вестник МГТУ. – 2013. – Т. 16. – № 4. – С. 764–771.

5. Степанюк, И. А., Зимин А. В., Хотченков С. В., Нестерова Т. В. Возможности управления поведением радужной форели путем использования электромагнитных полей // Космогеофизические и гидрофизические факторы в морских технологиях. – СПб. : Астерион, 2008. – С. 4–11.

6. Муравейко, В. М. Электросенсорные системы животных. – Апатиты : КНЦ РАН, 1988. – 109 с.

7. Sodankylä Geophysical Observatory [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://sgo.fi/Data/archive.php>

Итоги тралово-акустической съемки сельди Белого моря осенью 2015 года

Носов М. А.,¹ Фролов С. Б.,² Малавенда С. С.³

¹ (г. Мурманск, Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича, e-mail: nosmik@pinro.ru)

² (Архангельск, СевПИИРО, e-mail: frolov@pinro.ru)

³ (Мурманск, г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра биологии, e-mail: msergmstu@yandex.ru)

Аннотация. В период с 30 сентября по 31 октября 2015 г. была проведена тралово-акустическая съемка промысловых рыб Белого моря. В работе представлены результаты ихтиологических исследований и гидроакустических наблюдений, произведены оценки численности и биомассы беломорской сельди, определены места промысловых скоплений и наиболее вероятные районы зимовки.

Abstract. In the period from September 30 to October 31, 2015, trawl-acoustic survey of commercial fishes was carried out in the White Sea. In the thesis presents the results of ichthyological research and hydroacoustic observations, estimates of abundance and biomass the White Sea herring, defined areas of fishing concentrations and the most likely wintering.

Ключевые слова: Белое море, тралово-акустическая съемка, донный трал, сельдь, численность, биомасса

Key words: White sea, trawl-acoustic survey, bottom trawl, herring, abundance, biomass

Введение

Беломорская сельдь является одним из важнейших промысловых видов Белого моря. С 20-х по 60-е годы прошлого столетия промысел сельди находился на достаточно высоком уровне. Затем произошло его резкое снижение, связанное с уменьшением запасов в результате нерационального промысла и нарушением процессов восстановления [1]. В последние годы отмечается постепенный рост запаса сельди в Белом море, достигшего к 2015 г. приблизительно 18,5 тыс. т.

В последние десятилетия Полярным институтом (ПИИРО) проводятся регулярные тралово-акустические съёмки (ТАС) по определению состояния запаса беломорской сельди, оценке его численности и биомассы. Определяются перспективные районы промысла и сроки его проведения. На основе полученных данных выбираются оптимальные режимы эксплуатации изу-

чаемых объектов. С учетом почти полного отсутствия промысловых данных, результаты съёмки являются единственно достоверным источником информации для рыбохозяйственных прогнозов различной заблаговременности. Целью данной работы является определение численности и биомассы беломорской сельди, сравнение с показателями 2014 г, а также определение мест промысловых скоплений и наиболее вероятных районов зимовки.

Материалы и методы

Первичный материал собирался в ходе ТАС на НИС "Профессор Бойко" в период с 30 сентября по 31 октября 2015 г. Сбор биологического материала выполнялся в соответствии с инструкциями и наставлениями, принятыми в ФГБНУ "ПИНРО" [2]. Объем выполненных работ представлен в таблице 1. В течение рейса пройдено 2688 миль, из них акустическими галсами – 1869 миль (в соответствии с рисунком 1). За 50 донных тралений промерено 15885 экз. рыб, взято на биологический анализ 2130 экз.

Таблица 1 – Объем выполненных работ осенью 2015 г.

Виды работ	Тип прибора, орудия лова	Количество станции
Океанографические	Зонд SBE-19 plus	66
Планктонные	Сеть Джеди	34
Траления донные	Трал донный с ячейей 16 мм	50

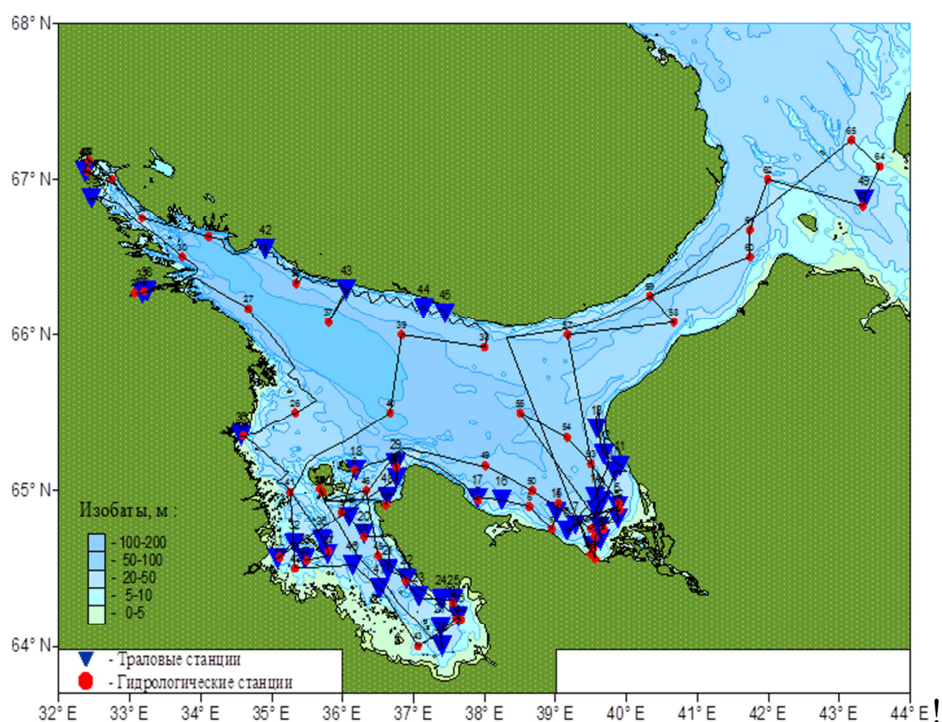


Рисунок 1 – Маршрут и положение траловых и океанографических станций в ходе ТАС осенью 2015 г.

Для сбора ихтиологического материала использовали донный сельдяной трал (модифицированный чертёж 2352), с горизонтальным раскрытием 14,5 м, вертикальным раскрытием 2,5 м, ячей в кутке 16 мм с мелкоячейной вставкой 10 мм. Продолжительность тралений составляла 15 мин, скорость – 3,0–3,5 узла.

Гидроакустические работы выполнялась эхолотом ЕК60 на частоте 38 кГц с установленной версией программного обеспечения 2.2.1 по стандартной методике [3].

Калибровка эхолота выполнялась в губе Чупа Кандалакшского залива согласно методике, описанной в руководстве по эксплуатации эхолота и методического пособия [4].

Первичная обработка акустических данных производилась с использованием программы постпроцессорной обработки эхограмм: "SoniView" (элемент программного пакета "FAMAS").

В рейсе осуществлялась предварительная обработка получаемых данных с определением численности и биомассы беломорской сельди на обследованной акватории. Для расчётов использовались следующие уравнения силы цели (TS) беломорской сельди:

$$L \leq 9,2 \text{ см } TS = 11,3 * Lg(L) - 63,7 \text{ дБ};$$

$$L > 9,2 \text{ см } TS = 20,0 * Lg(L) - 71,9 \text{ дБ}.$$

Для оценки межгодовых изменений численности и биомассы беломорской сельди использовались данные, полученные в аналогичном рейсе 2014 г.

Результаты исследований

В Двинском заливе в начале октября 2015 г. сельдь распределялась преимущественно вдоль изобат 20–30 м, не создавая значительных скоплений, с максимальным значением s_A – 750 кв.м/кв.милю на 1 милю, в виде отдельных косячков на грунте и 5–10 м над ним, вертикальным развитием до 5 м (в соответствии с рисунком 2). Скопления в основном образовывались у Летнего и Зимнего берегов, на стыке с водами Бассейна. В вершине Двинского залива сельдь держалась разреженно, но на значительной акватории. Учетные уловы составляли особи длиной по Смиуту от 6 до 18 см. В основном это была молодь, средняя длина которой составляла 11,3 см, средняя масса – 13,4 г. Максимальный улов сельди в Двинском заливе составил 60 кг за 15 мин. траления. В сравнении с 2014 г. биомасса скоплений сельди в Двинском заливе увеличилась, расширился размерный ряд и возросла доля половозрелых особей (табл. 2).

Таблица 2 – Численность и биомасса беломорской сельди по результатам ТАС 2014–2015 гг.

Район	Численность, млн экз.		Биомасса, тыс. т	
	2014	2015	2014	2015
Двинский залив	180,713	230,039	2,803	3,474
Восточная Соловецкая Салма	218,142	220,967	5,635	3,591
Онежский залив	178,491	302,777	4,352	5,651
Кандалакшский залив, Чупа	8,268	10,228	0,385	0,498
Княжая, Палкина	36,045	26,907	1,670	1,208
Терский берег Бассейна	51,978	39,510	1,280	0,665
Карельский берег Бассейна	–	271,460	–	3,377
Итого	673,637	830,428	16,125	18,465
Промысловый запас	321,695	371,771	11,025	10,237

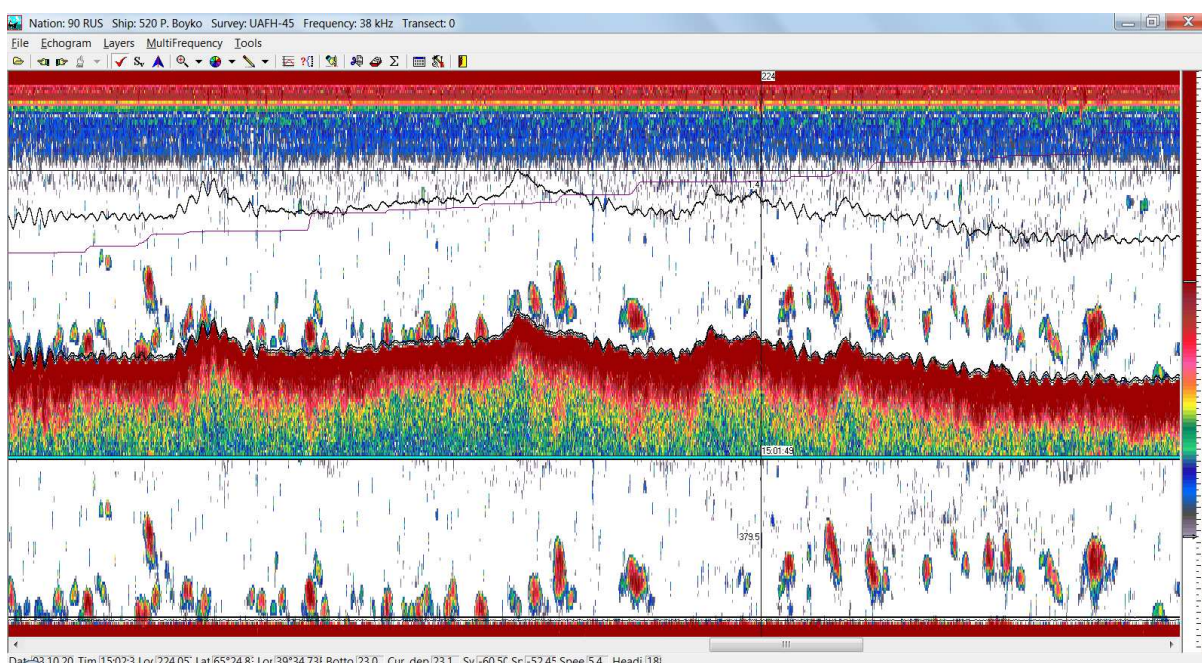


Рисунок 2 – Эхограмма с записью скоплений беломорской сельди в Двинском заливе в 2015 г.

В Восточной Соловецкой салме сельдь регистрировалась на склонах вдоль изобат 25–50 м, преимущественно в северо-восточной части, в районе м. Лопатка и о-в Жижгин, создавая скопления на грунте и в 3–5 м над ним, вертикальным развитием 3–10 м. Значение s_A варьировало от 400 до 2000 кв.м/кв.милю на 1 милю (в соответствии с рисунком 3).

В отличии от прошлого года, в 2015 г. сельдь распределилась на обширной акватории. Так, на юге сельдь была отмечена в вершине Онежского залива. Значительные скопления были зарегистрированы также у м. Чесмен-

ский и о-ва М. Жужмуй, где улов за 15 мин. траления составил 380 кг. Небольшие косячки регистрировались в Сорокской губе. Значительную долю учетных траловых уловов составляла молодь. Рыба старших возрастных групп к концу сентября покинула места нагула и начала миграцию к местам зимовки. В Онежском заливе биомасса скоплений была выше, чем в 2014 г. (табл. 2). Сельдь представлена особями длиной от 5 до 20 см, средняя длина при этом составила 12,0 см, средняя масса – 16,8 г.

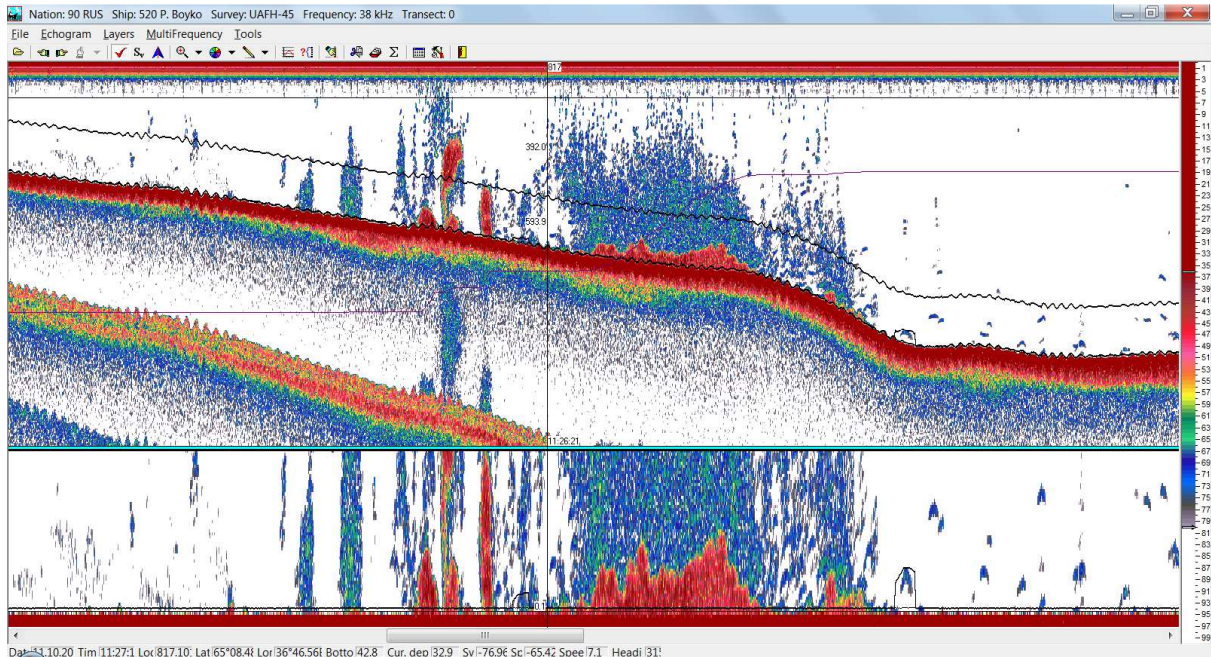


Рисунок 3 – Эхограмма с записью скоплений беломорской сельди в Восточной Соловецкой салме в 2015 г.

В начале октября 2015 г. в губах Кандалакшского залива повсеместно отмечены локальные скопления сельди. Особенно плотными и мощными были скопления сельди в Княжьей губе Кандалакшского залива (в соответствии с рисунком 4), где она облавливалась местным населением. Проанализированные особи были представлены рыбами длиной от 6 до 29 см. Основу уловов составляла рыба длиной 18–20 см, при этом её средняя длина равнялась 16,7 см, средняя масса – 44,5 г.

Биомасса скоплений сельди максимальной плотности в г. Княжая составила 31250 кв.м/кв.милю на 1 милю, где отмечался косяк протяженностью 0,3 мили и вертикальным развитием 5–10 м.

У Терского берега Бассейна крупных скоплений сельди, как и в 2014 г., обнаружено не было. Сельдь держалась разреженно от р. Варзуга на западе до р. Чапома на востоке. Небольшие косячки регистрировались на траверзе

рек Чаванги и Чапомы. Уловы за 15 мин. траления не превышали 20 кг. Размерный ряд представлен особями от 7 до 18 см, основу уловов составляла рыба длиной 11–13 см, при этом средняя длина особей составила 11,6 см, средняя масса – 14,2 г.

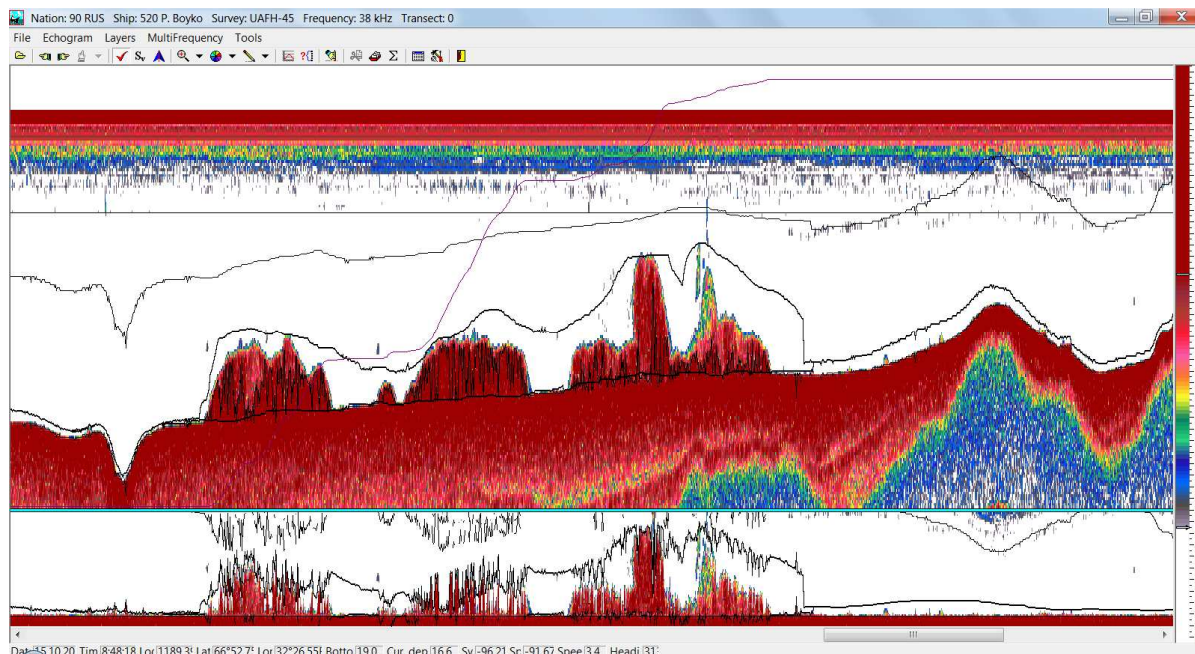


Рисунок 4 – Эхограмма с записью плотных скоплений беломорской сельди в г. Княжая в 2015 г.

Заключение

В Двинском заливе в 2015 г. продолжилось увеличение биомассы скоплений сельди. В Онежском заливе скопления были отмечены в северо-восточной части Восточной Соловецкой Салмы. В центральной и кутовой частях залива сельдь присутствовала в уловах от м. Чесменский до д. Лямца. Отмечено формирование промысловых скоплений сельди на подходах к Сорочской губе. Миграционная активность исследуемого объекта зафиксирована в начале второй декады октября в губе Конюховка. В Кандалакшском заливе в большинстве губ в 2015 г. выявлены локальные скопления сельди. Максимально плотные промысловые скопления отмечены в Княжой и Палкиной губе, где сложилась благоприятная промысловая обстановка с начала октября; прилов молоди на этих скоплениях был минимален. У Терского берега скоплений сельди не обнаружено.

Выполнен расчет по определению численности и биомассы сельди на данным ТАС в Белом море в 2015 г. (табл. 2).

Места расположения наибольших скоплений сельди вероятнее всего будут являться районами ее зимовки.

Библиографический список

1. Бергер, В. Я. Продукционный потенциал Белого моря / В. Я. Бергер; ЗИН РАН / Исследования фауны морей / ЗИН, Т. 60 /68, 2007. – 292 с.

2. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Выпуск 1. Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях Европейского Севера и Северной Атлантики. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Изд-во ВНИРО, 2004. – 300 с.

3. Методическое пособие по проведению инструментальных съёмок запасов промысловых гидробионтов в районах исследований ПИНРО / С. В. Баканев, С. В. Беликов, Б. И. Беренбойм [и др.] ; отв. ред. М. С. Шевелев ; ПИНРО. – Мурманск : Изд-во ПИНРО, 2006. – 163 с.

4. Гаврилов, Е. Н. Методическое пособие по использованию научного эхолота ЕК500 / Е. Н. Гаврилов, В. А. Игнашкин, С. В. Ратушный. – Мурманск : Изд-во ПИНРО, 2003. – 134 с.

Влияние оптических свойств морской воды на подводное зрение настоящих тюленей

Пахомов М. В. (*г. Мурманск Мурманский морской биологический институт
КНЦ РАН, лаборатория биотехнических систем, e-mail: pachomov@mmbi.info*)

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования способности трех представителей настоящих тюленей, обитающих в Арктических морях (гренландские тюлени, серые тюлени, кольчатые нерпы) дифференцировать цвета крайних видимых диапазонов под водой. Показано превалирующее влияние общей освещенности и малое влияние остальных оптических факторов морской воды.

Abstract. The article presents the results of the research capacity of the three representatives of true seals that live in the Arctic seas (harp seals, gray seals, ringed seals) to differentiate the color of the extreme ranges of visible spectrum underwater. Displaying the prevailing influence of ambient light and a small influence of the remaining optical factors of sea water.

Ключевые слова: настоящие тюлени, цветовое зрение, гидрооптические факторы
Key words: true seals, color vision, hydrooptical factors

В последнее время все больше возрастает интерес к глубоководным океанологическим исследованиям и одним из важных вопросов становится подводное зрение. Проблема подводного зрения прослеживается в таких отраслях как подводная телекоммуникация, водолазное дело, машинное зрение и многих других научно-практических аспектах. Остро стоит вопрос создания приборов, позволяющих получать и транслировать изображение подводных объектов, по характеристикам не уступающее съёмке в воздушной среде.

Морские млекопитающие предоставляют собой уникальную возможность для изучения адаптаций зрительной системы к работе в двух оптически разных средах. Зрительная система морских млекопитающих обладает рядом специфических черт, связанных с функционированием как в воде, так и в воздухе. Многие из этих животных утратили связь с сушей (китообразные, сиреновые), хотя дыхание атмосферным воздухом ограничивает их жизненное пространство приповерхностным слоем воды. Другие морские млекопитающие (ластоногие, каланы) проводят значительную часть времени на суше, и в результате организация их зрительной системы соответствует требованиям обеих различающихся сред. Несмотря на то, что некоторые аспекты организации зрительной системы морских млекопитающих уже известны, многие характеристики их зрения остаются до сих пор неизученными.

В отличие от китообразных и сирен, ластоногие – амфибионты и проводят значительную часть своего времени на земле для отдыха, родов, спаривания и линьки. Как и китообразные, ластоногие подвержены низкой освещенности, при занырянии или кормлении ночью. У ластоногих не развита эхолокация, но они обладают очень чувствительными вибриссами, которые они используют для отслеживания турбулентных потоков [1]. Многие анатомические и физиологические особенности органов зрительной системы указывают на то, что зрение играет важную роль в жизни ластоногих для различных биологических функций, таких как охота, ориентация и коммуникация. Как представители отряда хищных, ластоногие имеют фронтально расположенные глаза и расширенное бинокулярное поле обзора, что предполагает хорошее восприятие глубины.

Цветовое зрение требует особых нейронных цепей на всех уровнях зрительной системы, начиная с соответствующего набора фоторецепторов и конкретных нейронов коры головного мозга [2]. Исходя из практических соображений, проведение поведенческих исследований часто невозможно и приходится полагаться на косвенные и частичные доказательства. Основными источниками информации являются физиологические и молекулярные исследования зрительных пигментов, присутствующих у конкретного вида.

Тем не менее, только поведенческие реакции позволяют полностью оценить весь зрительный процесс от рецепции до изменения поведения и поэтому являются самыми информативными и объективными методами исследования таких процессов как подводное зрение ластоногих [3].

Целью работы было изучение влияния освещенности и оптических свойств морской воды на подводное зрение настоящих тюленей.

Объектами исследования были: серые тюлени (*Halichoerus grypus Fabricius, 1791*) – четыре самки в возрасте 3 года на момент начало экспериментальных работ; кольчатые нерпы (*Pusa hispida Schreber, 1775*) – Самец и самка одного возраста – 2 года на момент начала экспериментальных работ; гренландские тюлени (*Pagophilus groenlandicus Erxleben, 1777*) – пять самок, одна в возрасте 7 лет, остальные в возрасте 1 года на момент начала экспериментальных работ.

Основное влияние на цветовосприятие под водой имеют два фактора, это интенсивность поступающего в глаз светового потока и его спектральный сдвиг. Спектральный сдвиг в определенных границах компенсируется за счет метамерии зрительной системы. Таким образом, основным показателем явля-

ется освещенность среды в зоне распознавания объекта, её формируют: освещенность на поверхности, прозрачность, мутность и, отчасти, цветность воды.

При проведении экспериментальных работ освещенность на поверхности оценивалась люксметром (Testo 540 и СЕМ DT-1208), под водой автономным погружным квантометром "Квант-А". Прозрачность и мутность определяли по методикам ISO 7027:1999 "Качество воды. Определение мутности", цветность по методикам ISO 7887:2011 "Качество воды. Исследование и определение цвета" [4].

В ходе предыдущих работ тюлени уже были обучены выбирать табличку определенного цвета из пары предложенных [5]. На данном этапе использовалась красная (RAL 3001 "Сигнальный красный") и синяя (RAL 5015 "Небесно-синий") пара табличек, так как именно эти цвета были способны дифференцировать все подопытные особи [6]. Таблички крепились на штатив, позволяющий погружать их на глубину до двух метров. Под водой контроль за выполнением команды осуществлялся с помощью подводной видеосистемы "LAGUNA". Условия аквакомплекса ММБИ позволяли моделировать уровень освещенности на поверхности различными искусственными источниками освещения.

Исследования проводились на суше и глубинах в 1 и 2 метра при естественной дневной освещенности (прямые солнечные лучи: 1000–1300 Лк у поверхности воды, рассеянная освещенность при облачности: 800–1100 Лк у поверхности воды) и искусственной освещенности (уличный фонарь с лампой ДРЛ 250 Вт со световым потоком в 12500 Лм и цветовой температурой 4200 К: 850 Лк у поверхности воды, светильник направленного света с регулируемой яркостью со световым потоком до 2500 Лм и цветовой температурой 2700–5500 К: 14–500 Лк у поверхности воды). И в условиях сумерек и ночи (1–10 Лк).

Прозрачность воды (по Снеллену) колебалась в диапазоне от "Мутная" (5 см) до "Прозрачная" (50 см).

Цветовой тон воды соответствовал: "Слабо-желтоватая", "Светло-желтоватая", "Сине-зеленая" и "Голубоватая", максимальная цветность достигала 30 градусов по пленочной контрольной шкале.

Для каждого животного была получена выборка в 2400 испытаний при различных оптических показателях среды.

Оценка по U-критерию Манна – Уитни индивидуальных для каждой исследуемой особи выборок, при уровне значимости $p = 0.05$, показал достоверное различие между тюленями разных видов, при этом между тюленями

одного вида достоверных различий не обнаружено. Что позволило разделить исследуемых особей на три группы по видовому признаку и в дальнейшем оценивать средние результаты по группе.

При дифференцировке синей таблички от красной, освещенность, при которой доля верных ответов соответствовала средним показателям при дневном освещении, у гренландских тюленей составляла 31.0 Лк, у серых тюленей – 22.5 Лк, у кольчатых нерп – 30.9 Лк. При снижении освещенности снижалась и доля верных ответов. Освещенность, при которой доля верных ответов не отличалась от случайного выбора, составила для гренландских тюленей – 10.2 Лк, для серых тюленей – 5.0 Лк, для кольчатых нерп – 12.7 Лк.

При высокой прозрачности и малой мутности воды доля верных ответов не изменялись с глубиной. При низкой прозрачности и высокой мутности отмечалось снижение доли верных предъявлений у серых тюленей – $8 \pm 2.5 \%$, у кольчатых нерп – $9 \pm 1.5 \%$, у гренландских тюленей снижение было незначительное и не превышало 1 %.

Цветовой тон и цветность воды влияния на долю верных ответов как для сочетания синей и красной табличек, так и для синей и зеленой, не оказывала.

Способность всех исследованных тюленей различать цвета под водой не смотря на значительные спектральные искажения цвета свидетельствует о хорошо развитом механизме метамерии зрительной системы, который компенсирует спектральные сдвиги цвета объектов, вызванные оптическими свойствами морской воды. Анализ данных экспериментальных работ показал, что для цветовосприятия в подводных условиях основную роль играет уровень общей освещенности, в то время как цветность воды фактически не влияет на дифференцировку объектов разных цветов.

Результаты по гренландским тюленям совпадают с данными, представленными в научной литературе, что морские млекопитающие не видят коротковолновые цвета [7]. В тоже время зрительная система этих животных обладает высокой чувствительностью к средне- и длинноволновым цветам. Также резкость и общая светочувствительность у гренландских тюленей выше, чем у серых тюленей и кольчатых нерп. По-видимому, данный факт объясняется тем, что зрительной системе гренландских тюленей приходится мониторить открытые однотонные пространства на больших дистанциях.

Результаты по серым тюленям и кольчатым нерпам противоречат результатам отдельных исследований, представленных в научной литературе,

согласно которым эти животные потенциально не способны различать цвета, так как не имеют соответствующих фоторецепторов и опсинов [7,8]. Что лиш- ний раз свидетельствует об отсутствии единой теории цветовосприятия и мало- изученности зрительного процесса.

Библиографический список

1. Dehnhardt, G., Mauck B., Bleckmann H. Seal whiskers detect water movements // *Nature*, 1998. – Vol. 394. – PP. 235–236.

2. Хьюбел, Д. Глаз, зрение, мозг: перевод с английского. – М. : Мир, 1990. – 239 с.

3. Матишов, Г. Г. Использование морских млекопитающих для защиты стратегических объектов // *Экспериментальные исследования морских мле- копитающих в условиях Кольского залива. – Апатиты : Изд-во Кольского научного центра РАН, 2007. – С. 8–18.*

4. Алексеев, Л. С. Контроль качества воды : учебник. – Изд. 3-е пере- раб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2004. – 154 с.

5. Пахомов, М. В. К вопросу об использовании цвета предмета как услов- ного раздражителя при работе с арктическими тюленями // *Арктическое мор- ское природопользование в XXI веке – современный баланс научных тради- ций и инноваций (к 80-летию ММБИ КНЦ РАН): тезисы докладов междунар. науч. конф. (г. Мурманск, 1–3 апреля 2015 г.) / [отв. ред. Г. Г. Матишов] ; Мур- ман. мор. биол. ин-т КНЦ РАН. – Апатиты : КНЦ РАН, 2015. С. 191–193.*

6. Войнов, В. Б., Зайцев А. А., Литвинов Ю. В., Михайлюк А. Л., Па- хомов М. В. Сенсорные возможности арктических тюленей в морских био- технических системах // *Вестник Южного научного центра. – 2013. – Т. 9. – № 4. – С. 87–95.*

7. Peichl, L., Behrmann G., Kroger R. H. H. For whales and seals the ocean is not blue: a visual pigment loss in marine mammals// *European Journal Neuro- science*, 2001. – Vol. 13. – PP.1520–1528.

8. Scholtyssek, C., kelber A., Dehnhardt G. Why do seals have cones? Be- havioural evidence for colourblindness in harbour seals // *Animal cognition*, 2015. – Vol. 18. – Iss. 2. – PP. 551–560.

Семенная продуктивность галофитных подорожников на побережье Баренцева и Белого морей

Приймак Е. В. (г. Мурманск, ФБГОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра биологии, e-mail: cassiopa@yandex.ru)

Аннотация. Определена потенциальная и семенная продуктивность двух видов подорожников произрастающих на морском побережье. Семенная продуктивность сильно варьирует и зависит от условий произрастания.

Abstract. Identify potential and real seed production of two types of plantains growing on the seashore. Seed production is highly variable and depends on the growing conditions.

Ключевые слова: семенная продуктивность, галофиты.

Key words: seed production, *Plantago*.

На морском побережье, находящемся на стыке двух сред обитания, формируются специфические сообщества растений. Ведущим условием их существования является высокая степень засоления почв, суточная и сезонная изменчивость среды [1]. Эти виды объединены в галофитный флористический комплекс. Во флоре Арктики удельный вес этого комплекса достаточно велик, но расширение и усиление хозяйственного влияния человека в арктическом регионе увеличивает риски нарушениях местообитаний этих растений и может привести к исчезновению приморских экосистем [1]. В связи с этим необходимо детальное изучение биологии приморских видов, в особенности их репродуктивной сферы, поскольку семенная продуктивность, как составляющая репродуктивного процесса, является одним из важных показателей жизнеспособности вида в конкретных условиях [2].

Цель – исследовать семенную продуктивность подорожников европейской части арктического побережья.

Задачи:

1. Исследовать плотность сообществ подорожников на побережье Баренцева и Белого морей.

2. Оценить потенциальную, реальную семенную продуктивность, коэффициент семинафикации подорожников *Plantago maritima* и *P. schrenkii*.

Галофитные подорожники, произрастающие на илистых осушках по берегам Белого и Баренцева морей, представляют собой многолетники, каудексные стержневые поликарпики. Размножается преимущественно семенами, хотя для них характерна партикуляция (расщепление главного корня) как вариант вегетативного размножения, но не приводящее к омоложению популяции [3, 4].

На побережье Белого моря в Кольском заливе подорожник морской был представлен подвидом *Plantago maritima ssp. subpolaris* (Andrejev) Tzvelev.



Рисунок 1 – Цветущее растение *P. schrenkii*

Материалы и методы

Исследования проведены в вегетационный сезон в 2014–2015 гг. Отбор проб проводился: п. Териберка (Баренцево море); м. Притыка, ЗАТО Сафоново, губа Пала (Кольский залив Баренцева моря); в средней части губы Палкина (Белое море). В каждой точке в зоне супралиторали закладывались по 8–10 пробных площадок площадью 0,25 м² в типичных местах произрастания видов. Учитывалось: количество особей, возрастное состояние, размеры растений, количество соцветий на особь, количество плодов в колосе, количество семян в плоде и семязачатков. Рассчитывались: реальная семенная продуктивность (РСП), потенциальная семенная продуктивность (ПСП), коэффициент семинификации в 2015 г. При расчете ПСП брались средние значения количества семязачатков у каждого вида. Статистическая обработка материалов производилась с помощью статистического пакета программ Microsoft Excel 2007 (среднее и ошибка среднего).

Результаты и обсуждение

Галофитная растительность распространена по побережью неравномерно, так как тяготеет к защищенным от воздействия штормов местам, песчано-илистым грунтам и пологим склонам [5]. Плотность сообществ подорожников на побережье Баренцева и Белого морей различна (см. таблица 1). Наибольшая плотность *P. maritima* наблюдается в районе губы Палкина на Белом море. В районе ЗАТО Сафоново и губа Пала сообщества представлены немногочисленными крупными генеративными экземплярами, в этих районах вы-

сока доля участия других видов галофитного комплекса в фитоценозе, общее проективное покрытие в обоих случаях составляло от 80 до 100 %.

Таблица 1 – Плотность сообществ подорожников

Вид	Белое море		Баренцево море		
	губа Палкина	м. Притыка	Кольский залив		п. Териберка
			ЗАТО Сафоново	губа Пала	
<i>P. schrenkii</i>	–	169 ± 5,4	–	–	13 ± 1,1
<i>P. maritima</i>	42 ± 1,2	–	16 ± 2,1	18 ± 1,3	–

В районе мыс Притыка плотность сообществ *P. schrenkii* в 10 раз выше района п. Териберка, что обусловлено более благоприятными условиями произрастания и большим количеством проростков, имматурных растений.

На всех участках доминирующими возрастными группами были вегетативные и генеративные особи. В районе м. Притыка и п. Териберка значительное место (30 %) в возрастном спектре подорожников занимали проростки и имматурные растения. Сенильные особи были обнаружены только в районе п. Териберка.

В цветке галофитных подорожников формируется по нашим исследованиям от 3 до 5 семязачатков, хотя встречаются плоды и с 6 семенами. В среднем количество семязачатков составляет 3,7 у *P. maritima* и у *P. schrenkii* – 3,4. Потенциальная семенная продуктивность самая высокая у *P. maritima* (см. таблица 2.), вследствие большей ёмкости соцветия (в среднем 30 цветков в соцветии у *P. maritima* и 9 у *P. schrenkii*) и большего количества формируемых соцветий на особь (в среднем 14 в первом случае и 5 во втором). Наибольшая потенциальная продуктивность подорожника морского характерна для губы Палкина 7801 семян на м² по сравнению с другими участками.

Таблица 2 – Семенная продуктивность подорожников (сред. на м²)

Показатели	Белое море		Баренцево море		
	Губа Палкина	ЗАТО Сафоново	Кольский залив		п. Териберка
			Губа Пала	мыс Притыка	
	<i>P. maritima</i>	<i>P. maritima</i>	<i>P. maritima</i>	<i>P. schrenkii</i>	<i>P. schrenkii</i>
ПСП	<u>7801</u>	<u>5467</u>	1615	531	668
РСП	<u>4604</u>	<u>3722</u>	884	267	295
Коэффициент семинификации	59	68	55	50	44

Плод у подорожников двугнездная коробочка, в которой формируется от 1 до 5 (6 семян встретилось единично в районе ЗАТО Сафоново) семян. Чаще всего встречаются коробочки с 2 семенами. Реальная семенная про-

дуктивность как видно из таблицы 2 почти в двое ниже ПСП, так как зависит от абиотических и биотических факторов среды, в том числе фертильности пыльцы [2]. В целом процент семинафикации находится на уровне 50–60 %.

Выводы

1. Плотность *P. schrenkii* в сообществах на побережье Белого и Баренцева морей в несколько раз выше *P. maritima*, и уменьшается с продвижением с юга на север, что больше связано с локальными субстратными и микроклиматическими условиями.

2. Семенная продуктивность *P. maritima* выше *P. schrenkii*.

3. Реальная семенная продуктивность подорожников на побережье Баренцева и Белого морей составляет 50–60 % от потенциальных возможностей видов.

Библиографический список

1. Сергиенко, Л. А. Выделение различных по адаптивной стратегии групп растений приморской полосы Белого моря // Актуальные проблемы геоботаники. III Всерос. школа-конф. Ч. II / КарНЦ РАН. – Петрозаводск, 2007. – С. 179 — 183.

2. Вайнагий, И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Бот. журн. – 1974. – Т. 59. – № 6. – С. 826–831.

3. Османова, Г. О. Экобиоморфология и структура ценопопуляций видов рода *PLANTAGO* L. (*PLANTAGINACEAE* JUSS) // Автореф. дисс. на соиск. к. б. н. – Оренбург, 2009. – 37 с.

4. Османова, Г. О. Способы самоподдержания ценопопуляций ПОДОРОЖНИКА ЛАНЦЕТОЛИСТНОГО (*PLANTAGO LANCEOLATA* L.) // Вестник Марийского государственного университета, Выпуск № 6. – 2011. – С. 161–163.

5. Королева, Н. Е., Чиненко С. В., Сортланд Э. Б. Сообщества маршей, пляжей и приморского пойменного эфемеретума мурманского, терского и востока кандалакшского берега (Мурманская область) // Фиторазнообразие Восточной Европы, 2011. – № 9. – С. 26–62.

Модельные методы оценки динамики биомассы черного палтуса норвежско-баренцевоморской популяции

Третьяков И. С. (*г. Мурманск, Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича, e-mail: tis@pinro.ru*)

Аннотация. В работе проведены расчеты величины запаса черного палтуса Баренцева моря на основе стохастической модели пространств-состояний (SAM). Полученные оценки протестированы на устойчивость и непротиворечивость результатов, сделан вывод о возможности использования данной модели для расчетов величины биомассы черного палтуса.

Ключевые слова: Черный палтус, оценка запаса, стохастическая модель, биомасса.
Key words: Greenland Halibut, stock assessment, stochastic model, biomass.

Введение

Управление запасом черного палтуса норвежско-баренцевоморской популяции осуществляется на Арктической рабочей группе ИКЕС (AFWG). В 2013 году группой инициированы работы по пересмотру моделей оценки, применимых для этого запаса, так как используемая ранее модель VPA с настройкой XSA показывает плохую настройку на входные данные. ИКЕС не принимает оценки запаса палтуса, выполненные в модели ВПА/XSA, как абсолютные и рассматривает их только как показатели трендов в динамике запаса. Рекомендации по промыслу выдаются ИКЕС на основании среднего вылова за последние годы, которому соответствует положительный тренд в динамике запаса. В связи с этим было принято решение провести ревизию доступной информации по размерно-возрастному составу черного палтуса, данным съемок и выловов, подготовить набор входных данных для модели, оценить величину запаса при помощи альтернативной модели оценки и проанализировать полученные результаты.

Материал и методика

В качестве исходной информации были выбраны данные по выловам отечественных судов по возрастам с 1964 по 2012 гг., а также результаты норвежской зимней траловой съемки 1992–2005 гг., российской траловой съемки 1992–2011 гг., комбинированной норвежской съемки 1996–2005 гг. [1].

Проанализированы данные уловов по возрастам для рыб 5–15 лет, с 1957 по 2006 год рождения. Можно отметить, что данные выловов по поколениям в 1990-е гг. сильно зашумлены. Не прослеживаются четких изменений в смерт-

ности поколений из года в год, отсутствуют четкие сигналы в появлении урожайных и неурожайных поколений. В связи с изменением структуры добывающего флота, сигнал о численности поколений и динамике общей смертности дополнительно "зашумлен" изменчивостью структуры флота. На основании этого сделано заключение, что данные, полученные после 90-х гг. по настоящее время, являются несравнимыми с рядом, полученным в предшествующий период.

State-space assessment model (SAM) относится к целому семейству моделей пространств-состояний [2]. Особенность этого класса моделей заключается в предположении, что в каждый момент времени система описывается набором переменных, имеющих некое вероятностное распределение, дисперсии которых оцениваются методом максимального правдоподобия. Состояния этих переменных не наблюдаются в ходе эксперимента, а рассчитываются внутри модели. В SAM промысловая смертность и выживание принимаются как стохастические процессы, вариативность которых оценивается внутри модели и может значительно изменяться во времени.

Модель состоит из двух частей [3]. Первая описывает ход развития (изменения) основных ненаблюдаемых состояний, таких как логарифмированные величины запаса и промысловые смертности.

Вторая часть модели описывает распределение наблюдений, таких как индексы съемок и выловы. Функция наблюдений состоит из известных уравнений выловов для флотов и съемок, а также шума в данных с различными параметрами дисперсии для всех возрастных групп, данных по выловам и индексам съемки. Логарифмы данных съемки характеризуются различающимися значениями дисперсии для младших возрастных групп и общей дисперсией старших.

Параметр промысловой смертности находится при помощи процедуры random walk [4]. Смысл ее заключается в случайном выборе значения параметра в каждый следующий момент времени в заданных границах.

В ходе оценки начала определяются совместные вероятности случайных эффектов значений численности, промысловой смертности и наблюдений (выловы и съемки). На основе этих результатов устанавливается функция правдоподобия.

Для уменьшения параметризации модели, проанализированы логарифмы рассчитанных индексов улавливаемости по съемкам. Определены индексы параметров улавливаемости, значения которых схожи, либо изменяются в незначительных пределах.

Результаты и обсуждение

По результатам оценки, нерестовая биомасса увеличилась за период 1999–2012 гг. более чем в 3 раза (рисунок 1). Пополнение также увеличилось до 2010 г, пока не достигло наиболее высоких значений с 1970х гг. В 2011–2012 гг. наблюдается некоторое снижение рекрутов, однако их численность по-прежнему находится на очень высоком уровне (рисунок 2).

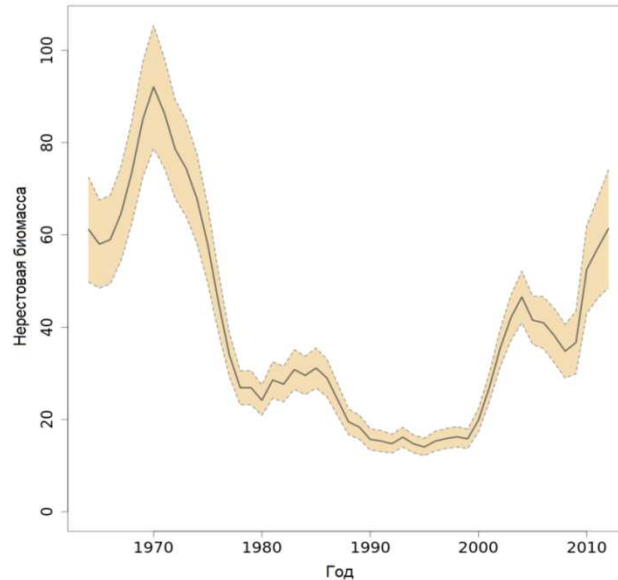


Рисунок 1 – Оценки биомассы по модели SAM за период 1964–2012 гг.
Затемненная область отражает 95 % доверительные интервалы

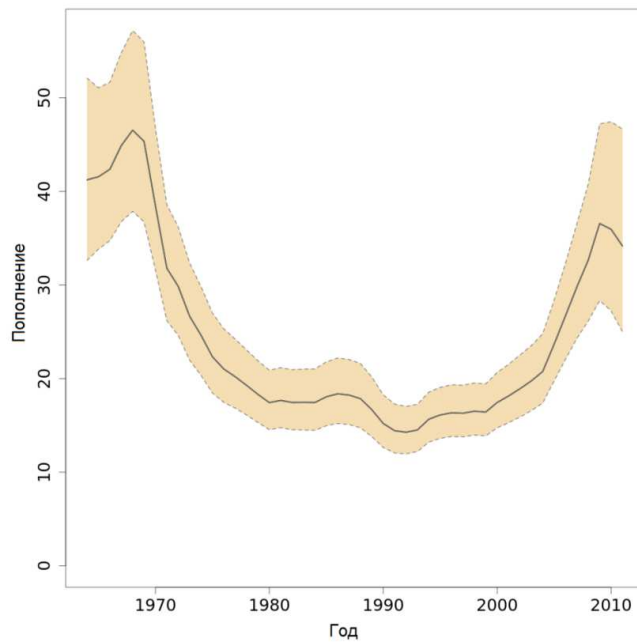


Рисунок 2 – Оценки пополнения по модели SAM за период 1964–2011 гг.
Затемненная область отражает 95 % доверительные интервалы

Также проведена оценка промышленной смертности возрастов 6–10 (рисунок 3).

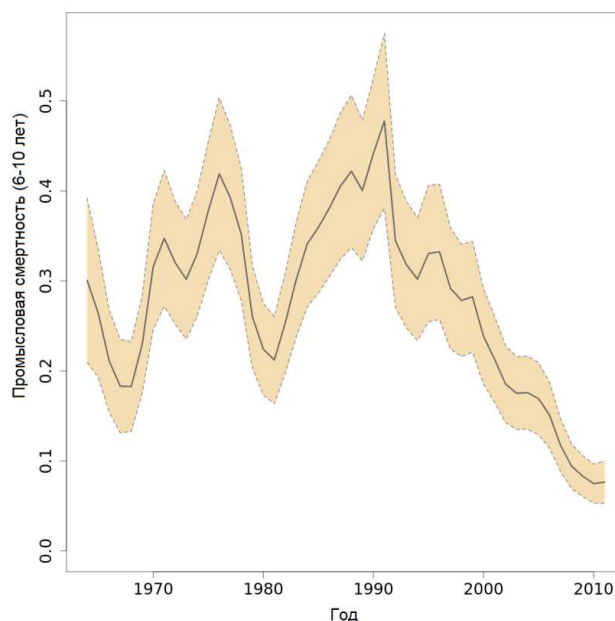


Рисунок 3 – Оценка средней промышленной смертности для возрастов 6–10 по модели SAM за период 1964–2011 гг.

Затемненная область отражает 95 % доверительные интервалы

Промысловая нагрузка на запас достигла своих пиковых значений в начале 1990-х гг., когда был зафиксирован значительный перелом, и запас оказался в депрессивном состоянии. В течение 5 лет действовал мораторий на промысел этого вида, а в 1996 г. запас был признан восстановившимся и промысел снова открылся. В это время наблюдался некоторый всплеск промышленной смертности, однако в дальнейшем она продолжила снижаться. Причиной этому является фиксированное значение общего допустимого улова, которое на фоне появления высокоурожайных поколений привело к общему снижению промышленной нагрузки.

Одной из особенностей SAM является допущение о возможных ошибках в матрице вылова по возрастам, так же, как и в индексах съемок. Моделью оценивается разница в значениях рассчитанных и наблюдаемых индексов, и строятся диаграммы, позволяющие визуальное оценить наличие или отсутствие трендов, влияния эффекта года, либо поколения.

Наиболее выражены тренды в остатках по норвежской комбинированной съемке. Модель показывает плохую настройку на данные этой съемки, прослеживается значительная переоценка моделью нечетных возрастов (11 и 13 лет), и недооценка рыб в возрасте 12 и 14 лет в течение всего периода.

Выводы

Анализ исходной информации показал, что данные выловов по поколениям сильно зашумлены. Не прослеживаются выраженных изменений в смертности поколений из года в год, отсутствуют четкие сигналы в появлении урожайных и неурожайных поколений. Изменение структуры добывающего флота к 2010 г., и возросшая доля вылова ярусами сказалась на данных по вылову, поскольку ярус облавливают более крупную рыбу старших возрастных групп. Соответственно сигнал о численности поколений и динамике общей смертности дополнительно "зашумлен" изменчивостью структуры флота. На основании этого сделано заключение, что данные по уловам, полученные после 90-х гг. по настоящее время, являются несравнимыми с рядом, полученным в предшествующий период. Использование в когортных моделях данных по вылову может быть осложнено, поскольку они довольно сильно зашумлены, и существенная изменчивость структуры флота может быть неверно интерпретирована моделью. Хотя в них видны четкие сигналы повышения, понижения смертности и урожайности поколений в некоторые периоды промысла, сильная зашумленность данных может не позволить получить корректную оценку запаса на основе этих данных по вылову.

Модель пространств-состояний показывает удовлетворительные результаты при ретроспективном анализе, добавление новых данных оказывает незначительное влияние на оценки биомассы. Не наблюдается значимых трендов в остатках моделируемых уловов в последние годы, однако сами остатки довольно велики в начале и в середине периода. В целом, судя по результатам диагностики, SAM показывает довольно устойчивую оценку запаса палтуса. Основной проблемой остается полнота входных данных и противоречивость показаний съемок. Пока не будут решены эти вопросы, использование моделей оценки для получения конкретных значений величины запаса будет затруднено.

Библиографический список

1. Nielsen, Berg. Estimation of time-varying selectivity in stock assessments using state-space models. Fisheries Research vol. 158. – 2014. – P. 96–101
2. ICES CM 2013/ Report of the Arctic Fisheries Working Group (AFWG), 18 April – 24 April 2013 ICES Headquarters, Copenhagen. ICES CM 2013/ACOM:05. – 682 pp.
3. Casper, Berg. State-space fish stock assessment model.
<https://www.stockassessment.org/about.php>
4. Lawlwer, G., Limic V., 2010. Random walk: The modern introduction. Cambridge university press/Cambridge, Edinburgh building, 364 PP.

**ЭКОЛОГИЯ, ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ
И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ**

Результаты экспедиции в Баренцево и Карское моря по трассе Севморпути зимой 2015 г.

Баданин Ю. А., Дерябин А. А. (*г. Мурманск Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, e-mail: badanin@mmbi.info, deryabin@mmbi.info*)

Аннотация. В статье представлены предварительные результаты судовых исследований по определению температурных характеристик водных масс, состоянию ледяного покрова, по оценке видового состава, распределения, численности морских млекопитающих и птиц, по сбору материала для мониторинга радиоэкологического состояния морской среды.

Ключевые слова: Севморпуть, Баренцево море, Карское море, морские млекопитающие.

С 1996 г. Мурманский морской биологический институт проводит попутные наблюдения по трассе Северного морского пути с борта атомных ледоколов и транспортных дизель-электроходов ледового класса [1].

Целью экспедиций являлось проведение экологических, гидрологических и радиоэкологических исследований акваторий северных морей по трассе Севморпути. В экспедициях решались следующие задачи: определение температурных характеристик водных масс и состояние ледяного покрова, оценка видового состава и наблюдения за распределением, численностью морских млекопитающих и птиц, сбор материалов для мониторинга радиоэкологического состояния морской среды.

Зимой 2015 года работы выполнялись по маршруту следования д/э "Талнах" в Баренцевом и Карском морях, Енисейском заливе с 26 февраля по 17 марта.

Объем выполняемых наблюдений и измерений параметров среды включал следующие показатели: метеонаблюдения (температура воздуха, направление и скорость ветра, состояние поверхности моря, атмосферное давление, видимость), гидрологические наблюдения (температура воды, глубина), наблюдения за ледовой обстановкой (тип ледового покрова, степень сплоченности льда, торосистость), териологические и орнитологические наблюдения [2].

Ледовая обстановка. В Карском море во время экспедиции преобладали белые средние (местами белые толстые) льды с торошением до 5 баллов и сплоченностью 5–10 баллов. Высокая раздробленность льдов и подверженность ветровому дрейфу обусловили в период проведения экспедиции

в Карском море открытие двух заприпайных полыней: Южной Новоземельской и Обь-Енисейской, по которым прошла часть маршрута. Баренцево море, по маршруту следования судна, было свободно ото льда.

Гидрологические исследования. Измерение гидрологических показателей проводилось с использованием батитермографов ХВТ на акватории Карского моря в соответствии с требованиями предъявляемыми фирмой производителем океанологического комплекса ХВТ/ХСТД [3]. В практике судовых высокоширотных экспедиций широко используются отрывные однократные зонды. Наблюдения с помощью данных приборов можно производить в отсутствии специально оборудованного рабочего места без остановки судна, т. е. с минимальными потерями судового времени [4]. Во время экспедиции для гидрологических исследований были измерены показатели температуры на 10 станциях (рис. 1).

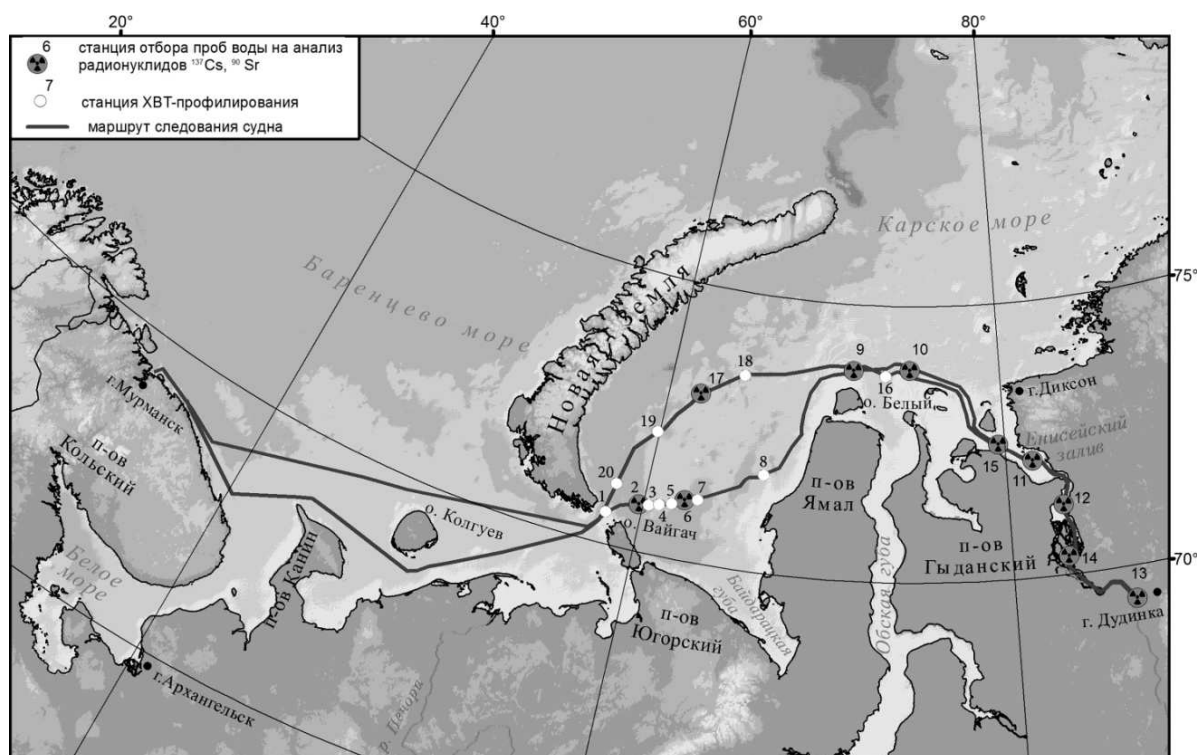


Рисунок 1 – Карта-схема гидрологических станций и станций отбора проб морской воды в Карском море (26 февраля – 17 марта 2015 г)

Исследования загрязнения морских экосистем. В рамках данного направления исследований проводился отбор проб морской воды с поверхностного слоя (рис. 1). Проведено концентрирование ^{137}Cs методом сорбции радионуклида из 100 л воды на органический сорбент "анфеж". Выполнено химическое "осаждение" изотопа ^{90}Sr растворенного в воде (20 л).

Орнитологические наблюдения. Во время движения судна использован трансектный метод учета птиц [5], адаптированный к условиям арктических морей [6].

Общая протяженность 8 выполненных трансект составила 780 км. В Баренцевом море наблюдения выполнены на маршруте протяженностью 150 км, в Карском море – 630 км. По открытой воде протяженность маршрута наблюдений составила 160 км, в ледовых условиях – 620 км (рис. 2). В Карском море птиц не отмечалось. В безледных районах Баренцева моря были встречены одиночные особи бургомистра (*Larus hyperboreus*) и моевки (*Rissa tridactyla*).

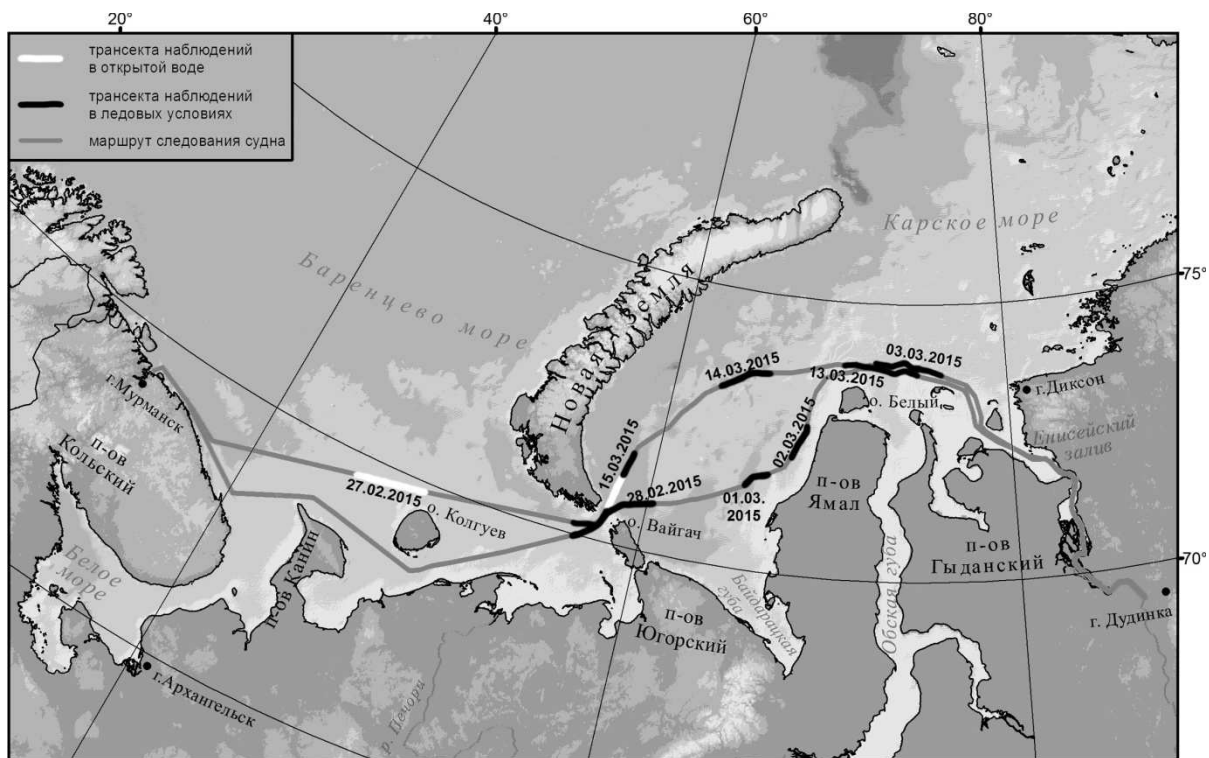


Рисунок 2 – Карта-схема трансект наблюдений морских млекопитающих и птиц в Баренцевом и Карском морях в феврале-марте 2015 г.

Териологические наблюдения. Наблюдения проводились с палубы или ходовой рубки с высоты 20–25 метров в светлое время суток. Для уточнения видовой принадлежности использовался 16-х бинокль. В журнале наблюдений фиксировались: координаты встреч, размер групп, возраст, следы прибывания животных на льду, а также сопутствующие ледовые и погодные условия.

В период экспедиции были отмечены следующие виды морских млекопитающих: белый медведь (*Ursus maritimus*), морской заяц (*Erignathus barbatus*), атлантический морж (*Odobenus rosmarus*), гренландский тюлень (*Pagophilus groenlandica*) (рис. 3).

Белый медведь. В период экспедиции было встречено 11 особей медведей в 6 встречах (2 одиночные взрослые особи и 4 семейные группы) (рис. 3). В Карском и Баренцевом морях в пригодных для обитания медведей льдах пройдено 450 км маршрута (из 620 отработанных километров), остальная часть была пройдена по открытой воде или в сильно разреженных льдах. Относительная встречаемость составила 2,44 особи на 100 км маршрута и 1,33 встречи на 100 км маршрута. Также учтено 11 следов медведей (следы семей приняты за одно пересечение маршрута).

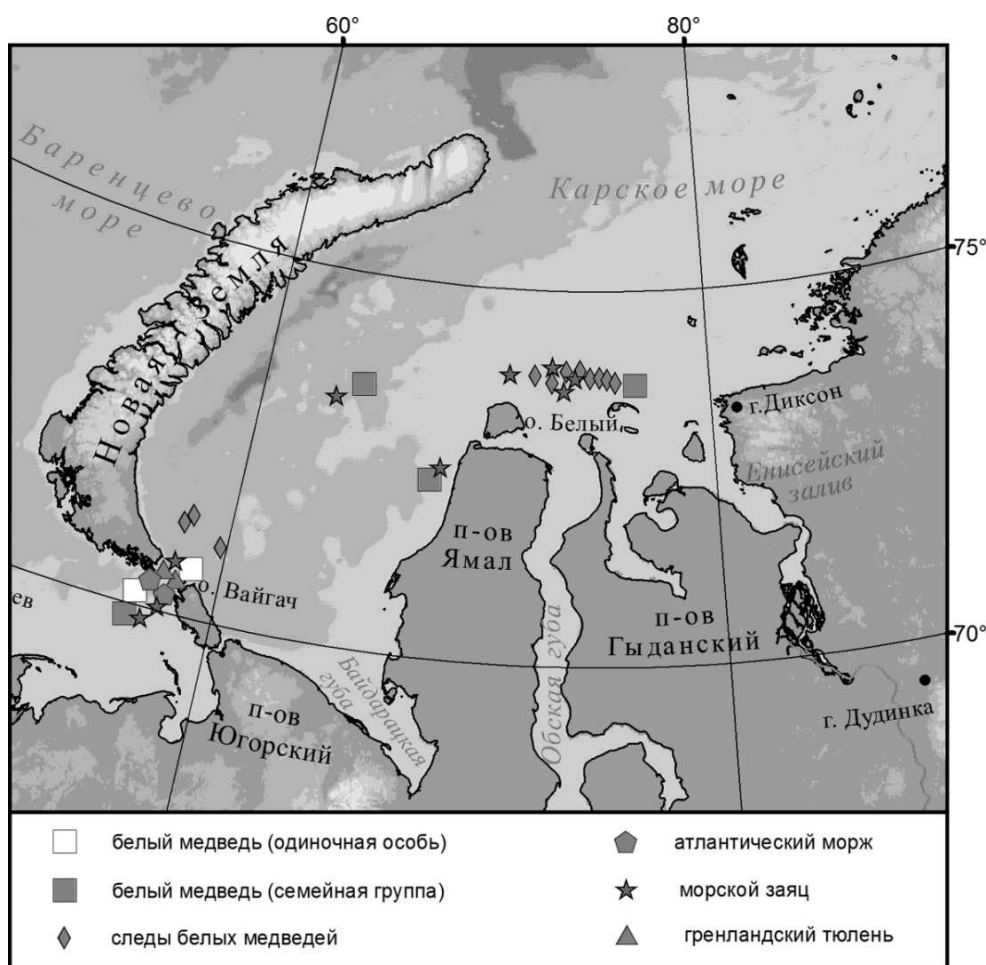


Рисунок 3 – Места встреч морских млекопитающих в Баренцевом и Карском морях в феврале-марте 2015 г.

Доли одиночных особей и семейных групп по результатам учета составили соответственно 33 % и 67 %. В среднем за период наблюдений 1997–2013 гг. по трассе СМП одиночные медведи составили 65 %, самки с медвежатами всех возрастов – 35 %. Хотя в последние годы (2011–2013 гг.) отмечается тенденция к преобладанию семейных групп [7]. Средний размер выводка составил 1,25 медвежонка 1-2 лет на самку.

Морской заяц. В период экспедиции отмечено 11 особей морского зайца (рис. 3): 4 отмечено в разводьях льда, 7 – на кромке льда.

Атлантический морж. За период экспедиции учтено 2 атлантических моржа. Оба были встречены в Печорском море в районе пролива Карские Ворота на льдине (рис. 3) и по мере прохождения судна рядом не проявляли беспокойства.

Гренландский тюлень. Всего за период экспедиции учтено 18 особей гренландских тюленей. Все они находились в разводьях льда пролива Карские ворота (рис. 3).

Библиографический список

1. Краснов, Ю. В., Горяев Ю. И., Ежов А. В. Орнитологические исследования: ключевые районы и места концентрации морских птиц на акваториях Баренцева и Карского морей (по трассе Севморпути) // Биология и океанография Северного морского пути: Баренцево и Карское моря. – М. : Наука, 2007. – С. 124–129.

2. Комплексные исследования Арктики по трассе Северного морского пути на атомных ледоколах (20 лет опыта ММБИ) / Г. Г. Матишов, Ю. А. Баданин, А. А. Дерябин [и др.] Препр. – Ростов н/Д : Изд-во ЮНЦ РАН, 2014. – 96 с.

3. Digital converter TS-MK150N User manual. TSURUMI-SEIKI CO. LTD. 2009. – 36 p.

4. Кузьмин, С. Б., Ипатов А. Ю. Современный приборы и технологии наблюдения за гидрологическими условиями в Северном Ледовитом океане // Океанография и морской лед. – М. : Paulsen, 2011. – С. 7–22.

5. Gould, P. J., Forsell D. J. Techniques for shipboard surveys of marine birds // Fish and Wildlife Technical Rep. V. 25. Washington, 1989. – 22 p.

6. Атлас птиц Печорского моря: распределение, численность, динамика, проблемы охраны / Краснов Ю. В., Горяев Ю. И., Шавыкин А. А. [и др.] Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 2002. – 164 с.

7. Матишов, Г. Г., Горяев Ю. И., Ишкулов Д. Г. Белый медведь Карского моря. – Ростов-на-Дону : Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. – 109 с.

Биотехническая система оперативного мониторинга с применением двустворчатых моллюсков (БСМол)

Гудимов А. В. (*г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт, лаборатория зообентоса, e-mail: gudimov@mmbi.info*)

Аннотация. Стандартный биомониторинг основанный на регулярном пробоотборе обладает значительной инерцией и потому непригоден в качестве средства оперативного контроля экологической безопасности и своевременного обнаружения антропогенных воздействий. Современный подход к биомониторингу основан на непрерывном и оперативном контроле экологической безопасности среды. Проект посвящен разработке новой биотехнологической системы мониторинга с применением двустворчатых моллюсков (БСМол), которая была бы универсальной, надежной и оперативной, т. е. способной обнаруживать присутствие токсических воздействий на любом временном интервале.

Abstract. Standard biomonitoring system based on sampling technology is not capable of ecosystem protection from anthropogenic changes and degradation because of its extremely delayed response to any environmental changes and pollution. Contemporary approach to ecological biomonitoring turns to on-line control of environmental safety.

The project is dedicated to the development of a new biotechnological monitoring system with bivalves (BSMol) which can be universal, reliable and primarily on-line, i.e. should be able to detect a toxic effect at any time span.

Ключевые слова: оперативный биомониторинг, двустворчатые моллюски, поведение, биосенсоры, экологическая безопасность

Key words: online biomonitoring, bivalve, behavior, biosensors, environmental safety.

Стандартный биомониторинг основанный на регулярном пробоотборе обладает значительной инерцией и потому непригоден в качестве средства оперативного контроля экологической безопасности и своевременного обнаружения антропогенных воздействий.

С нарастанием масштабов и рисков хозяйственной деятельности на шельфе перспективы развития биомониторинга водной среды как средства контроля экологической безопасности переносятся в область автоматического непрерывного и оперативного биомониторинга и биоиндикации. В огромной степени этому способствует широчайшая компьютеризация всех сфер человеческой деятельности и повсеместное развитие глобальных информационных сетей и мобильной связи. Автоматический мониторинг основных гидрологических параметров уже давно реализован в применении различных зондов и мониторинговых станций.

Однако, в ряде стран уже существуют экспериментальные разработки устройств оперативного автоматического биомониторинга водной среды, применяемые в нескольких вариантах, сходных по основному принципу действия.

Вместе с тем, в настоящее время все еще нет ни одной постоянно действующей биотехнической системы обеспечения оперативного контроля экологической ситуации в море. Было установлено [1–4], что такая система может быть создана путем внедрения новейшей технологии непрерывного биомониторинга – он-лайн мониторинга функциональной активности организмов-биосенсоров в сочетании с системой оперативной биоиндикации.

Технические возможности для разработки таких систем появились сравнительно недавно, с появлением первых биологических систем "раннего предупреждения" (biological early warning systems, – BEWS) на пресных водах, в то время как технология оперативного экологического биомониторинга морских экосистем еще только начинает разрабатываться, и до последнего времени была представлена в РФ единственной системой, созданной в ММБИ (патенты ММБИ RU 2357243, RU 2395082, RU 2437093).

Опытная модель комплекса ММБИ является технической основой биотехнической системы оперативного мониторинга с применением моллюсков (БСМол). Теоретически БСМол основана на концепции непрерывного биологического контроля качества водной среды, воплощенного, прежде всего, в современных технологиях систем BEWS и затем, оперативного биомониторинга (ОБМ) [3–4].

Общим структурным прототипом биотехнического комплекса БСМол, как и других известных систем, послужили, разрабатываемые в Европе с 90-х годов прошлого века биотехнические комплексы "раннего оповещения" (из серии BEWS) о появлении опасных для биоты концентраций загрязняющих агентов в водной среде, типа – Musselmonitor, Dreissenamonitor и др. [1–3].

Как Musselmonitor и большинство BEWS, так и экспериментальная модель ММБИ и комплекс БСМол используют для выполнения автоматического непрерывного биомониторинга поведенческие реакции двустворчатых моллюсков и магнитоэлектрические датчики движений створок.

Вместе с тем, БСМол имеет ряд принципиальных технических, методических отличий и ноу-хау, позволяющих считать приборный комплекс и технологию БСМол системой непрерывного биомониторинга и оперативной биоиндикации последнего поколения.

К тому же многие известные биотехнические системы типа BEWS на водозаборных станциях в Голландии, Венгрии, Германии, Польше, Швеции, США, РФ и др. стран – это технологически в большей степени системы биотестирования качества вод, чем биоиндикации, так как для своей работы нуждаются в специальных условиях.

Поэтому БСМол, вслед за разработанной в ММБИ системой оперативного экологического биомониторинга и биоиндикации в режиме реального времени, не имеют на сегодня альтернативы для морских экосистем.

Целью прикладных исследований применения БСМол является разработка биотехнической установки для контактного измерения параметров, интегрально отражающих изменение активности моллюсков в природных условиях для выполнения оперативной биоиндикации морских вод. БСМол входит в состав разрабатываемой подсистемы наземно-космического мониторинга, по которой необходимо выполнить ряд экспериментальных проверок. Основные задачи сводятся к разработке и экспериментальной проверке методов получения, накопления и обработки контактных данных от биологических объектов – двустворчатых моллюсков-биосенсоров при помощи БСМол, как части комплексной системы обеспечения экологической безопасности, рационального природопользования и снижения уровня антропогенной нагрузки на морские экосистемы.

Выполняемый проект нацелен на получение оперативной биологической информации об экологическом состоянии водной среды, и разработку технологии оперативного обнаружения экологически опасных явлений (биоиндикация загрязнения) для защиты прибрежной зоны Крыма, Черного, Азовского и Баренцева морей от стихийных и антропогенных воздействий.

Разрабатываемый комплекс оперативного биологического мониторинга БСМол предусматривает проведение непрерывной регистрации поведенческих реакций двустворчатых моллюсков в природных условиях с помощью измерительных приборов, соединенных с компьютером и сигнальным устройством, и выполнение оперативной (он-лайн) биоиндикации в режиме реального времени.

Библиографический список

1. Mosselmonitor. Generalinformation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mosselmonitor.nl/Index.html> (дата обращения: 15.04.2015).

2. MolluscanEye [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://molluscan-eye.epoc.u-bordeaux1.fr/index.php?rubrique=accueil&lang=en>
(дата обращения: 10.04.2015).

3. Butterworth FM, Villalobos-Pietrini R, Gonsebatt ME. Introduction. In: Butterworth FM, Gunatilaka A, Gonsebatt ME, editors. Biomonitoring and biomarkers as indicators of environmental change, 2. New York, USA: Springer; 2001. – p. 1–8.

4. Гудимов, А. В. Экологический биомониторинг водных экосистем: на пути к новейшим технологиям // Морские экосистемы и сообщества в условиях современных климатических изменений / (Отв. ред. Г. Г. Матишов); ММБИ КНЦ РАН. – СПб. : Реноме, 2014. – С. 326–344.

Работа выполнена в Южном научном центре РАН (ЮНЦ РАН) при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках прикладных научных исследований "Разработка методов и создание экспериментального образца биотехнической системы мониторинга шельфовых зон морей западной Арктики и Юга России, в том числе в районе Крымского полуострова на основе спутниковых и контактных данных" (уникальный идентификатор прикладных научных исследований – RFMEFI60714X0059).

Использование пинагора (*Cyclopterus lumpus*) как метода биологического контроля численности морских вшей *Lepeophtheirus salmonis*

Жомова А. И.,¹ Журавлева Н. Г.²

¹(г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра биоэкологии, e-mail: stasiash@mail.ru)

²(г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН)

Аннотация. Заражение лосося паразитом *Lepeophtheirus salmonis* является серьезной проблемой в марикультуре лосося. Актуальной задачей для промышленности является нахождения экономически эффективной и экологически устойчивой альтернативы химическим процедурам. Использование пинагора (*Cyclopterus lumpus*) представляет собой перспективный метод по контролю численности морской вши.

Abstract. Infestations by the salmon louse, *Lepeophtheirus salmonis*, is a major fish health problem facing the Atlantic salmon industry. Accordingly, a cost-effective and environmentally sustainable alternative to chemotherapeutic treatments is an urgent priority for the aquaculture industry. The use of lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) as a form of biological pest control represents a viable alternative to the use of chemicals.

Ключевые слова: пинагор (*Cyclopterus lumpus*), "морская вошь" (*Lepeophtheirus salmonis*), марикультура лосося.

Key words: lumpfish (*Cyclopterus lumpus*), salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis*), salmon mariculture.

В современной аквакультуре важное значение имеет искусственное воспроизводство тихоокеанского лосося и разработка научных высокоэффективных принципов управления марикультурой.

Существует серьезная проблема заражения паразитом *Lepeophtheirus salmonis* ("морская вошь"). *Lepeophtheirus salmonis* прикрепляется к коже, слизистым оболочкам, жабрам рыб, питаясь покровными тканями и кровью [1], что приводит к образованию повреждений и увеличению чувствительности к инфекциям, вследствие чего возникают заболевания и возможен летальный исход (рис. 1). Эктопаразитический рачок оказывает большое влияние на экономическое положение рыбных ферм, так как приводит к уменьшению темпов роста особей, увеличению затрат на сырье, лечение и снижению качества конечного продукта.

В марикультуре используют химиотерапевтические процедуры (ванны с перекисью водорода и органофосфатами), или синтетические пиретроиды (циперметрин и дельтаметрин). Регулярное использование синтети-

ческих лекарственных препаратов приводит к резистентности "морских вшей". В настоящее время перед промышленностью стоит актуальная задача, заключающаяся в нахождении экономически эффективной и экологически устойчивой альтернативы химиотерапевтическим процедурам [2].



Рисунок 1 – "Морская вошь" прикрепленная к коже лосося
(<http://animalworld.com.ua/farmedsalmonfree>)

Использование пинагора (*Cyclopterus lumpus*) в виде биологического контроля численности вредителя (*Lepeophtheirus salmonis*) представляет собой альтернативу химическим веществам.

Пинагор, или рыба-воробей (рис. 2) – вид морских лучепёрых рыб из семейства пинагоровых (Cyclopteridae), единственный представитель рода *Cyclopterus* [3]. Обитает в открытых водах Норвежского и Баренцева моря [4].



Рисунок 2 – Пинагор (*Cyclopterus lumpus*) (<https://www.flickr.com/photos>)

Преимущество его использования заключается в том, что он способен переносить низкие температуры, в отличие от других видов рыб-чистильщиков.

Основным препятствием в масштабном использовании *Cyclopterus lumpus* для аквакультуры, является ограниченность их популяции в дикой природе и тот факт, что производительность маточного стада мала.

Для того чтобы компенсировать малую производительность маточного стада необходимо разработать биотехнологию по его выращиванию. Разработка биотехнологии выращивания пинагора во многом зависит от определения оптимальных условий для содержания маточного стада, инкубации икры с целью получения жизнеспособного потомства *Cyclopterus lumpus*, выращивания личинок и молоди.

Пинагор имеет особенности жизненного цикла, заключающиеся в том, что взрослые особи обитают в пелагиали и только весной особи достигшие 4 летнего половозрелого возраста отправляются к берегу, где самки откладывают икру на мелководье. Икра имеет длительный инкубационный период в течение месяца, и после вылупления молодь (рис. 3) в течение 2 месяцев остается в проточных прибрежных водах [5].



Рисунок 3 – Молодь пинагора
([https://en.wikipedia.org/File:Cyclopterus_lumpus_\(juvenile\).jpg](https://en.wikipedia.org/File:Cyclopterus_lumpus_(juvenile).jpg))

Опыты по выращиванию личинок пинагора, вылавливаемых в губе Дальнезеленецкой, были проведены в условиях Восточного Мурмана на морской аквариальной базе Мурманского морского биологического института.

Биотехнологию выращивания личинок *Cyclopterus lumpus* разрабатывали также совместно с морской исследовательской станцией Нурландского университета в Будё, Норвегия (Marine Research Station of University of Nordland, Bodø, Norway) в рамках международного проекта "Ecofish - Environment friendly fish farming and use of cleaner fish" и проекта MARLIP.

По данным исследований норвежских ученых, использование пинагора в качестве метода по контролю за "морской вошью" более эффективно на 10–15 % чем радужного губана, который применяется в марикультуре в данное время [6].

Библиографический список

1. Bergheim, A., Recent growth trends and challenges in the Norwegian aquaculture industry. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 40, 800–807, 2012.
2. Voxaspen, K., A review of the biology and genetics of sea lice. *ICES J. Sea Res.* 63, 1304–1316, 2006.
3. Froese, Rainer, and Daniel Pauly, eds. (2012). Species of *Cyclopterus* in FishBase. July 2012 version.
4. Froese, Rainer and Pauly, Daniel, eds. (2012). "*Cyclopterus lumpus*" in FishBase. July 2012.
5. Kells, V. and K. Carpenter, A Field Guide to the Coastal Fishes from Maine to Texas. pp. 192–193, 2011.
6. Okechukwu, O. Igboeli, John F. Burka,† and Mark D. Fast, *Lepeophtheirus salmonis*: a persisting challenge for salmon aquaculture. CONFERENCE PAPER, 2014.

Оценка влияния абиотических факторов на гренландского тюленя посредством анализа стереотипной формы поведения

Зайцев А. А., Литвинов Ю. В. (Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, лаборатория БТС, e-mail: zaytsev@mmbi.info)

Аннотация. В данной работе представлены исследования характеризующие влияния абиотических факторов среды на тюленя, путем оценки стереотипной формы поведения. Получены данные о влиянии активности геомагнитного поля на изменения в поведении животного.

Abstract. This paper presents research describing the influence of abiotic factors on seal, by assessing stereotyped behaviors. The data obtained about the influence of geomagnetic field activity on changes in the behavior of the animal.

Ключевые слова: Гренландский тюлень, стереотипное поведение, абиотические факторы, влияние.

Key words: Harp seals, the stereotyped behavior, abiotic factors, influence.

Сотрудниками ММБИ КНЦ РАН, на протяжении многих лет, проводятся исследования по адаптации различных видов настоящих тюленей, к условиям неволи. Накоплена обширная база знаний по физиологии, этологии, биохимии крови и прикладному использованию различных видов [1, 2, 3]. Этологические исследования, проведенные на пяти особях гренландского тюленя (*Pagophilus groenlandicus*, Erxleben, 1777) в 2005 году, подробно описывают структуру поведения животных и степень их активности в разные периоды суток, а так же характеризуют изменения вызванные воздействием "беспокоящего фактора" [2]. Позднее в 2011 году данные исследования были повторно проведены на одном из используемых ранее тюленей, полученные материалы позволили более детально рассмотреть структуру суточного поведения животного [4].

Содержание животного в неволи сопряжено с возникновением в его репертуаре девиантных форм поведения. Одной из таких поведенческих форм, является "зоопарковская стереотипия" – это многократно повторяющиеся движения, которые часто наблюдаются у животных в неволе [5]. Одной из возможных причин возникновения данного отклонения можно назвать невозможность удовлетворения, какой либо потребности или действия. В работе С. В. Попова говорится о том, что стереотипия это циклическое восприятие

связи между собственными движениями и определенными внешними стимулами, направленное на оптимизацию уровня возбуждения/стресса в сторону его уменьшения путем снижения неопределенности внешней среды [6].

В большинстве работ, периоды активности тюленей, описываются как движение по повторяющимся траекториям. При этом в некоторых случаях, данное поведение может занимать до 80 % от общего бюджета времени животного [2]. Описываемое поведенческое проявление нельзя охарактеризовать ни как иначе, как стереотипию. Возможной причиной такого поведения, можно назвать попытку животного удовлетворить естественную потребность в движении. При оценке степени активности тюленей, в большинстве случаев используют именно данную форму поведения. По этой причине, является возможным определение влияния внешних факторов среды на тюленя, за счет анализа параметров стереотипичного поведения (интенсивность, смена цикличности, соотношение с другими формами поведения).

Материалы используемые в данной работе были получены на акваполигоне ММБИ в г. Полярный. Объектом наблюдения являлся самец гренландского тюленя (*Pagophilus groenlandicus*) в возрасте года. Животное содержалось в вольере, длина которого составляет 8 м, ширина 4 м, глубина подводной части 2 м, высота надводной части 1 м. Для отдыха животного на суше, был оборудован деревянный помост шириной 1 метр. Одновременно с исследуемым животным в садке содержался еще один самец того же вида и возраста. Кормление животных проводилось два раза в день в 10:00 и 17:00.

Наблюдение за животным велось при помощи камеры наружного наблюдения (черно-белая камера наружного наблюдения МВК – 08, цилиндр Д№ 60 на 75 мм, 40 ТВЛ, 01ЛК-F2, объектив М12). Запись видеоматериала производилась посредством ТВ-тюнера установленного на ПК.

Основными используемыми для наблюдения методом, являлся "метод регистрации отдельных поведенческих проявлений" – во время наблюдения фиксируют все случаи проявления изучаемых действий [7].

При обработке видеоматериала регистрировались следующие поведенческие проявления:

1. Нахождение животного в активном состоянии под водой.
2. Нахождение животного в активном состоянии на поверхности.
3. Отдых в воде (животное расположено в толще воды или на поверхности без поступательных движений).
4. Нахождение на помосте.

Данные по температуре воздуха, атмосферному давлению и скорости ветра были взяты с сайта "Расписание Погоды" www.rp5.ru (Метеостанция Мурманск, Россия, WMO_ID = 22113), данные по состоянию геомагнитного поля были предоставлены сотрудниками Мурманского центра мониторинга геофизической обстановки (ФГБУ "Мурманское УГМС" МЦ МГФО) станция наблюдения Ловозеро Мурманская область (68N 35E).

Для получения данных, нами были выбраны временные отрезки продолжительностью один час (с 09:00 до 10:00) за следующие периоды: 19.02–21.02.11, 27.01–28.01.12, 09.03.–10.03.12, 20.03–21.03.12, 27.03.12, 30.03.12. В качестве количественных характеристик поведения животного, использовались:

– активное состояние: средняя продолжительность апноэ, средняя продолжительность нахождения на поверхности, количество всплытий в минуту, процентное отношение нахождения под водой или на поверхности от общего бюджета времени,

– пассивное состояние (отдых): процентное отношение нахождения на помосте или отдых в воде от общего бюджета времени.

Наибольшее количество всплытий в минуту за первый час (2.6 вспл/мин) зафиксировано 19.02.11. Минимальное количество всплытий без учета периодов с длительным нахождением тюленя на помосте, зафиксировано 09.03–10.03.12 и составляет 1.5 вспл/мин (рис. 1). Максимальное значение средней продолжительности апноэ зафиксировано 09.03.12 и составляет 32 секунды, минимальное значение данного показателя (16 секунд), без учета периодов с длительным нахождением тюленя на помосте, было отмечено 21.03.12 (рис. 2).

Как и в предыдущих исследованиях, плавание под водой занимает большую часть бюджета времени предшествующего утреннему кормлению. Исключением являются дни (20.03, 27.03, 30.03.12), когда тюлень большее количество времени (от 68.6 % до 100 %) проводит на помосте. Предположительно такое поведение приурочено к начальному этапу линьки тюленя. Нахождение тюленя в неподвижном состоянии в воде в утреннее время перед кормлением, встречается редко и при достаточной продолжительности может свидетельствовать об отклонении в состоянии здоровья животного [8]. Из представленных материалов данное поведение было отмечено: 28.01.12 (один раз продолжительностью 11 секунд), 09.03.12 (девять раз общей продолжи-

тельностью 3 минуты 25 секунд) и 10.03.12 (один раз продолжительностью 19 секунд).

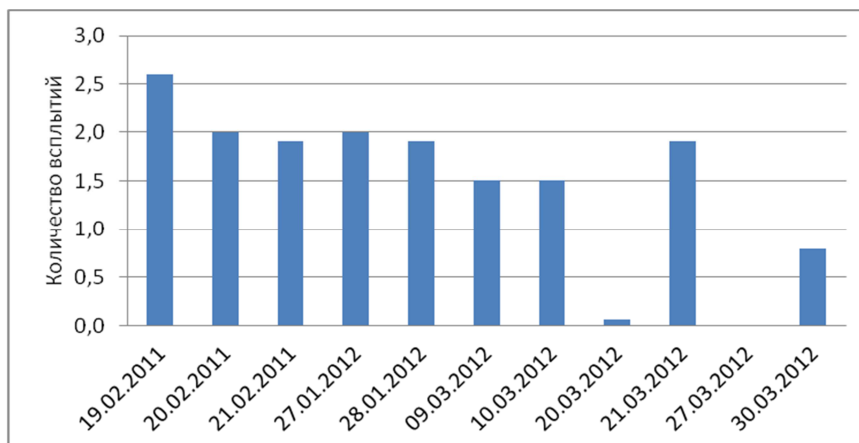


Рисунок 1 – Диаграмма количества всплытий, совершаемых тюленем в минуту

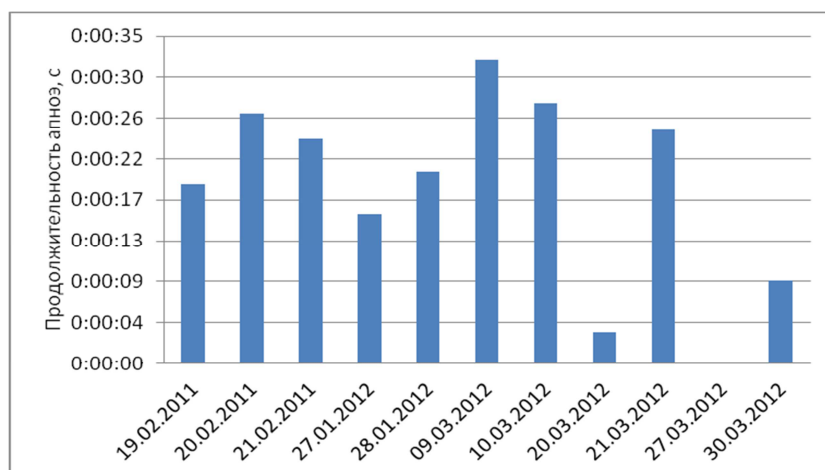


Рисунок 2 – Диаграмма средней продолжительности апноэ

Для обнаружения зависимости между изменениями в поведении тюленя и абиотическими факторами среды были выбраны следующие показатели: температура воздуха, атмосферное давление, скорость ветра, состояние геомагнитного поля (таблица 1).

Таблица 1 – Значения абиотических параметров среды

	Температура воздуха ¹ , °С	Атмосферное давление ² , мм рт. ст.	Скорость ветра ³ , м/с	К – индекс ⁴
19.02.11	-23.8	762.5	4	2
20.02.11	-16.3	762.2	6	2
21.02.11	-15.7	768.1	7	3
27.01.12	-12.3	781.3	7	1
28.01.12	-14.2	782.6	6	2
09.03.12	-3.5	753.2	10	8

Окончание таблицы 1

	Температура воздуха ¹ , °С	Атмосферное давление ² , мм рт. ст.	Скорость ветра ³ , м/с	К – индекс ⁴
10.03.12	–1.3	741.4	10	5
20.03.12	–9.9	751.0	3	1
21.03.12	–8.3	755.3	4	0
27.03.12	–11.9	756.8	4	2
30.03.12	–9.4	740.7	3	1

¹Температура воздуха (градусы Цельсия) на высоте 2 метра над поверхностью земли.
²Атмосферное давление на уровне станции (миллиметры ртутного столба).
³Скорость ветра на высоте 10–12 метров над земной поверхностью, осредненная за 10-минутный период, непосредственно предшествующий сроку наблюдения (метры в секунду).
⁴Состояние геомагнитного поля (К-индекс)

Несмотря, на то, что 9 и 10 марта 2012 г. наблюдается соответствие значительных отклонений в поведенческих характеристиках (частота всплытий, средняя продолжительность апноэ) и параметрах среды (температура воздуха, скорость ветра, состояние геомагнитного поля), зависимости между большинством данных значений не обнаружено. Единственными значениями параметров среды и поведения животного, между которыми удалось выявить корреляцию, стали К-индекс состояния геомагнитного поля и стандартное отклонение средней продолжительности апноэ ($r = 0.7166$).

Необходимо отметить, что высокая активность тюленя до кормления, является фазой суточного биологического ритма, захваченного человеческим фактором (потребность животного в пищи синхронизирована с графиком кормления). Голод является одним из сильнейших стимулов, что непременно оказывает влияние на восприимчивость животного к сторонним раздражителям в данный период времени.

Изменение температурного режима в течение года, является частью процессов участвующих в формировании биологических ритмов животного имеющих сезонную цикличность. В условиях крайнего севера температура, является лимитирующим фактором для многих живых организмов. В тоже время тюлени, как и все млекопитающие, являются пойкилотермными животными, что наряду с особенностями их анатома-физиологических характеристик существенно расширяет зону оптимума касательно температуры окружающей среды. Возможно, именно по этой причине колебания, имеющие слабовыраженный характер не находят достоверного отражения в структуре поведения тюленя. Максимальная разница в значениях атмосферного давления сопро-

воздающего периоды наблюдений представленных в данной работе, составляет 41,9 мм ртутного столба, что в несколько раз меньше, чем перепад давления оказываемого на тюленя в момент погружения в воду (глубина подводной части вольера 2 м). Данное высказывание, дает нам возможность предположить, что именно по этой причине, не удалось обнаружить соответствия изменений атмосферного давления с изменениями в поведении тюленя. Скорость ветра, это один из немногих факторов, оказывающих непосредственное физическое воздействие на животных, что может быть связано с уровнем комфорта животного. Предположительно данный фактор наибольшее влияние может оказывать на периоды, когда у животного преобладает поведение, связанное с нахождением на помосте.

На данный момент, не вызывает сомнений тот факт, что состояние геомагнитного поля, в той или иной степени влияет на все живые организмы. У многих животных были обнаружены системы, позволяющие воспринимать изменения магнитного поля и даже ориентироваться с его помощью в пространстве [9, 10, 11]. С помощью моделирования было выдвинуто предположение, о возможности ориентирования китообразных по градиенту магнитных полей [12]. Показано влияние геомагнитных возмущений на пищевую активность гидробионтов и подавление их значимых биоритмов [13]. На основе исследований проводимых на афалинах и гренландских тюленях было сделаны выводы об отсутствии у данных животных специализированных сенсорных структур отвечающих за рецепцию магнитного поля [15, 16]. В тоже время было выдвинуто предположение о возможности восприятия дельфинами магнитного поля как неопределенного беспокойства [16].

С учетом вышесказанного можно предположить, что продемонстрированная в данной работе возможная зависимость между увеличением стандартного отклонения средней продолжительности апноэ и увеличением геомагнитной активности имеет логическое обоснование. Стандартное отклонение является мерой вариативности (изменчивости) признака, т. е. в нашем случае она показывает, на какую величину в среднем отклоняются наблюдения от среднего значения апноэ. Увеличение данного показателя говорит о том, что с возрастанием уровня активности геомагнитного поля, происходит увеличение разброса продолжительности нахождения животного под водой. Возможно, из-за отсутствия механизмов восприятия и контроля оказываемого воздействия (изменения активности геомагнитного поля), происходит увеличение уровня стресса вследствие невозможности его оптимизации.

Библиографический список

1. Гренландский тюлень: современный статус вида и его роль в функционировании систем Белого Баренцева морей / Коллектив авторов. [Отв. ред. Академик РАН, Г. Г. Матишов]. Мурманск: ООО "МИП-999", 2001. – 220 с.
2. Экспериментальные исследования морских млекопитающих в условиях Кольского залива. – Апатиты : Изд. Кольского научного центра РАН, 2007. – 254 с.
3. Матишов, Г. Г., Войнов В. Б., Михайлюк А. Л., Вербицкий Е. В. РУКОВОДСТВО ПО ПОДГОТОВКЕ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В СОСТАВЕ БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АРКТИКЕ. – Ростов-на-Дону, 2015. – 212 с.
4. Зайцев, А. А. Структура суточного поведения гренландского тюленя в условиях вольерного содержания // Материалы ХХІХ конференции молодых ученых Мурманского морского биологического института, посвященной 140-летию со дня рождения Г. А. Клюге "Морские исследования экосистем Европейской Арктики" (г. Мурманск, май 2011 г.). – Мурманск : ММБИ КНЦ РАН, 2011. – С. 74–78.
5. Попов, С. В. Неопределенность внешней среды и возбуждение/стресс как детерминанты поведения // Журнал общей биологии, 2010. – т. 71. – № 4. – С. 287–297.
6. Попов, С. В. Механизмы поведения млекопитающих: роль стресса и неопределенности среды: дис. док. биол. наук. – М., 2011. – 225 с.
7. Руководство по научным исследованиям в зоопарках // Евразийская региональная ассоциация зоопарков и аквариумов. Московский зоологический парк / [редактор С. В. Попов]. – М., 2008.
8. Зайцев, А. А. Изменение суточной динамики поведения гренландского тюленя, вызванные патологическими изменениями в организме // Материалы ХХХІ конференции молодых ученых Мурманского морского биологического института, посвященной 135-летию со дня рождения К. М. Дерюгена, "Океанография и биология арктических морей" (г. Мурманск, май 2013). – Мурманск : ММБИ КНЦ РАН, 2013 – С. 80–85.
9. Wiltschko, R., Wiltschko W. Avian navigation: from historical to modern concepts // *Animal Behaviour*, 2003. – Vol. 65. – pp. 257–272.
10. Walker, M. M., Kirschvink J. L., and Dizon A. E., "Magnetoreception and Magnetite Biomineralization in Fish," in: Kirschvink, Jones and McFadden (eds.), *ibid*, 1985. – 417–437.

11. Cain, S. D., Boles L. C., Wang J. H., Lohmann K. J. Magnetic Orientation and Navigation in Marine Turtles, Lobsters, and Molluscs: Concepts and Conundrums // Integrative and Comparative Biology: Oxford Journals, 2005. – Vol. 45. – Iss. 3. – pp. 539–546.

12. Walker, M. M., Kirschvink J. L., Gufran A. and Dizon A. E. Evidence that fin whales respond to the geomagnetic field during migration // Journal of experimental Biology, 1992. – Vol. 171. – pp. 67–78.

13. Степанюк, И. А., Баландина Н. Л. Изменчивость активности гидробионтов в условиях геомагнитных возмущений. Биологические эффекты солнечной активности. Тезисы докладов семинара, Пушино-на-Оке. – М., ИКИ РАН, С. 23–25, 2004.

14. Матишов, Г. Г., Муравейко В. М., Гладких А. С., Муравейко А. В. Влияние стресса и магнитного поля на сердечную деятельность гренландского тюленя *Pagophilus groenlandicus* // Доклады Академии наук, 2004. – Т. 397. – № 4. – С. 558–562.

15. Кузнецов, В. Б., Карасик В. М. Вегетативные реакции афалины на изменение магнитного поля // Тезисы докладов X всесоюзного совещания по изучению, охране и рациональному использованию морских млекопитающих. "Морские млекопитающие" (г. Светлогорск Калининградской области 2–5 октября 1990 г.) – Межведомственная ихтиологическая комиссия министерства рыбного хозяйства СССР, АтлантНИРО, ВНИРО. – М., 1990. – С. 164–165.

Морфологические процессы и защитные явления в тимусе рыб

Кабанова Н. А.,¹ Журавлева Н. Г.²

¹(г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра биоэкологии, e-mail: salmova.natalya@yandex.ru)

²(г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН)

Аннотация. У рыб развиты все формы иммунного ответа. Тимус играет важную роль в устойчивости организма к действию неблагоприятных биотических и абиотических факторов среды. Вилочковая железа рыб – это центральный лимфоидный орган, именно в нем происходит лимфопоэз, тимэктомия у костистых рыб приводит к подавлению гуморального иммунного ответа

Abstract. The fish developed all forms of immune response. The thymus plays an important role in the body's resistance to adverse biotic and abiotic environmental factors. Thymus fish is a central lymphoid organ in the thymus occurs lymphopoiesis, thymectomy results in suppression of humoral immune response in the teleost fish

Ключевые слова: тимус, лимфопоэз, тимоциты, иммунитет, тимэктомия

Key words: thymus, lymphopoiesis, thymocytes, immunity, thymectomy

Исследования по выявлению специфических особенностей иммунологической реактивности рыб важны для углубления существующих представлений о воспалении и эволюции защитных свойств организмов, а также в связи с мероприятиями по искусственному воспроизводству рыб и их акклиматизации [5].

Большой интерес при исследовании эволюции иммунитета представляют низшие позвоночные. В данной работе кратко обобщены литературные данные, касающиеся организации и регуляции тимуса – органа иммунной системы – низших позвоночных на примере рыб.

У рыб представлены все формы иммунного ответа: как врожденные, так и адаптивные механизмы; однако, несовершенна антиген-распознающая система, и реактивность иммунитета в значительной мере зависит от различных внешних воздействий, таких как температура, жесткость, кислотность и соленость воды, загрязняющие вещества, а также от питания рыб [10]. Следовательно, условия среды обитания представляют собой активные регуляторы работы иммунной системы

В настоящее время, анализ литературных сведений показывает недостаточность изучения форм иммунного ответа и ограниченность данных по защитной реактивности тимуса в онтогенезе рыб, следовательно, целостной картины организации и функционирования иммунной системы нет.

В основе приспособительных реакций, как в основе самой жизни, лежат сложные процессы обмена веществ, которые находятся под влиянием внутренних регуляторов и постоянно коррелируются внешними природными сигналами [1]. Важнейшим регулятором метаболизма является центральная нервная система и связь ее с железами внутренней секреции, что определяет их место в гомеостазе. Рыборазведение, профилактика и лечение заболеваний рыб невозможно без понимания механизмов иммунологической реактивности организма.

Водная среда обитания определяет характерные особенности иммунной системы рыб: она более лабильна. Любое внешнее воздействие, будь то изменение природных условий, загрязнение среды обитания или применение кормовых добавок в рыбоводстве, активизирует механизмы врожденного иммунитета, обеспечивающие немедленное и кратковременное реагирование на внешнее воздействие.

Иммунная система представляет собой защитную систему, в результате действия которой поддерживается постоянство внутренней среды организма, т. е. развивается иммунитет к чужеродным агентам молекулярной, надмолекулярной и клеточной организации, уничтожаются собственные измененные клетки и нейтрализуются продукты их жизнедеятельности. Таким образом, иммунная система регулирует рост, развитие и функционирование нелимфоидных органов и тканей и сохраняет биологическую индивидуальность организма [4].

Анализируя литературные данные по исследованию иммунитета рыб, необходимо отметить, что он определяется совместной деятельностью различных систем и органов, удельный вес и значение которых меняются в зависимости от многих параметров. Ведущую роль при этом играют морфофизиологические особенности организма [2]. Установлено сходство основных анатомо-морфологических основ и физиологических механизмов иммунитета у рыб с другими классами позвоночных. К этим факторам иммунитета можно отнести кожные и слизистые барьеры, воспаление и фагоцитоз, поглощительная и барьерная функции ретикуло-эндотелиальной системы, гуморальные факторы врожденного и приобретенного иммунитета, реактивность тканей и выделительные процессы, принимающие участие в очищении организма от разнородных субстанций, попадающих в кровь. Изученность каждого из этих механизмов и факторов иммунитета у рыб различна [2].

К органам и тканям иммунной системы рыб относят почку (головной и туловищный отделы), тимус, селезенку, скопления лимфоцитов, ассоции-

рованные со слизистыми оболочками внутренних органов, ткань эпикарда и краниальный гемопоэтический орган древних и двоякодышащих рыб, а также периферическую кровь [6].

Тимус (вилочковая железа) играет большую роль в устойчивости организма к действию неблагоприятных биотических и абиотических факторов среды.

Тимус в эволюционной истории впервые появляется у круглоротых. В дорсальной области жаберных карманов круглоротых присутствуют лимфоидные скопления, отделенные от глоточной полости однослойным слизистым эпителием. В этих скоплениях созревают и пролиферируют клетки одной линии — лимфоциты,

У рыб тимус представляет собой оформленный орган и располагается, в своеобразных пазухах черепа в заглазничной области, отделяясь от глоточной полости тонкой слизистой оболочкой.

Тимус рыб называют центральным лимфоидным органом, так как именно в нем происходит лимфопоэз, а удаление тимуса (тимэктомия) у костистых рыб приводит к подавлению гуморального иммунного ответа и задержке отторжения трансплантата [8]. С использованием автордиографической метки было показано, что тимоциты из тимуса направляются в почку и селезенку, причем миграция осуществляется в одном направлении и лимфоциты движутся не произвольно, а направляются к определенному месту в лимфоидном органе. Такая миграция наблюдается и в иммунной системе млекопитающих [7].

У костных рыб в строении тимуса можно различить три слоя: периферический слой, корковое вещество и мозговое вещество (рис. 1).

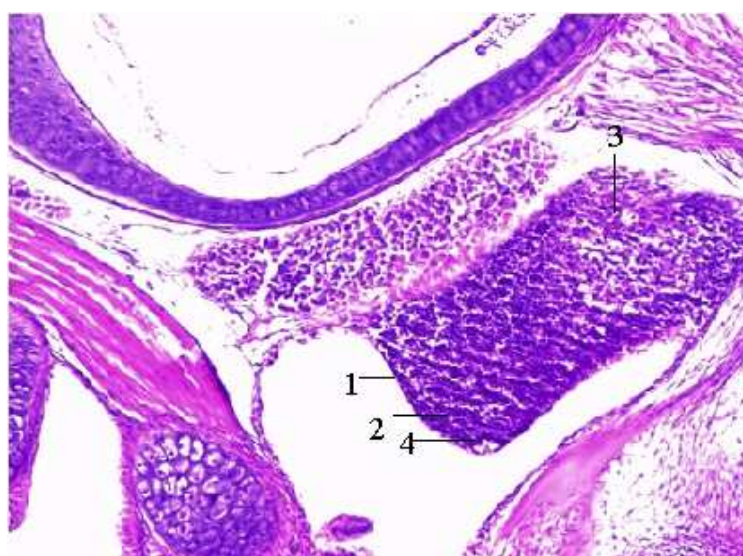


Рисунок 1 – Тимус, 35 дней после вылупления, +20, *Gadus morhua*
1 – эпителий, 2 – кортикальный слой, 3 – мозговой слой, 4 – тимус

В корковом веществе тимуса количество цитоплазматической и ядерной РНК, а также ДНК ядер выше, чем в прилегающем эпителии и лимфоцитах периферической крови. Митозы отмечаются как среди крупных клеток синцития, так и среди лимфоцитов. В периферическом слое и в эпителии, выстилающем жаберную полость, видны слизистые клетки. В корковом веществе прослеживаются различия между синцитием и находящимися в петлях синцития лимфоцитами. Клетки синцития содержат в цитоплазме небольшое количество РНК [2]. На границе с мозговым веществом видны крупные клетки с изогнутыми, иногда дольчатыми ядрами и ШИК – положительными гранулами в цитоплазме (рис. 2).

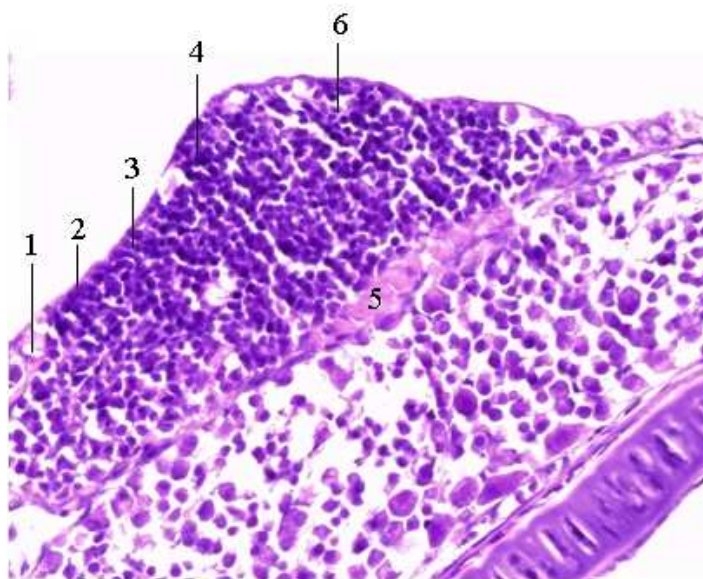


Рисунок 2 – Тимус, 35 дней после вылупления, х60, *Gadus morhua*

1 – мозговой слой, 2 – эпителиальный слой, 3 – лимфоциты, 4 – кортикальный слой,
5 – мышечные клетки, 6 – тимус

На ранних этапах развития рыб в корковом веществе тимуса выявляются мелкие лимфоциты с узким ободком цитоплазмы – тимоциты.

Соединительнотканые волокна содержат ШИК – положительные вещества [9]. Можно предположить, что в состав волокнистых структур и основного вещества соединительной ткани входят нейтральные мукополисахариды и незначительное количество кислых мукополисахаридов.

Давно сложилось мнение, что тимус имеет самое близкое отношение к реакциям, обуславливающим устойчивость организма [2]. Однако данное предположение до последнего времени оставалось мало обоснованным и стояло в стороне от общего знания о защитно-приспособительных реакциях организма.

У рыб имеющих развитую мезенхиму, воспаление протекает аналогично тому, как оно происходит у всех более организованных позвоночных.

В реакциях врожденного иммунитета у костистых рыб участвуют субпопуляции гранулоцитов, моноцитов и макрофагов, неспецифических цитотоксических клеток; в реакциях адаптивного иммунитета основную роль выполняют лимфоциты.

Однако иммунная система рыб имеет некоторые особенности. Главное отличие состоит в том, что у рыб кроветворение и иммунные функции совмещены в одних и тех же органах – в почке, селезенке, тимусе, краниальном гемопоэтическом органе в черепе и в лимфоидных образованиях эпикарда. Таким образом, гематопоэтические органы рыб одновременно служат и органами иммунной системы.

Адаптивная составляющая иммунной системы рыб развита недостаточно по сравнению с таковой млекопитающих. В ответ на контакт с антигеном рыбы продуцируют антитела одного класса и низкой специфичности, при этом у рыб не всегда формируется выраженная иммунологическая память, что служит причиной слабых различий между первичным и вторичным иммунным ответом. В ряде работ, было также обнаружено бактерицидное действие продуктов вилочковой железы, выявлена способность подавлять бластоматозный рост, защищать от лучевого повреждения, влиять на течение воспалительных реакций. Высказывалось мнение и в пользу антитоксической функции вилочковой железы, осуществляющейся тельцами Гассала. Однако, не смотря на многочисленные факты, указывающие на благоприятное влияние вилочковой железы, отмечается и обратное ее действие [2, 3, 4].

Хотя в настоящее время высказывается мнение о вилочковой железе, согласно которому гипертрофия тимуса – причина низкой устойчивости организма, оно не пользуется популярностью. Имеются наблюдения, свидетельствующие, что удаление этого органа усиливает резистентность, снижает чувствительность к инфекции в связи с тем, что он тормозит продукцию антител, являясь в этом отношении антагонистом селезенки. Учитывая весь ход эволюционного развития, трудно представить, что тимус будучи частью целостного организма, в обычных условиях оказывал бы на него отрицательное действие.

Исследования, направленные на выяснение участия вилочковой железы в гомеостазе, весьма противоречивы. Они оставляют открытым основной вопрос: каким образом осуществляется защитная функция данного органа.

В настоящее время выяснена роль тимуса в лимфопоэзе, и установлено, что данная железа является продуцентом лимфоцитов [5]. Тимус – важный

и единственный источник лимфоцитов во время эмбриональной и ранней постэмбриональной жизни.

Неонатальная тимэктомия нарушает нормальное течение иммунных реакций, и укорачивает жизнь, следовательно, можно сделать вывод, что тимоциты имеют жизненно важные функции, которые связаны с иммуногенезом. Нарушение иммунологической реактивности после тимэктомии один из симптомов общих глубоких метаболических нарушений. В экспериментах, проведенных на грызунах, было отмечено, что тимэктомия, произведенная в первые дни жизни, в будущем угнетает реакцию животных на антигены [3].

Считается, что тимус у новорожденных – орган существенно важный для жизни. Согласно наблюдениям ученых, у мышей после неонатальной тимэктомии значительно увеличивается длительность нахождения в организме опухолевых и других трансплантатов, что свидетельствует о важной роли тимуса в трансплантационном иммунитете, тимоциты необходимы для поддержания гомеостаза. Лимфоидные клетки, участвующие в данном процессе – производные клонов лимфоцитов, которые дифференцируются в тимусе, а затем поступают в селезенку и лимфатические узлы, где размножаются и развивают полную иммунологическую компетенцию [2]. Отсюда делается вывод, что тимус – орган, первично участвующий в функции защиты, так как в нем происходит пролиферация и дифференцировка лимфоцитов в клоны с защитными функциями.

Известно, что тимические лимфоциты ответственны за большую часть иммунологической реактивности. Они размножаются в тимусе ювенильной особи в 5–10 раз интенсивнее, чем в других лимфоидных органах [5]. Затем тимоциты поступают в общую циркуляцию и становятся неотличимыми от остальных лимфоидных клеток

Таким образом, создалось представление, согласно которому тимус у новорожденных млекопитающих – важный центр, обеспечивающий распределение лимфоидных клеток, участвующих в иммуногенезе.

Однако, факты свидетельствуют, что вилочковая железа и обилие лимфоцитов в организме далеко не всегда являются показателем его устойчивости. Существует мнение, что в тимусе, кроме фактора, стимулирующего лимфопоэз, продуцируется фактор, тормозящий синтез антител. Так обнаружено, что подкожное введение взрослым крысам экстракта из тимуса плода

свиньи приводит к резкому снижению в крови реципиентов гамма-глобулинов. Внутривентриальное введение указанного экстракта на протяжении более длительного времени вызывает полное подавление продукции антител. Экстракты печени и селезенки тех же плодов не оказывают эффекта [4]. Таким образом, выявляется и отрицательное действие продуктов тимуса на иммуногенез.

Установлено, что при иммунизации, когда в селезенке и лимфатических узлах повышается число плазматических клеток, в тимусе они не развиваются. Тимические лимфоциты обычно на антигенную стимуляцию не реагируют. Однако показано, что если вводить антиген не обычным путем (например, подкожно), а непосредственно в ткань вилочковой железы, то в тимусе обнаруживаются все известные морфологические признаки антителообразования и происходит накопление антител. Эти результаты показывают, что лимфоциты тимуса – это иммунологически компетентные клетки, которые входят в состав популяции лимфоидных клеток, способных обнаруживать иммунологическую активность. Однако в отличие от лимфоцитов в других органах они ограждены в тимусе специальным барьером, который предохраняет их от знакомства с антигенами, попадающими в организм [1]. Уже этот факт свидетельствует об особой роли, которую тимус играет в иммунной системе организма.

Библиографический список

1. Журавлева, Н. Г. Биоэкологические основы жизнедеятельности организмов в условиях Заполярья / Н. Г. Журавлева, Г. Г. Матишов, О. Оттесен, Е. В. Будилова, А. А. Троценко, Т. М. Ларина // Мурман. мор. биол. ин-т Кольского науч. центра РАН. – Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 2013. – 208 с.
2. Журавлева, Н. Г. Биоэкологические аспекты защитных реакций рыб и беспозвоночных / Н. Г. Журавлева, Г. Г. Матишов, Oddvar Ottesen, Е. Е. Минченков. – Мурманск : изд. МГТУ, 2013. – 260 с.
3. Клименко, О. М. Развитие и строение тимуса у представителей разных таксономических групп позвоночных животных: дис. д-ра биол. наук: 03.00.11. – К., 2003. – 28 с.
4. Кондратьева, И. А. Современные представления об иммунной системе рыб / И. А. Кондратьева, А. А. Киташова, М. А. Ланге // Часть 1. Организация иммунной системы рыб. – Москва: Вестник Московского университета, 2001. – Сер. 16 Биология, № 4. – С. 11–20.

5. Михайлова, И. Г. И. И. Мечников и современные биологические исследования процессов воспаления / И. Г. Михайлова, Е. В. Праздников // Сб.: Биология развития морских организмов. – Апатиты : ММБИ, 1972. – С. 48–84.

6. Amin, A. B. Histology of Atlantic Cod: A colour atlas // A. B. Amin, O. H. Ottesen, N. Zhuravleva // University of Nordland, Faculty of Biosciences and Aquaculture / Electronic version:- Softarch technologies AS, Norway. – Bodø: Licentia, 2012. – 256 p. (p. 95–99)

7. Bertho, J. M. Phenotypic and immunohistological analysis of the human adult thymus: evidence for an active thymus during adult life / J. M. Bertho, C. Demarquay, N. Moulian, A. van der Meeren // Cell Immunol. 1997. – 179. – P. 30–40.

8. Bowden, T. J. Development and function of the thymus in teleosts / T. J. Bowden, P. Cook // Fish & Shellfish Immunology, V 19. – 2005. – P. 413–427.

9. Kozyrenko, E. A. Thymus morphology at early ontogenetic stages of atlantic cod, *Gadus morhua* L / E. A. Kozyrenko, N. A. Salmova, N. G. Zhuravleva // International conference "Science and education-2012". Murmansk, 2–6 th April 2012. Murmansk: MSTU, – 2012. – С. 389–391.

10. Zhuravleva, N. G. Immunological reactions in the early ontogenesis of Atlantic salmon and humpback salmon / N. G. Zhuravleva, E. E. Minchenok // Journal: Phytochemistry Reviews, 2005. – P. 431–439.

Особенности годового цикла развития сообществ фитопланктона в различных районах Печорского моря

Ларионов В. В. (г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, лаборатория планктона, e-mail: larionov@mmbi.info)

Аннотация. На акватории Печорского моря по результатам многолетних исследований качественного состава и количественных характеристик планктонных альгоценозов выделены районы, для которых построены схемы годовой динамики биомассы микроводорослей. Показано, что сезонная изменчивость данного показателя в целом соответствует типу сукцессионного цикла, свойственному арктическим пелагическим экосистемам.

Abstract. In the Pechora Sea based on the results of long-term researches of qualitative and quantitative characteristics of planktonic algocenoses three distinct areas are highlighted. Diagrams of annual dynamics of microalgal biomass are constructed for each of them. It is shown that the seasonal variability of this indicator generally corresponds to the successional cycle peculiar arctic pelagic ecosystems.

Ключевые слова: фитопланктон, пелагические альгоценозы, годовой сукцессионный цикл, криофлора, подледное "цветение", Печорское море.

Key words: phytoplankton, pelagic algocenoses, annual succession cycle, cryoflora, sub-ice blooming, Pechora Sea.

Исследования закономерностей протекания продукционных процессов в морских арктических экосистемах имеют более чем вековую историю, а на протяжении последних десятилетий данное направление гидробиологии характеризуется резким повышением активности. Тем не менее, к настоящему моменту сложилась ситуация, когда отдельные участки северного бассейна, даже имеющие важное практическое значение, оказываются недостаточно изученными. Причем часто это касается и главного продуцента органического вещества – фитопланктона.

Одной из таких областей является Печорское море – мелководная юго-восточная часть Баренцева моря, представляющая собой уникальный биотоп в силу особенностей рельефа дна, климатического и гидрологического режимов [1]. Изучение его пелагических альгоценозов до 90-х годов прошлого века носило эпизодический характер и нашло отражение лишь в нескольких печатных работах [2, 3]. В 1992–95 гг. учеными Мурманского морского биологического института (ММБИ КНЦ РАН) был осуществлен

полный комплекс биоокеанологических исследований данного водоема, однако в итоговые публикации вошла только незначительная часть результатов [4–6]. В последующие годы наблюдения, выполненные на борту атомных ледоколов, позволили получить информацию о состоянии сообществ микроводорослей в холодный период года, когда бассейн Печорского моря находится под сплошным ледяным покровом [7–10], что позволило замкнуть годовой цикл их развития.

В настоящей работе использованы данные, полученные в ходе экспедиций на судах ММБИ КНЦ РАН и атомных ледоколах ОАО "Мурманское морское пароходство" за период 1992–2006 гг., а также все имеющиеся литературные и архивные материалы. Отбор и обработка проб, таксономическая идентификация организмов, определение их численности и биомассы осуществлялись с использованием стандартных гидробиологических методов [11, 12]. Всего было проанализировано более 400 проб, отобранных на 176 станциях с нескольких горизонтов на всей акватории Печорского моря во все сезоны года.

По результатам исследований на акватории водоема было выделено несколько районов (рис. 1), четко различающихся как по качественному составу пелагических альгоценозов, так и по годовой динамике их биомассы: западный (I), центральный (II) и восточный (III). К последнему могут быть отнесены также два подрайона: южный, прилежащий к Печорской губе (IIIa), и узкую полосу побережья у пр. Карские Ворота и вдоль берегов арх. Новая Земля и о. Вайгач (IIIb), – характеризующиеся в этом плане некоторыми отличиями. Районирование Печорского моря, исходя из структуры фитопланктонных сообществ – таксономического состава, набора доминирующих видов и видовых комплексов – проводилось и ранее [4, 13, 14]. Однако эти построения были выполнены по данным какой-либо одной кратковременной съемки, охватывающей не все части водоема, а потому не могут в точности отражать реальную ситуацию. Тем не менее, локализация областей, выделенных указанными авторами, не противоречит настоящей схеме (рис. 1).

До нынешнего времени попытка описания сезонной динамики печороморского фитопланктона предпринималась лишь однажды [13], но имеющихся данных было явно недостаточно для получения полной достоверной картины. Сейчас реконструкция полного годового хода развития сообществ

микроводорослей в разных районах водоема выглядит следующим образом (рис. 2).

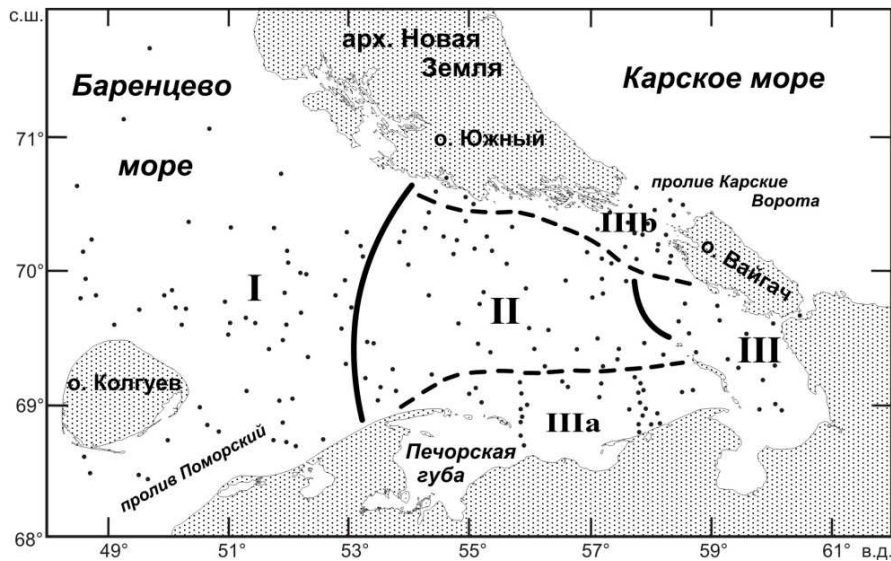


Рисунок 1 – Районы Печорского моря, выделенные по качественному составу и количественным показателям развития пелагических альгоценозов. Точками обозначены станции отбора проб за весь период исследований

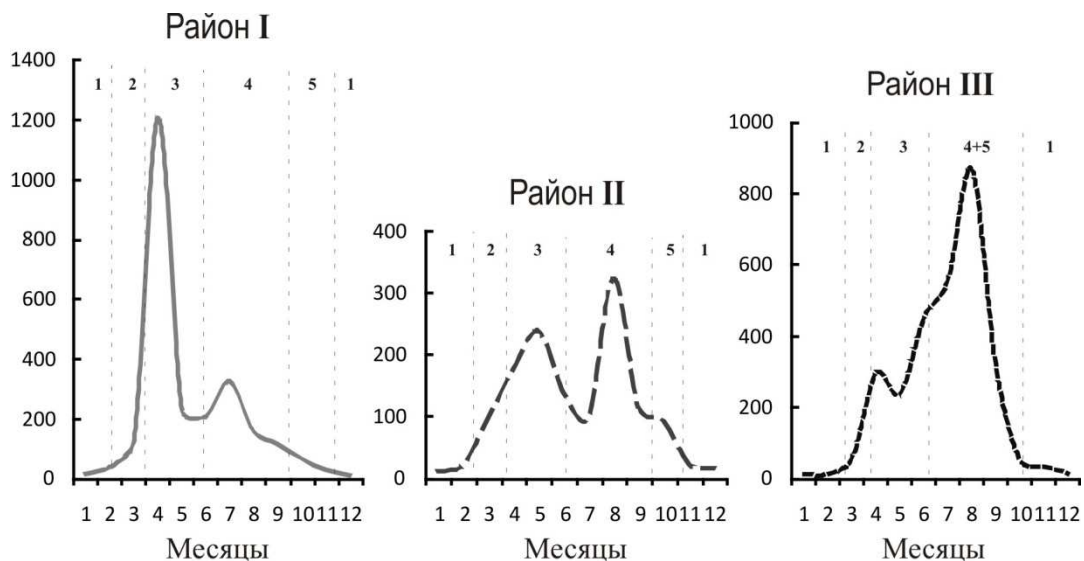


Рисунок 2 – Схемы годовой динамики биомассы фитопланктона (мкг/л) в основных выделенных районах Печорского моря (по осредненным данным за весь период наблюдений). Цифрами обозначены стадии сукцессионного цикла: 1 – зимняя; 2 – ранневесенняя; 3 – весенняя; 4 – летняя; 5 – осенняя

Зимняя стадия. В сукцессионном цикле это фаза покоя. Вся водная толща в холодный период года представляет собой перемешанный слой от поверхности до дна. В альгоценозах практически полностью доминируют гетеротрофы и организмы со смешанным типом питания из отделов Cryptophyta

и Dinophyta, лишь малую долю составляют мелкие пеннатные диатомеи [8, 9]. Общая биомасса редко превышает 10 мкг/л.

Ранневесенняя стадия. Начинается в феврале с цветения криофлоры, приуроченного к периоду завершения льдообразования и относительной стабилизации подледной пелагиали после прекращения зимнего конвективного перемешивания. В это время сезонное состояние фитопланктона может быть охарактеризовано как стадия первичной активизации популяций диатомовых (подледное цветение). Наблюдается абсолютное преобладание пеннатных форм, среди которых наиболее характерными являются *Entomoneis kjellmanii* (Cl.) Poulin et Cardinal, *Fragilariopsis oceanica* (Cl.) Hasle, *Ceratoneis closterium* Ehr. и *Nitzschia longissima* (Bréb.) Ralfs [7, 8].

Весенняя стадия. Начинается во время таяния припайных льдов и миграции их кромки по направлению к береговой линии (март – начало апреля). Вследствие высокой гидродинамической активности на мелководьях, этот процесс не приводит к стабильной плотностной стратификации, и на освобожденном пространстве цветение микроводорослей формируется не в виде "классических" прикромочных зон, а развивается во всем столбе воды [7, 9]. Как это в целом характерно для арктических пелагических альгоценозов, рост биомассы осуществляется преимущественно за счет крупных центрических диатомовых – видов рода *Thalassiosira*: *T. gravida* Cl., *T. hyalina* (Grun.) Gran, *T. nordenskioeldii* Cl. Далее, в течение весеннего периода, их постепенно сменяют *T. anguste-lineata* (A.Schmidt) G.Fryxell et Hasle (район III), а также более мелкие *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl. и *Leptocylindrus danicus* Cl. (на всей акватории), *Thalassionema nitzschioides* (Grun.) Mereschk. (район I) и виды р. *Chaetoceros*: *C. compressus* Lauder (район II), *C. debilis* Cl. (район III), *C. diadema* (Ehr.) Gran (район I), *C. mitra* (Bailey) Cl. (район II). Биомасса быстро достигает пиковых значений, при этом срок наступления данного события приходится на середину апреля в районах I и III, середину мая в районе II. Сами величины данного показателя также различны: более 1200 мкг/л в западной части, 250–300 мкг/л – в остальных областях водоема.

Летняя стадия. На акваториях трех основных районов Печорского моря наступает в конце июня, в июле и в начале августа, соответственно, в период максимума континентального стока [4–6, 11], когда в пелагиали формируется стабильный пикноклин на глубине 5–20 м. В целом этот период характеризуется выраженной мозаичностью пространственной структуры

и гетерохронностью сезонного развития фитопланктона. Почти полностью меняется таксономический состав сообщества: по биомассе в нем преобладают типично летние виды. В районе I доминирующими формами среди них являются диатомея *Chaetoceros decipiens* Cl. и динофитовые *Gyrodinium lachryma* (Meunier) Kof. et Sw., *Protoperidinium curvipes* (Ostf.) Balech, *P. pellucidum* Bergh. В районе II – диатомовые *Chaetoceros borealis* Bailey, *C. laciniosus* F.Schütt, *C. teres* Cl. В районе III основную долю составляют крупноклеточные формы: диатомеи *Paralia sulcata* (Ehr.) Cl., *Rhizosolenia hebetata* Bailey, *R. setigera* Brightw. и динофлагеллята *P. depressum* (Bailey) Balech. Значения биомассы в западной и центральной частях водоема достигают 300–350 мкг/л, тогда как в восточной – 900 мкг/л.

Осенняя стадия. В сентябре – начале октября, с разрушением скачка плотности и установлением гомотермии и гомогалинности, начинается осенняя фаза сукцессионного цикла, характеризующаяся неуклонным спадом всех количественных показателей развития альгоценозов: резко уменьшается таксономическое разнообразие, биомасса снижается до 5–50 мкг/л. В целом в фитопланктоне преобладают мелкие динофлагелляты, при этом по биомассе лидирует какой-либо один вид, "свой" на каждом небольшом участке акватории: это могут быть представители родов *Dinophysis*, *Protoperidinium* и *Gyrodinium*, или *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Loeblich III. Такая ситуация свидетельствует о том, что сообщества находятся на стадии деградации. В ноябре в водоеме начинается процесс льдообразования, и сообщества микроводорослей вступают в зимнюю фазу покоя.

Таким образом, можно заключить, что в Печорском море из-за особых океанологических условий сформировались несколько пелагических альгоценозов, различных по таксономическому составу и структуре годового сукцессионного цикла. Последний в целом представляет собой тип, характерный для арктических пелагических экосистем, но в разных по географической долготе участках отличается по срокам наступления соответствующих стадий сезонного развития и достижения сообществом пиковых величин биомассы, и самих этих величин. В западном районе годовой ход данного показателя сходен с таковым в водах прилежащего открытого шельфа Баренцева моря, в восточной – типичен для бассейнов, большую часть года покрытых льдом. В центральном же районе наблюдается промежуточная картина, причем совершенно нехарактерная для северных морей вообще:

почти равновершинные пики биомассы при общем низком уровне ее значений. Можно предположить, что эта область представляет собой экотон, в котором наблюдаются лишь краевые части сообществ соседних районов. Косвенно это подтверждается тем, что в теплый сезон доминантами здесь оказываются виды с единичной встречаемостью на других участках водоема.

Что касается двух выделенных подрайонов прибрежной акватории (рис. 1), в их альгоценозах обнаруживается ряд отличительных особенностей. Подрайон IIIa испытывает сильное влияние пресного стока, поступающего из Печорской губы, и на максимуме биомассы (достигающей здесь 5000 мкг/л) 90 % ее образуют представители типично пресноводной флоры: диатомовые родов *Aulacoseira* и *Melosira* и зеленые водоросли. В подрайоне IIIb, наоборот, в целом отмечены значительно более низкие, по сравнению со всей остальной акваторией, уровни развития фитопланктона и при этом большой процент динофлагеллят на протяжении всего вегетационного периода. Последний факт может объясняться проникновением сюда вдоль южного берега Новой Земли глубинных атлантических вод. Не исключено, что в условиях позднего освобождения ото льда, процессов торошения, смешения струй нескольких течений и высокой турбулентности автохтонный комплекс микроводорослей на этом участке побережья вообще не формируется.

Библиографический список

1. Никифоров, С. Л., Дунаев Н. Н., Огородов С. А., Артемьев А. В. Физико-географическая характеристика // Печорское море: Системные исследования. – М.: "МОРЕ", 2003. – С. 27–92.
2. Усачев, П. И. Состав и распределение фитопланктона Баренцева моря летом 1931 года // Тр. Арктич. ин-та. – Т. 21. – 1935. – С. 1–94.
3. Васютина, Н. П. Фитопланктон юго-восточной части Баренцева моря в июле-августе 1977 г. // Исследования фитопланктона в системе мониторинга Балтийского моря и других морей СССР. – М. : Гидрометеоздат, 1991. – С. 127–134.
4. Макаревич, П. Р. Фитопланктонные сообщества // Экосистемы, биоресурсы и антропогенное загрязнение Печорского моря. – Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 1996. – С. 50–54.
5. Druzhkov, N., Grönlund L., Kuznetsov L. The phytoplankton of the Pechora Sea, the Pechora Bay and the Cheshskaya Bay // Pechora Sea Ecological

Studies in 1992–1995: Final Report. Finnish-Russian Offshore Technology Working Group. Rep. B13, 1997. – P. 41–52.

6. Kuznetsov, L., Grönlund L., Druzhkov N. The annual production cycle in the Pechora Sea, the Pechora Bay and the Cheshskaya Bay // *Ibid.* – P. 53–68.

7. Дружков, Н. В., Дружкова Е. И. Пелагические фитоценозы Печорского и Карского морей в конце зимнего периода // *Биология и океанография Карского и Баренцева морей (по трассе Севморпути)*. – Апатиты : Изд-во Кольск. науч. центра РАН, 1998. – С. 95–120.

8. Макаревич, П. Р. Весеннее состояние микрофитопланктонного сообщества юго-восточной части Баренцева и юго-западной части Карского морей на акваториях, покрытых льдами // *Там же.* – С. 138–150.

9. Матишов, Г. Г., Воронцов А. В., Голубева Н. И. и др. Океанографические и биологические исследования арктических морей по трассе Севморпути в 1999 году. Препр. – Мурманск : ММБИ КНЦ РАН, 1999. – 72 с.

10. Паутова, Л. А., Виноградов Г. М. Ранне-весеннее состояние фитоценоза юго-восточной части Баренцева моря в 2000 г. // *Океанология.* – 2001. – Т. 41. – № 2. – С. 224–230.

11. *Современные методы количественной оценки распределения морского планктона.* – М. : Наука, 1983. – 277 с.

12. Makarevich, P. R., Larionov V. V., Druzhkov N. V. Mean weights of dominant phytoplankton species of the Barents Sea // *Альгология.* – 1993. – Т. 13. – № 1. – С. 103–106.

13. Паутова, Л. А. Фитопланктон Печорского моря // *Печорское море: Системные исследования.* – М. : "МОРЕ", 2003. – С. 171–194.

14. Паутова, Л. А. Структура основных компонентов микрофитопланктона Печорского моря в летний период // *Опыт системных океанологических исследований в Арктике.* – М. : Научный мир, 2001. – С. 356–363.

Экологическая безопасность морей российской Арктики

Макаревич П. Р., Дженюк С. Л. (г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, e-mail: makarevich@mmbi.info)

Аннотация. Экологические проблемы арктических морей за последние несколько десятилетий стали одним из приоритетных направлений отечественной и мировой науки. Возникла необходимость экологической оценки влияния на арктические экосистемы изменений в глобальной климатической системе, последствий рыбного промысла, активизации на шельфе морского нефтегазового комплекса, химического и радиационного загрязнения.

Abstract. Environmental challenges concerning arctic seas have become one of priority scientific directions in Russian and global science over the last several decades. This brings forth the necessity for environmental assessment of impacts produced on marine ecosystems by changes in the global climatic system, fisheries, intensification of the off-shore oil and gas production industry, chemical and radioactive contamination.

Ключевые слова: климатические изменения, антропогенная нагрузка, экосистема, биоресурсы.

Key words: climate change, anthropogenic burden, ecosystem, bioresources.

В связи с глобальными климатическими изменениями и усиливающейся антропогенной нагрузкой на моря Российской Арктики, исследования современного состояния экосистем арктического региона, а также оценка возможного воздействия на биоценозы природных и техногенных факторов является актуальной задачей [1, 2].

Ключевым направлением последних десятилетий стало изучение современных климатических изменений [3] и их последствий для человечества. Именно в Арктике от климата зависит сама возможность градостроительства, создания транспортной сети, организации труда и отдыха в нормальных условиях. Здесь мы понимаем климат в широком смысле, включая в него ледяной покров и океанологические условия арктических морей, от которых зависит любая морская деятельность.

Прогнозы дальнейших климатических изменений в Арктике крайне противоречивы. Современная теплая аномалия укладывается в представления о естественных климатических циклах с периодом 60–70 лет, но уже превзошла известное "потепление Арктики" 1920–30-х гг. по продолжительности и интенсивности. Тем не менее, при оценке ситуации на Севморпути необходимо учитывать как возможность смены климатической тенденции

в сторону похолодания, так и локальные ледовые аномалии, приводящие к закрытию критических участков трассы в навигационный период.

Климатическая цикличность важна и для других видов морской деятельности. От состояния ледяного покрова зависят возможности освоения шельфа, разработка требований к ледостойким буровым платформам и подводным трубопроводам. Потепление морских вод изменяет условия рыбного промысла в Баренцевом море: расширяются ареалы промысловых рыб, освобождаются ото льда новые промысловые районы.

Экосистемы и биоресурсы, наряду с климатом, находятся под воздействием хозяйственной деятельности человека в Арктике. Прежде всего, это промышленное рыболовство, которое уже нарушило экологическое равновесие во многих районах Мирового океана. В Баренцевом море уловы трески и сельди в 50–60-е годы прошлого века достигали 3–4 млн. т в год, и составляли около трети продукции океанического рыболовства страны. Из-за перелома промысловики уже в следующем десятилетии вынужденно переключились на менее ценную мойву, численность которой выросла благодаря снижению воздействия хищных видов. Но и промысел мойвы продержался недолго. К концу 80-х гг. суммарные годовые уловы в Баренцевом море снизились до величин порядка 0.5 млн. т. В дальнейшем, благодаря жесткому квотированию и потеплению морских вод, запасы трески несколько возросли, но такие ценные виды, как, например, зубатка, палтус, гребешок, креветка, так и не восстановили свою численность.

Наряду с промысловым изъятием необходимо отслеживать другие виды воздействия человека на морские экосистемы. Наглядным примером стали последствия интродукции в 60-е годы камчатского краба в прибрежной зоне Кольского полуострова. Эти эксперименты были начаты более полувека назад. Но только в конце 90-х годов численность краба резко выросла. По оценкам последних лет его общая численность в Баренцевом море превышает 70 млн. экз., а промысловый запас – 25 млн. экз. Это позволило увеличить размеры общего допустимого улова до 6 тыс. т. Таким образом, с одной стороны, мы получили перспективный промысловый вид, но, с другой – конкурента за пищевые ресурсы донных рыб. Без комплексных наблюдений за крабами и их питанием в естественных и аквариальных условиях, мы не сможем дать рекомендации по оптимальному использованию этого вида.

Среди внешних воздействий, определяющих жизнеспособность и устойчивость экосистем во многих районах Мирового океана (а в некоторых ас-

пектах и во всем океане), важнейшим считается антропогенное загрязнение. Арктическая зона в целом остается одним из наименее загрязненных районов планеты и наряду с пространствами Европейского Севера, Сибири и Дальнего Востока – важнейшим фактором глобальной экологической стабильности. Вместе с тем арктические экосистемы очень чувствительны к локальным антропогенным воздействиям и дальним переносам загрязнений. Большую опасность представляет накопление загрязняющих веществ в трофических цепочках морских экосистем, особенно в организмах промысловых рыб и млекопитающих. Ранее уже были получены объективные оценки качества морской среды и экологической уязвимости экосистем по отношению к химическому и радиационному загрязнению морских вод, лонных осадков и биоты. Необходимо их постоянное обновление как для наиболее уязвимых морских акваторий (портово-промышленные комплексы, места захоронения ядерных отходов), так и для чувствительных звеньев морских экосистем.

Принципиально новым фактором, определяющим состояние природопользования в Арктике, стало освоение нефтегазовых ресурсов шельфа и прибрежных зон. С этим связаны как новые экологические опасности, так и возможности расширения системы мониторинга, испытания и внедрения новых природосберегающих технологий. В ходе разработки и частичной реализации проектов добычи и транспортировки углеводородов на Баренцевом море накоплен большой опыт создания информационных и биологических технологий для обеспечения экологической безопасности.

Развитие хозяйственной деятельности в Арктике угрожает популяциям фауны, особенно морских птиц и млекопитающих, многие виды которых относятся к числу редких и исчезающих. Действующая система особо охраняемых территорий (ООПТ) требует оптимизации по мере освоения новых морских пространств и перехода от сезонных к круглогодичным морским операциям.

Оценки загрязнения морской среды требуют проведения регулярных полевых исследований, поскольку состав и объемы сбросов постоянно меняются, а океанические течения разносят поллютанты на большие расстояния. Арктические моря находятся под воздействием дальних переносов загрязнений в атмосфере от промышленных предприятий. В России наибольший вклад приходится на компанию "Норильский никель". Нефтепродукты и радионуклиды переносятся от источников в Северной Америке и Западной Европе в системе течений Гольфстрима. Воздействие портово-промышленных ком-

плексов, включая крупнейший из них в Кольском заливе, не выходит за пределы прибрежных вод. По результатам многолетних исследований ММБИ установлено, что Баренцево и Карское моря в целом намного чище, чем акватории запада и юга России.

Таким образом, можно констатировать, что в настоящее время система экологической безопасности на морях российской Арктики достаточно надежна, о чем свидетельствует отсутствие сколько-нибудь серьезных нефтяных и радиационных аварий с тех пор, как здесь развернулась промышленная и военная деятельность. В перспективе могут возникнуть опасности, связанные с началом добычи и транспортировки нефти и газоконденсата на арктическом шельфе.

Библиографический список

1. Матишов, Г. Г., Денисов В. В., Дженюк С. Л., Макаревич П. Р. Большие морские экосистемы шельфовых морей российской Арктики // Наземные и морские экосистемы. – М. : Paulsen, 2011. – С.71–97.

2. Дженюк, С. Л., Адров Н. М., Моисеев Д. В., Ишкулов Д. Г., Широколов Д. В., Олейник А. А., Макаревич П. Р., Дружкова Е. И., Тимофеев С. Ф., Павлова Л. Г., Любина О. С., Фролова Е. А., Гарбуль Е. А., Марасаев Сф., Галактионов К. В., Ежов А. В., Ерохина И. А., Воронцов А. В., Горяев Ю. И., Краснов Ю. В. и др. Биология и океанография Северного морского пути: Баренцево и Карское моря. – М. : Наука, 2007. – 323 с.

3. Матишов, Г. Г., Бердников С. В., Жичкин А. П., Макаревич П. Р., Дженюк С. Л., Кулыгин В. В., Яицкая Н. А., Поважный В. В., Шевердяев И. В., Кумпан С. В., Третьякова И. А., Цыганкова А. Е. Атлас климатических изменений в больших морских экосистемах Северного полушария (1878–2013). Регион 1. Моря Восточной Арктики. Регион 2. Чёрное, Азовское и Каспийское моря. – Ростов н/Д : Изд-во ЮНЦ РАН, 2014. – 256 с.

Микрокосм коловраток городских водоёмов

Минченко Е. Е. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра биоэкологии, e-mail: *minchenok.elena@yandex.ru*)

Аннотация. В работе приведен перечень коловраток, обнаруженных в водоемах г. Мурманска. Дано краткое описание некоторых представителей Rotatoria.

Abstract. The paper provides the list of rotifers found in freshwater basins of Murmansk. A brief description of some of Rotatoria is presented.

Ключевые слова: зоопланктон, коловратки, пресноводные водоёмы, микрокосм
Key words: zooplankton, rotifers, freshwater basins, microcosm

Коловратки (Rotifera, = Rotatoria) – низшие первичнополостные животные, широко распространенные во все возможных водных средах.

Тело коловраток прозрачно и почти бесцветно. Окрашивание его зависит от содержимого пищеварительного тракта. В большинстве случаев тело состоит из головы, туловища и ноги. Основным характерным признаком является наличие коловращательного аппарата – ресничного образования на переднем конце тела, который используется для питания и движения. Он состоит из двух колец быстро и согласованно движущихся ресничек, при помощи которых коловратки могут передвигаться в воде, улавливать кормовые частицы и направлять их в рот. Это наиболее характерная особенность коловраток, отличающая их от всех других мелких беспозвоночных животных. Известно около 1500 видов коловраток, в России – около 600 видов [1].

В водоёмах г. Мурманска встречены коловратки родов *Branchionus*, *Keratella*, *Asplanchna*, *Filinia*, *Trichocerca*, *Conochilus*, *Enteroplea*, *Synchaeta*, *Dicranophorus*, *Epiphanes*, *Habrotrocha*, *Rotaria*, *Philodina*, *Dissotrocha*, *Stephanoceros*.

Приведем примеры коловраток, как часто встречающихся, так и единично обнаруженных в пробах.

Наиболее часто в зоопланктонных пробах встречаются коловратки сем. *Brachionidae* (рис. 1).

Туловище у этой плавающей коловратки вздутое, овальное. Представители рода *Brachionus* обладают челюстным аппаратом маллеатного типа,

дающим возможность потреблять частицы размером 1–20 мкм. Через заднее отверстие панциря высовывается кольчатая нога. По способу питания относятся к микрофитофагам, т. е. потребляют микроводоросли, бактерии, детрит. Космополит, бета-мезосапроб [2].



Рисунок 1 – *Branchionus sp.* (фото автора)

Следующим представителем коловраток, массово встречающимся в пробах является *Keratella quadrata* (рис. 2).

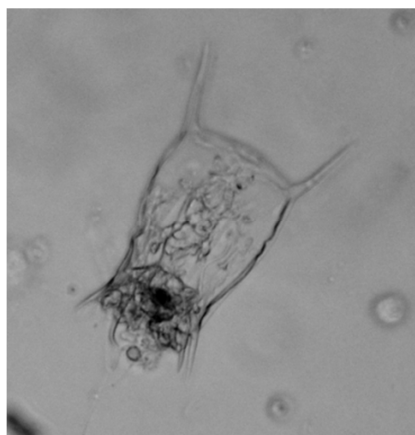


Рисунок 2 – *Keratella quadrata* (фото автора)

Панцирь у этой коловратки напоминает геометрическую фигуру (квадрат). На заднем крае панциря два выроста (шипа). Планктонная форма. Питается микроводорослями и бактериями. Относится к микрофитофагам [2]. Встречается во всех городских озерах.

Среди часто встречающихся коловраток можно выделить и представителя рода *Trichocerca* (рис. 3).



Рисунок 3 – *Trichocerca* sp. (фото Н. А. Пахомовой)

Пальцы у представителей рода *Trichocerca* могут быть очень длинные, игловидные. Фильтратор, относится к планктонным формам. Обнаружена в озере Окунёвом.

Среди бентических форм часто встречается коловратка рода *Philodina* (рис. 4).

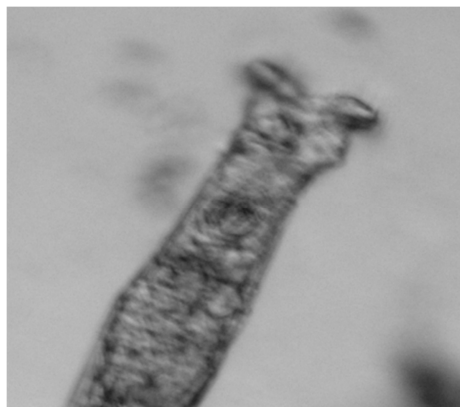


Рисунок 4 – *Philodina* sp. (фото автора)

Филодина – ползающая коловратка, имеет ногу, помогающую ей в движении и способствующую быстрому прикреплению к субстрату. Коловратка может оторваться от субстрата и переплыть в другое место. Питается детритом, взвешенными органическими частицами, микроводорослями. Встречается во всех городских водоёмах.

Достаточно часто в пробах встречается *Asplanchna*. Эта коловратка крупных размеров (около 0,5 мм), форма – мешковидная, тело прозрачное. От-

носятся к хищным коловраткам, заглатывает коловраток, реже рачков, водоросли [3].

Среди планктонных форм коловраток редко встречались *Conochilus unicornis* (рис. 5).

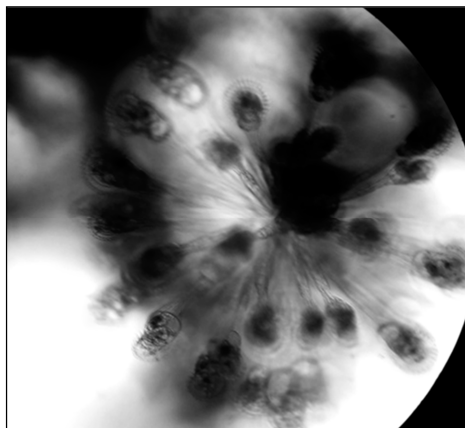


Рисунок 5 – *Conochilus unicornis* (фото Н. А. Пахомовой)

Это колониальная коловратка. Колонии состоят из 2–25 особей с коническим телом, погруженных в слизистые чехлы. Особи несут на наружном конце венчик ресничек. Питаются бактериями [3]. Обнаружены в пробах озера Окунёвого.

Впервые в пробах была найдена сидячая коловратка *Stephanoceros fimbriatus* (рис. 6).

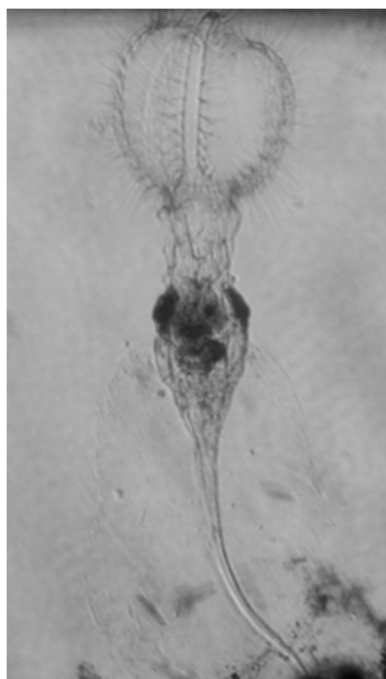


Рисунок 6 – *Stephanoceros fimbriatus* (фото автора)

Эта коловратка имеет на краю воронковидного края короны очень длинные неподвижные реснички, которые служат ловчей сетью для добычи пищи. Туловище и нога погружены в студенистый домик. Встречена в прибрежной зоне Семёновского озера.

Следует отметить, что в целом видовое разнообразие коловраток в городских водоёмах (о. Семеновское, Окуневое и Ледовое) сходно. Однако отмечаются и некоторые различия микрокосма коловраток, что обусловлено сезонностью отбора проб, характером грунта, наличием растительности, уровнем эвтрофирования и степенью антропогенной нагрузки.

Работа выполнена в рамках темы ГБ НИР "Биоиндикация и биотестирование как совокупность методов оценки водных экосистем урбанизированных территорий" (№4.39/15, №ГР 115062210056).

Библиографический список

1. Догель, В. А. Зоология беспозвоночных : учебник для ун-тов / Под ред. проф. Ю. И. Полянского – 7-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1981. – 606 с.
2. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / Под общ. ред. С. Я. Цалолихина. Т. 1. Низшие беспозвоночные. – СПб. : Наука, 1994. – 396 с.
3. Практическая гидробиология. Пресноводные экосистемы : учебник для студ. биол. спец. университетов / Под ред. В. Д. Фёдорова и В. И. Капкова. – М. : ПИМ, 2006. – 367 с.

Оценка состояния городских водоёмов по гидробиологическим показателям

Минченко Е. Е., Гусева В. Д. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет", кафедра биоэкологии, e-mail: minchenok.elena@yandex.ru)

Аннотация. В работе приведены результаты биоэкологического мониторинга водных объектов г. Мурманска (о. Семёновского, Окунёвого и Ледового). Индекс антропогенного эвтрофирования (ИНЭК) в Семёновском и Окунёвом озере варьируется от 3,2 до 10,7, что свидетельствует о "первых нарушениях стабильности биоценоза". В озере Ледовом отмечено увеличение количественной диспропорции между инфузориями и коловраткам. В пробе "дно" в Ледовом озере ИНЭК = 26,7, что характеризует воды как грязные, эвтрофные. В целом отмечено, что фауна городских водных экосистем характеризуется малым видовым разнообразием.

Abstract. The results of bioecological monitoring of freshwater basins of Murmansk (Semenovskoye, Okunevoye and Ledovoye lakes) are presented in the article. Anthropogenic eutrophication (INEC) Index of Semenovskoye and Okunevoye lakes varies from 3,2 to 10,7, indicating that the "earliest disturbance of biocenosis stability". It an increase of quantitative imbalances between ciliates and rotifers was recorded in Ledovoye Lake. INEC of Ledovoye lakes is 26,7, indicating that the "dirty, eutrophic water". It was stated in the article that the fauna of freshwater ecosystems is characterized by low species diversity.

Ключевые слова: микрозоопланктон, биоиндикация, инфузории, коловратки, пресноводные водоёмы

Key words: microzooplankton, bioindication, ciliates, rotifers, freshwater basins

С 2002 г. сотрудники и студенты кафедры биоэкологии МГТУ ведут регулярные наблюдения за экологическим состоянием водоёмов, расположенных на территории г. Мурманска. Объектами изучения являются озёра: Семёновское, Окунёвое и Ледовое.

Цель работы – описать и проанализировать состав и структуру микрозоопланктонных сообществ в водоёмах г. Мурманска.

В задачи входило изучение видового разнообразия (по материалам осенних проб 2015 г.), выявление доминирующих таксонов, определение индекса антропогенного эвтрофирования и оценка сапробности водной среды.

Работа выполнена в рамках темы ГБ НИР "Биоиндикация и биотестирование как совокупность методов оценки водных экосистем урбанизированных территорий" (№ 4.39/15, № ГР 115062210056).

Объекты и методы

Материалами для исследования послужили гидробиологические пробы, отобранные в октябре 2015 г. Идентификацию беспозвоночных проводили с использованием пособий и определителей [1–4]. Подсчитывали величину индекса антропогенного эвтрофирования Кренёвой (ИНЭК) по формуле [5]:

$$\text{ИНЭК} = C/(R + 1),$$

где C – суммарная численность всех видов Ciliata; R – суммарная численность всех видов Rotatoria.

Оценку сапробности воды определяли по индикаторной значимости таксономических групп, идентифицированных в пробах [6].

Результаты

Озеро Семёновское

В 2015 г. в осенних пробах идентифицировано 18 видов и форм гидробионтов. Таксономический состав организмов представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Таксономический состав организмов в озере Семёновском (грунт песчаный)

№ п/п	Таксон	Численность (N), экз/100 мл	
		толща	дно
Тип Ciliophora = Infusoria			
1	<i>Dileptus</i> sp.	1	–
2	<i>Paramecium bursaria</i>	2	32
3	<i>Spirostomum</i> sp.	–	3
4	Сем. Oxytrichidae (видовая принадлежность не установлена)	12	2
5	<i>Vorticella</i> sp.	31	–
6	Инфузория ("живая пыль") (видовая принадлежность не установлена)	43	3
7	Инфузория подкласс Holotricha (видовая принадлежность не установлена)	1	–
Тип Nemathelminthes Класс Nematoda			
8	Nematoda sp. in def.	1	7
Класс Rotatoria = Тип Nemathelminthes			
9	<i>Filinia terminalis</i>	2	–
10	<i>Enteroplea</i> sp.	3	3
11	<i>Synchaeta pectinata</i>	1	–
12	<i>Epiphanes</i> sp.	7	–
13	<i>Branchionus</i> sp.	9	–
14	<i>Stephanoceros fimbriatus</i>	5	–

Окончание таблицы 1

№ п/п	Таксон	Численность (N), экз/100 мл	
		толща	дно
Тип Annelida Класс Clitellata Подкласс Oligochaeta			
15	Lumbriculidae sp.	–	1
Тип Arthropoda Класс Crustacea Подотряд Cladocera			
16	<i>Daphnia pulex</i>	9	6
17	Chydorus sp.	–	3
18	неопределенные организмы	1	1
Всего таксонов:		15	10

В пробах "толща" и "дно" доминируют Ciliata (65–70 %), субдоминантами являются черви, относящиеся к типу Nematelminthes (16–21 %), и ветвистоусые ракообразные (7–15 %). Численное соотношение гидробионтов в пробах Семёновского озера представлено на рис. 1.

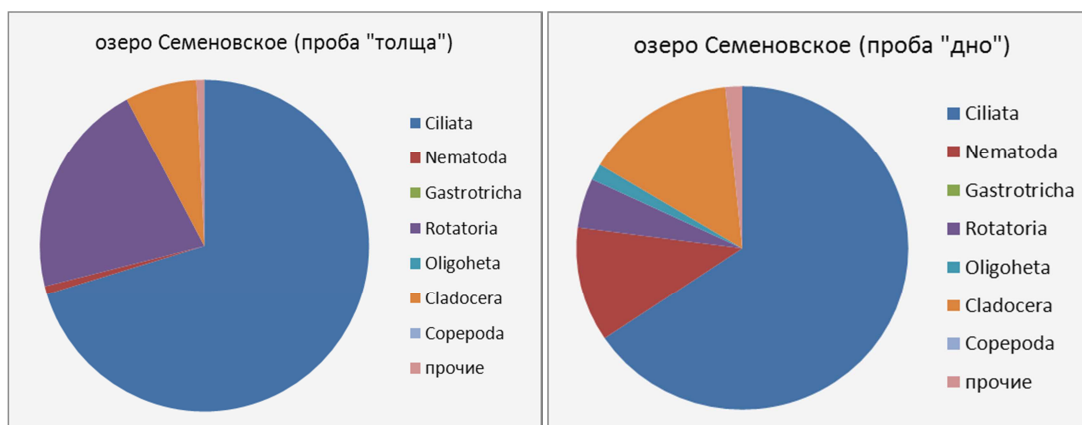


Рисунок 1 – Численное соотношение беспозвоночных в о. Семёновском

Индекс антропогенного эвтрофирования Кренивой (ИНЭК) варьируется от 3,2 (проба "толща") до 10,0 (проба "дно"), что характеризует воды как загрязненные, мезотрофные, с появлением первых признаков нарушения стабильности биоценоза [5]. Большинство идентифицированных организмов являются индикаторами альфамезосапробных вод [6], однако доля организмов, отвечающих классам олиго- и бетамезосапробных вод, высока.

Озеро Окунёвое

В 2015 г. в осенних пробах идентифицировано 28 таксономических групп. Таксономический состав гидробионтов представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Таксономический состав гидробионтов в озере Окунёвом (грунт илисто-песчаный)

№ п/п	Таксон	Численность (N), экз/100мл	
		толща	дно
Тип Ciliophora = Infusoria			
1	<i>Stentor polymorphus</i>	–	7
2	<i>Prorodon</i> sp.	1	–
3	<i>Coleps</i> sp.	76	37
4	<i>Amphileptus</i> sp.	10	7
5	<i>Dileptus</i> sp.	4	–
6	<i>Paramecium caudatum</i>	33	211
7	<i>Paramecium bursaria</i>	–	2
8	<i>Spirostomum</i> sp.	1	3
9	Сем. Oxytrichidae (видовая принадлежность не установлена)	2	–
10	<i>Vorticella</i> sp.	64	11
11	Инфузория ("живая пыль") (видовая принадлежность не установлена)	35	110
12	Инфузория подкласс Holotricha (видовая принадлежность не установлена)	–	7
13	Инфузория 1 подкласс Spirotricha (видовая принадлежность не установлена)	–	5
14	Инфузория 2 подкласс Spirotricha (видовая принадлежность не установлена)	–	2
Тип Nemathelminthes Класс Nematoda			
15	Nematoda sp. in def.	–	3
Класс Gastrotricha			
16	Gastrotricha sp. in def.	–	4
Класс Rotatoria = Тип Nemathelminthes			
17	<i>Keratella quadrata</i>	41	4
18	<i>Filinia terminalis</i>	19	6
19	<i>Enteroplea</i> sp.	1	9
20	<i>Synchaeta pectinata</i>	1	4
21	<i>Eriphanes</i> sp.	2	10
22	<i>Asplanchna</i> sp.	–	2
23	<i>Habrotrocha bidens</i>	–	2
24	Класс Rotatoria (видовая принадлежность не установлена)	1	–
Тип Annelida Класс Clitellata Подкласс Oligochaeta			
25	Lumbriculidae sp.	–	1
Тип Arthropoda Класс Crustacea Подотряд Cladocera			
26	<i>Chydorus</i> sp.	15	2

Окончание таблицы 2

№ п/п	Таксон	Численность (N), экз/100мл	
		толща	дно
Подкласс Maxillopoda Отряд Сорепода			
27	<i>Cyclops stennus</i>	2	–
28	неопределенные организмы	2	4
Всего таксонов		18	23

В пробах "толща" и "дно" озера Окуневого доминируют Ciliata (72–89 %), субдоминантами являются черви, относящиеся к типу Nematelminthes (10–21 %), и ветвистоусые ракообразные (хидорусы) (1 – 5 %). Численное соотношение гидробионтов в пробах Окуневого озера представлено на рис. 2.

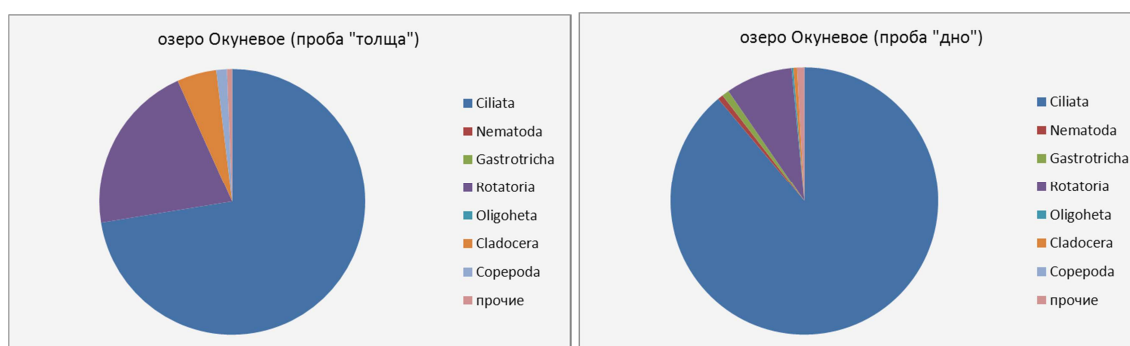


Рисунок 2 – Численное соотношение беспозвоночных в о. Окуневом

ИНЭК варьируется от 3,4 (проба "толща") до 10,7 (проба "дно"), что характеризует воды как загрязненные, мезотрофные. Большинство идентифицированных организмов являются индикаторами альфа- и бетамезосапробных вод [6]. Существенен вклад организмов, отвечающих классу олигосапробных вод (ветвистоусые ракообразные).

Озеро Ледовое

В пробах озера Ледового идентифицировано 19 видов и форм гидробионтов. Таксономический состав организмов представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Таксономический состав гидробионтов в озере Ледовом (грунт илисто-песчаный)

№ п/п	Таксон	Численность (N), экз/100мл	
		толща	дно
Тип Ciliophora = Infusoria			
1	<i>Prorodon sp.</i>	1	1
2	<i>Coleps sp.</i>	2	322
3	<i>Dileptus sp.</i>	–	2
4	<i>Paramecium bursaria</i>	1	2
5	<i>Spirostomum sp.</i>	–	1

Окончание таблицы 3

№ п/п	Таксон	Численность (N), экз/100мл	
		толща	дно
6	Сем. <i>Oxytrichidae</i> (видовая принадлежность не установлена)	–	7
7	<i>Aspidisca sp.</i>	12	34
8	<i>Vorticella sp.</i>	42	5
Тип Nemathelminthes Класс Nematoda			
9	Nematoda sp. in def.	–	2
Класс Gastrotricha			
10	Gastrotricha sp. in def.	–	1
Класс Rotatoria = Тип Nemathelminthes			
11	<i>Brachionus sp.</i>	23	6
12	<i>Filinia longiseta</i>	5	1
13	<i>Epiphanes sp.</i>	–	3
14	<i>Asplanchna sp.</i>	–	1
15	<i>Habrotrocha sp.</i>	1	2
16	Класс Rotatoria (видовая принадлежность не установлена)	1	1
Тип Arthropoda Класс Crustacea Подотряд Cladocera			
17	<i>Chydorus sp.</i>	–	1
Подкласс Maxillopoda Отряд Соперода			
18	<i>Cyclops stennus</i>	–	4
19	неопределенные организмы	1	1
Всего таксонов:		10	19

В пробах "толща" и "дно" озера Ледового доминируют Ciliata (65–94 %), субдоминантами являются черви, относящиеся к типу Nemathelminthes (4–34 %), реже встречаются представители отряда Cyclopida (1 %). Численное соотношение таксономических групп в пробах озера Ледового представлено на рис. 3.

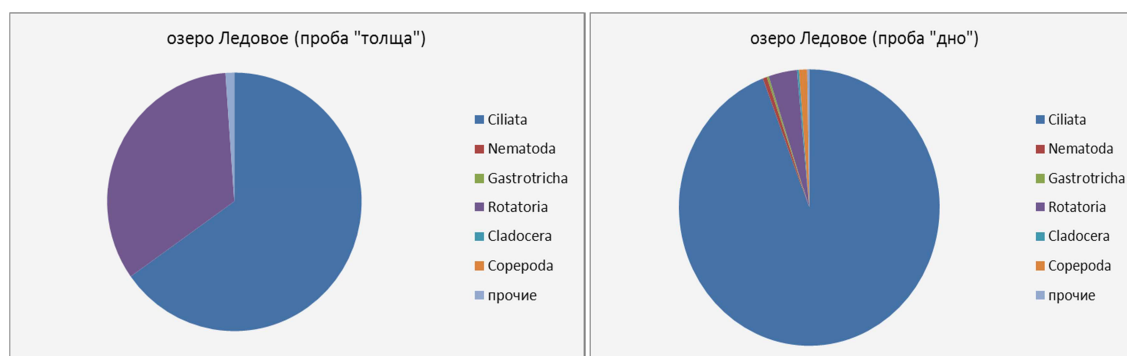


Рисунок 3 – Численное соотношение беспозвоночных в о. Ледовом

ИНЭК варьируется от 1,9 (проба "толща") до 26,7 (проба "дно"). Для пробы "толща" воды характеризуются как загрязненные, мезотрофные. Проба "дно" оценивается как грязные, эвтрофные воды. Характерны вспышки численности одного вида (инфузорий рода *Colera*). Большинство идентифицированных организмов являются индикаторами альфа- и бетамезосапробных вод.

Библиографический список

1. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / Под общ. ред. С. Я. Цалолихина. Т. 1. Низшие беспозвоночные. – СПб. : Наука, 1994. – 396 с.
2. Летние школьные практики по пресноводной гидробиологии : метод. пособие / Под ред. М. В. Чертопрада. – М. : Добросвет, МЦНМО, 1999. – 288 с.
3. Практическая гидробиология. Пресноводные экосистемы : учебник для студ. биол. спец. университетов / Под ред. В. Д. Фёдорова и В. И. Капкова. – М.: ПИМ, 2006. – 367 с.
4. Шалапенко, Е. С. Практикум по зоологии беспозвоночных : учеб. пособие / Е. С. Шалапенко. С. В. Буга. – Мн. : Новое знание, 2002. – 272 с.
5. Матишов, Г. Г., Кренева С. В., Муравейко В. М., Шпарковский И. А., Ильин Г. В. Биотестирование и прогноз изменчивости водных экосистем при антропогенном загрязнении. – Апатиты : КНЦ РАН, 2003. – 468 с.
6. Унифицированные методы исследования качества вод // М. : СЭВ. – 1976. – Ч. 3. – 189 с.

Эксперименты по установке датчиков спутниковой телеметрии на серых тюленей в Кольском заливе в 2015 году

Моисеев Д. В. Зайцев А. А. (г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН)

Аннотация. В ходе экспериментов на акваполигоне ММБИ в Кольском заливе в районе мыса Тоня были отработаны способы крепления датчиков спутниковой телеметрии на серых тюленей и работа с ними на акватории. В эксперименте использовались отечественные датчики, адаптированные для передачи сигнала через спутниковую систему ARGOS.

Ключевые слова: датчик спутниковой телеметрии, серый тюлень, ARGOS, Кольский залив.

Использование датчиков спутниковой телеметрии (ДСТ) представляет большой интерес при проведении исследований морских млекопитающих и параметров окружающей среды [1, 2]. В июле 2015 года в рамках работ по теме "Экспериментальная проверка методов и элементов экспериментального образца биотехнической системы мониторинга шельфовых зон морей Западной Арктики" на акваполигоне ММБИ в Кольском заливе было проведено 2 эксперимента по установке ДСТ на серых тюленей. Использовались ДСТ "Пульсар" отечественного производства помимо местоположения передающие через спутниковую систему ARGOS данные о давлении и температуре воды в точке максимального погружения животного.

Подготовительные работы

На стадии изготовления ДСТ с изготовителем ОАО "Эс-Пас" был согласован способ крепления датчика к упряжи тюленя. Для этого изготовителем по краям ДСТ снизу было проделано 4 отверстия, в которые вкручены крепежные винты. На месте были изготовлены металлические пластины. Крепление ДСТ к упряжи осуществляется путем пропускания ремня между датчиком и металлическими пластинами, которые затем крепятся к ДСТ с помощью четырех винтов (рис. 1).

Проведение экспериментов

Первый эксперимент проведен 1 июля 2015 г. с самкой серого тюленя по кличке "Вета". В вольере упряжь с ДСТ была надета на животное (рис. 2). После этого на лодке осуществлялась транспортировка тюленя на акваторию к месту погружения (рис. 3). В воде тюлень следовал за лодкой и делал

погружения от поверхности до дна (рис. 4). При каждом всплытии данные ДСТ о местоположении, максимальной глубине погружения и температуре воды с передавались на спутник системы ARGOS. Доступ к данным осуществляется через интернет-портал ARGOS [3].

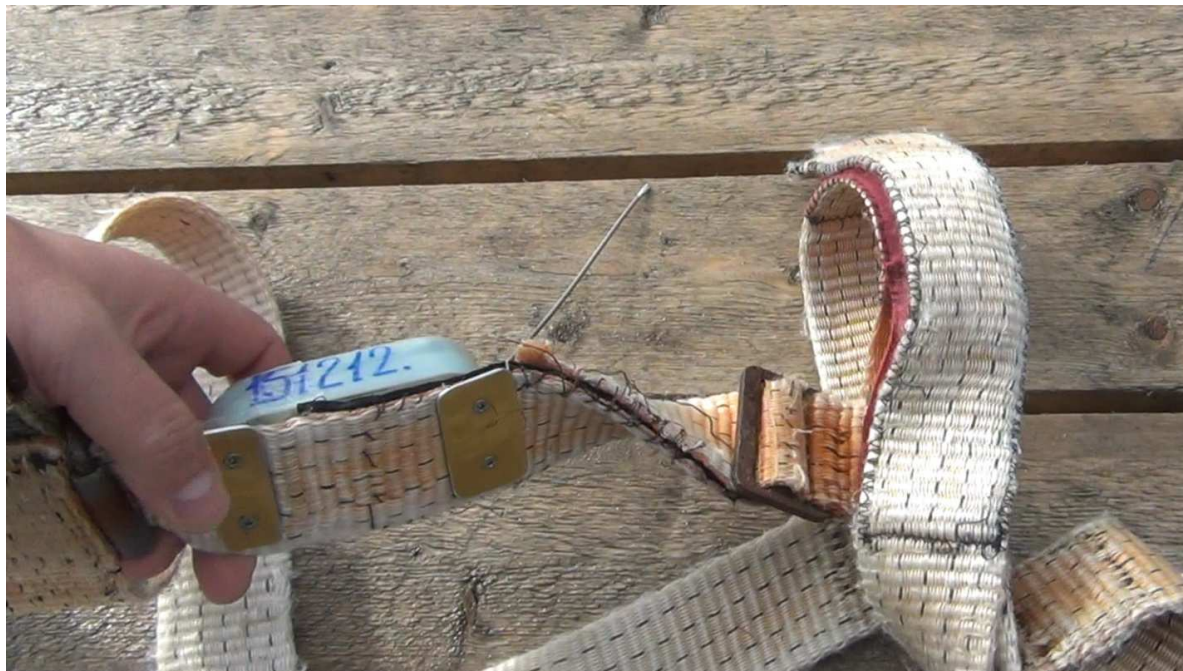


Рисунок 1 – Крепление ДСТ к упряжи



Рисунок 2 – Крепление упряжи с ДСТ на серого тюленя



Рисунок 3 – Следование тюленя в лодке к месту погружения



Рисунок 4 – Транспортировка серого тюленя к месту проведения эксперимента

Второй эксперимент проведен 23 июля 2015 г. В этот раз использовались два ДСТ, поочередно закрепляемые на разных тюленей. На животное находящееся в вольере так же, как и в первом эксперименте, была одета упряжь с закрепленным на ней ДСТ, после чего по команде тренера тюлень выходил из вольера и заходил в лодку. При подходе лодки к заданной точке, по команде тренера тюлень уходил в воду, далее следовала команда на погружение. После возвращения животного к лодке и его заходу в нее, движение продолжалось до следующей точки схода. При следовании к вольерам от второй точки схода, животное шло за лодкой. Координаты точек выныривания тюленей фиксировались с помощью GPS-приемника. Это делалось для дальнейшего уточнения координат, передаваемых через ARGOS.

После работы с тюленями в точках их занывивания для последующей корректировки данных по глубине (давлению) и температуре воды были проведены профилирования от поверхности до дна с помощью STD-зонда STD48M (рис. 5).



Рисунок 5 – STD-зонд STD48M

Предварительные результаты

Два летних эксперимента показали, что новые отечественные ДСТ работоспособны. Их можно закреплять на тюленях в условиях вольерного содержания. Вместе с тем, были выявлены некоторые недоработки в электронике ДСТ и логистической схеме постановки эксперимента. Электроника ДСТ была доработана производителем в ноябре 2015 г. Весной 2016 г. эксперименты с установкой ДСТ на серых тюленей будут продолжены. При этом время установки будет существенно увеличено с учетом альманаха пролета спутников ARGOS над районом проведения экспериментов. Данные будут обрабатываться с использованием опыта, полученного в ходе изучения перемещения диких морских млекопитающих на открытых акваториях арктических морей [4, 5, 6].

Авторы выражают признательность за помощь в проведении экспериментов сотрудникам лаборатории биотехнических систем ММБИ А. Л. Михайлюку и В. А. Мосалову.

Работа выполнялась в рамках Федеральной целевой программы "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы", проекта "Разработка методов и создание экспериментального образца биотехнической системы мониторинга шельфовых зон морей западной Арктики и Юга России, в том числе в районе Крымского полуострова на основе спутниковых и контактных данных" (Уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) RFMEFI60714X0059, Соглашение №14.607.21.0059).

Библиографический список

1. Светочев, В. Н. Организация мониторинга местоположения морских млекопитающих и параметров окружающей среды в естественных условиях обитания животных // Морские животные на службе человеку : Материалы научно-практического семинара (4 октября 2010г., Североморск) / отв. Ред. Академик Г. Г. Матишов. – Ростов-на-Дону : Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. – С. 41–46.
2. Матишов, Г. Г., Войнов В. Б., Вербицкий Е. В., Михайлюк А. Л., Трошичев А. Р., Гладких А. С., Светочев В. Н. Морские млекопитающие в биотехнических системах двойного назначения : Методическое пособие // Мурманск : Изд. ММБИ КНЦ РАН, 2010. – 131 с.

3. Argos CLS Group. [web-сайт]. URL:

<https://argos-system.cls.fr/cwi/Prediction.do> (Дата обращения: 28.03.2016).

4. Моисеев, Д. В., Духно Г. Н., Дерябин А. А. Изучение маршрутов передвижения гренландских тюленей со спутниковыми метками // Морские животные на службе человеку : Материалы научно-практического семинара (4 октября 2010 г., Североморск) / отв. Ред. Академик Г. Г. Матишов. – Ростов-на-Дону : Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. – С. 53–56.

5. Моисеев, Д. В., Духно Г. Н. Геоинформационный анализ передвижений арктических ластоногих со спутниковыми метками // Материалы научной конференции "Дистанционные методы исследования в зоологии". Москва, 28–29 ноября 2011 г. – М., 2011. – С. 54.

6. Моисеев, Д. В., Духно Г. Н. Обработка и анализ передвижений арктических ластоногих с датчиками спутниковой телеметрии // Экологическая стратегия развития прибрежных регионов: география, окружающая среда, население. Медико-экологические и социально-экономические проблемы прибрежных регионов Материалы Всероссийской научной конференции. ИАЗ ЮНЦ РАН, ЮНЦ РАН, ЮФУ. – Ростов-на-Дону, 2015. – С. 151–157.

Планктонные бактерии и вирусы Обско-Тазовской губы

Павлова М. А., Макаревич П. Р. (г. Мурманск, Морской биологический институт КНЦ РАН, лаборатория планктона, e-mail: pavlova-m@mmbi.info)

Аннотация. Впервые в водах Обско-Тазовской губы исследованы количественные характеристики бактерий и вирусов. Их сообщества в период функциональной активности фитопланктона достигали стабильно высоких величин. Соотношение вирус/бактерия и количество потенциальных контактов между ними находилось в диапазоне 2–10 и 17–185 контактов/(кл·сут), соответственно.

Abstract. For the first time the distribution of Ob-Taz bay bacterioplankton and viroplankton was studied. During the functional activity of phytoplankton their community reached consistently high values. Virus:bacterium ratio and contact are ranging from 2–10 and 17–185, respectively.

Ключевые слова: бактериопланктон, вириопланктон, Обская губа, Тазовская губа, субарктика.

Key words: bacterioplankton, viroplankton, Ob bay, Taz bay, subarctic.

Обско-Тазовская губа – крупнейшая пресноводная экосистема Российской Федерации. Она имеет важное рыбохозяйственное значение и является одной из наиболее продуктивных субарктических акваторий Мирового океана [1; 2].

В связи с освоением углеводородных месторождений в Обской и Тазовской губах, возникает острая необходимость в проведении мониторинговых наблюдений для оценки и прогноза изменений состояния их экосистем.

Важными компонентами гидробиологических исследований являются структурные и функциональные характеристики бактериопланктона, занимающего основные позиции в разложении автохтонного и аллохтонного органического вещества (ОВ) и его перераспределении на другие трофические уровни. Существенно влияют на направленность потоков углерода по трофическим цепям вирусы. Лизируя клетки бактерий и фитопланктона они тем самым регулируют их качественный и количественный состав [3].

Основная часть микробиологических исследований Обско-Тазовской губы на сегодня выполнена в её мористой части [4, 5, 6], тогда как наиболее обширная пресноводная область губы остается не изученной.

В нашей работе впервые приводятся данные о структурных характеристиках её бактерио- и вириопланктона.

Материал для исследований собран с борта ПТС в ходе трёх летне-осенних экспедиций в 2012, 2013 и 2014 годах (рис. 1).

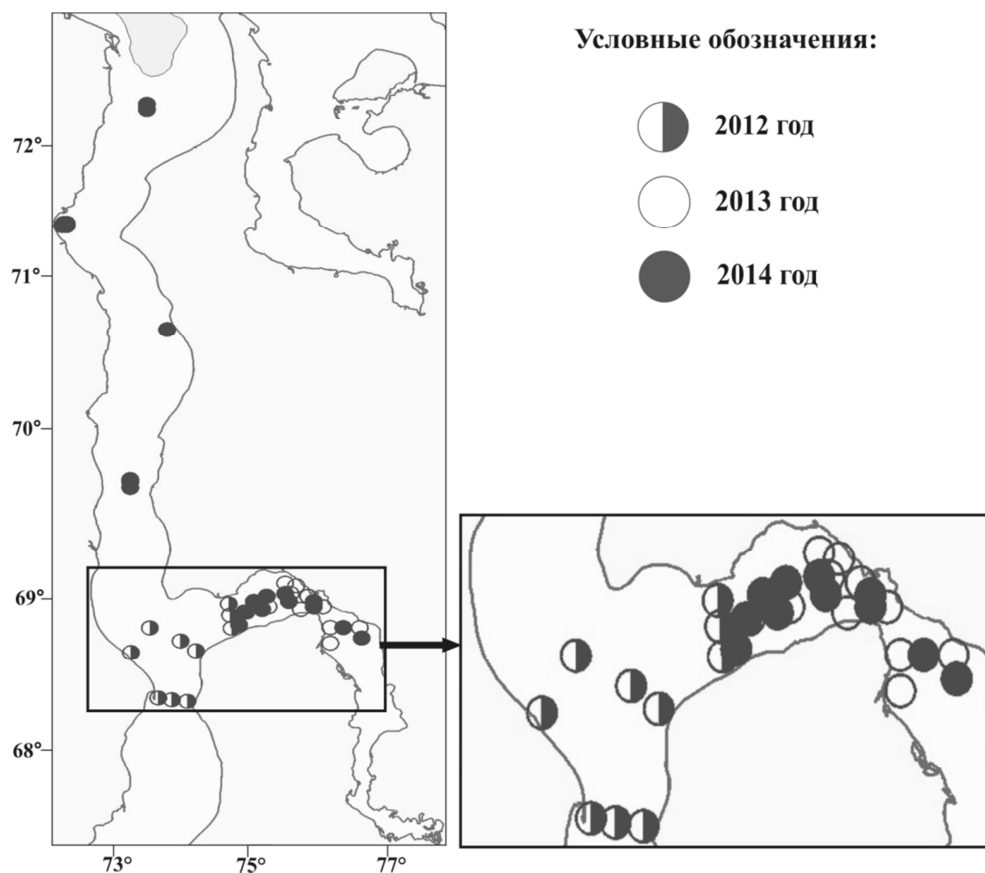


Рисунок 1 – Карта-схема отбора проб вирио- и бактериопланктона в Обско-Тазовской губе

Пробы воды отбирали пластиковым батометром с поверхностного и придонного горизонтов. Измерения гидрологических параметров проводили с использованием переносного зонда CTD48M производства Sea&Sun Technology.

Количественный учет микроорганизмов проводили методом эпифлуоресцентной микроскопии. Определение численности бактерий осуществляли с использованием флуорохрома DAPI и ядерных фильтров с порами 0.2 мкм [7]. Численность вирусных частиц подсчитывали с использованием флуорохрома SYBR Green I и фильтров Anodisc "Wathman" с порами 0.02 мкм [8].

Скорость контактов (R) между вирусами и бактериями рассчитывали по формуле $R = (Sh2\pi wD_v)VP$, где Sh – число Шервуда (использовали величину 1.01 принимаемую для неподвижных бактерий), w – диаметр бактериальной клетки, V и P – численность вирусов и численность бактерий, D_v – диффузия (распространение вирусов, рассчитывалась по формуле $D_v = k T/3\pi\mu d_v$, где k – константа Больцманна (1.38×10^{-23} Дж K^{-1}), T – температура "in situ" (в градусах Кельвина), μ – вязкость воды и d_v – диаметр вирусной капсиды) [9].

В статистическом анализе данных использовали стандартный пакет программ Microsoft Excel, метод ранговой корреляции Спирмена (r_s) и U – критерий Манна-Уитни, при $p \geq 0.05$.

Анализ гидрологических данных свидетельствовал о относительно равномерном прогреве пресноводной области Обско-Тазовской губы в периоды наблюдений. Средние значения температуры воды были характерны для летнего периода [2] и в 2012, 2013 и 2014 годах составили, соответственно, 9.5 ± 0.1 , 10.9 ± 0.2 и 9.0 ± 0.1 °C. В Тазовской губе с более низкими глубинами (2–11 м), теплосодержание водной толщи было выше, чем в Обской губе. Величина прозрачности в исследуемой акватории не превышала 1.5 м. Дополнительным фактором мутности явилось фиксируемое активное функционирование фитопланктонного сообщества, которое в этот период сформировано преимущественно диатомовыми и синезелёными водорослями [10].

На фоне вегетации микрофотосинтетиков прогретые воды Обско-Тазовской губы также характеризовались значительным уровнем развития бактериальных сообществ.

В 2012 году на центральном участке Обско-Тазовской губы численность и биомасса бактериопланктона изменялись от 2.3×10^6 до 3.7×10^6 кл/мл и от 76.5 до 252.7 мг/м³, при средних значениях $(2.8 \pm 0.1) \times 10^6$ кл/мл и 122.1 ± 9.2 мг/м³. Размерный состав бактериальных клеток варьировал от 0.030 до 0.110 (среднее 0.045 ± 0.004) мкм³. По водному столбу станций обилие бактериопланктона распределялось относительно равномерно. В меридиональном направлении с юга на север концентрация микроорганизмов снижалась, в широтном возрастала и достигала в Тазовской губе максимальных значений. Изменения биомассы не совпадали с изменениями численности, тенденций в её распределении не выявлено.

Исследования 2013 года в акватории Тазовской губы показали, что при значительном диапазоне изменения численности бактерий ($(1.5–4.8) \times 10^6$ кл/мл), её средние значения оставались на уровне предыдущего года исследования – $(2.6 \pm 0.2) \times 10^6$ кл/мл. Биомасса и средний объем бактериальной клетки варьировали в пределах 70.5–517.3 мг/м³ (209.6 ± 29.0 мг/м³) и 0.050–0.170 (0.080 ± 0.009) мкм³. Сообщество бактериопланктона характеризовалось неравномерным распределением, как по вертикали, так и по горизонтали. В поверхностном слое отмечено увеличение обилия бактерий по направлению к устью реки Таз, что объясняется постоянной подпиткой

биотопа органическим веществом и биогенными элементами, поступающими с речным стоком [12].

Полученные в 2014 году количественные показатели бактериопланктона были сравнимы с результатами исследований 2013 года. Численность бактерий составляла $(1.5-4.9) \times 10^6$ кл/мл при средних значениях $(2.5 \pm 0.2) \times 10^6$ кл/мл. Биомасса изменялась от 127.4 до 478.1 мг/м³, а её среднее значение $(237.4 \pm 12.1$ мг/м³) превышало аналогичные показатели 2012 года в 1.9 раза, что обусловлено изменениями в размерной структуре бактериального сообщества. В Обской губе картина распределения бактериального сообщества была достаточно однообразной, закономерного изменения обилия бактерий с глубиной не выявлено. Численность и биомасса, как и в 2012 году, незначительно возросли по направлению с севера на юг. В Тазовской губе бактериопланктон характеризовался пространственной неоднородностью. На 45 % станций его численность и биомасса возрастали с глубиной. В горизонтальном распределении тренд увеличения численности в поверхностных водах по направлению к рекам Таз и Пур сохранялся.

Сравнительный анализ не выявил значительных межгодовых различий в структуре летнего бактериопланктона. Значения его численности и биомассы в период 2012–2014 годов достоверно не различались и свидетельствовали о стабильности условий существования микробных сообществ.

В пресных водоёмах бассейна Карского моря в августе-сентябре 2009 года численность и биомасса бактериопланктона также достигали высоких значений ($(1.5-4.6) \times 10^6$ кл/мл и 135–715 мг/м³). [13]. Концентрации бактериопланктона в речной части Обской губы и Енисейского залива $((1.2-1.7)) \times 10^6$ кл/мл в августе-сентябре 2001 года оказались ниже, чем в наших исследованиях.

Впервые проведенные в 2014 году исследования вириопланктона Обско-Тазовской устьевой области показали, что его численность изменялась от 4.6×10^6 до 26.9×10^6 частиц/мл. Количество вирусов повсеместно превышало обилие бактерий в среднем в 6 раз, и составило $(13.9 \pm 1.0) \times 10^6$ частиц/мл. Соотношение вирус:бактерия варьировало от 2 до 10. Число вирусных контактов находилось в диапазоне 19–180 (71 ± 8) контактов/(кл·сут). Распределение вирусов следовало закономерностям распределения их потенциальных хозяев – бактерий. Между их численностями найдена достоверная положительная связь ($r = 0.55$). Количество вирусов обратно пропорционально зависело от среднего объема бактериальной клетки ($r = -0.46$).

Численность планктонных вирусных частиц и соотношение вирус:бактерия было сравнимо с таковыми в субарктических озёрах Швеции (0.67–28.9 млн. частиц/мл и 3.6–10.0) [14]. В пресных водоёмах и водотоках бассейна Карского моря эти параметры изменялись в более широких пределах (7.2–64.8 млн. частиц/мл и 3.8–16.2) [13]. Количество вирусных контактов было в среднем в 2.2 раза ниже таковых, полученных А. И. Копыловым с соавторами (15–396 (в среднем 154) контакта/(кл·сут)) [13].

Таким образом, в период активной вегетации альгосообществ пелагиаль обширной пресноводной области Обско-Тазовской губы характеризовалась устойчиво высокими количественными показателями бактериопланктона. Его распределение в исследуемой акватории было неравномерным и определялось концентрацией лабильного органического вещества, продуцируемого фитоценозами и привносимого речным стоком. Вирусы являлись наиболее многочисленным компонентом экосистемы губы. Полученные средние значения соотношения вирус:бактерия являлись низкими и указывали на незначительную роль вирусиндуцированного лизиса в смертности летнего бактериопланктона.

Библиографический список

1. Книжников, А. Ю., Голубчиков С. Н., Зайцева Ю. Б. О возможных экологических последствиях реализации проекта "Ямал-СПГ" (на основе анализа публичного документа "Определение объема работ по экологическим и социальным аспектам" проекта "Ямал-СПГ", а также экспертных оценок материалов ОВОС) // Рыбное хозяйство, 2013. – № 6. – С. 18–21.

2. Лапин, С. А. Пространственно-временная изменчивость гидролого-гидрохимических характеристик Обской губы как основа оценки ее биопродуктивности. Автореф. дис....канд. геогр. наук. – М.: МГУ, 2012. – 25 с.

3. Wommack, K. E., Colwell R. R. Viruses in aquatic ecosystems // *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 2000. – V. 64. – №. 1. – P. 69–114.

4. Мицкевич, И. Н., Намсараев Б. Б. Численность и распределение бактериопланктона в Карском море в сентябре 1993 г. // *Океанология.* – 1994. – Т. 34. – № 5. – С. 704–708.

5. Meon, B., Amon R. M. W. Heterotrophic bacterial activity and fluxes of dissolved free amino acids and glucose in the Arctic rivers Ob, Yenisei and the adjacent Kara Sea // *Aquat. Microb. Ecol.* 2004. – V. 37. – P. 121–135.

6. Романова, Н. Д. Структурно-функциональные характеристики бактериопланктона Карского моря: Автореф. дис....канд. биол. наук. – М., 2012. – 26 с.
7. Porter, J., Feig Y. S. The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora // *Limnol. Oceanogr.* 1980. – V. 25. – P. 943–948.
8. Noble, R. T., Fuhrman J. A. Use of SYBR Green I for rapid epifluorescence counts of marine viruses and bacteria // *Aquat. Microb. Ecol.* 1998. – V. 14. – N 2. – P. 113–118.
9. Murray, A. G., Jackson G. A. Viral dynamics: a model of the effects of single-celled planktonic organisms and other particles // *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 1992. – V. 14. – P. 113–118.
10. Макаревич, П. Р. Структура и функционирование планктонных альгоценозов эстуарных экосистем шельфовых морей: автореф. дис. доктора биол. наук. – Мурманск, 2004. – 45 с.
11. Макаревич, П. Р. Годовой сукцессионный цикл пелагических фитоценозов эстуарных экосистем северных морей России // *Альгология.* – 2008. – Т. 18. – № 4. – С. 386–392.
12. Копылов, А. И., Косолапов Д. Б., Заботкина Е. А., Боярский П. В., Шумилкин В. Н., Кузнецов Н. А. Планктонные вирусы, гетеротрофные бактерии и нанофлагелляты в пресных и морских водах бассейна Карского и Баренцева морей // *Биология внутр. вод,* 2012. – № 3. – С. 24–31.
13. Sawstrom, C., Lisle J., Anesio A. M. et al. Bacteriophage in polar inland waters // *Extremophiles.* 2008. – V. 12. – P. 167–175.

Чувствительность показателей крови человека к региональному фактору

Троценко А. А. (г. Мурманск, Мурманский филиал Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС РФ, кафедра общетехнических и специальных дисциплин, e-mail: trotcenko2007@yandex.ru)

Аннотация. Характеристики резистентности организма человека – бактерицидная активность кожи, состояние микрофлоры полости рта, показатели формулы периферической крови – могут служить биоиндикаторами качества окружающей среды. Анализ показал, что региональные различия в уровне иммунитета в значительной мере зависят как от климатических и демографических факторов.

Abstract. It is also shown that the indicators of resistance of the body such as the bactericidal skin activity, the condition of oral cavity microflora, the formula indexes of peripheric blood may serve as bioindicators of the quality of the environment. The analysis showed that regional differences of the immunity level to a great extent depend on climatic and demographic factors.

Ключевые слова: иммунитет, региональные различия, бактерицидная активность кожи, микрофлора полости рта, лейкоформула крови.

Key words: immunity, regional differences, bactericidal activity of skin, oral microflora, leukocyte, blood cells.

Влияние различных факторов окружающей среды на организм человека хорошо изучено. Классификация факторов с учетом специфики воздействия на кроветворную и иммунную системы представлена химическими, физическими, биологическими, психологическими, социально – экономическими и другими факторами. Исследование воздействия региональных факторов на иммунную систему человека представляет практический интерес в силу недостаточной изученности и отсутствия единой концепции.

Способность организма адекватно изменять свои функциональные параметры и сохранять оптимальность в различных условиях является наиболее характерным показателем нормы (здоровья). Комплекс функциональных изменений, возникающих в организме при экстремальных воздействиях, приводит к большим энергетическим тратам. При всем многообразии ответных реакций для различных раздражителей в организме имеется биологически целесообразный, единый универсальный принцип однотипных реакций, основанных на константах метаболических процессов.

Например, при акклиматизации к новым условиям окружающей среды организм человека постепенно изменяет ряд своих параметров. Сложность

изучения приспособительных механизмов в условиях Севера связана с определением критериев адаптивности. Многокомпонентность климатических и географических факторов высоких широт приводит к тому, что возможны различные варианты адаптивных реакций. Кроме того, важную роль играют региональные особенности обитания человека – даже на одной географической широте различными оказываются температурные условия, состояние атмосферы, напряженность магнитного поля, микроэлементный состав воды и пищи и многое другое.

Экологические границы существования человека в северных широтах несколько сужены по сравнению с умеренными, что вызывает соответствующую перестройку физиологических функций организма у жителей Севера для поддержания гомеостаза и сбалансированного обмена веществ.

В Северо-Западном регионе Европейской части России жизнедеятельность населения резко ограничена из-за суровых природных условий (низкие температуры воздуха большую часть года, распространение многолетней мерзлоты, электромагнитные бури, высокие скорости ветра, чахлая древесная растительность или полное ее отсутствие, нерегулярный режим дня и ночи). Есть данные о том, что здоровье населения в таких условиях находится под постоянным воздействием лимитирующих экофакторов, что, зачастую, приводит к формированию северной специфической патологии [1].

В Северо-Западном регионе можно выделить несколько типов территорий по степени их комфортности для жизнедеятельности населения. Степень комфортности – интегральный показатель, который основан на анализе примерно 30 параметров окружающей среды. Учитывают континентальность климата, продолжительность периодов с различными температурами воздуха, амплитуды годовых, месячных, суточных температур воздуха. Выявляют обеспеченность населения водой для хозяйственно-питьевых целей, качество и доступность этой воды, наличие опасных природных явлений (сейсмичность, паводки и наводнения, лавины, сели), наличие природных предпосылок болезней и условий для их проявления, ведущая патология у различных групп населения. Степень комфортности территории определяется по следующей пятибальной шкале:

1. Комфортные.
2. Прекомфортные.
3. Гипокомфортные.
4. Дискомфортные.
5. Экстремальные.

Самую обширную на территории Приполярья площадь занимают экстремальные территории. Адаптация населения протекает здесь с сильным напряжением адаптационных систем организма человека и с тенденцией к декомпенсации. К экстремальной подзоне примыкают дискомфортные территории, где 9–10 месяцев в году природные условия значительно осложняют труд, быт и отдых людей, а отдельные природные факторы оказывают сильное негативное воздействие на здоровье населения (особенно детей, стариков) в течение всего года. Значительную территорию (более 2,1 млн. км²) к северу от основной полосы расселения занимает гипоконфортная подзона, в пределах которой природные факторы в течение 8–9 месяцев осложняют нормальное течение всех видов деятельности населения. Прекомфортная и комфортные зоны – это умеренные и южные широты России, соответственно, где, как считается, благоприятные климато-географические условия для проживания человека. Таким образом, благоприятная для жизни человека погода в северных широтах составляет не более 40 % дней в году. Коэффициент жесткости погоды с учетом только ветрового и температурного режимов превышает критический уровень все зимние месяцы.

У людей, проживающих в условиях Севера, со временем возникает нейроэндокринное и метаболическое состояние, которое модифицирует функции неспецифического иммунитета. Существуют клинические данные полярной медицины о резистентности жителей Крайнего Севера [2]: по мере возрастания длительности проживания здоровых людей в условиях Крайнего Севера усиливается диссоциация расслоения популяции по исходной активности клеточных факторов крови и соединительной ткани, в частности, нейтрофилов периферической крови – эффекторов СПР (системы противомикробной резистентности). Биологические основы этого явления состоят в том, что под влиянием особых условий севера начинают проявляться резервные возможности эффекторных звеньев СПР, которые заторможены у человека, проживающего в благоприятных условиях среды. В работе учитывали признак – реактивность нейтрофилов периферической крови к бактериальному стимулу *in vitro* или *in vivo*. Клетки нейтрофилов подвергали действию бактериального раздражителя – "пресса" (фракцией *Escherichia coli*). Бактерицидные резервы нейтрофилов у жителей северных регионов варьируют в более широком диапазоне, чем у людей, проживающих в условиях средних широт.

Расширение диапазона "нормы реакции" у жителей Крайнего Севера объясняется с разных позиций. Прежде всего, на Крайнем Севере меняется

характер взаимодействия организма человека с аутомикрофлорой, т. е. перестраивается "эндоэкология" человека. Есть мнение, что на Севере основной причиной увеличения в периферической крови иммунных клеток является аутосенсбилизация, т. е. накопление цитофильных аутоантител к цитоплазматическим рецепторам нейтрофилов. Формирование нормальной микрофлоры находится под контролем иммунных реакций крови. Известно, что активность фагоцитов, содержание секреторных иммуноглобулинов и сорбционная способность клеток эпителия влияют на количество микроорганизмов на слизистых оболочках и кожи. Чем ниже реактивность указанных местных механизмов защиты, тем выше концентрации микрофлоры на слизистых и коже. Интересные сведения были получены относительно соотношения содержания отдельных микроорганизмов: выявлена отрицательная корреляция между уровнем циркулирующих иммунных комплексов и концентрацией грибов рода Кандида. Есть данные, что при стрессе высокого уровня, например, у больных и ослабленных детей-северян, активизируется бактерицидная активность кожи и слизистых оболочек на фоне напряженности лейкоформулы.

У клинически здоровых людей фагоцитарная активность нейтрофильных лейкоцитов периферической крови изменяется. Эти изменения зависят от многих факторов: возраста, пола, биохимического состава лейкоцитов, сезона года, от места жительства. Имеется достаточное число доказательств ингибирующего влияния холода, влажности, полярного дня и ночи, перепадов напряженности геомагнитного поля, ветрового режима на клеточные и гуморальные неспецифические факторы защиты. В данных климатогеографических условиях формируются физиологические особенности иммунных реакций. Так, в сравнении с общепринятыми физиологическими нормативами, у жителей Севера, при отсутствии изменения общего содержания лейкоцитов, регистрируется снижение числа сегментоядерных нейтрофильных лейкоцитов на фоне повышения абсолютного количества лимфоцитов. В условиях повышенной относительной влажности воздуха у человека отмечается снижение количества нейтрофилов в периферической крови с дефектами их фагоцитарной активности и осмотической устойчивости фагоцитов.

По приезду на территории северных широт в течение нескольких месяцев происходит перестройка неспецифического иммунитета [2]. Появляются новые адаптивные реакции – эффективная стимуляция бактерицидности нейтрофилов периферической крови, при этом источником стимуляции данных лей-

коцитов являются показатели анатомо-физиологического барьера и факторы гуморальной защиты.

Спустя два года после переезда наблюдается снижение активности клеточных гуморальных факторов (титра сывороточного лизоцима, титра комплементарной активности, фагоцитоза нейтрофилов крови). Интегральный показатель фагоцитоза (число уничтоженных патогенных микроорганизмов) у детей, родившихся и живущих на Севере более трех лет ниже, чем у детей средней полосы: несмотря на то, что число нейтрофильных лейкоцитов находится на нормальном уровне, число уничтоженных ими патогенных микроорганизмов ниже нормы за счёт сниженного фагоцитарного показателя и фагоцитарного числа нейтрофилов. У коренных жителей северных широт фагоцитарный показатель, фагоцитарное число и число нейтрофилов больше, чем у детей, прибывших на Север, а интегральная величина фагоцитоза вдвое ниже, чем у детей средней полосы.

Есть результаты чувствительности иммунных реакций человека к сезонным колебаниям. Зимой в полярную ночь абсолютная величина микробной емкости крови составляет 80 % от ее весеннего значения. Весной и летом уровень фагоцитоза и содержание иммуноглобулинов в крови растет. Но фагоцитарная способность лейкоцитов крови летом остается значительно ниже, чем у детей средней полосы. Считается физиологической нормой незначительное колебание количества нейтрофилов в крови взрослого человека в зависимости от сезона: в летние месяцы количество нейтрофилов в крови понижается до 51 %, а зимой повышение до 63 %, – что отражает свойственные человеку и животным биологические ритмы.

Поскольку механизмы неспецифической защиты крови обеспечивают устойчивость организма к иммунотропным экофакторам, остро встает вопрос о гематологической норме и патологии. Нами был проведен анализ доступной литературы за последние сто лет и результатов многолетнего опыта исследований клеток крови. Гематологическая норма не претерпела значительных изменений, что говорит о стабильности кроветворения, несмотря на вызванные научно-техническим прогрессом изменения сферы обитания человека. Однако, есть основания полагать, что показатели анатомо-физиологического барьера почти 40 лет назад у жителей России были выше [4]: метод Н. Н. Клемпарской по определению бактерицидной активности кожи, предложенный ею в 1960 году, претерпел в наших исследованиях изменения. По стандартной методике необходимо было использовать 5 миллионов еди-

ниц культуры *Esherichia coli* в физиологическом растворе; однако при таком разведении выросшее большое число колоний *Esherichia coli* на бактериальных отпечатках в 105 случаях не поддавалось подсчету. Поэтому мы культуру разводили в два раза (т. е. использовали 2,5 миллиона единиц культуры).

Таким образом показатели крови достоверно отражают состояние защитных сил организма человека при определенных экологических условиях, а длительное воздействие на организм человека комплекса природно-климатических и антропогенных факторов формирует региональные особенности иммунной системы.

Библиографический список

1. Зубаткина, О. В. Эколого-физиологические особенности метаболического статуса человека и его коррекция в условиях Европейского Севера России : автореф. дис. ... д-ра биолог. наук : 14.00.46 / Зубаткина Ольга Владимировна. – Архангельск, 2002. – 30 с.

2. Добродеева, Л. К. Иммунологическая реактивность, состояние здоровья населения Архангельской области : монография / Л. К. Добродеева, Л. П. Жилина ; Рос. акад. наук., Урал. отд-ние, Инт-т физиологии природ. адаптаций. – Екатеринбург : Изд-во ИФПА, 2004. – 228 с.

3. Доршакова, Н. В. Человек и окружающая среда : курс лекций : учеб. пособие для студентов мед. вузов / Н. В. Доршакова, Л. И. Герасимова, Л. И. Тараканова ; М-во образования Рос. Федерации, Петрозав. гос. ун-т. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2003. – 273 с. : ил.

4. Троценко, А. А. Факторы изменчивости неспецифического иммунитета жителей Северо-Запада европейской части России / А. А. Троценко, Н. Г. Журавлева, Е. В. Будилова, А. Т. Терёхин // Вестник РУДН. Серия Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2010. – № 1. – С. 59–67.

Оценка реактивности параметров поведения взрослого серого тюленя, при воздействии на него электромагнитных полей экстремально низких частот, в диапазоне 0,01–36 Гц

Яковлев А. П. (г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, лаборатория БТС, e-mail: xloroplast@mail.ru)

Аннотация. Представлены первичные результаты исследований влияния низкочастотных электромагнитных полей на поведение серого тюленя. Определены частотные характеристики ЭМП, при воздействии которых изменения в поведении животного наиболее отклоняются от фоновых показателей.

Abstract. The article presents the initial results of researchers of influence of low frequency electromagnetic fields on the behavior of the grey seal. The research defines the frequency characteristic field when exposed to which changes in the behavior of the animal most deviate from the background values.

Ключевые слова: серые тюлени, электромагнитное поле, поведение, воздействие.

Key words: grey seals, electromagnetic field, behavior, influence.

Введение

Геомагнитное поле имеет важное значение в жизнедеятельности многих видов животных, растений и бактерий. Так, установлено, что многие птицы при перелетах ориентируются по магнитным полям [1], предположительно, геомагнитную навигацию используют рыбы [2].

Согласно современным представлениям, магнитное поле может воздействовать на живой организм двумя базовыми путями, во-первых, взаимодействовать с кристаллами магнетитов в клетке, во-вторых, взаимодействовать с ионами, задействованными в биологических процессах [3].

Магнитные поля, так или иначе, оказывают воздействие и на ластоногих, особенно на виды, обитающие в условиях Арктики. Так как именно в этой области северного магнитного полюса, помимо естественно более высокой напряженности геомагнитного поля, присутствуют периодические и спонтанные приполярные суббури, а естественные пульсации геомагнитного поля имеют более широкие амплитуды и интенсивности [4].

Вопрос о магниторецепции и магнитонавигации у настоящих тюленей, обитающих в Арктике, до сих пор остается дискуссионным. С одной стороны, например, анализ траектории миграции гренландского тюленя в открытых

водах Баренцева моря [5] показывает наличие протяженных прямых участков пути, при фактическом отсутствии визуальных ориентиров, что позволяет логично предположить наличие магнитонавигационной системы у этих животных. С другой стороны, ряд эпизодических исследований, представленный в научной литературе, отражает лишь воздействие магнитных полей на отдельные физиологические или поведенческие показатели [6–7].

Объект и методы исследования

Объект исследования – половозрелая самка серого тюленя (*Halichoerus grypus Fabricius*, 1791), в возрасте 9 лет. Животное было отловлено в 2005 году, содержалось на аквакомплексе ММБИ в Кольском заливе, в условиях открытого вольерного комплекса, которые фактически идентичны естественным.

Исследования проводились в аквариальной, оборудованной бассейном с объемом чаши 35 куб.м. Центральная часть бассейна была оснащена деревянным помостом (120 x 60 см). По периметру борта чаши располагалась излучающая нчЭМП антенна, подключенная к задающему генератору, установленному в аппаратной.

Искусственное магнитное поле генерировалось с помощью экспериментального источника ЭМП разработанного сотрудниками ПГИ КНЦ РАН, с возможностью генерации поля напряженностью в 1,5–2 раза превышающую напряженность геомагнитного поля.

Наблюдение за испытуемым животным осуществлялось по средствам камеры наружного наблюдения. Видеозапись велась в течение 3 часов (с 13:00 до 16:00) на протяжении 26 дней.

Задающий ЭМП генератор, система видеонаблюдения и другое исследовательское оборудование располагалось в отдельном помещении, контакт животного с человеком во время проведения экспериментов был исключен.

Экспериментальные данные получены с использованием следующих методов: "метод сплошного протоколирования" – непрерывная и максимально полная запись всех действий животного и "метод регистрации отдельных поведенческих проявлений" – во время наблюдения фиксируются все случаи проявления изучаемых действий [8]. Продолжительность воздействия на животное нчЭМП составляла 20 минут, во время второго часа наблюдения, для каждого дня проведения эксперимента, кроме дней фоновых наблюдений. Фоновые значения представляют собой усредненный результат за 4 дня наблюдений. При обработке видеоматериала учитывались следующие поведенческие про-

явления: нахождение животного под водой, нахождение животного на поверхности, выход на помост, специфические позы и движения (при наличии).

Была проведена серия экспериментов по воздействию ЭМП с частотами 0,01; 0,1; 1; 2–36 Гц с шагом в 2 Гц на тюленя. Повышение частоты ЭМП происходило последовательно, от 0,01 до 36 Гц. Период наблюдения за животным, составлял 3 часа и был разбит на три временных отрезка, по 1 часу.

Результаты и их обсуждение

Наиболее целесообразным и простым в использовании неинвазивным методом изучения реакции организма животного в ответ на изменения условий среды является метод наблюдения. Акты всплытия физиологически закреплены в общей картине поведения ластоногих, поскольку продиктованы необходимостью дыхания животных. Основным критерием оценки изменения поведения животного был выбран показатель частоты всплытий в минуту, отражающий активность животного в данный промежуток времени. На рисунке 1 представлены данные, отражающие усредненное количество всплытий в минуту за каждый из трех временных отрезков.



Рисунок 1 – Усредненные значения всплытий, совершаемых тюленем за одну минуту

До воздействия ЭМП, параметр частоты всплытий в минуту значительно варьировал, достигая максимальных значений в экспериментах с генерируемыми частотами 1 и 10 Гц (1,19 и 1,03 актов в минуту соответственно). Минимальные показатели отмечались при фоновых наблюдениях (0,27 акта в минуту) и в экспериментах с частотами 22 и 24 Гц (0,26 и 0,27 акта в минуту соответственно).

Во время воздействия низкочастотного ЭМП, количество всплытий значительно изменялось от эксперимента к эксперименту и носило волнообразный характер (рис. 1). Максимальные значения наблюдались при частотах 0,1; 10 и 18 Гц (1,46; 1,23 и 1,14 акта в минуту, соответственно). Минимальное количество всплытий было зафиксировано при генерации частот ЭМП в 22–26 Гц (0,23–0,35 акта/мин), а также при фоновых наблюдениях (0,28 акта/мин).

Третий час наблюдений характеризовался тремя основными типами изменений в поведении тюленя. Первый – количество актов всплытий за минуту возрастало до уровня, что и при воздействии низкочастотных ЭМП. Второй – количество всплытий увеличивалось в 1,5–2,5 раза, по сравнению с периодом воздействия (0,01–2 Гц; 18 Гц; 28 Гц). Третий – количество актов всплытия в минуту снижалось в 0,5–1,5 раза, по сравнению с периодом воздействия нчЭМП (4, 8, 16, 36 Гц). Во время фоновых наблюдений данный показатель находился практически на одном уровне до, во время и после воздействия нчЭМП.

Другими параметрами, отражающими изменения в поведении подопытного животного, является среднее время, проведенное тюленем под водой (рис. 2), на поверхности (рис. 3) и на помосте (рис. 4).

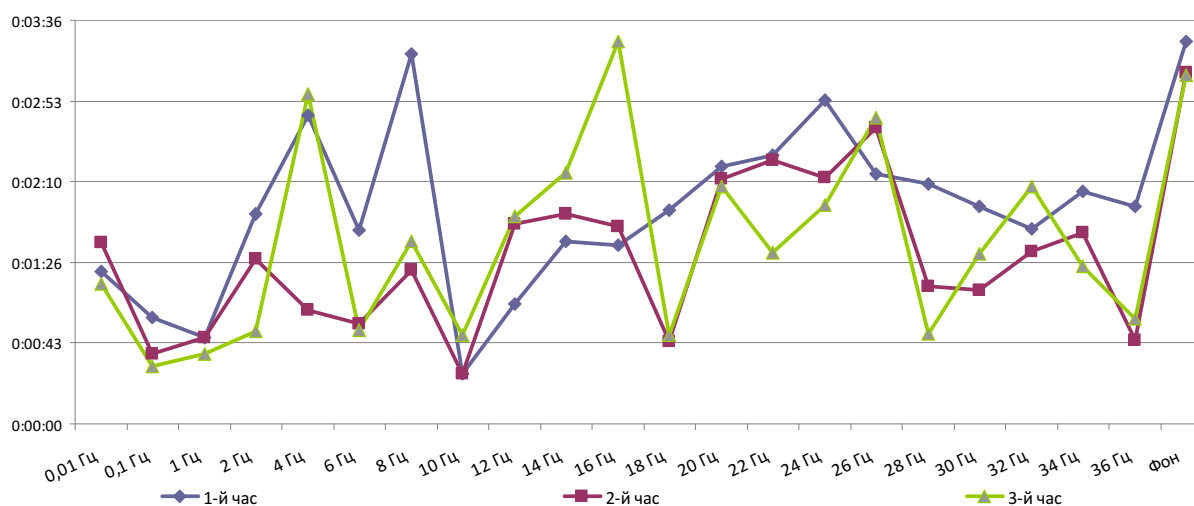


Рисунок 2 – Среднее время, проведенное серым тюленем под водой

При действии на животное ЭМП с частотами 2–8 Гц; 18 Гц и 36 Гц время, проведенное им под водой, до включения ЭМП значительно больше (в 2–2,5 раза) чем вовремя и после его воздействия. Среднее время нахождения животного под водой при включении электромагнитного поля всех исследуемых частот меньше фоновых значений.

Среднее время, проведенное животным на поверхности, достигает 1 минуты 44 секунд при воздействии ЭМП с частотой 22 Гц. На частотах в 0,01–2 Гц показатель варьирует от 1 до 16 секунд, что говорит о высокой активности животного, частых актах всплытия-погружения. Большинство полученных данных укладывается в интервал между 17 и 35 секундами, что близко к фоновым значениям (рис. 3).

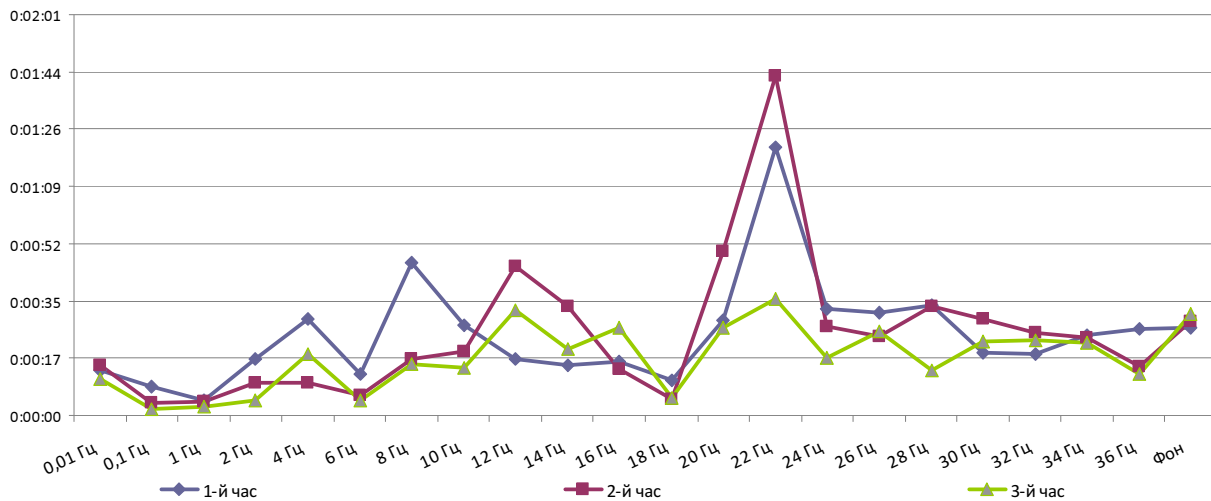


Рисунок 3 – Среднее время, проведенное серым тюленем на поверхности

Среднее время нахождения животного на помосте достигает максимальных значений (3 мин. 36 сек.) при действии на тюленя ЭМП с частотой 2 Гц (рис. 4).

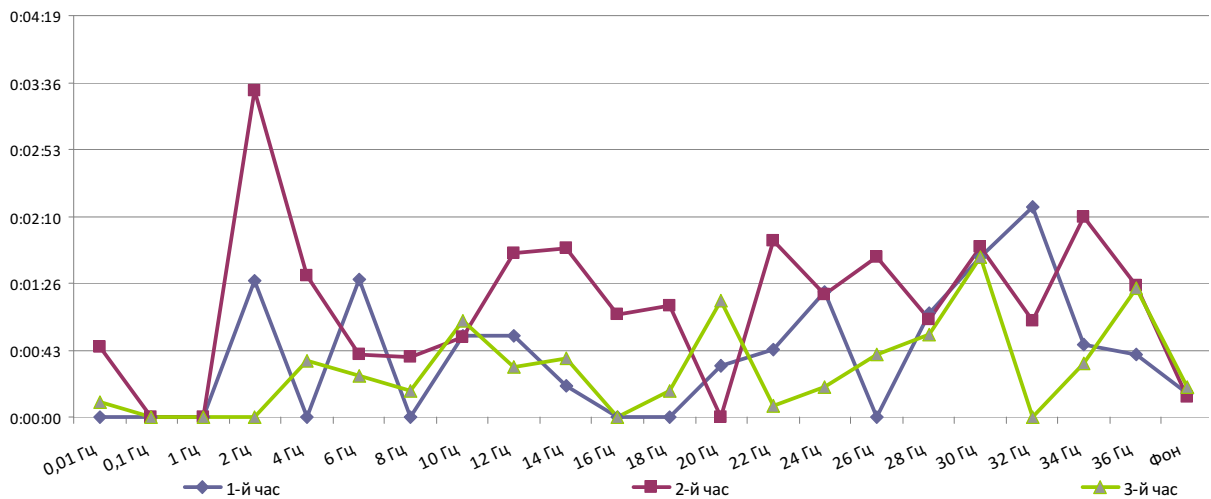


Рисунок 4 – Среднее время, проведенное серым тюленем на помосте

Заключение

Важно отметить, что при воздействии на подопытное животное электромагнитных полей с частотами 4–12 Гц; 16–18 Гц; 32–36 Гц отмечались нехарактерные поведенческие акты, а именно: увеличение числа выходов на помост; тюлень, опираясь на хвост, вытягивал голову над водой, топорщил вибрисы и совершал движения челюстями, напоминающими укусы.

Проведенные эксперименты показали, что при генерации ЭМП с частотными характеристиками 2–8 Гц, 16–20 Гц, 34–36 Гц наблюдается рост возбуждения животного, возникают специфические поведенческие акты.

Для более детального понимания процессов, происходящих при воздействии на особь серого тюленя низкочастотных электромагнитных полей, необходимо продолжить исследования в данном направлении.

Библиографический список

1. Wiltschko, R., Wiltschko W. Avian navigation: from historical to modern concepts // *Animal Behaviour*, 2003. – Vol. 65. – pp. 257–272.
2. Walker, M. M., Kirschvink, J. L., and Dizon, A. E., "Magnetoreception and Magnetite Biomineralization in Fish," in: Kirschvink, Jones and McFadden (eds.), *ibid*, 1985. – 417–437.
3. Binhi, V. N. *Magnetobiology: Underlying Physical Problems*. Academic Press, San Diego, 2002. – 473 p.
4. Паркинсон, У. Введение в геомагнетизм. – М. : Мир, 1986. – 525 с.
5. Моисеев, Д. В., Духно Г. Н. Геоинформационный анализ передвижений арктических ластоногих со спутниковыми метками. // *Дистанционные методы в зоологии. Материалы научной конференции 28–29 ноября 2011 г., Москва*. – М., 2011. – С. 54.
6. Матишов, Г. Г., Муравейко В. М., Гладких А. С., Муравейко А. В. Влияние стресса и магнитного поля на сердечную деятельность гренландского тюленя *ragophilus groenlandicus* // *Доклады Академии наук*, 2004. – Т. 397. – № 4. – С. 558–562.
7. Kirschvink, J. L., Dizon A. E., Westphal, J. A. Evidence from strandings for geomagnetic sensitivity in Cetaceans // *Journal of Experimental Biology*, 1986. – Vol. 120. – pp. 1–24.
8. Попов, С. В., Ильченко О. Г. Методические рекомендации по этологическим наблюдениям за млекопитающими в неволе. – М. : Изд. Моск. Зоопарк, 1990. – 77 с.

Научное издание

**СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВ**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

(Мурманск, 8 апреля 2016 г.)

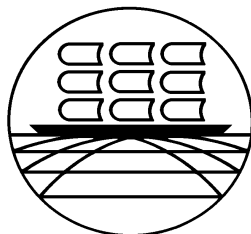
Часть 1

Компьютерная верстка *Г. М. Плишко*
Ответственный за выпуск *П. П. Кравец*

Налоговая льгота – Издания соответствуют коду 58.11.1 ОКПД 2 ОК 034-2014
(КПЕС 2008)

Издательство МГТУ. 183010, Мурманск, Спортивная, 13.
Сдано в набор 13.09.2016. Подписано в печать 12.10.2016. Формат 60×84¹/₁₆.
Бум. типографская. Усл. печ. л. 14,07. Уч.-изд. л. 11,23. Заказ 299. Тираж 100 экз.

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"
ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**



**СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ
И ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ,
ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВ
МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(Мурманск, 8 апреля 2016 г.)**

Часть 1

Мурманск
Издательство МГТУ
2016

