

Российская академия наук
Кольский научный центр
Мурманский морской биологический институт

**ЭКОЛОГО-ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ И ЭКОСИСТЕМ**

**МАТЕРИАЛЫ XIV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ
«ПРОБЛЕМЫ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА»**

ТОМ I

**ФОРУМ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, ПОСВЯЩЕННЫЙ 100-ЛЕТИЮ
СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Ю.И. ПОЛЯНСКОГО
(XXXII ЕЖЕГОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ММБИ)**

(г. Мурманск, май 2014 г.)

Мурманск
2014

УДК 061.3

Эколого-эволюционные исследования морских организмов и экосистем: Материалы XIV международной научной конференции студентов и аспирантов «Проблемы арктического региона». Том I. Форум молодых ученых, посвященный 100-летию со дня рождения Ю.И. Полянского (XXXII ежегодная конференция молодых ученых ММБИ), (г. Мурманск, май 2014). – Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2014. – 162 с.

Книга содержит научные статьи по материалам докладов участников форума молодых ученых, посвященного 100-летию со дня рождения Ю.И. Полянского, выдающегося эволюциониста, морфолога, физиолога и паразитолога. В форуме приняли участие молодые ученые и аспиранты академических, рыбохозяйственных институтов и вузов страны.

В материалах конференции представлены результаты экспедиционных и экспериментальных исследований в Северной Атлантике, Западной Арктике, тихоокеанском регионе России. Тематика докладов охватывает широкий спектр океанографических, гидробиологических и экологических проблем.

Редколлегия:

академик РАН Г.Г. Матишов (отв. редактор), к.х.н. Н.Е. Касаткина,
к.г.н. Д.В. Моисеев, О.П. Калинка, Ю.И. Ивакина
комп. верстка А.В. Дьяконова

*Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований*

© ММБИ КНЦ РАН, 2014

Оригинал-макет данного издания является собственностью ММБИ КНЦ РАН, и его репродуцирование (воспроизведение) любым способом без согласия Института запрещается

Russian Academy of Sciences
Kola Science Centre
Murmansk Marine Biological Institute

**ECOLOGIC AND EVOLUTIONARY RESEARCH
ON MARINE ORGANISMS AND ECOSYSTEMS**

**PROCEEDINGS OF THE XIV INTERNATIONAL SCIENTIFIC
CONFERENCE FOR STUDENTS AND POST-GRADUATES
«PROBLEMS OF THE ARCTIC REGION»**

VOLUME I

**FORUM FOR YOUNG SCIENTISTS
DEVOTED TO A 100-YEAR ANNIVERSARY
CELEBRATION OF Y.I. POLYANSKY'S BIRTH
(XXXII ANNUAL MEETING FOR YOUNG SCIENTISTS
AT THE MURMANSK MARINE BIOLOGICAL INSTITUTE)**

(Murmansk, May 2014)

Murmansk
2014

Ecologic and Evolutionary Research on Marine Organisms and Ecosystems: Proceedings of the XIV International Scientific Conference for Students and Post-graduates «Problems of the Arctic Region». Vol. 1. Forum for Young Scientists devoted to a 100-year anniversary celebration of Y.I. Polyansky's birth (XXXIInd Annual Meeting for Young Scientists at the Murmansk Marine Biological Institute), (Murmansk, May 2014). – Murmansk: MMBI KSC RAS, 2014. – 162 p.

This publication contains proceedings of the forum for young scientists devoted to a 100-year anniversary celebration of Y.I. Polyansky's birth, an outstanding researcher in evolution, morphology, physiology, and parasitology.

Among the participants of the forum are young scientists and post-graduates at marine, biologic, and fisheries research institutes and educational institutions of Russia.

The proceedings contain results of field and experimental studies in oceanography, hydrobiology, and ecology carried out in the Northern Atlantic, the western sector of the Russian Arctic, and Russia's Pacific Region.

Editorial board:

G.G. Matishov, Doctor of Geogr. Sciences, full member of RAS (editor-in-chief),

N.E. Kasatkina, Ph.D., D.V. Moiseev, Ph.D.,

O.P. Kalinka, Y.I. Ivakina,

Make-up: A.V. Diakonova

Published under financial support from the Russian Foundation for Basic Research

© Murmansk Marine Biological Institute, 2014

This publication is the property of the Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS. No use of this publication may be made for resale or for any other commercial purpose whatsoever without prior permission in writing from the owner.

ПОЛЯНСКИЙ И КАМШИЛОВ В ДАЛЬНИХ ЗЕЛЕНЦАХ

(эссе о рыцарях науки и её изгнанниках)

Н.М. Адров

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

Наш северный Экзюпери – Александр Подстаницкий (1921–1942), как и знаменитый французский лётчик, не вернувшийся из своего последнего полёта, но в отличие от него в свои двадцать с небольшим не успевший подарить читателю «Планету людей», перед войной в августе 1940 г., за два года до гибели, написал лирические строки в стихотворении «Рождение песни»:

*Как всегда, весёлый и надёжный,
Был мне ветер другом и гонцом, –
Уносил слова той песни нежной
К девушке из Дальних Зеленцов.*

Надёжный ветер перемен вкупе с нежными чувствами – подходящая метафора дальнезеленецкой жизни молодых и средних лет учёных, волею судьбы заброшенных на край земли для испытания характеров, амбиций и удачливости. Социальный конвейер поставлял на Север кадры разнообразные и разнокалиберные: от самых скромных и незаметных, до выдающихся, на некоторое время нашедших здесь надёжное убежище от преследований за фамильное родство с Германией (Клюге, Крепс), с которой воевала наша страна в Первую и Вторую мировую, а более всего – приверженных «враждебным» мыслям и поступкам. Наши герои, запечатлённые в 1950 г. на замечательной фотографии Анны Всеволодовны Успенской, работавшей на Станции с 1949 по 1952 г., принадлежали как раз к последним.

На летнем снежнике справа запечатлён второй после Г. А. Клюге именитый директор МБС (ММБИ), известнейший учёный, эволюционист, экспериментатор и признанный сре-



ди специалистов теоретик Михаил Михайлович Камшилов (1910–1979), автор «Эволюции биосферы» (1979), пробывший на своём вынужденном научном посту популярного морского биолога с 1949 по 1962 год. Его лаборатория феногенеза Института эволюционной морфологии была ликвидирована общими усилиями властей и коллег. Примерно таким же образом оказался на Мурмане рядом стоящий с ним Ю.И. Полянский – профессор кафедры зоологии беспозвоночных и проректор ЛГУ, заведующий кафедрой общей биологии и зоологии Педагогического института им. А.И. Герцена, уволенный отовсюду как «вейсманист-менделист-морганист». На Мурманской биологической станции Камшилов стал заведовать лабораторией планктона, Полянский – лабораторией зоологии и паразитологии.

Ю.И. Полянский, ученик и соратник В.А. Догеля, защищая генетиков, в 1948 г. был причислен академиками Т.Д. Лысенко и И.И. Презентом к лидерам неприемлемого советской наукой направления биологии. Приказом Министерства высшего образования СССР от 23.08.1948 «О состоянии преподавания биологических дисциплин в университетах и о мерах по укреплению биологических факультетов квалифицированными кадрами биологов-мичуринцев» освобождён от работы «как проводивший активную борьбу против мичуринцев и мичуринского учения и не обеспечивший воспитания советской молодёжи в духе передовой мичуринской биологии». С 1948 по 1952 гг. Полянский прослужил «малой» науке МБС, сотрудники которой были счастливы его «командировкой», на 4 года заполучив биолога высочайшего уровня. Ещё больший, как видим, срок был отпущен Камшилову. «С одной стороны, Зеленцы, безусловно, были для них ссылкой... – вспоминает Успенская, – и всё же, по сравнению с оставленными столицами, Зеленцы были местом относительной свободы научных исследований, взглядов, общения с молодёжью. Личная трагедия репрессированных учёных обернулась необыкновенной удачей для биостанции... Необходимо понимать ещё одну вещь. Зеленцы были не просто прекрасной базой для научных исследований и студенческой практики. Долгое время они были единственной такой базой России...».

Отечественные генетики вынуждены были оставить научную деятельность или радикально изменить профиль работы, умудряясь иногда избегать контроля, организованного Трофимом Денисовичем, заразившим вирусом абиогенеза цитологию («учение» О.Б. Лепешинской о «живом веществе»), физиологи («вклад» К.М. Быкова и его сторонников в «наследие» И.П. Павлова) и микробиологию («теория» Г.М. Бошняна).

Два слова о врагах «антимичуринского» направления биологии – тоже выдающихся, хотя и с негативным оттенком, деятелей советской науки, сумевших блокировать важнейший, невероятными темпами прогрессирующий на западе, раздел биологии, не только благодаря поддержке верховных властей, зависти и трусости большинства коллег, но крепчайшему союзу трёх академиков: фанатично преданного самому себе Т.Д. Лысенко, фарисействующему И.И. Презенту и, самое главное, – теоретику-идеологу А.И. Опарину – основоположнику абиогенеза. Трофим Денисович же, Герой Социалистического Труда (1945), трижды лауреат Сталинской премии, имеющий в своём активе Золотую медаль им. И.И. Мечникова, награждённый восемью (!) орденами Ленина, Орденом Трудового Красного Знамени, безусловно, сыграл самую главную историческую роль на театре военных

действий большой науки, забравшись на такую высоту, на которую не забирался никто. На волне высокодержавного подхалимажа его даже называли «Сталиным биологии», что, конечно, не могло не задеть вождя, вскоре даже вынужденного несколько осадить зарвавшихся «мичуринцев» – «отца народов» тоже беспокоили истинные положения вещей в не совсем ясных инновациях биологов, поставленных партией решать самые насущные сельскохозяйственные задачи.

Ещё в довоенные годы Большого террора курирующий науку аппарат ЦК ВКП(б) был очищен (аресты, расстрелы) от сторонников генетического направления. После Второй мировой и в начале холодной войны лысенковцы контролировали АН СССР, ВАСХНИЛ, среднее и высшее образование, внедряя новые учебники, написанные с позиций мичуринской биологии. В 1948 г. на августовской сессии ВАСХНИЛ Лысенко, пользуясь поддержкой Сталина, объявил генетику лженаукой и обещал партии высокопродуктивную «ветвистую пшеницу» и прочую «развесистую клюкву». Она пользовалась государственной поддержкой, закончилась нескоро, вплоть до снятия Н.С. Хрущёва с поста генерального секретаря ЦК КПСС в 1964 году. Но всё-таки после открытия и расшифровки структуры ДНК, физической базы генов (1953 г.), с середины 1960-х г. началось возрождение генетики. В 1963 г. издан университетский учебник М.Е. Лобашёва, а вскоре появилась «Общая биология» под редакцией освободившегося от опалы Ю.И. Полянского. Когда-то, ещё в Дальних Зеленцах «партийное руководство станции поручило ему проводить семинары по истории партии. Его занятия имели успех, на них ходил народ, но в райком, находившийся в Териберке, поступил звонок, а оттуда приказ отстранить менделиста-морганиста от занятий... Позднее стало известно, что в райком на него написали несколько доносов. После посещения Зеленцов Д.Н. Насоновым и В.Я. Александровым туда было сообщено, что группа менделистов-морганистов устроила на Севере съезд, а в другом доносе сообщалось, что Полянский имеет рацию и по рации сообщает секретные сведения за границу...» (А.В. Успенская).

Сам Полянский так вспоминал лихие годы биологической науки: «...зловещие события развиваются всё быстрее... Выступления Лысенко становятся всё более агрессивными, в число врагов «мичуринской биологии», учёных «идеалистического», «буржуазного» плана попадают в Москве Н.К. Кольцов, А.С. Серебровский, И.И. Шмальгаузен – цвет советской биологии. Дело доходит до прямых репрессий генетиков. Апофеозом этих «деяний» явился арест в 1940 г. Н.И. Вавилова, а в ЛГУ – его ученика Г.Д. Карпеченко. За этими акциями последовал разгром кафедры Карпеченко вплоть до её закрытия... После сессии ВАСХНИЛ факультет переживает страшный период. Кафедра генетики перестаёт существовать как ячейка развития и преподавания генетических знаний. Из университета в эти годы изгоняются ведущие профессора, доценты. Среди них назову моих близких коллег, выдающихся генетиков М.Е. Лобашёва, П.Г. Светлова, а также активно поддерживавших генетику физиолога Э.Ш. Айрапетьянца, эколога Г.А. Новикова и многих других... Ряд профессоров биологического факультета получили тяжёлые взыскания: Д.Н. Насонов, И.И. Соколов, Н.Л. Гербильский и другие...».

Почему в науке нет того здорового компромисса, который способствует скорому разрешению противоречий на основе консолидации специалистов, подвергающих экспериментальной проверке результаты разных направлений? Ведь наука не спорт олимпийцев и не спор домашних хозяек, непримиримость которых вошла в классику драматических примеров обоюдного поражения. Наводит на мысль пример Камшилова как крупного специалиста в вопросах биосферы и охраны природы, постоянно привлекаемого к работе многих комиссий и Научных советов. Свои эволюционные взгляды он сочетал с социологическими вопросами, был активным участником семинаров «За круглым столом», организуемых журналом «Вопросы философии». В финале, размышления о великой, всё запоминающей и неподвластной естественным наукам миссии природы-творца, независимой от воли человека, привела М.М. Камшилова к созданию работы, рассчитанной на широкий круг читателей и предполагающей сознательное и даже коммунистическое воздействие общественно-го разума на экологию вселенной: «Ноогенез – эволюция, управляемая человеком».

Управление человеком! – всесильным и всемогущим творцом, увлекало повально всех: и сторонников и противников, совершающих камшиловский «биотический круговорот», оказавшийся «великой спиралью жизни». Оказывается, атомы и молекулы могут вести себя по-разному в естественных и искусственных условиях, а потому разделились на биогеохимические и лабораторные. Если раньше считались первичными принципы рождения косной материи и решающими – воздействия внешней среды на эволюцию живой материи, то в соответствии с новыми представлениями, наоборот, – все химические элементы обязательно проходили «живую» стадию, а все свойства живых организмов жёстко запрограммированы Природой и передаются, не обращая внимания на внешние условия, потомству. Новый сценарий не умаляет старого, имеющего свои исторические достижения в решении практических задач. Но такова конкуренция идеологий – непримиримое противостояние вопреки здравому смыслу, а вернее – с порочной позиции главной доктрины академической биологии – борьбы за существование, неприемлемой с точки зрения неклассической русской либеральной науки В.И. Вернадского – главного застрельщика новой науки.

Таким образом, мы нашли ещё одну подходящую триаду: Полянский, Камшилов, Вернадский, противостоящую тройственному союзу Лысенко-Презент-Опарин. В чём суть противостояния? Наиболее наглядно её можно продемонстрировать ещё одной триадой, трактуемой противоположно: эволюция вещества Вернадского от живого через биокосное в косное и те же три опаринские стадии в обратном порядке: косное-биокосное-живое. Таких противостояний в науке великое множество. Рано или поздно они разрешались практикой, но в истории они всегда сохранялись благодарными потомками как примеры высшей умственной деятельности ищущих и размышляющих (гео- и гелиоцентризм, флогистон и кислород, теплород и энергия, мировой эфир и теория относительности...). В качестве не очень жалуемого большинством оправдания всесоюзного масштаба подлостей лысенковцев можно привести тоже далеко не высоконравственное противостояние виднейших европейцев от Ньютона до Эйнштейна. Элемент противостояния наличествует и в мировоззрениях великих и непорочных. Академик И.И. Шмальгаузен (1946, с.117) определил: «Борьба за суще-

ствование всегда связана с элиминацией менее приспособленных особей и только через эту элиминацию ведёт к естественному отбору, т.е. переживанию и размножению особей, наиболее соответствующих данным условиям существования. Элиминация является обязательным выражением всех форм борьбы за существование». В отличие от изложенного биосферный кодекс Вернадского не содержит понятий о «приспособленных» и «неприспособленных» организмах, здесь каждая особь есть «энергетический биоцентр», а потому нет никакой надобности в механизме элиминации. А само явление приспособления, рассматриваемое в учении Вернадского с позиции закона живой жизни, выводится в полном противоречии с канонизированной схемой адапциогенеза (учения о приспособлении), принятой в традиционной биологии как основной механизм видообразования. Следовательно, по Вернадскому, не организм есть результат приспособления (адаптации), а приспособление (адаптация) суть продукт жизни организма, и не борьба за существование определяет смысловое содержание этой жизни, а взаимопомощь, свойственная ноосферной духовной составляющей жизни, знаменующая переход из зимней полярной ночи беспросветного материализма к летнему круглосуточному солнцу идеализма. Опять метафора, требующая «дальнезеленецких» пояснений.

Нет ничего страшнее прибрежной тундры в ненастную полярную ночь, когда ветра бушующего моря обрушивают на берег ураганы снежных масс, заваливая всё, что не спряталось, и всё, что не удалось снести с лица земли. Зато летним полярным днём нет ничего прекраснее и привлекательнее морских далей, тундры и её порядков, незнакомых людям, впервые приехавшим в Заполярье. Подгулявшие приезжие недоумевают на закрытые магазины, когда на часах ещё без четверти восемь, не понимая, что это утренние, а не вечерние «без четверти восемь»!

Так и учёный, попав в ситуацию первооткрывателя, не может сразу разобраться в неизведанном, задавая себе вопросы: «Как? Почему? Зачем?».

Поэт с большой буквы «П» тоже вопрошал: «Зачем крутится ветер в овраге?».

*Зачем бушуешь, грозный шторм,
И гневно облака торопишь?
Зачем, подъяв по воле волн,
Ты льды тяжёлые торосишь?*

*Недавно тихою красой
Ты зеркалом воды казался
И над песчаную косой
Неспешной зыбью колыхался...*

*Но ты взорвался, ты взыграл,
Оскалив пасть дамасской стали –
И твой крутой девятый вал
Прибоем сотрясает скалы.*

*Пускай Нептуна лик хмельной
В пучине без следа растает,
И море сладостно блистает
И тихо шевелит волной.*

Л и т е р а т у р а

- Адров Н.М.* Исследования Баренцева моря за 1000 лет. Мурманск, 2002. 520 с.
- Адров Н.М.* Дерюгинские рубежи морской биологии. Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2013. 164 с.
- Александров В.Я.* Трудные годы советской биологии: Записки современника. СПб.: Наука, 1993. 265 с.
- Вернадский В.И.* Труды по философии естествознания. М.: Наука, 2000. 504 с.
- Камшилов М.М.* Эволюция биосферы. М.: Наука, 1979. 256 .
- Полянский Ю.И.* Годы пережитые. Воспоминание биолога. СПб.: Наука, 1997. 255 с.
- Успенская А.В.* Три года в Дальних Зеленцах. Воспоминания ученицы о Ю.И. Полянском // СПб. Университет. 2004. №№5–6.
- Шмальгаузен И.И.* Факторы эволюции (теория стабилизирующего отбора). М.-Л.: Изд. АН СССР, 1946. 396 с.
- Чеснова Л.В.* Ю.В. Полянский и биология в Ленинградском университете (20 – 60-е годы) // Репрессированная наука. Л.: Наука, 1991.

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МШАНОК В ЗАЛИВЕ ХОРНСУНН (ЗАПАДНЫЙ ШПИЦБЕРГЕН)

О.Ю. Ахметчина

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: evseeva@mmbi.info

Введение

Фьорды архипелага Шпицбергена отличаются богатой, но очень неоднородной фауной донных беспозвоночных, среди которых преобладают полихеты, моллюски и мшанки (Weslawski et al, 1988; Kuklinski, 2001; Barnes, Kuklinski, 2004; Любин, Павлова, 2005; Фролова и др., 2005, 2008). Район Шпицбергена характеризуется особо изменчивыми условиями среды, что влияет на природу архипелага, в частности, на донную фауну.

Изучению зообентоса, в частности мшанок, у берегов архипелага Шпицберген посвящено достаточно много работ, преимущественно, польских и норвежских ученых (Görllich et al, 1987; Gulliksen et al, 1999; Kuklinski, 2002; Barnes, Kuklinski, 2003, 2004, 2005; Kuklinski, Barnes, 2005, 2008; Kuklinski et al., 2005, 2006; Carlsen et al., 2007;

Włodarska-Kowalczyk et al., 2009). Однако в отечественной литературе имеется мало сведений о мшанках заливов Западного Шпицбергена. Целью настоящей работы является исследование видового состава и особенностей распределения Bryozoa в самом южном фьорде архипелага – заливе Хорнсунн.

Хорнсунн-фьорд находится на юго-западном побережье Шпицбергена (между 76° и 77° N) и представляет собой широко открытый залив (рис.). Гидрологические особенности западных фьордов Шпицбергена формируются под воздействием двух разных потоков: теплых атлантических вод Западно-Шпицбергенского течения, идущего с юго-запада на север, и холодных вод Восточно-Шпицбергенского течения, идущего из Баренцева моря и огибающего архипелаг с юга (Saloranta, Svendsen 2001). Таким образом, несмотря на южное расположение, залив Хорнсунн более холодноводный, чем фьорды западного побережья архипелага, расположенные севернее (Swerpel, 1985). Арктический характер вод залива Хорнсунн отражается и на видовом составе донных беспозвоночных (Weslawski et al, 2006).

Находящийся в устье Хорнсунн-фьорда мелководный порог преграждает поступление в залив теплых атлантических вод (рис., линия А). Ландшафтные и гидрологические особенности позволяют разделить залив на две области – внешнюю и внутреннюю (рис., линия В). Влияние ледников на внешнюю область залива незначительно. Внутренняя область подвержена интенсивному воздействию ледников. Во внешней области фьорда формируются плотные илисто-глинистые донные осадки, на выходе из залива – мягкие смешанные грунты (Митяев, Герасимова, 2003).

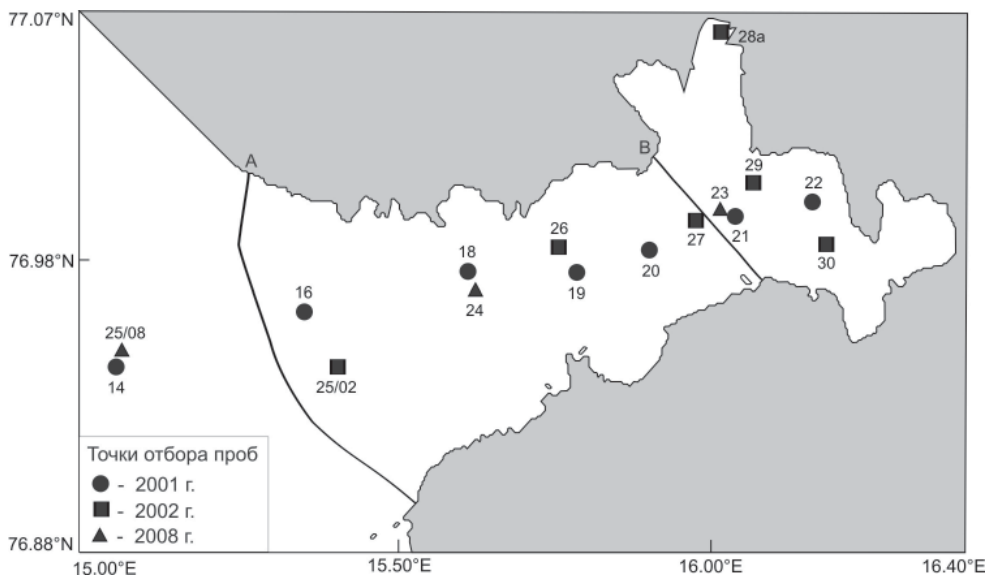


Рис. Карта-схема района исследований и отбора проб в экспедициях на НИС «Дальние Зеленцы» в 2001, 2002, 2008 гг. (А - порог, В - условная линия, разделяющая залив на две области; цифрами обозначены номера станций, через дробь - год)

Материалы и методы

Материал для данной работы (51 проба) был собран на 16 станциях в ходе трех комплексных морских экспедиций в 2001, 2002 и 2008 гг. на НИС «Дальние Зеленцы» в Хорнсунн-фьорде на глубинах от 15 до 198 м (рис.) с помощью дночерпателя ван-Вина (площадь захвата 0.1 м²) с последующей промывкой грунта через сито с ячейей 0.7 мм и фиксацией 4% формалином. Обработка и анализ полученных данных осуществлялись по стандартной методике (Максимович, Погребов, 1986; Руководство..., 1977.).

Результаты и обсуждение

В результате обработки полученного материала идентифицировано 50 видов мшанок, относящихся к 25 семействам, 36 родам. Из них 45 видов – новые для фауны Хорнсунн-фьорда. Таким образом, с учетом литературных данных (Barnes, Kuklinski, 2003, 2004; Wlodarska-Kowalczuk et al., 2009) к настоящему времени фауна мшанок залива Хорнсунн насчитывает 62 вида, что составляет 25 % от обобщенного списка видов Вгуюзоа прибрежной зоны архипелага Шпицберген (Palerud et al., 2004).

В биогеографическом отношении мшанки Хорнсунн-фьорда представлены бореально-арктическими (70 % от общего числа видов), арктическими (27 %) и бореальными (3 %) видами, преимущественно, атлантического происхождения. Среди бореально-арктических отмечено 5 видов тихоокеанского происхождения.

Структуру фауны мшанок, их распределение и количественные параметры (видовое разнообразие и биомассу) определяют условия среды, главным образом, структура донных осадков, в частности наличие твердых субстратов, необходимых для прикрепленных донных беспозвоночных, и степень распреснения воды. Так минимальные значения видового разнообразия (1-2 вида) и биомассы мшанок (0.10-0.24 г/м²) отмечены в устье фьорда на глубине 122 м (ст. 25/02), на границе между внешней и внутренней областями на глубине 96-111 м (ст. 21 и 27), во впадине внешней области залива на глубине 198 м (ст. 19) и в кутовой части на глубине 90 м (ст. 29) (табл.). В результате таяния ледников происходит интенсивное поступление в залив пресной воды, что служит причиной распреснения и обильного осадконакопления в кутовой части залива.

В связи с усиленным поступлением осадка многие участки дна обеднены твердыми субстратами и, соответственно, лишены многих видов прикрепленных организмов. Кроме того, взвесь, оседающая на колонии мшанок, в особенности корковых, засоряет их ловчий аппарат и препятствует захвату пищи этими животными-сестонофагами.

Осадконакопление также признано основным источником смертности молодежи большинства прикрепленных беспозвоночных, особенно когда скорость их роста не превышает скорости осадконакопления (Young, Chia, 1984; Vak, Engel, 1979).

Заселение более глубоководных районов и впадин, таким образом, зависит от грунта: соотношения твердых субстратов и мягких донных осадков, накопление которых, в свою очередь, зависит от скорости течений и уклона дна (большее количество взвешенного материала осаждается во впадинах на горизонтальных поверхностях, чем на склонах) (Kuklinski et al., 2005). Скорость осадконакопления воздействует и на других животных, ведущих прикрепленный или малоподвижный образ жизни (Elverhoi et al., 1983; Görlich et al., 1987; Hald, Korsun, 1997; Любин, Павлова, 2005).

Т а б л и ц а

Характеристика станций залива Хорнсунн

Станция №	Координаты (градусы)		Глубина, м	Грунт	Биомасса, г/м ²	Число видов
	N	E				
14	76 56.495	15 02.876	165	мягкая глина, илистый песок, галька, камни	5.87	10
16	76 57.690	15 20.999	125	плотная глина, слабо-песчанистый ил, галька	4.44	3
18	76 58.542	15 36.648	114	плотная глина, ил, галька	5.63	9
19	76 58.530	15 47.224	198	плотная глина, ил, галька	0.48	1
20	76 59.005	15 54.135	178	мелкопесчанистый ил, глина, галька	2.66	5
21	76 59.742	16 02.184	96	мелкопесчанистый ил, глина, галька	0.24	1
22	77 00.070	16 09.725	46	мелкопесчанистый ил, глина, галька	0.57	6
25/02	76 56.451	15 23.924	122	глина, ил	0.10	7
26	76 59.049	15 45.365	136	ил, глина	0.32	11
27	76 59.619	15 58.924	111	ил, глина, галька, щебень	0.13	6
28a	77 04.000	16 02.330	15	ил	18.40	2
29	77 00.427	16 04.108	90	глина, ил, гравий, галька	0.12	3
30	76 59.111	16 10.997	61	ил, глина	0.31	6
23	76 59.873	16 01.270	110	песок, ил, глина, камни	0.35	6

Максимальные значения биомассы (18.40 г/м²) отмечены в непосредственной близости от ледника на глубине 15 м (ст. 28a), где доминируют мягкотелые (необызвествленные) мшанки *Alcyonidium gelatinosum diaphanum* (Farre, 1837) с возвышающейся над субстратом хорошо разветвленной колонией (табл.). Этот факт подтверждает известные литературные данные о том, что в среде с нестабильной соленостью и интенсивным осадконакоплением в основном обитают мягкотелые представители отряда Stenostomata с возвышающимся над субстратом телом (Winston, 1977). Возможно, необызвествленные мшанки лучше приспособлены к резким изменениям условий среды (например, солености), так как не имеют известкового скелета и не нуждаются в строительном материале для него. А интенсивное осадконакопление, по-видимому, не сильно влияет на развитие мягкотелых мшанок, так как они отклоняются в сторону течения, и таким образом, оказываются в меньшей степени засыпанными взвесью. Возможно, и скорость их роста превышает скорость осадконакопления.

Также, здесь обнаружены крупные колонии кустистой мшанки *Eucratea loricata* (Linnaeus, 1758), которая известна как характерный обрастатель, предпочитающий селиться на гидротехнических сооружениях. Нахождение этого вида на мелководьях и в кутовых частях заливов вполне может объясняться наличием в этом районе антропогенных конструкций. Кроме того, оторванные штормом от субстрата колонии часто плавают на поверхности воды, где могут быть захвачены орудием отбора проб.

Максимальное обилие видов (22 вида), а также высокая биомасса (11.36 г/м²) зафиксированы напротив устья Хорнсунн-фьорда, в мористой части с нормальной мор-

ской соленостью на глубине 112 м на мягких смешанных илисто-песчаных с примесью камней грунтах (ст. 25/08) в сообществе корковых мшанок и древовидных форм с прочным известковым скелетом (табл.). Развитие здесь древовидных, сильно обызвествленных видов из родов *Celleropora* и *Myriopora*, а также *Ragionula rosacea* (Busk, 1856), вероятно, объясняется благоприятными гидрохимическими условиями в данном районе, а именно стабильно высокой соленостью атлантической воды (34.9 ‰, по данным экспедиции). Высокое видовое богатство мшанок в этом районе также связано с большим количеством твердого субстрата и низким уровнем осадконакопления. Данная закономерность – чем грубее состав грунта, тем выше разнообразие мшанок – подтверждается и другими литературными данными (Görllich et al, 1987). Обилие представителей корковых видов мшанок, лучше противостоящих течениям (15 видов), может объясняться повышенной гидродинамикой.

Л и т е р а т у р а

Любин П.А., Павлова Л.В. Особенности распределения раковинных брюхоногих моллюсков (Mollusca, Gastropoda) в заливе Хорнсунн, о. Западный Шпицберген // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Вып.5. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2005. С. 423–430.

Максимович Н.В., Погребов В.Б. Анализ количественных гидробиологических материалов: Учеб. пособие. Л.: Изд. Ленингр. ун-та, 1986. 97 с.

Митяев М.В., Герасимова М.В. Фациальная изменчивость современных донных отложений в заливе Хорнсунн (Западный Шпицберген) // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Вып. 3. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2003. С. 99–108.

Руководство по гидробиологическим работам в океанах и морях. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 286 с.

Фролова Е.А., Гарбуль Е.А., Гудимов А.В., Фролов А.А. Донные биоценозы залива Грен-фьорд (Западный Шпицберген) // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Вып.5. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2005. С. 480–499.

Фролова Е.А., Дикаева Д.Р., Любина О.С., Фролов А.А., Гарбуль Е.А., Артюх О.Л., Ахметчина О.Ю., Павлова Л.В. Состав и распределение бентоса залива Хорнсунн (Западный Шпицберген) // Природа шельфа и архипелагов европейской Арктики. Вып. 8. Материалы международной конференции (Мурманск, 9–11 ноября 2008 г). М.: ГЕОС, 2008. С. 363–366.

Bak R.P.M., Engel M.S. Distribution, abundance and survival of juvenile hermatypic corals (Scleractinia) and the importance of life history strategies in the parent coral community // Mar. Biol. V. 54. 1979. P. 341–352.

Barnes D.K.A., Kuklinski P. High polar spatial competition: extreme hierarchies at extreme latitude // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2003. Vol. 259. P. 17–28.

Barnes D.K.A., Kuklinski P. Variability of competition at 101, 103, 105, and 106m scales: encrusting Arctic community patterns // Mar. Biol. 2004. Vol. 145. P. 351–372.

Barnes D.K.A., Kuklinski P. Low colonisation on artificial substrata in arctic Spitsbergen // Polar Biol. 2005. Vol. 29. P. 65–69.

Carlsen B.P., Johnsen G., Berge J., Kuklinski P. Biodiversity patterns of macro-epifauna on different lamina parts of *Laminaria digitata* and *Saccharina latissima* collected during spring and summer 2004 in Kongsfjorden, Svalbard // *Polar Biol.* 2007. Vol. 30. P. 939–943.

Elverhoi A., Lønne O., Seland R. Glaciomarine sedimentation in a modern fjord environment, Spitsbergen // *Polish Polar Res.* 1983. Vol. 1. P. 127–149.

Görlich K., Weslawski J.M., Zajaczkowski M. Suspension settling effect on macrobenthos biomass distribution in the Hornsund fjord, Spitsbergen // *Polish Polar Res.* 1987. Vol. 5. P. 175–192.

Gulliksen B., Palerud R., Brattegaard T., Sneli J. Distribution of marine benthic macroorganisms at Svalbard (including Bear Island) and Jan Mayen // Research report for DN 1999. Vol. 4. Directorate for Nature Management, Trondheim. 1999. 148 p.

Hald M., Korsun S. Distribution of modern benthic foraminifera from fjord of Svalbard, European Arctic // *J. Foraminiferal Res.* 1997. Vol. 27(2). P. 101–122.

Kuklinski P. Bryozoa of the high arctic fjord – a preliminary study // Wyse Jackson P., Buttler C., Spencer Jones M. (eds) *Bryozoan studies 2001.* Balkema: Abingdon, 2001. P. 175–182.

Kuklinski P. Fauna of Bryozoa from Kongsfjorden, West Spitsbergen // *Polish Polar Res.* 2002. Vol. 23. P. 193–206.

Kuklinski P., Barnes D.K.A. Microhabitat diversity of Svalbard Bryozoa // *J. Nat. Hist.* 2005. Vol.39. P. 539–554.

Kuklinski P., Gulliksen B., Lønne O.J., Weslawski J.M. Composition of bryozoan assemblages related to depth in Svalbard fjords and sounds // *Polar Biol.* 2005. Vol. 28. P. 619–630.

Kuklinski P., Gulliksen B., Lønne O.J., Weslawski J.M. Substratum as a structuring influence on assemblages of Arctic bryozoans // *Polar Biol.* 2006. Vol. 29. P. 652–661.

Kuklinski P., Barnes D.K.A. Structure of intertidal and subtidal assemblages in Arctic vs temperate boulder shores // *Polish Polar Res.* V.29(3). 2008. P. 203–218.

Saloranta T.M., Svendsen H. Across the Arctic front west of Spitsbergen: high-resolution CTD sections from 1998 to 2000 // *Polish Polar Res.* 2001. Vol. 20. P. 177–184.

Swerpel S. The Hornsund fjord: water masses // *Polish Polar Res.* 1985. Vol. 6. P. 475–496.

Young C.M., Chia F-S. An experimental test of shadow response function in ascidian tadpoles // *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 1984. Vol. 85. P. 165–175.

Weslawski J.M., Zajaczkowski M., Kwasniewski S., Jezierski J., Moskal W. Seasonality in an Arctic fjord ecosystem: Hornsund, Spitsbergen // *Polish Polar Res.* 1988. Vol. 6. P. 185–189.

Weslawski J.M., Kwasniewski S., Stempniewicz L., Blachowiak-Samolyk K. Biodiversity and energy transfer to top trophic levels in two contrasting Arctic fjords // *Polish Polar Res.* 2006. Vol. 27. P. 256–278.

Palerud R., Gulliksen B., Brattegard T., Sneli J-A., Vader W. The marine macroorganisms in Svalbard waters. P. 5–56.

Winston J.E. Distribution and ecology of estuarine ectoprocts: a critical review // Chesapeake Science. 1977. Vol. 18. P. 34–57.

Włodarska-Kowalczyk M., Kuklinski P., Ronowicz M., Legezynska J., Gromisz S. Assessing species richness of macrofauna associated with macroalgae in Arctic kelp forests (Hornsund, Svalbard) // Polar Biol. 2009. Vol. 32. P. 897–905.

СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АВИФАУНЫ БАРЕНЦЕВА И КАРСКОГО МОРЕЙ В ЗИМНЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД 2013 ГОДА ПО ДАННЫМ СУДОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Ю.А. Баданин

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

e-mail: badanin@mmbi.info

Введение

С 1996 года специалистами ММБИ проводятся регулярные орнитологические наблюдения с борта транспортных и ледокольных судов на акваториях Баренцева и Карского морей. За прошедший период удалось получить обширный комплекс информации, характеризующей видовой и возрастной состав авифауны указанных бассейнов и ее сезонную и межгодовую динамику. Было установлено, что в качественном и количественном отношении наиболее богата авифауна Баренцева моря. На видовой состав и характер распределения птиц заметное влияние оказывает наличие ледового покрова, особенно мощного в конце зимы – начале весны. Здесь, за исключением его юго-восточной части (Печорское море), встречаются, преимущественно, представители трубконосых, чайковых и чистиковых. Состав орнитофауны заметно меняется в различных районах Баренцева моря (Труднодоступная Арктика..., 2005). В центральной части акватории авифауна состоит из типично морских колониальных видов птиц: глупыша (*Fulmarus glacialis*), толстоклювой кайры (*Uria lomvia*), моевки (*Rissa tridactyla*) (Биология и океанография..., 2007). Основу в северной части моря составляют люрик (*Alle alle*) и глупыш. Нередко встречается здесь и моевка (Птицы северных..., 2013). Печорское море, через которое проходит основное русло Восточно-Атлантического пролетного пути, обогащает авифауну Баренцева моря несколькими видами морских уток: обыкновенная гага (*Somateria mollissima*), гага-гребенушка (*Somateria spectabilis*), стеллерова гага (*Polysticta stelleri*), морянка (*Clangula hyemalis*), синьга (*Melanitta nigra*) и турпан (*Melanitta fusca*). В разводьях и полыньях у северо-западной оконечности Новой Земли наблюдается концентрация белых чаек (*Pagophila eburnean*) (Труднодоступная Арктика..., 2005).

Видовой состав и численность морских птиц в Карском море зимой весьма ограничены, в полыньях и разводьях встречаются лишь отдельные особи и небольшие группы птиц. За весь период наблюдений были отмечены только восемь видов морских птиц: бургомистр (*Larus hyperboreus*), глупыш, моевка, чистик (*Cephus grylle*), толстоклювая кайра, обыкновенная и стеллерова гаги, морянка. В весенний и осенний периоды над акваторией Карского моря совершают сезонные миграции сотни тысяч морских уток западносибирских популяций: синьга, гаги-гребенушки и морянки (Биология и океанография..., 2007).

Целью данной работы является продолжение изучения орнитофауны Баренцева и Карского морей. Цель работы определила задачи: оценка видового состава, распределения и численности птиц указанных бассейнов по данным судовых наблюдений в зимне-весенний период 2013 г.

Материал и методы

Наблюдения проведены на д/э «Мончегорск» с 30 января по 16 марта и д/э «Талнах» с 26 апреля по 19 мая. Общая протяженность 27 выполненных трансект составила 4667 км (2464 км в Баренцевом море и 2203 км в Карском море). Из 4667 км общего маршрута 1333 км отработано по чистой воде и 3334 км – во льдах (рис. 1).

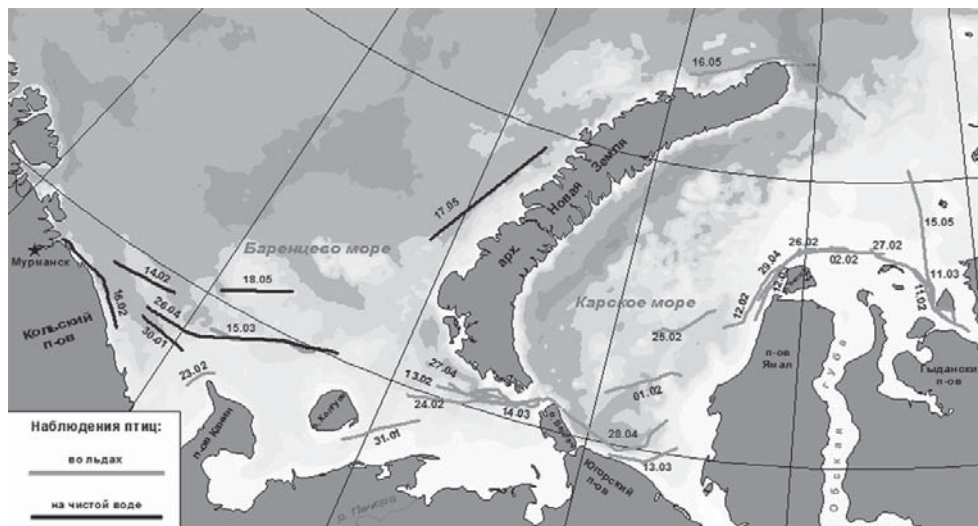


Рис. 1. Расположение трансект наблюдений морских и водоплавающих птиц в зимне-весенний период 2013 г.

Учет проводился двумя методами – с пересчетом количества встреч на площадь (экз/1 км²) (Gould, Forsell, 1989) и пересчетом показателей на 100 км маршрута. В зимний период (февраль-март), в ситуациях крайней малочисленности птиц, проводилась простая регистрация встреч птиц (показатель учета - экз/100 км маршрута). Таким же образом подсчитывались птицы весной в разводяях, где пересчет на площадь акватории затруднителен.

Учет по методу Gould, Forsell (1989) основан на, по возможности, быстром (примерно 10-15 сек.) подсчете птиц (летающих и сидящих на воде) в секторе 300x300 м впереди по курсу. При этом первоочередное внимание уделяется летающим особям. После этого, по мере прохождения сектора, акватория в его границах осматривается еще раз с целью выявления недоучтенных птиц. После окончания сектора проводится учет в следующем секторе и т.д. Непрерывную серию таких учетов продолжают в

течение доступного для наблюдения периода суток. Осмотр акватории проводится невооруженным глазом, 16-кратный бинокль используется лишь для уточнения вида птицы. Птиц, сопровождавших судно, учитывали лишь при первом их появлении. Данная методика была использована в весенний период – 17 и 18 мая.

Результаты

За период наблюдений зарегистрировано 13 видов морских и водоплавающих птиц. По количеству видов доминировали чайковые – 5 видов, по 3 вида отмечено у представителей чистиковых и утиных, по 1 виду – олушевые и буревестниковые. Данные по видовому составу и относительной численности птиц на линейных (экз./100 км маршрута) трансектах в зимне-весенний период 2013 г представлены в таблицах 1-2.

Т а б л и ц а 1

Видовой состав и относительная численность птиц (экз./100 км маршрута) на линейных трансектах в Баренцевом и Карском морях в зимний период 2013 г.

Вид	31.01	01.02	12.02	13.02	16.02	23.02	24.02	14.03	15.03
Северная олуша <i>Morus bassanus</i>	-	-	-	-	3.00	-	-	-	-
Глупыш <i>Fulmarus glacialis</i>	-	-	-	0.43	-	-	-	-	-
Обыкновенная гага <i>Somateria mollissima</i>	20.00	-	-	3.00	3.00	-	-	-	-
Морянка <i>Clangula hyemalis</i>	-	-	-	0.86	-	-	-	-	-
Серебристая чайка <i>Larus argentatus</i>	-	-	-	-	15.00	-	-	-	-
Бургомистр <i>Larus hyperboreus</i>	-	-	-	3.87	9.20	16.00	8.20	-	21.00
Морская чайка <i>Larus marinus</i>	-	-	-	-	2.40	-	-	-	-
Моевка <i>Rissa tridactyla</i>	-	-	-	-	9.20	1.80	1.00	-	-
Белая чайка <i>Pagophila eburnean</i>	-	-	-	2.10	-	5.20	3.80	-	6.10
Толстоклювая кайра <i>Uria lomvia</i>	-	-	-	2.58	8.00	1.80	8.20	221.00	14.00
Чистик <i>Cerphus grylle</i>	-	3.90	0.80	2.58	-	-	-	-	-

Т а б л и ц а 2

Видовой состав и относительная численность птиц (экз./100 км маршрута) на линейных трансектах в Баренцевом и Карском морях в весенний период 2013 г.

Вид	26.04	27.04	28.04	29.04	15.05	16.05
Обыкновенная гага <i>Somateria mollissima</i>	-	-	-	310.00	-	-
Гага-гребенушка <i>Somateria spectabilis</i>	-	-	-	53.50	49.00	-
Бургомистр <i>Larus hyperboreus</i>	3.50	2.60	10.00	5.00	2.10	1.97
Моевка <i>Rissa tridactyla</i>	18.60	21.00	0.74	-	-	4.10
Белая чайка <i>Pagophila eburnean</i>	-	-	-	-	-	1.70
Толстоклювая кайра <i>Uria lomvia</i>	106.00	120.00	-	-	-	123.00
Чистик <i>Cerphus grylle</i>	-	-	-	-	-	12.20
Люрик <i>Alle alle</i>	-	-	-	-	-	160.00
Морянка <i>Clangula hyemalis</i>	-	-	-	5.30	1.10	-

Видовой состав и плотность распределения птиц на площадных трансектах (экз./км²) весной 2013 г представлены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

Видовой состав и плотность распределения птиц на площадных трансектах в Баренцевом море (экз./км²) весной 2013 г.

Вид	17.05	18.05
Глупыш <i>Fulmarus glacialis</i>	0.62	1.90
Моевка <i>Rissa tridactyla</i>	1.83	0.47
Бургомистр <i>Larus hyperboreus</i>	0.03	-
Толстоклювая кайра <i>Uria lomvia</i>	30.80	1.30
Морянка <i>Clangula hyemalis</i>	-	1.18

Обсуждение

За время наблюдений в зимний период 2013 г было зарегистрировано 11 видов птиц. Основу орнитофауны составили толстоклювые кайры и бургомистр. Численность других птиц была значительно ниже (рис. 2).

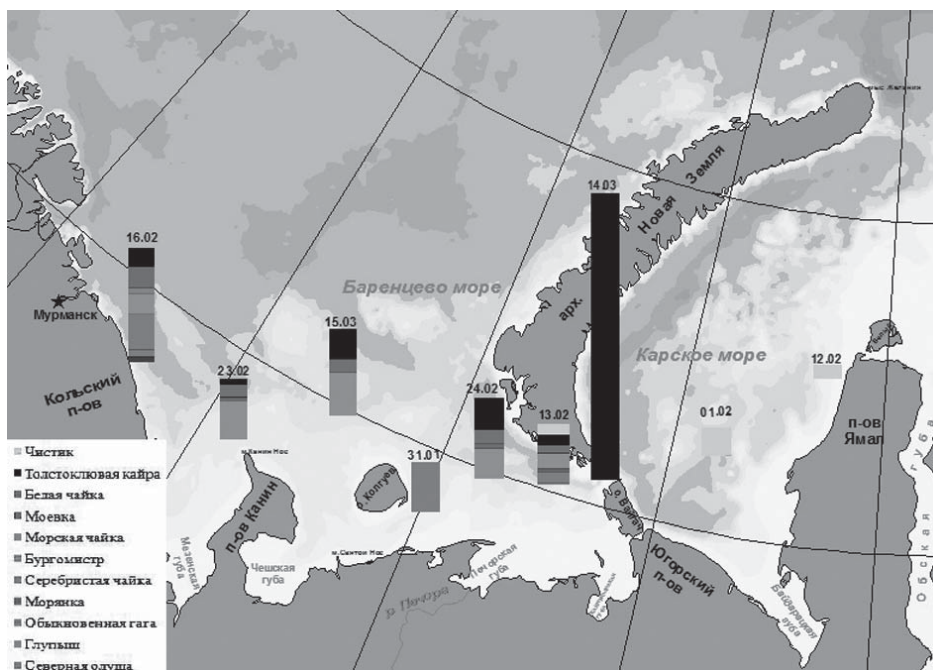


Рис. 2. Видовой состав и относительная численность (экз./100 км маршрута) птиц в Баренцевом и Карском морях в зимний период 2013 г.

Наибольшая численность толстоклювых кайр наблюдалась в районе пролива Карские ворота. Птицы держались в разводьях льда небольшими группами (5-20 особей), но встречались и одиночные особи. Максимальное количество особей в группе – 80. Согласно данным литературы, в середине зимы 2011 г зимовка кайр также была отмечена южнее архипелага Новая Земля. Здесь на отдельных участках акватории, прилегающей к кромке льда плотность распределения толстоклювых кайр достигла 60 экз/км² (Птицы северных..., 2013). Крупные скопления встречаются и восточнее - в прибрежье Мурмана. В конце января 2000 г плотность распределения кайр в этом районе по маршруту движения судна варьировала от 0.3 до 20 экз/км² (Птицы северных..., 2013).

Общую численность кайр (главным образом, толстоклювых) с борта морских судов определить весьма затруднительно. Предположительно, общее количество зимующих в юго-восточной части моря кайр может составлять от несколько тысяч до нескольких десятков тысяч особей.

Ранее предполагалось наличие крупных зимовок морских уток западно-сибирских популяций в стационарных полыньях Печорского моря. Наблюдения с борта ледоколов,двигающихся по трассе Севморпути через акватории стационарных полыней, позволили опровергнуть это предположение. Регулярное появление зимой небольших групп морских уток в разводьях Печорского моря свидетельствует в пользу предположения о наличии их массовой зимовки в полыньях у западного побережья Новой Земли. Из этого района они могут периодически вытесняться льдами на акваторию Печорского моря (Птицы северных..., 2013). Встреченные немногочисленные особи обыкновенной гаги (31.01.2013) и морянки (13.02.2013) в разводьях Печорского моря подтвердили данное предположение.

Авифауна Карского моря в зимний период представлена, в основном, чистиком, спорадически встречающимся здесь на зимовке при очень низкой численности.

За время наблюдений в весенний период 2013 г было зарегистрировано 10 видов птиц. Наиболее многочисленными видами морских колониальных птиц были люрик и толстоклювая кайра. Кайры отмечались как в районе зимовки (юго-восток Баренцева моря, 26 апреля), так и в восточной части моря, прилегающей к побережью Новой Земли (16-17 мая), вплоть до мыса Желания. В ледовых разводьях северо-восточной части моря (16 мая) вместе с кайрами встречались люрики и чистики. Особенно многочисленными были люрики, летевшие стаями до 100 особей.

Подобные скопления чистиковых птиц в восточной части Баренцева моря образованы, скорее всего, как птицами, прилетевшими с зимовок в Северной Атлантике и Норвежском море (толстоклювая кайра, люрик, чистик), так и зимовавшими в юго-восточной части Баренцева моря (толстоклювая кайра).

Прочие морские птицы на всех участках отмечались одиночно или незначительными по размерам группами при еще типично «зимней» численности (рис. 3).

В Карском море в весенний период обследовалась южная часть – прибрежные районы, а также участок м. Диксон - м. Желания. Открытая в период проведения весенней экспедиции заприпайная Ямальская полынья позволила проложить маршрут в непосредственной близости к полуострову, благодаря чему были отмечены крупные скопления гаг, которые, по-видимому, на весеннем пролете передвигаются очень

близко к материку. Стаи обыкновенной гаги (до 870 особей) отмечены вблизи о. Белый 29 апреля (координаты: 72°53'86 N, 68°36'69 E). Гага-гребенушка была сравнительно малочисленна: 208 особей у о. Белый 29 апреля и 49 особей вблизи устья Енисейского залива 15 мая. Маршруты предыдущих экспедиций, в основном, пролегли севернее, поэтому в ходе неоднократных посещений этой части Карского моря в мае прошлых лет пролет гаг не отмечался. Морянка встречена в этом районе дважды – 15 и 3 особи в обеих точках, соответственно.



Рис. 3. Видовой состав, относительная численность (экз./100 км маршрута), плотность распределения (17.05 и 18.05) (экз/км²) птиц в Баренцевом и Карском морях весной 2013 г.

Даты и маршруты перемещений пролетных скоплений уток в южной части Карского моря недостаточно хорошо изучены. Так, 21 мая 2012 г в районе Обь-Енисейского мелководья гаги не отмечались, а массовым пролетным видом была морянка (в среднем, 1288 экз/100 км). Многочисленным был также средний поморник – 49 экз./100 км, совершенно не отмечавшиеся в 2013 г (Горяев, Кузнецов, 2012).

На отрезке маршрута м. Диксон - м. Желания птицы не отмечены.

Выводы

В восточной части Баренцева моря в зимний период плотность распределения птиц большинства видов очень низкая (в сравнении с летом). Исключение составляют

толстоклювые кайры, которые могут образовывать в южной и юго-восточной частях крупные зимовальные скопления (частота встречаемости, в среднем, 6. 9 экз/100 км).

В весенний период основу фауны птиц этой области также составляют чистиковые, численность которых многократно возрастает в апреле-мае – кайры (в среднем 113 экз/100 км), люрики (160 экз/100 км), чистики (12, 2 экз/100 км). Особенно высока их численность в разреженных прикромочных льдах.

Авифауна Карского моря в зимний период представлена, в основном, чистиком, sporadически встречающимся здесь на зимовке при очень низкой численности. В весенний период основу авифауны составляют мигрирующие к местам гнездования виды. Основную массу птиц составляют утки западно-сибирских популяций,двигающиеся вблизи берега, над разреженными льдами заприпайных полыней (обыкновенная гага, гага-гребенушка, морянка), а также поморники и другие виды. Частота их встречаемости может составлять 300-1300 экз/100 км. Вероятно, подобный пролет проходит и в прибрежных районах юго-восточной части Баренцева моря, которые не были обследованы.

Определить соответствующую плотность распределения отмеченных птиц не позволила кратковременность и однократность учета. Учитывая крупный размер скоплений чистиковых птиц в Баренцевом море и уток – в Карском, локальная плотность всех видов может достигать, предположительно, около 1000 особей на 1 км².

Все отмеченные в зимне-весенний период концентрации птиц (пролетные в Карском море, зимовальные и пролетные – в южной и северо-восточной части Баренцева моря) приурочены к районам предполагаемых или уже существующих разработок и транспортировки углеводородов и, следовательно, требуют постоянного мониторинга.

Л и т е р а т у р а

Биология и океанография Северного морского пути: Баренцево и Карское моря / [Отв. ред. Г.Г. Матишов]; Мурман. мор. биол. ин-т КНЦ РАН. 2-е изд. перераб. и доп. М. : Наука, 2007. 323 с.

Горяев Ю.И., Кузнецов А.В. Отчет по экспедиции на д/э «Заполярный» в Баренцевом и Карском морях в период 4 по 25 мая 2012 г. 2012. 36 с.

Птицы северных и южных морей России: фауна, экология / [Отв. ред. П.Р. Макаревич]; Мурман. мор. биол. ин-т КНЦ РАН. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2013. 294 с.

Труднодоступная Арктика: 10 лет биоокеанологических исследований на атомных ледоколах / Г.Г. Матишов, П.Р. Макаревич, Ю.И. Горяев и др. Мурманск: Изд. ММБИ КНЦ РАН, 2005. 150 с.

Gould P.J., Forsell D.J. Techniques for shipboard surveys of marine birds // Fish and Wildlife Technical Rep. Washington, 1989. Vol. 25. Vol. 25. 22 p.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНЫХ ОРГАНОВ ФУКУСОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Е.А. Брокарева

Мурманский государственный гуманитарный университет, г. Мурманск, Россия

e-mail: shiperova.ewgenia@yandex.ru

Морские макрофиты - группа фотосинтезирующих растений, значение которых трудно переоценить для морских экосистем и для биосферы в целом. Являясь первичными продуцентами прибрежной линии моря, они не только обеспечивают обитающую здесь фауну органическим материалом, но и совместно с эпифитами образуют многоярусный каркас зарослей – главный формирующий компонент биоценоза морских экосистем шельфа.

Вопросы, связанные с физиологией, морфологией вегетативных тканей, биогеографией фукусовых водорослей изучены достаточно подробно, однако, сведения о репродукции немногочисленны и имеют лишь для нескольких видов.

Основное внимание исследователей уделялось жизненному циклу, а точнее смене форм развития у фукусовых водорослей (Fritsch, 1945; Толстикова, 1980). Изучены вопросы расположения органов полового размножения, их морфологические особенности, определены механизмы оплодотворения (Петров, 1977).

Был проведен ряд работ по изучению механизмов закладки органов размножения, и предприняты попытки гистологического описания концептакулов у *Fucus vesiculosus* и *Cystoseira crassipes* (Ковалевская, 1987, Петров, 1977). Обнаружено, что выстилающий слой концептакулов развивается из одной клетки, называемой инициальной клеткой концептакула. Непосредственное влияние на нее оказывает апикальная клетка, которая регулирует закладку полости концептакула и последующее развитие из его выстилающего слоя клеток овогониев и антеридиев. Однако до настоящего времени не получены сведения поэтапного морфологического развития органов размножения в течение одного годового цикла.

Целью нашего исследования явилось изучение особенностей морфологии репродуктивных органов у литоральных водорослей *F. vesiculosus* и *Ascophyllum nodosum* (*Phaeophyta*).

Материал и методы

Сбор материала осуществлялся круглый год на литорали в губах Зеленецкая (Дальний пляж и мыс Пробный) и бухте Прибойная, а также в районе п. Абрам-мыса и п. Териберка.

Для анализа отбирали фертильные 4-5-летние водоросли *F. vesiculosus* и *Ascophyllum nodosum*.

Возраст определяли по методике Максимовой О.В. (1980), которая предложила рассчитывать его по числу дихотомических ветвлений по формулам $y = (x+1)/2$ (если растение не образовало дихотомии в первый год жизни) или $y = x/2$ (если растение

дало одно разветвление в первый год), где y – возраст растения (в годах), x – количество дихотомических ветвлений. Считается, что *F. vesiculosus* на первом году жизни дихотомии не образует или у него может формироваться одно разветвление, у растений старше одного года за год образуется два дихотомических ветвления (Кузнецов, 1960; Максимова, 1980).

Для гистологических и цитологических исследований отбирали высечки рецептакулов *F. serratus* и *A. nodosum*. Предварительно на срезах рецептакулов определяли пол растений. Участки талломов фукусовых и ламинариевых водорослей фиксировали 2.5% глютаровым альдегидом, приготовленном на 0.1 μ фосфатном буфере pH – 7.2-7.4, тоничностью 1300 мосм. Постфиксация проводилась 1% раствором OsO_4 , приготовленном на 0.1 μ фосфатном буфере, pH которого составляла 7.3. Обезвоживание тканей водорослей осуществляли в спиртах восходящей концентрации от 30° до 96°, в смеси спирт-ацетон, в абсолютном ацетоне (Воскобойников, Титлянов, 1978). Материал заливали в смесь аралдита и эпона.

Полутонкие (1-2 μ км) и ультратонкие (20-30 нм) срезы получали стеклянными ножами на ультрамикротоме Reichert UM-2. После окраски толуидиновым или метиленовым синим полутонкие срезы заключали в канадский бальзам, постоянные препараты исследовали на световом микроскопе Carl Zeiss (увеличение 7x25; 7x40; 7x100).

Для получения фотоснимков с полутонких срезов использовались микроскоп ЕС БИММ Р-11-1; цветная цифровая видеокамера JVC ТК-С1381; микрофотонасадка МФН 11; компьютер ТХ 233 ММх; программное обеспечение «ВидеоТест-Альбом».

При анализе фотоснимков учитывались следующие параметры: ширина корового и промежуточного слоя рецептакула, количество слоев и ширина клеток, окружающих концептакул, диаметр концептакула, размеры оогониев (рис. 1).

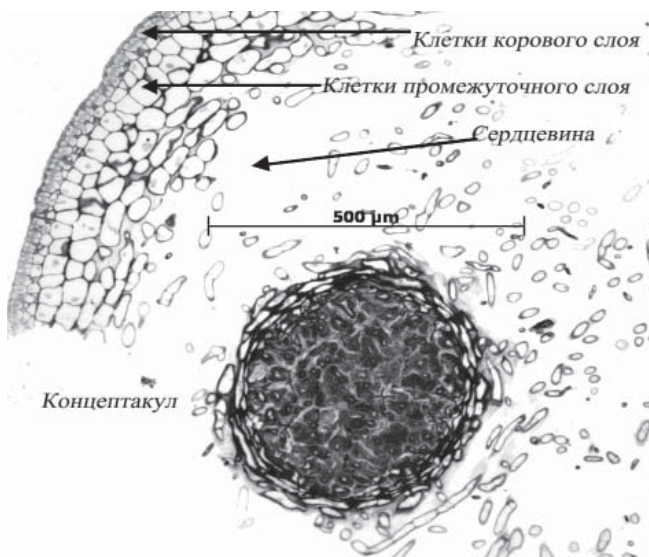


Рис. 1. Схема строения рецептакула *F. vesiculosus*.

Результаты

Массовая закладка рецептакулов у фукуса пузырчатого на восточном побережье Баренцева моря начинается в период полярной ночи, в декабре. В апикальной части таллома отмечаются единичные центры формирования отдельных концептакулов, в этот период определить пол растения невозможно.

На поперечном срезе рецептакула на этой стадии формирования выявляется коровой слой, промежуточный слой и непосредственно концептакул (рис.2).

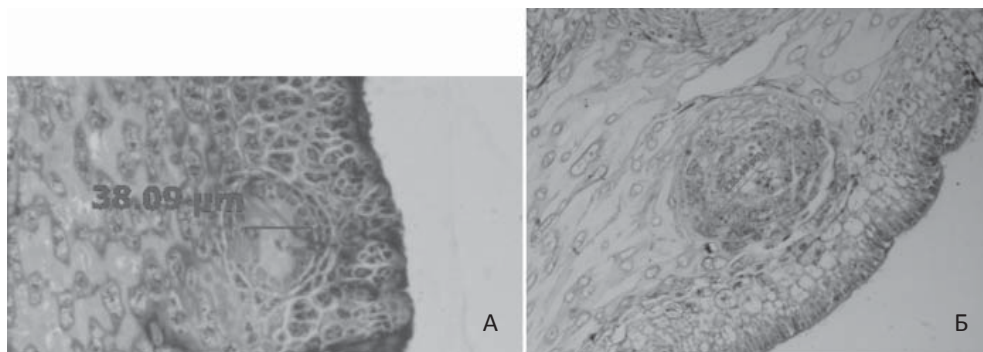


Рис. 2 (А, Б). Поперечный срез рецептакула *F. vesiculosus* в декабре.

Коровый слой представлен 1 рядом продолговатых структурированных, плотно окрашенных клеток, толщиной 19.4 мкм. Промежуточный слой, в исследуемых образцах толщиной до 30 мкм, представлен слабо окрашенными, вакуолизированными овальными клетками. Концептакул в начале декабря полый внутри, его стенки окружают продолговатые клетки, имеющие строение, сходное с гифообразными клетками. Диаметр полости – 38 мкм (рис. 2, А).

На препаратах проб, отобранных в конце декабря, полость концептакула уже заполнена плотным содержимым: клетками, из которых впоследствии будут формироваться половые продукты. В данный период происходит значительный рост концептакула в диаметре до 136.5 мкм, а также его значительное погружение в глубину рецептакула за счет увеличения толщины промежуточного слоя до 51 мкм (рис.2, Б).

Период развития органов размножения у *F. vesiculosus* до мая месяца характеризуется интенсивным разрастанием полости концептакула, формированием оогониев и антеридиев (рис. 3 А – антеридии, Б – оогонии). Коровой слой рецептакула в это время представлен также одним слоем клеток, его толщина увеличивается до 24-25 мкм.

Расположенный ниже промежуточный слой состоит из 5-6 рядов вытянутых клеток, в совокупности толщиной до 60 мкм. Гифообразные клетки сердцевины также участвуют в образовании стенок концептакула, увеличивая их толщину до 24 мкм. Диаметр полости концептакула к этому времени значительно увеличивается до 368 мкм с мужскими половыми продуктами и до 309 мкм с женскими (рис 3, Б).

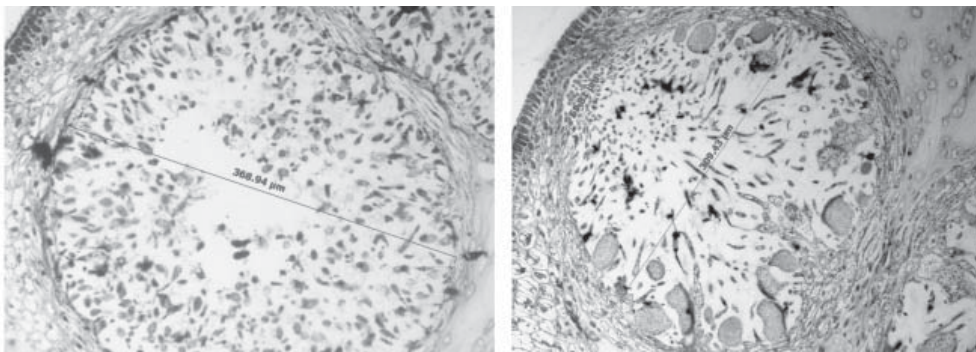


Рис.3 (А, Б). Поперечный срез рецептакула *F. vesiculosus* в мае (увел: x280)

Созревание рецептакулов у *F. vesiculosus* и у *A. nodosum* происходит в конце июня – начале июля. Данный период характеризуется ростом антеридиев и оогониев (рис. 4, А, Б), а также значительным увеличением последних в размере. Так средний размер оогониев в данный период увеличивается, в среднем, от 24.5 до 37 мкм.

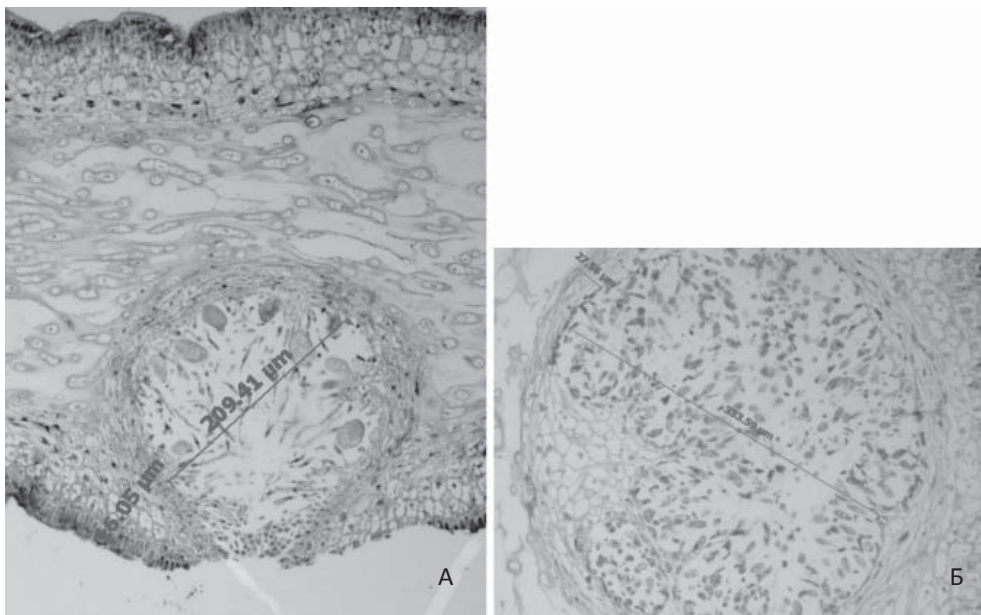


Рис.4. Поперечный срез рецептакула *F. vesiculosus* (А) и *A. nodosum* (Б) в июле

Средняя толщина корового слоя у *F. vesiculosus* постепенно уменьшается до первоначальных значений в 15-16 мкм. Также уменьшается и толщина промежуточного слоя до 27-29 мкм. Начинается процесс образования поры для последующего выхода продуктов полового размножения – антеридиев и оогониев (рис. 4, А).

У *A. nodosum* таких преобразований не отмечено, однако общая тенденция к увеличению диаметра концептакула и накоплению половых продуктов также имеет место (рис. 4, Б).

В августе отмечен активный выход половых продуктов из концептакулов через пору у *F. vesiculosus* и путем полного разрушения слоев (корового и промежуточного) рецептакула у *A. nodosum* (рис. 5, А).

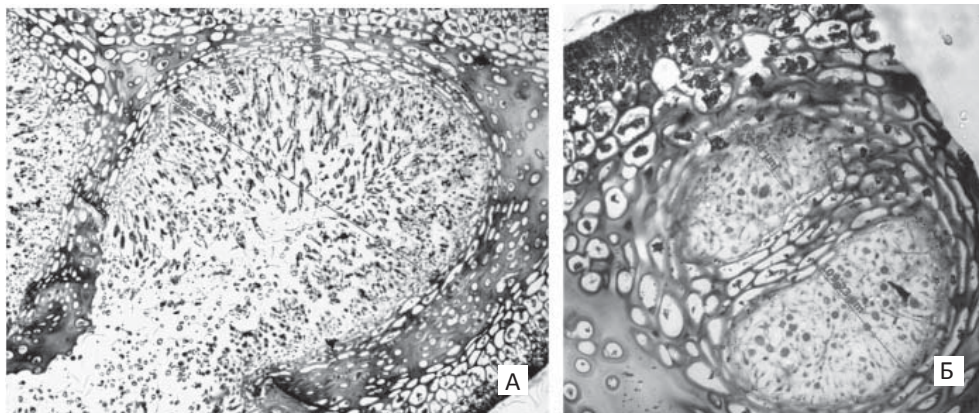


Рис. 5. Поперечный срез рецептакула *A. nodosum* в августе (увел: x280).

Необходимо отметить происходящее сокращение концептакулов в диаметре до 120 мкм в среднем, посредством разрастания стенок гифообразных клеток, а также увеличение толщины корового слоя до 30 мкм (Рис.5, Б).

Возможно, что данный процесс является защитной реакцией на изменение температуры, а также способствует сохранению жизнеспособности продуктов полового размножения при их переносе в толще воды.

В конце октября и ноябре рецептакулы на растениях отсутствуют.

Изменение структуры женских рецептакулов в процессе их развития представлено в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Характеристика женских рецептакулов *F. vesiculosus*

Время сбора	Толщина корового слоя (мкм)	Количество рядов промежуточного слоя	Толщина промежуточного слоя (мкм)	Толщина стенки концептакула (мкм)	Диаметр концептакула (мкм)	Содержимое концептакула	Количество оогониев
Декабрь	28.3	4	132.8	10.2	93.7	Плотное	Нет
Январь	34.6	5	148.4	11.7	127	Плотное	Нет
Июнь	36.7	5	152.7	40	789.9	Плотное	2-8
Август	41.5	5-6	197.1	41.4	1103.5	Плотное	Более 10
Сентябрь	51.6	4-5	186.9	43	954.5	Не плотное	нет

Обсуждение

Согласно данным В.В. Кузнецова (1960, 1962), Е.В. Шошиной (2003) развитие и созревание рецептакул у фукоидов в Баренцевом и Белом морях идет в течение длительного периода – от 5 до 12 месяцев. Однако, эти авторы отмечают, что закладка рецептакулов у *F. vesiculosus* начинается в октябре, а в январе завершается их развитие, и формируются гаметангии, массовый выход гамет в июне, рецептакулы могут встречаться на растениях до августа – сентября. По нашим данным, на побережье Восточного Мурмана закладка рецептакулов происходит в период полярной ночи – декабрь, к марту завершается их развитие и формируются гаметангии, половая зрелость достигается к июню, массовый выход гамет в июле - августе, рецептакулы могут встречаться на растениях до сентября. В районе Западного Мурмана рецептакулы сохраняются до начала октября. В зависимости от места произрастания сроки созревания могут изменяться.

Ранее (Петров, 1974) было показано, что морфофизиологические характеристики фукусов в значительной мере зависят от интенсивности движения воды. Турбулентное движение воды обеспечивает поглощение водорослями биогенных элементов и усиление ассимиляции в 2 раза. Турбулентная диффузия является главным процессом, определяющим перенос солей и газов в горизонтальном и особенно в вертикальном направлениях. Движение воды способствует увеличению размеров слоевищ водорослей, повышению содержания в них белковых и других веществ, более высокому темпу размножения.

При изучении ростовых процессов у *F. vesiculosus* Белого моря выявлено, что волновая гидродинамика и скорость течения оказывают влияние на эти параметры (Терехова, 1972). Причем, как показал автор, с нарастанием степени прибойности и увеличением скорости течения в проливах интенсивность роста у фукусовых водорослей увеличивается. Вместе с тем, изменяется внутреннее строение: в сильно прибойных местах отмечается большее число клеток за счет снижения их размеров, увеличивается количество слоев клеток.

Результаты наших исследований показывают, что в зависимости от места произрастания изменяются средние размеры оогониев в рецептакулах. У растений, произрастающих в районе мыса Пробного, отмечаются наибольшие размеры оогониев. У растений, произрастающих в крайних условиях по интенсивности движения воды, размеры оогониев сходны и достоверно не различаются (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Факторы, влияющие на размеры оогониев

Место произрастания	Степень прибойности	Соленость, ‰	Площадь оогониев (мкм ²)
Прибойная	1	32	688.4*10 ⁻³
Пробный	2	32	905.0*10 ⁻³
Дальний пляж	3-4	25-32	611.5*10 ⁻³

Анализ площади оогониев показал, что на мысе Пробный распределение размерных классов наиболее близко к нормальному, теоретически рассчитанному.

В условиях открытого побережья высокая интенсивность движения воды подавляет развитие оогониев (замедляет сроки созревания, вызывает формирование более мелких оогониев). В кутовых участках обычно интенсивность движения воды незначительна (4-5), однако отмечается присутствие рек, ручьев, которые вызывают понижение солености воды. На этих участках развитие рецептакулов подавляется снижением солености.

На участке со степенью прибойности 2 отсутствует опреснение. Возможно, здесь создаются наиболее благоприятные условия для процессов развития рецептакулов, о чем свидетельствуют более крупные размеры оогониев.

Подводя итоги проведенному исследованию, необходимо сделать следующие выводы.

Закладка репродуктивных органов у фукуса пузырчатого, произрастающего на литорали Восточного Мурмана, происходит в декабре (период полярной ночи). В апреле – мае завершается их развитие и формируются гаметангии, массовый выход гамет в июле – августе.

Соленость и интенсивность движения воды ИДВ влияют на развитие рецептакулов. В условиях низкой ИДВ и пониженной солености (25-30‰) размеры оогониев уменьшаются. Высокая ИДВ также снижает размеры оогониев.

Оптимальными для развития рецептакулов являются степень прибойности 2-3 и морская соленость воды (32‰), тогда размеры рецептакулов наибольшие.

Основной этап формирования репродуктивных органов у *A. nodosum* происходит в период конца июня – начала и середины июля, массовый выход гамет в августе и характеризуется максимальной скоростью, процесс осуществляется за 3-4 дня.

Л и т е р а т у р а

Воскобойников Г.М., Тутлянов Э.А. Изучение анатомии и ультраструктуры красной водоросли *Grateloupia turuturu* из различных по освещенности мест обитания // Экологические аспекты фотосинтеза морских макроводорослей. Владивосток: Изд. ДВНЦ АН СССР, 1978. С. 83–87.

Ковалевская Р.А. Развитие концептакулов бурой водоросли *Cystoseira crassipes*. // Биология моря. 1987. № 1. С. 69–71.

Кузнецов В.В. Белое море и биологические особенности его флоры и фауны М.-Л., 1960. 322 с.

Кузнецов В.В. Биологические особенности основных представителей беломорской флоры и условия их промыслового использования. // Тр. Всесоюз. совещ. работников водорослей промышленности СССР. Архангельск, 1962. Т. 1. С. 131–140.

Кузнецов Л.Л., Шошина Е.В. Фитоценозы Баренцева моря. Апатиты, 2003. 203 с.

Максимова О.В. Некоторые сезонные особенности развития и определения возраста беломорских фукоидов // Донная флора и продукция краевых морей СССР. М., 1980. С. 73–78.

Петров Ю.Е. Обзорный ключ порядков Laminariales и Fucales морей СССР // Новости систематики низших растений. 1974. Т. 11. С. 152–169.

Петров Ю.Е. Отдел бурые водоросли (Phaeophyta) // Жизнь растений. Т. 3. М., 1977. С. 144–192.

Терехова Т.К. Влияние степени прибойности и скорости течения на рост и развитие беломорских фукоидов // Гидробиол. журн. 1972.

Толстикова Н.Е. Наблюдение за развитием *Fucus vesiculosus* L и *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis в течение года на литорали Восточного Мурмана // Донная флора и продукция краевых морей СССР. М., 1980. С. 81–84.

Fritsch F.E. The structure and reproduction of the algae. Cambridge: Ann. Arbor., 1956. Vol. 1. 791 pp.

Благодарности

Автор выражает особую благодарность своему научному руководителю д. б. н., профессору Г.М. Воскобойникову. Искренне признательна к. б. н. И.В. Рыжик, старшему научному сотруднику лаборатории альгологии Мурманского морского биологического института КНЦ РАН, совместно с которыми были выполнены исследования по морфологии репродуктивной ткани фукусовых водорослей.

РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ И БИОТЫ СЕВЕРА ФЕННОСКАНДИИ В 2011-2012 ГОДАХ

Д.А. Валуйская, А.А. Дерябин

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: farion@mmbi.info

Атмосферные ядерные испытания и авария на Чернобыльской АЭС в 1986 г. оказали существенное влияние на распределение искусственных радионуклидов в экосистемах Арктики. В среднем, активность ^{137}Cs , выпавшего на территории Мурманской области, северной Норвегии (губернии Тромс, Финнмарк), и Финляндии (провинция Лапландия), по состоянию на 1985 г. варьировала в диапазоне 1.2–4.2 кБк/м². В 1986 г. ^{137}Cs чернобыльского происхождения в небольших количествах выпал на территорию финской Лапландии – до 3.6 кБк/м², в Мурманской области и Северной Норвегии этот показатель не превышал 2.72 и 1.19 кБк/м², соответственно, (Backe et al., 1986; Arvela et al., 1990; Wright et al., 1999). В то же время данные о влиянии этих выпадений на биотические компоненты и почвы лесных и тундровых экосистем региона очень ограничены.

В связи с этим цель настоящей работы заключается в определении уровней современного радиоактивного загрязнения почв и некоторых видов биоты в элементах лесных экосистем северной Фенноскандии.

Отбор проб проводился в рамках международного сотрудничества по проекту «Развитие сети сотрудничества по охране окружающей среды и радиационным исследованиям Европейской Арктики» (СЕЕРА) на территории Мурманской области, Финляндии и Норвегии (рис. 1).

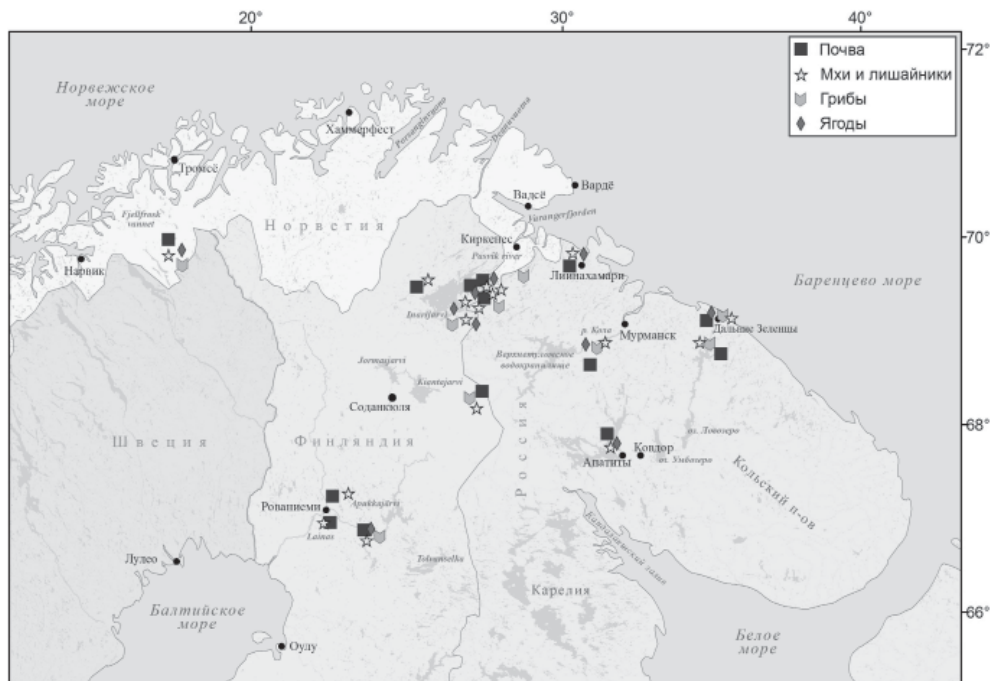


Рис. 1. Районы отбора проб (2011-2012 гг.)

В качестве индикатора радиоактивного загрязнения территории северной Фенноскандии был выбран искусственный радионуклид ^{137}Cs с периодом полураспада 30.2 лет, обладающий способностью включаться в биологический круговорот веществ и накапливаться в тканях живых организмах за счет замещения калия. Объектами исследования являлись компоненты лесных экосистем - почва, массовые виды дикорастущих грибов, лишайников, ягод (табл. 1). За время исследования было отобрано 278 образцов, из них 31 проба почвы, 51 проба лишайников, 85 проб ягод и 111 проб грибов.

Для измерения удельной активности ^{137}Cs в пробах применялся гамма-спектрометр фирмы CANBERRA со сверхчистым германиевым детектором. Обработку гамма-спектров проводили с помощью программного обеспечения Canberra Genie-2000. Погрешность измерений не превышала 30 %. Удельные активности всех видов проб приведены на сухую массу.

Т а б л и ц а 1

Список исследованных видов

Тип пробы	n	Вид пробы		Район отбора и количество проб		
		русское	латинское	Мурманская область	Норвегия	Финляндия
почва	31	-	-	9	20	2
лишайники	21	кладония звездчатая	<i>Cladina stellaris</i>	8	8	7
	3	исландский мох	<i>Cetraria islandica</i>	3	-	-
	17	кладония лесная	<i>Cladonia arbuscula</i>	-	3	14
	3	кладония шиловидная	<i>Cladonia subulata</i>	-	1	2
	1	кладония дюймовая	<i>Cladonia uncialis</i>	-	1	-
	1	флавопармелия козлиная	<i>Flavoparmelia caperata</i>	-	1	-
	3	-	<i>Usnea acromelana</i> Stirt.	-	-	3
ягоды	8	дерен шведский	<i>Cornus suecica</i>	1	8	-
	19	водяника	<i>Empetrum nigrum</i>	2	17	-
	3	можжевельник	<i>Juniperus communis</i>	-	3	-
	8	морозка	<i>Rubus chamaemorus</i>	-	6	2
	24	черника	<i>Vaccinium myrtillus</i>	2	18	4
	2	голубика	<i>Vaccinium uliginosum</i>	2	-	-
	20	брусника	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	3	12	5
грибы	16	подосиновик желто-бурый	<i>Leccinum versipelle</i>	7	6	3
	22	сыроежка болотная	<i>Russula paludosa</i>	4	16	2
	9	волнушка розовая	<i>Lactarius torminosus</i>	3	2	4
	7	горькушка	<i>Lactarius rufus</i>	1	5	1
	10	масленок желто-бурый	<i>Suillus variegatus</i>	1	7	2
	1	мухомор красный	<i>Amanita muscaria</i>	1	-	-
	2	моховик зеленый	<i>Boletus subtomentosus</i>	1	1	-
	5	паутинник браслетчатый	<i>Cortinarius armillatus</i>	-	3	2
	3	колпак кольчатый	<i>Cortinarius caperatus</i>	1	2	-
	1	паутинник слизистый	<i>Cortinarius mucosus</i>	-	1	-
	2	паутинник козлиный	<i>Cortinarius traganus</i>	1	1	-
	28	подберезовик обыкновенный	<i>Leccinum scabrum</i>	5	17	-
	1	подосиновик сосновый	<i>Leccinum vulpinum</i>	-	-	1
	4	свинушка тонкая	<i>Paxillus involutus</i>	2	2	-
	1	сыроежка светло-желтая	<i>Russula claroflava</i>	-	-	1
5	сыроежка сереющая	<i>Russula decolorans</i>	-	3	2	

Основным источником поступления ^{137}Cs в наземные пищевые цепи является почва. В результате выпадений радионуклид поступает на земную поверхность, аккумулируется в почве, включается в биогеохимические циклы миграции и становится новым компонентом почвы. Распределение ^{137}Cs в почве характеризуется максимальным накоплением его в верхнем слое (0 – 5 см) (Рахимова, 2006). По результатам измерений 2011-2012 гг. активность ^{137}Cs в почвах северной Фенноскандии варьирует от 111 до 1098 Бк/м² (рис. 2). Наиболее высокая активность отмечена вблизи поселка Дальние Зеленцы (1045 Бк/м²); и на территории национального парка Дивидален (1754.5 Бк/м²); на территории заповедника Пасвик и вблизи поселка Юркино отмечены самые низкие уровни ^{137}Cs – 101 и 72 Бк/м², соответственно.

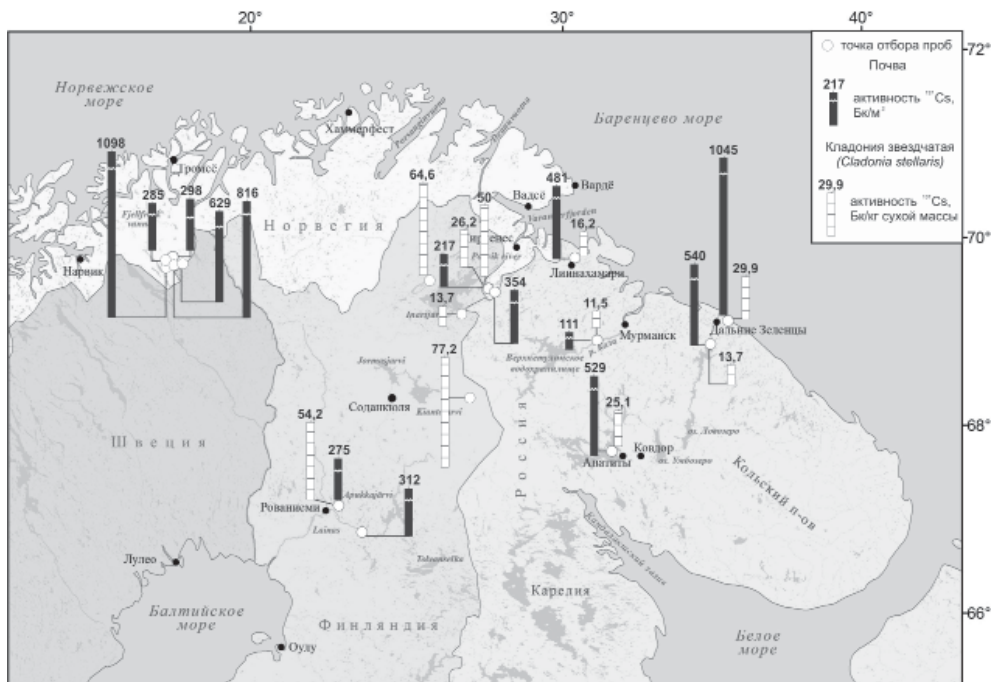


Рис. 2. Поверхностная активность ^{137}Cs в почвах и кладонии звездчатой (*C. stellaris*) севера Фенноскандии в 2011-2012 гг.

Средние содержания радиоцезия в пробах почв, отобранных на территориях Мурманской области и Норвегии, существенно не отличаются, однако на территории Финляндии поверхностная активность меньше почти в 2 раза.

Анализ данных, полученных в результате исследований поверхностного слоя почв, отобранных на территориях губерний Тромс и Финмарк в 1986-2011-х гг. Норвежским национальным институтом радиации, показал снижение поверхностной активности радиоцезия, что, возможно, связано с вертикальной миграцией радионуклида в более глубокие слои. Уровни ^{137}Cs в почвах губерний Тромс и Финмарк значительно ниже, чем в почвах центральных районов Норвегии (Gwynn, Leppänen, Kasatkina, 2013).

Исследования почв Мурманской области в 2011-2012 гг. показали снижение содержания радиоцезия по сравнению с 1998 годом (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Активность ^{137}Cs в почвах (0-5 см) Мурманской области

Год	Количество проб	Активность ^{137}Cs (Бк/м ²)		
		Мин.	Ср.	Макс.
1998 ¹	7	890	1841	4300
2011	6	72	518	1045
2012	3	149	415	675

Примечание: ¹ (Joint...,2002)

Лишайники по своим биологическим особенностям способны аккумулировать различные радионуклиды из внешней среды и являются растениями-индикаторами радиоактивного загрязнения окружающей среды (Матишов и др., 1994). Концентрации ^{137}Cs в лишайниках севера Фенноскандии варьируют в пределах от 1 до 114 Бк/кг сухой массы. Кладония звездчатая (*C. stellaris*) содержит, в среднем, 34.4 Бк/кг, более высокие концентрации обнаружены на территории провинции Савукоски (77.2 Бк/кг), минимальные – в районе поселка Юркино (11.5 Бк/кг) (рис. 2).

Современная концентрация ^{137}Cs в кладонии звездчатой (*C. stellaris*) и кладонии лесной (*C. arbuscula*) на территории провинции Лапландия (Финляндия) отражает закономерную тенденцию к понижению (Gwynn, Leppänen, Kasatkina, 2013). Периоды снижения концентраций ^{137}Cs в два раза в кладонии звездчатой (*C. stellaris*) и кладонии лесной (*C. arbuscula*) составляют 9.5 и 4.9 лет.

Исследование современных концентраций ^{137}Cs в дикорастущих ягодах Мурманской области по сравнению с данными финских и норвежских ученых показало, что ягоды, отобранные на территории Норвегии, имеют уровни загрязнения почти в 2 раза выше, чем пробы Мурманской области и Финляндии.

Максимальные активности ^{137}Cs в чернике (*V. myrtillus*) и бруснике (*V. vitis-idaea*) – 91.6 и 45 Бк/кг – зафиксированы в заповеднике Пасвик (рис. 3). Минимальные концентрации ^{137}Cs в чернике (*V. myrtillus*) обнаружены в провинции Инари (18 Бк/кг), в бруснике (*V. vitis-idaea*) – в окрестностях города Апатиты.

Максимальные концентрации ^{137}Cs в ягодах были отмечены в морошке (*R. chamaemorus*) (табл. 3). Это объясняется тем, что морошка (*R. chamaemorus*) произрастает на болотистых местностях с низким содержанием в почве калия, что способствует повышенному накоплению из почвы местными растениями его химического аналога – цезия. Меньше всего накапливает радиоцезий можжевельник (*J. communis*).

По результатам исследований финских коллег в 1986-2013 гг., уровни загрязнения черники (*V. myrtillus*) и брусники (*V. vitis-idaea*) на территории провинции Лапландия достаточно низки, однако концентрации радиоцезия в морошке (*R. chamaemorus*) почти в десять раз выше (Gwynn, Leppänen, Kasatkina, 2013). Исследования 2011-2012 гг. свидетельствуют о значительном снижении уровня радиоцезия в ягодах Мурманской области по сравнению с 1998 годом (Joint..., 2002).

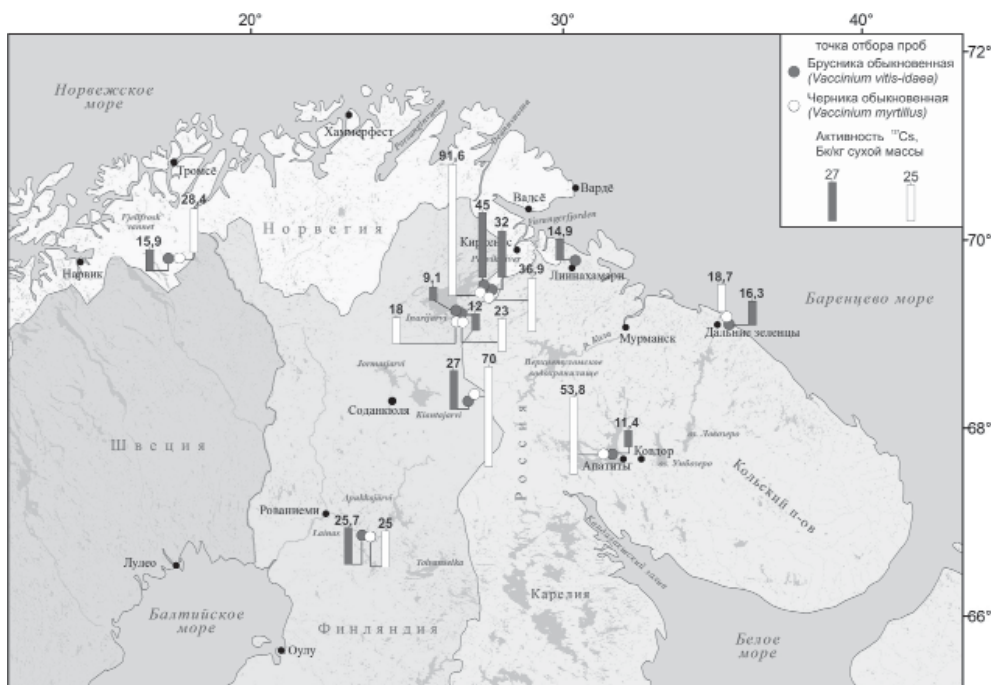


Рис. 3. Удельная активность ^{137}Cs в чернике (*V. myrtillus*) и бруснике (*V. vitis-idaea*) севера Фенноскандии в 2011-2012 гг.

Т а б л и ц а 3

Средняя удельная активность ^{137}Cs в ягодах Норвегии, Финляндии и Мурманской области

Русское название	n	Удельная активность, Бк/кг сухой массы		
		Мин.	Ср.	Макс.
Дерен шведский	8	22.6	71.62	108
Водяника	19	2.2	23.29	40.3
Можжевельник	3	3.2	6.92	10.7
Морошка	8	3.8	112.67	169
Черника	24	5.2	41.92	84
Голубика	2	1.2	8.53	15.8
Брусника	20	5.75	23.13	46

Распределение содержания радионуклидов в дикорастущих грибах исследуемых районов неоднородно. Концентрации ^{137}Cs варьируют в широких пределах как в представителях одного вида, так и в одном районе сбора. Анализ уровней загрязнения наиболее популярных видов грибов на всех исследуемых территориях показал, что самые высокие концентрации радиоцезия зафиксированы в грибах сем. *Cortinariaceae*

(963.5 Бк/кг), самые низкие – в грибах сем. *Boletaceae* (149.7 Бк/кг). Наибольшие уровни загрязнения ^{137}Cs грибов выявлены на территории Норвегии (604 Бк/кг), менее всего загрязнены грибы, произрастающие на территории Мурманской области (178 Бк/кг).

На территории районов исследования грибами, аккумулирующими наименьшее количество ^{137}Cs , являются подосиновик желто-бурый (*L. versipelle*) и волнушка розовая (*L. torminosus*), а аккумулируют наибольшее количество ^{137}Cs горькушка (*L. rufus*) и масленок желто-бурый (*S. Variegatus*).

Максимальные уровни ^{137}Cs в горькушке (*L. rufus*) и паутиннике браслетчатом (*C. armatillus*) на территории провинции Лапландия (Финляндия) в 1986-2012 гг. отмечены в начале 90-х гг., через 5-7 лет после аварии на Чернобыльской АЭС, однако современные концентрации отражают тенденцию к понижению (Gwynn, Leppänen, Kasatkina, 2013).

Проведенное исследование позволило охарактеризовать радиационную обстановку наземной экосистемы северной части Фенноскандии по загрязнению ^{137}Cs почвы и некоторых видов растительной биоты. Из трех районов исследования Мурманская область имеет самые низкие уровни загрязнения в компонентах наземной биоты данного региона. Максимальные концентрации ^{137}Cs в грибах и ягодах выявлены на территории Норвегии. Уровень накопления радионуклидов ягодными кустарниками на несколько порядков ниже, чем грибами. Сравнительный анализ данных показал снижение уровня радиоактивного загрязнения в пробах почвы и биоты на территории всех исследуемых районов по сравнению с данными прошлых лет.

Л и т е р а т у р а

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Щипа Е., Риссанен К. Радионуклиды в экосистеме региона Баренцева и Карского морей. Апатиты: Изд во КНЦ РАН, 1994. 235 с.

Рахимова Н.Н. Геоэкологические особенности миграции радионуклидов Cs^{137} и Sr^{90} в почвенно-растительных комплексах степной зоны Оренбургской области: Автореф. дис. ... канд. техн. наук (25.00.36 - геоэкология). Оренбург, 2006. 23 с.

Arvela H., Markkanen M., Lemmelä H. Radiation Protection Dosimetry. 1990. V. 32 (3). P. 177–184.

Backe S., Bjerke H., Rudjord A.L., Ugletveit F. Nedfall av cesium i Norge etter Tsjernobylulyyken. Statens Institutt for Strålehygiene, Østerås, 1986. 49 p.

Joint Russian-Norwegian Expert Group for Investigation of Radioactive Contamination in the Northern Areas. Long term Consequences of Potential Contamination in the Northern Areas: Northern Norway and Murmansk Oblast. Norwegian Radiation Protection Authority, Østerås, 2002. P. 1–120.

Justin P. Gwynn, Ari Leppänen, Nadezhda Kasatkina. The current status of levels of radiologically important radionuclides in the terrestrial environments across Troms and Finnmark (Norway), Lapland (Finland) and Murmansk Oblast (Russia). Norwegian Radiation Protection Authority. Troms, 2013. 49 p.

Wright S.M., Howard B.J., Strand P et al. Environmental Pollution. 1999. Vol. 104. Iss. 1. P. 131–143.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ К РАЗЛИВАМ НЕФТИ ПО ИНДЕКСУ ESI, МАТЕРИАЛЫ ЭКСПЕДИЦИИ ПО КОЛЬСКОМУ ЗАЛИВУ 2013.

П.С. Ващенко

*Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: vashenko@mmbi.info*

Введение

Как правило, при разливе нефтепродуктов в море, прибрежная и береговая зоны наиболее подвержены нефтяному загрязнению (ИМО/IPIECA/OGP, 2012; Патин, 2008). В случае разлива нефти, ликвидаторам разлива необходимо оперативно принять решение о том, какие участки побережья необходимо защитить в первую очередь, а также иметь представления о том, на каких участках потребуются больше усилий для ликвидации последствий разлива. Поскольку время и доступные ликвидаторам средства, как правило, ограничены, необходимо сосредоточить усилия на районах, где находятся наиболее важные и чувствительные ресурсы (Introduction..., 2008). В мировой практике широко распространено, а также рекомендуется международными организациями (ИМО/IPIECA/OGP, 2012), применение карт экологической чувствительности (ESI) для решения данной задачи. Карты ESI, как правило, бывают представлены в двух формах: в виде бумажных копий, используемых ликвидаторами для координации действий «на месте» при ликвидации разливов, и в виде цифровых карт с базами геоданных для лиц принимающих решения при координации действий по ликвидации разливов в целом.

В мае – июне 2014 г. сотрудниками ММБИ была проведена экспедиция по Кольскому заливу в рамках выполнения гранта с всероссийской общественной организацией «Русское географическое общество» на тему «Исследования побережья и береговой зоны северной части залива и разработка карт уязвимости всего залива к разливам нефти». Эта комплексная работа включала в себя прибрежные исследования бентоса, фитобентоса, а также учет орнитофауны и фотосъемку береговой линии в ходе всей экспедиции.

Основной целью ведения фотосъемки береговой линии являлось пополнение и актуализация материалов существующей базы данных уязвимости береговой линии Кольского залива (Ващенко, Калинка, 2011; Ващенко, Калинка, 2013). Также в процессе реализации работ в рамках гранта планировалась отработка методов фотосъемки, осуществляемой с берега для оценки чувствительности.

Приоритетными районами при проведении съемки являлись ранее не осмотренные районы, включая Губу Среднюю, Губу Тюва, Губу Большая волоковая, острова Торос, Екатерининский, Сальный, Зеленый, Медвежий и ряд более мелких островов.

Общий объем исходных данных

Ранее сотрудниками лаборатории неоднократно проводились экспедиционные исследования береговой линии Кольского залива. В августе 2008 года была осуществле-

на судовая экспедиция по Кольскому заливу на катере «Нептун - 2»; результаты картирования по материалам экспедиции были представлены в работе Калинин и др., 2008. В ходе данной экспедиции было получено порядка 500 снимков, фотосъемкой было охвачено 128 км береговой линии на всей протяженности Кольского залива за исключением закрытых губ береговой линии Кольского залива. В марте 2009 была проведена аналогичная съемка с целью уточнения полученных результатов, а также для определения типа берегов в ранее не охваченных фотосъемкой участках. В ходе фотосъемки, проведенной в 2009 г, было получено около 700 снимков береговой линии.

Фотосъемка, выполненная в 2014 году, позволила в значительной степени расширить охват картографированного побережья. В общей сложности в ходе экспедиции было получено порядка 12 000 снимков на всей протяженности Кольского залива. Впервые была отснята и картографирована береговая линия восточных губ: Губа Средняя, Губа Тюва, Губа Большая волоковая. Количество фотоснимков, выполненных в данных губах составляет, соответственно, 818 снимков, 956 снимков и 59, соответственно. Также фотосъемкой было охвачен ряд наиболее крупных островов Кольского залива. Была выполнена фотосъемка береговой линии островов: Торос (276 снимков), Екатерининский (761 снимок), Сальный (517 снимков), Медвежий (279 снимков), Зеленый (441 снимок).

Полученный массив снимков покрывает большую часть береговой линии Кольского залива, включая губы Большая Волоковая, Средняя и Тюва, острова Большой Чевуйский, Екатерининский, Торос и Сальный. Неотснятыми остались участки береговой линии вблизи г. Североморск, п. Сафоново, п. Росляково и базы Атомфлота, а также береговая линия губ Сайда, Оленья и Пала. Не была проведена съемка береговой линии на участке южнее порта Мурманск до устья рек Кола и Тулома. Характеристика береговой линии всех не охваченных съемкой в 2013 году участков (за исключением губ Сайда, Оленья и Пала) осуществлена на основании фотосъемок, сделанных в 2008 и 2009 годах.

Методика обработки снимков

Общий объем отснятого материала составил ~ 12 000 фотоснимков. Каждый из полученных снимков был последовательно просмотрен. Из имеющегося материала были исключены снимки орнитофауны (не вошли в базу данных, но размещены отдельно для последующей работы), а также снимки рабочих моментов. После детального анализа в базу данных было внесено ~ 8 000 снимков и сведений о них. Часть снимков была удалена из-за невозможности определения типа берега, отображенного на них. Это, в первую очередь, снимки, сделанные на большом удалении от берега, а также размытые снимки.

Далее при указании типа береговой линии на снимке руководствовались следующим:

а) Тип берега определялся визуально согласно модифицированному индексу ESI (Ващенко, Калинин, 2013).

б) Если на снимке представлено несколько типов береговой линии, то снимку присваивалось значение, соответствующее участку, занимающему большую часть снимка (свыше 50% попавшей в кадр береговой линии).

в) При последующем картографировании чувствительности участков, определенных описанным выше способом могут возникнуть некоторые сложности. Вероятны ситуации, в которых небольшие участки берега могут быть потеряны на фоне более протяженных участков за счет того, что снимку присвоен индекс чувствительности на основании наиболее протяженного участка, представленного на снимке. Для предотвращения потери данных о небольших участках необходимо отметить факт их наличия на снимке любым удобным способом, чтобы отразить их положение при построении карты.

На данном этапе, при картографировании протяженность береговой линии определялась визуально путем сопоставления контура береговой линии на карте и профилю берега на фотоснимке. Одной из издержек использования метода визуального определения является то, что при отображении положения небольших участков на карте точность их расположения не высока. В данный момент мы не располагаем более эффективными средствами определения протяженности береговой линии, отображенной на снимке. Данный вопрос требует дальнейшей детальной проработки.

Результаты обработки фотоснимков вносились в базу данных (Ващенко, Калининка, 2011; Ващенко, Калининка, 2013), и в конечном итоге формировалась карт чувствительности береговой линии Кольского залива от разливов нефти (см. рис.).

Чувствительность береговой линии Кольского залива к разливам нефти по индексу ESI

Для оценки общей уязвимости Кольского залива был оценен вклад каждого типа береговой линии по ESI в общую протяженность береговой линии Кольского залива. Распределение чувствительности береговой линии следующее: берега с индексом 1 – 23.6%, с индексом 2 – 34.2 %, с индексом 3 – 0.5 %, с индексом 4 – 1.0 %, с индексом 6 – 14.0 %, с индексом 7 – 26.1 %, с индексом 8 – 0.3 %. Берега с индексами 5, 9 и 10 на картосхеме чувствительности Кольского залива отсутствуют (т.к. на фотоснимках данных типов берега выявлено не было). Далее представлено описание локализации наиболее протяженных участков береговой линии Кольского залива по их чувствительности к разливам нефти (см. рис. 1).

Южное колено Кольского залива

Результаты, полученные в процессе работы, показывают, что в южном колене Кольского залива его восточный берег от района порта Мурманск до м. Пинагорий имеет низкую чувствительность (индекс 1). Это акватория порта, и при разливе нефти воздействие на берега будет минимальным. Западный берег южного колена и далее на север до губы Питькова в среднем колене окаймлен осыхающей отмелью, относящейся к индексу чувствительности 7.

Среднее колено Кольского залива

На открытых побережьях от м. Мохнаткин до м. Чалмпущка распространены каменные осыпи (индекс чувствительности 6). Восточный берег среднего колена до м. Мохнаткин относится к индексу чувствительности 7 из-за наличия осыхающих отмелей, которые встречаются во вдающихся в берег участках вплоть до мыса Крестовый. В районе г. Североморска находятся портовые сооружения, с индексом чувствительности для берега 1. Далее на север к м. Чирковый восточный берег залива

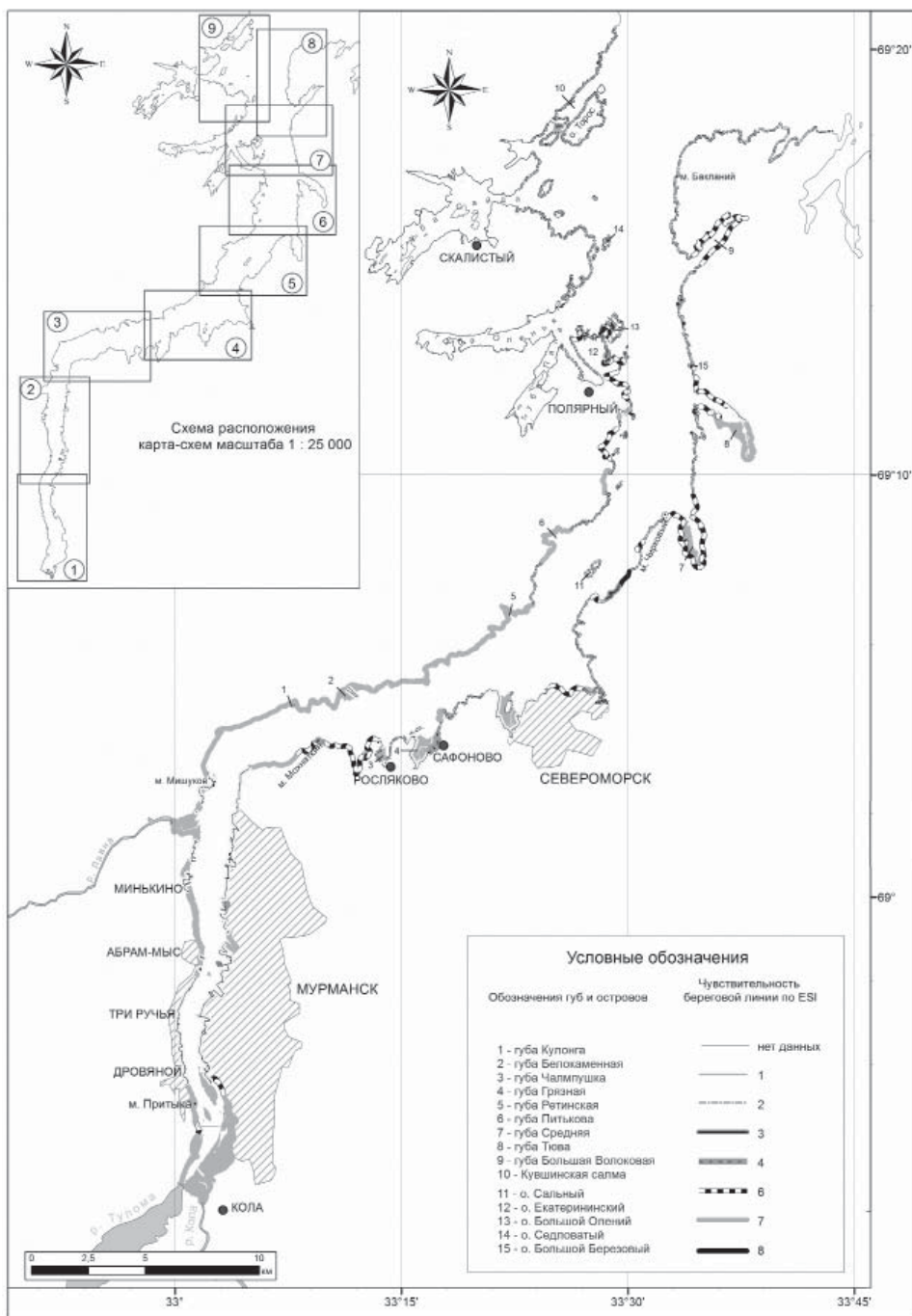


Рис. Карта-схема чувствительности береговой линии Кольского залива (по материалам экспедиции 2013 и архивным данным 2008 и 2009)

на открытых участках имеет однотипную структуру и позволяет отнести его к индексу чувствительности равному 2 по шкале ESI, лишь в некоторых бухточках наблюдаются каменные осыпи и склоны, полого спускающиеся к воде, покрытые растительностью.

Северное колено Кольского залива

На обоих берегах северного колена преобладают выходы трещиноватых пород и скально-глыбовые развалы на открытых участках (индекс 2), в немногочисленных маленьких бухточках распространены каменные осыпи (индекс 6), а на западном берегу у м. Лас и за о. Большой Олений еще и осыхающие отмели (индекс 7). За о. Седловатый на западном берегу имеется мелкопесчаный пляж с соответствующим ему индексом чувствительности 3. Побережье губ восточного берега Кольского залива (губа Средняя, Тюва, Бол. Волоковая), как правило, представлено береговой линией с индексом 6 и ближе к устью индексом 7.

Острова Кольского залива

Поддавляющее большинство островов в заливе характеризуется индексом чувствительности равному 2, сюда относятся, в первую очередь, о. Торос (в юго-западной части острова имеется небольшой участок с индексом 7), о. Сальный, о. Медвежий, о. Зеленый и ряд более мелких островов. Чувствительность береговой линии о. Екатерининский значительно отличается от остальных островов. Здесь имеются как участки с низкой чувствительностью с индексом 2, так и протяженные участки в южной части острова, а также бухта в северной части острова с индексом 6.

Выводы

Работа выполнена при финансовой поддержке всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» в рамках выполнения гранта № 26/2013-НЗ от 02 апреля 2013 «Исследования побережья и береговой зоны северной части Кольского залива и разработка карт уязвимости всего залива от разливов нефти».

В ходе экспедиции был получен большой массив данных, включающий 8000 снимков. Для каждого снимка визуально определялся его тип чувствительности по модифицированной классификации ESI. Была сформирована база данных со сведениями о каждом снимке, в нее вошли тип береговой линии, определенный визуально, а также ряд экспортированных и обработанных метаданных.

Конечный результат обработки включает три блока – массив фотоснимков, базу данных со сведениями о них и ГИС-проект. В состав ГИС-проекта вошла карта чувствительности по ESI, а также ряд воспитательных элементов, позволяющих просматривать как фотоснимки, так и соответствующие им сведения из базы данных.

Чувствительность берегов Кольского залива характеризуется следующим образом: в южном колене залива наиболее чувствительными к разливам нефти являются участки от кутовой части (индекс 7) до района порта Мурманск, а также на западном берегу участок берега от Абрам-мыса до п. Минькино. В среднем колене наибольшей чувствительностью (индекс 6 и 7) характеризуется западный берег залива от м. Мишуково до м. Ретинский. В северном колене преобладают берега с низкой чувствительностью (индекс 2), районы с высокой чувствительностью (индекс 6 и 7) в северном колене локализованы в губах Средняя, Тюва, Бол. Волоковая, а также вдоль береговой линии о. Екатерининский (индекс 6 и небольшие участки с индексом 8).

Распределение типов берегов по протяженности имеет следующий вид: берега с индексом 1 – 23.6%, с индексом 2 – 34.2 %, с индексом 3 – 0.5 %, с индексом 4 – 1.0 %, с индексом 6 – 14.0 %, с индексом 7 – 26.1 %, с индексом 8 – 0.3 %. Берега с индексами 5 и 10 практически отсутствуют.

Для завершения работы по составлению полной карты чувствительности берегов Кольского залива к разливам нефти необходимо провести экспедиционные исследования в северных губах губ Кольского залива (губы Сайда, Оленья и Пала).

Л и т е р а т у р а

Ващенко П.С., Калинка О.П. Применение ГИС технологий для оценки чувствительности побережья Кольского залива к разливам нефти // Вестник МГТУ. 2013. Т. 16, №3. С. 542–549

Калинка О.П., Шавыкин А.А., Ващенко П.С. Оценка чувствительности берегов Кольского залива к нефтяному загрязнению // Нефть и газ арктического шельфа – 2008. Мурманск: ММБИ, 2008. С. 168–178.

Патин С.А. Нефтяные разливы и их воздействие на морскую среду и биоресурсы. М.: Изд-во ВНИРО, 2008. 508 с.

Ващенко П.С., Калинка О.П. Разработка базы данных для интерактивной карты чувствительности берегов Кольского залива к разливам нефти // Морские исследования экосистем Европейской Арктики (г. Мурманск, май 2011). Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2011. С. 25–29.

Introduction to Environmental Sensitivity Index Maps [Электронный ресурс] // Office of response and restoration, NOAA. 2008. 56 p. URL: <http://response.restoration.noaa.gov/maps-and-spatial-data/anatomy-esi-maps.html> (дата обращения: 11.11.2013)

Sensitivity Mapping for Oil Spill Response. IMO/IPIECA/OGP Oil Spill Report Series 2012. Vol. 1. 33 p.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАЛИВА ВЛАДИМИРА ЯПОНСКОГО МОРЯ

Ю.А. Галышева, О.В. Нестерова, У.И. Сердюк, А.Д. Ахметов

Дальневосточный Федеральный Университет, г. Владивосток, Россия
e-mail: marinec09@rambler.ru; e-mail: ulianaserduk@yandex.ru

Залив Владимира расположен в северо-восточной части побережья Приморского края. Акватория глубоко врезана в сушу, имеет относительно узкий вход, естественным образом разделена на три района: бухты Северная, Южная и Средняя. Геоморфологический тип залива – риасовый. Максимальные глубины приближаются к 30 метрам. Берега образованы склонами прилегающих к заливу гор, которые, понижаясь, обрываются в море в виде скалистых отвесных утесов. Пологие и песчаные побережья расположены

только в месте выхода к заливу рек и ручьев, формирующих в его пределах поверхностные течения и вносящих в его акваторию взвешенные частицы, растворенные минеральные и органические вещества. В целом, конфигурация береговой линии, рельеф дна и система течений залива формируют ярко выраженные условия для накопления поступающих в его среду веществ. Водообмен с открытой частью Японского моря осуществляется за счет захода в залив водной массы верхней зоны холодного Приморского течения.

Внешняя чистота вод залива Владимира создает впечатление благополучия его среды. Однако водная масса – лабильный компонент морской экосистемы, концентрация веществ в котором сильно изменчива. Менее динамичным компонентом являются донные отложения, где происходит накопление имеющихся в экосистеме веществ, отражающее общий тренд изменения экологического состояния залива.

Причиной, побудившей нас исследовать экологические характеристики донных отложений залива Владимира, является основной тип антропогенного воздействия на его экосистему – базирование на его акватории военного морского флота, которое продолжалось с 1949 г. по 1999 г., оказывая вероятное негативное воздействие. В б. Северной располагалась база подводных лодок. В настоящее время на берегах залива расположена воинская часть 90720-2, базирование действующих судов и техники прекращено, однако имеются затопленные корабли, старые гидротехнические сооружения и т.п. Следует отметить, что влияние военного морского флота на экосистему залива Владимира началось много ранее времени базирования там постоянной флотилии. Еще в 1905 г. в заливе Владимира наткнулся на камни и был взорван собственной командой крейсер «Изумруд», прорвавшийся сквозь японские корабли из акватории Цусимского сражения (Аллилуев и др., 2004). Таким образом, уже более 100 лет с переменной интенсивностью на залив оказывается воздействие военного морского флота, являющееся мощным фактором нарушения естественных условий среды. Кроме того, антропогенное влияние на эту акваторию включает также хозяйственно-бытовой пресс, связанный с расположением на побережье и в бассейне залива населенных пунктов Тимофеевка, Ракушка, Веселый Яр. В заливе осуществляется добыча и выращивание биоресурсов. В летний период побережье популярно для отдыха. Местными жителями и отдыхающими активно используется маломерный морской транспорт.

Цель нашей работы состояла в проведении экологической оценки донных отложений залива Владимира Японского моря по следующим физико-химическим параметрам: гранулометрический состав, валовое содержание органического углерода, pH солевое, концентрации кислоторастворимых форм тяжелых металлов.

Материал и методы

Работы проводились в заливе Владимира в июле 2012 года. Донные осадки (всего 17 проб) отобраны при помощи легководолазов в горизонте верхней сублиторали на глубинах от 2 до 18 м в ходе выполнения комплексных экологических исследований среды и макробентоса залива сотрудниками кафедры экологии; лабораторно-аналитические работы проведены на базе кафедры почвоведения Школы естественных наук ДВФУ.

Определение гранулометрического состава донных отложений производили методом просеивания (ГОСТ 12536-79), наиболее тонкие фракции определяли пипеточным

методом (Качинский, 1957). Определение типа осадка проводили по преобладающей фракции по классификации Безрукова и Лисицина (1960). Определение валового содержания органического углерода проводили методом хромовокислого сжигания с последующим титрованием (Аринушкина, 1970). pH солевое определяли по ГОСТ 26483-85. Тяжелые металлы (Cu, Ni, Cd, Pb, Cr) определяли в соответствии с «Методикой выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм металлов в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом» по РД 52.18.191-89 на атомно-абсорбционном спектрофотометре Shimadzu AA-6800. Определение каждого из восьми параметров произведено в трехкратной повторности. Всего проведено 408 определений. Построение карт распределения анализируемых параметров проведено в программе Surfer.

Результаты и обсуждение

Размерный анализ донных отложений залива Владимира позволил выделить пять типов мягких грунтов: псефит галечно-мелкий, псаммит крупный, псаммит мелкий, алевроит псаммитовый и алевроит пелитовый (табл. 1-2).

Т а б л и ц а 1

Гранулометрический состав донных отложений (мягких грунтов) в зал. Владимира
(метод просеивания ГОСТ 12536-79)

Ст.	Содержание фракций грунта (мм), %								Тип грунта
	>10	10-5	5-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.1	<0.1	
1	0	0.5	0.5	0.3	0.6	21	67.3	8.9	Псаммит-мелкий
3	0	0	0.7	0.7	0.5	38.3	59.7	0.1	Псаммит-мелкий
4	0	0	2.1	2.8	3.3	24.1	50.8	16.1	Псаммит-мелкий
9	0	0	3.7	5.7	5.7	26.5	55.5	2.9	Псаммит-мелкий
10	0	0	2.5	12.3	17.3	39.5	26.6	1.8	Псаммит-крупный
23	39.8	2.1	4.4	5.9	5.1	14.3	26.1	2.3	Псефит галечно-мелкий
24*	0	0	0.9	0.6	1.3	17.8	75	3.7	Псаммит-мелкий
25	0	0	0.8	1.2	3	24.7	66.5	3	Псаммит-мелкий
28	0	0	1.6	1.8	1.6	4	83.3	6.8	Псаммит-мелкий
29	68.5	0	4.6	8	6.5	8.1	2.8	1.5	Псефит галечно-мелкий
32	0	0	0.6	4.3	8.8	23.8	56.9	4.8	Псаммит-мелкий

Примечание: * был найден порох.

В составе мягких грунтов преобладает псаммит мелкий, который распространен в большей части дна бухты Северной и в юго-восточной части бухты Южной (рис.). Интересно, что в б. Северная основная зона залегания псаммита мелкого сформирована напротив вытянутой в противоположной части полосы псефита галечно-мелкого, который является продуктом береговой абразии, происходящей под влиянием волнения и прибоя в этом открытом для разгона волны районе. О постоянной абразии свидетельствует относительно низкая степень сортировки грунтов псефитно-галечной полосы, что видно из анализа соотношения фракций в пробах – доля преобладающей фракции составляет всего 30-60%. Это означает, что материал постоянно поставляется на морское дно.

Т а б л и ц а 2

Гранулометрический состав донных отложений (мягких грунтов)
в зал. Владимира (пипеточный метод Н.А. Качинского (1957))

Ст.	Содержание фракций грунта (мм), %						Сумма частиц		Тип грунта
	1-0.25	0.25-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.001	<0.001	<0.01	>0.01	
5	1	36	30	18	4	11	33	67	Алеврит пелитовый
18	1	12	50	18	10	9	37	63	Алеврит псаммитовый
20	1	66	20	7	2	4	13	87	Алеврит псаммитовый
27	30	43	11	4	7	5	16	84	Псаммит мелкий
30	1	15	59	13	7	5	25	75	Алеврит пелитовый
31	1	28	61	3	2	5	10	90	Алеврит псаммитовый

Однако интересен факт очень высокой степени сортировки расположенных напротив песков, в которых доля преобладающей фракции в отдельных случаях превышает 80%, в среднем, составляя 50-60%. Это происходит в результате сноса материала из района активной береговой абразии, сортировки его под влиянием гидродинамики и формирует обширное поле в восточной части б. Северная.

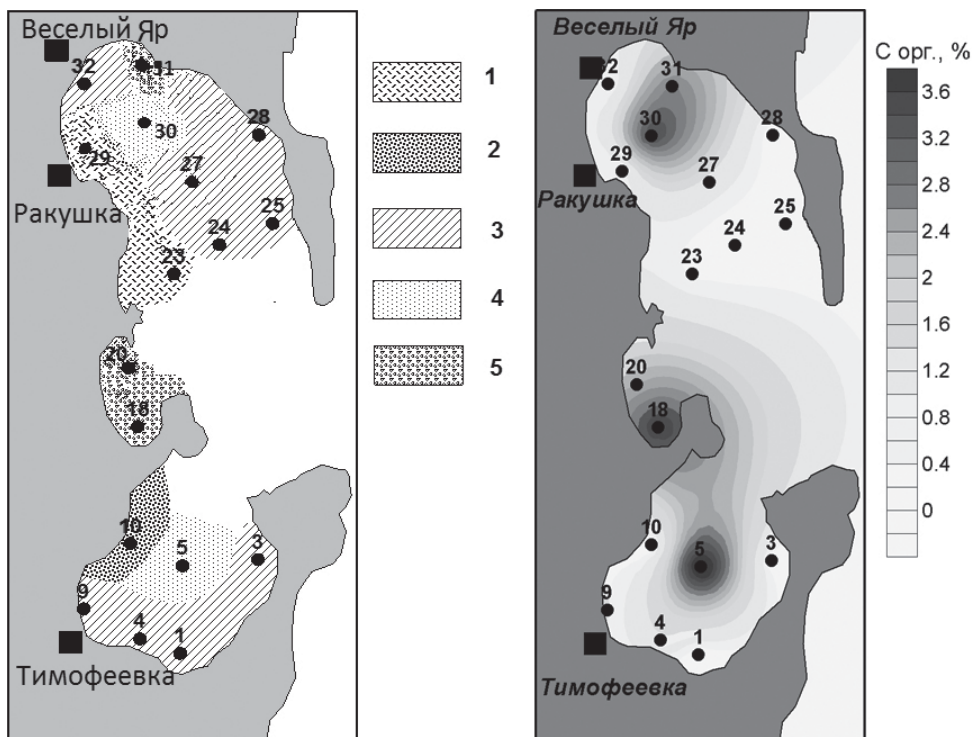


Рис. Распределение типов мягких грунтов и значений $C_{орг}$ в донных осадках залива Владимира. Условные обозначения: 1 – псефит галечно-мелкий, 2 – псаммит крупный 3 – псаммит мелкий, 4 – алеврит псаммитовый, 5 – алеврит пелитовый.

В б. Южная поставщиком материала является, скорее всего, впадающая в нее река Тимофеевка. Фактор разрушения береговой зоны отсутствует, о чем свидетельствует отсутствие в этой бухте пояса грубообломочного материала (псефитов), а также преобладающие ветры, которые формируют нагон волны с южных направлений и недоступны для данного района залива. Река Тимофеевка впадает в б. Южную в районе ст. 10, внося крупный псаммит с относительно выравненным в доленом отношении фракционным составом, свидетельствующем о первичности его поступления. Результатом сортировки является снос псаммита мелкого в более закрытую южную часть этой бухты, где он формирует полосу на глубинах до 5-7 метров. В б. Средняя нет указанных двух факторов поступления материала и формируются условия накопления мелких фракций – здесь отмечается зона алевролита псаммитового. Бухта Средняя является природной ловушкой мелкодисперсного материала. Наиболее тонкая фракция – алевролит пелитовый – сносятся в наиболее глубокие районы залива, где влияние прибоя и течений уже незначительно. Такие условия обнаруживаются в чашах бухт Северной и Южной (станции 30 и 5).

Содержание органического углерода ($C_{\text{орг}}$) в мягких грунтах варьировало от 0.107% до 3.643% от массы пробы. Минимальные значения отмечены в галечниках (псефит галечно-мелкий) и песках (псаммит мелкий) наиболее мелководных станций (глубины 3-5 м), максимальные значения – в илах (алевритах) на глубинах 10, 15, 20 м (рис.). Горизонтальное распределение значений $C_{\text{орг}}$ по пространству дна залива имеет ярко выраженную закономерность: максимумы приурочены к центральным частям бухт Северной и Южной и кутовой части б. Средняя – т.е. к зонам наименее активной динамики воды, в которых происходит активная седиментация, как мелких остатков организмов, так и взвешенного и растворенного в воде органического вещества.

Изменение значений pH в донных осадках залива находится в пределах от слабокислой, до щелочной реакции среды (табл. 3), что объясняется различными гидрологическими условиями. Более кислая реакция среды характерна для территорий, граничащих с болотами. На побережье зал. Владимира маршевые болота и прибрежные заболоченные озера имеются в западной и юго-западной части, главным образом, у б. Средняя. Нейтральные и слабощелочные значения характерны для осадков, подверженных влиянию пресных вод, а там, где преобладают морские воды, реакция среды щелочная. Кислая реакция способствует усилению миграционной способности элементов, щелочная – их оседанию. В целом, в осадках зал. Владимира преобладает восстановительная обстановка. Известно, что при таких значениях pH, исследуемые нами тяжелые металлы или совсем неподвижны, или имеют слабую подвижность. Таким образом, среда залива Владимира способствует депонированию тяжелых металлов в донные осадки.

Анализ данных о содержании меди, никеля, кадмия, свинца и хрома показал, что концентрации рассматриваемых элементов варьировали в неодинаковом диапазоне: максимальное значение содержания Cu более, чем в 31 раз превышало минимальную обнаруженную его концентрацию, Ni – 39, Cd – 21,5, Pb – 153, Cr – 24 раза. Таким образом, распределение никеля, меди, кадмия и хрома в заливе относительно выровнено, хотя имеется разница в уровне формирующегося в отношении каждого элемента фона. Так, в отношении хрома, большая часть полученных значений лежит в области, приближающейся к максимально обнаруженной концентрации; в ряду значений кадмия, на-

против, большая часть данных варьирует около минимума. В целом, для всех металлов, кроме кадмия, обнаружены три района накопления: чаши бухт Северная и Южная и кут бухты Средняя. Данные районы совпадают с зонами концентрации наиболее тонких фракций и сорбирования органического вещества. В отношении концентраций кадмия выявлена одна зона его накопления - б. Южная. В отношении свинца также обнаружено три зоны наибольших концентраций, однако максимальные значения соответствуют б. Северной, где длительное время существовала база подводных лодок.

Т а б л и ц а 3

Концентрации тяжелых металлов (мг/кг сухой массы) и значения pH
в донных осадках залива Владимира

Станция	pH	Cu	Ni	Cd	Pb	Cr
1	7.36	2.60205	0.70716	0.42579	8.53074	7.45008
3	7.52	1.35456	0.88644	0.25	6.48645	7.79868
4	7.77	1.61514	0.79760	0.04985	6.84939	4.42668
5	7.32	5.95	2.55413	0.15811	26.47290	16.26126
9	8.02	1.01694	0.79760	0.11964	0.97955	2.739258
10	7.13	0.44413	0.52913	0.05738	2.50325	2.03575
18	6.89	4.44501	2.65283	0.04157	19.10768	12.00251
20	6.53	2.99061	1.32	0.18506	10.82986	8.996505
23	7.33	0.78265	0.70787	0.05982	3.11313	3.32
24	7.88	0.62562	0.35394	0.03490	2.40028	11.18634
25	7.86	0.41583	0.31125	0.05229	3.99645	5.58756
27	7.58	1.86308	1.23380	0.07680	12.28592	5.90636
28	6.39	0.26145	0.31	0.02490	2.04180	2.03682
29	7.58	2.910375	0.88555	0.02488	39.76269	6.629188
30	6.9	5.96330	3.14090	0.11760	22.20435	13.45785
31	7.24	0.19120	0.07791	0.01789	0.25520	0.65985
32	6.71	0.75523	0.53340	0.04237	2.49001	2.68

В целом, максимальные концентрации металлов составили: Cu – 5.963 мг/кг; Ni – 3.141 мг/кг; Cd – 0.426 мг/кг; Pb – 39.76 мг/кг; Cr – 16.26 мг/кг. В настоящее время не существует нормирования содержания тяжелых металлов в донных морских осадках, что затрудняет анализ полученных результатов. Тем не менее, показатели ПДК и ОДК успешно используют для оценки экологического состояния почв. Если использовать в качестве критерия сравнения ПДК тяжелых металлов в почвах, то из всех анализируемых нами элементов превышение наблюдается для хрома и свинца. Норматив для валовых форм шестивалентного хрома составляет всего 0,05 мг/кг, поскольку этот изотоп весьма активен и токсичен (ГН 2.1.7.2041-06). Максимальная концентрация хрома в наших пробах превышает его ПДК для почв в 325 раз. Известно, что хром поступает в окружающую среду от заводов по производству стали и ферросплавов (80 % от общего выброса), а также предприятий, которые сжигают нефть и уголь (15 %) (Краснокутская и др. 1990). Хром попадает в почву с осадками сточных вод, которые используются как удобрение (Алексеев, 1987). Хром используется на анилинокрасочных и лакокрасочных предприятиях (Грушко, 1979). В зал. Владимира исключается поступление хрома с заводов и полей, однако частое использование красок на судах и использование угля в котельных поселках, сжигание нефтепродуктов и применение хромированных элементов на морских судах – может быть фактором накопления хрома в этой акватории, береговая линия которой весьма изрезана, а бухты закрыты.

Заключение

Гранулометрический анализ показал, что донные отложения (мягкие грунты) залива Владимира, относятся к пяти типам и представляют размерный спектр от псефитов галечно-мелких до алевритов. Мелкие фракции тяготеют, в целом, к большим глубинам. В бухтах Северной и Южной выявляются внешние источники поставки терригенного материала в экосистему залива, а также процессы влияния гидродинамики на сортировку и распределение разных фракций, в б. Средней преобладают процессы улавливания и осаждения циркулирующего по заливу взвешанного вещества, процессы поступления терригенного материала не выявлены. Содержание органического углерода достигает высоких значений (3.643%). Максимальные значения отмечены в более мелких грунтах на большей глубине и формируют три зоны накопления, соответствующие трем бухтам залива. В исследуемых осадках максимальные концентрации обнаружены для свинца и хрома. При этом свинец сконцентрирован в районе существовавшего ранее базирования подводных лодок, а хром формирует общий высокий фон концентраций в донных осадках. Сравнение концентраций свинца и хрома с ПДК для почв показало превышение ПДК максимальными значениями Pb в 1.2, а Cr6+ - в 325 раз. Максимумы содержания большинства исследуемых тяжелых металлов совпадают с районами максимального содержания органического вещества в донных осадках и доминирования алевритовой фракции, где, вероятно, происходит формирование устойчивых комплексов.

Л и т е р а т у р а

Аллилуев А.А., Богданов М.А. Крейсера «Жемчуг» и «Изумруд». СПб.: ЛеКо, 2004. 80 с.

Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почве и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. 142 с.

Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 488 с.

ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.

ГОСТ 12536-79 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического и микроагрегатного состава.

ГОСТ 26483-85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО.

Грушко Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах. Л.:Химия, 1979. 161 с.

Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. Л.: АН СССР, 1958. 193 с.

Краснокутская О.Н., Кузьмич М.А., Выродова Л.П. Хром в объектах окружающей среды // Агрехимия. 1990. № 2. С. 128–140.

Смирнов М.И. Сравнительная гигиеническая оценка токсичности и опасности ионов хрома в воде с учетом влияния на развитие экспериментального атеросклероза: Автор. дис...канд. мед. наук. М., 1984. 20 с.

ВЛИЯНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЭКЗОСКЕЛЕТА НА ЛИНЬКУ КАМЧАТСКОГО КРАБА БАРЕНЦЕВА МОРЯ

А.Г. Дворецкий, В.Г. Дворецкий

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

e-mail: vdvoretzkiy@mmbi.info

Уникальность процесса роста артропод, его главное отличие от других животных, заключается в необходимости процесса экдизиса (линьки экзоскелета). У ракообразных этот процесс достаточно полно исследован как с метаболической, так и с физиологической точки зрения (Skinner, 1985).

Многие аспекты линьки камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* хорошо изучены. В то же время, практически нет сведений о возможностях индукции линьки краба. Ранее было показано, что у ювенильных камчатских крабов удаление обоих глазных стебельков достоверно снижало продолжительность межлиночных интервалов (Moluneaux, Shirley, 1988). Также высказано предположение о возможности снижения продолжительности межлиночных интервалов при инъекции гормонов линьки подопытным животным (Dvoretzkiy, Dvoretzkiy 2010).

Стоит отметить, что для промысловых видов десятиногих ракообразных нет сведений о влиянии на процесс линьки повреждений экзоскелета, не связанных с аутономией конечностей. Вероятно, это связано с редкой встречаемостью таких повреж-

дений (сколы на карапаксе, потери частей конечностей не по плоскости аутономии, повреждения или потери рострума и т.п.) в природных популяциях (Shirley, Shirley, 1988). Между тем, если подобные нелетальные повреждения экзоскелета могут влиять на процесс линьки, это направление исследований может иметь перспективу в искусственном выращивании медленно растущих видов королевских крабов и других видов декапод. С целью выяснения роли микроповреждений экзоскелета в линьке *Paralithodes camtschaticus* было проведено исследование в лабораторных условиях.

Материал и методы

Экспериментальные работы проводили в аквариальной ММБИ в период с 28 октября 2010 г. по 20 февраля 2011 г. В исследовании использовано 36 экз. камчатского краба, отловленных в губе Сайда при помощи ловушек и адаптированных к условиям содержания в течение одного месяца. Крабов кормили рыбой (треска, сельдь, минтай), креветкой и мидией. Температура воды во время опыта варьировала от 3.9 до 7.7°C, составив в среднем $6.6 \pm 0.8^\circ\text{C}$ ($X \pm SD$).

Перед началом эксперимента проведено измерение (длина карапакса и длина меруса) и взвешивание крабов. Все крабы были на второй стадии линьки и не имели аутономизированных конечностей. Каждый краб был помечен индивидуальной пластиковой меткой.

Крабы были разбиты на 3 группы по 12 особей в каждой:

- 1) контроль – интактные крабы без повреждений;
- 2) первая экспериментальная группа – крабы, у которых удалены все шипы с конечностей;
- 3) вторая экспериментальная группа – крабы, у которых были удалены все шипы с карапакса.

Для удаления шипов использовали хирургические ножницы. Операцию проводили в день начала эксперимента. Сама процедура занимала 4–6 мин. Все группы были составлены из крабов сходных размеров (см. ниже), чтобы избежать влияния размера на продолжительность межлиночных интервалов. В течение периода исследований проводили проверку гидробиологических ванн, в которых содержались животные, на наличие полинявших крабов. Таковые особи отсаживались в отдельные ванны. После периода начального отвердения панциря (обычно 8–12 дней после экдизиса) проводили измерение и взвешивание полинявших крабов для определения приростов. Для каждого из крабов была отмечена дата линьки. На основе этих данных определяли среднюю продолжительность межлиночных интервалов для каждой из групп крабов. Эксперимент был закончен, когда последний из крабов полинял.

Результаты

Морфометрические показатели крабов, использованных в исследовании, представлены в табл. 1. Сравнение измеренных линейных и массовых показателей между тремя группами крабов (интактные крабы, крабы без шипов на конечностях и крабы без шипов на карапаксе) не выявило достоверных различий ($p > 0.05$). Показатели самцов и самок также были сходны ($p > 0.05$).

В ходе эксперимента выживаемость крабов составило 100 %, при этом особи не теряли конечности в результате аутотомии.

Т а б л и ц а 1
Размерные и массовые показатели крабов, использованных в экспериментах по удалению шипов

Группа	Пол	N	Длина карапакса, мм				Длина меруса, мм				Масса, г			
			X	SE	Min	Max	X	SE	Min	Max	X	SE	Min	Max
1	Самки	6	84.6	1.9	79.1	90.0	72.8	0.9	69.8	76.5	462.7	30.6	373.0	550.0
	Самцы	6	81.5	1.2	76.7	85.5	74.7	1.5	69.2	78.9	446.2	25.9	372.0	548.0
	Итого	12	83.1	1.2	76.7	90.0	73.7	0.9	69.2	78.9	454.4	19.3	372.0	550.0
2	Самки	6	80.7	2.6	72.4	88.8	67.7	1.9	61.5	72.8	400.3	29.3	300.0	492.0
	Самцы	6	77.6	3.3	71.4	92.0	70.8	3.5	59.8	81.0	372.7	49.9	280.0	598.0
	Итого	12	79.1	2.1	71.4	92.0	69.1	1.9	59.8	81.0	386.5	27.9	280.0	598.0
3	Самки	7	85.8	1.8	79.6	94.5	74.4	2.4	66.7	87.0	484.1	34.0	392.0	666.0
	Самцы	5	82.5	2.4	75.5	87.0	74.0	2.1	69.0	80.6	465.8	43.8	357.0	571.0
	Итого	12	84.4	1.5	75.5	94.5	74.2	1.6	66.7	87.0	476.5	25.8	357.0	666.0

Здесь и далее: X – среднее, SE – стандартная ошибка, Min – минимум, Max – максимум.

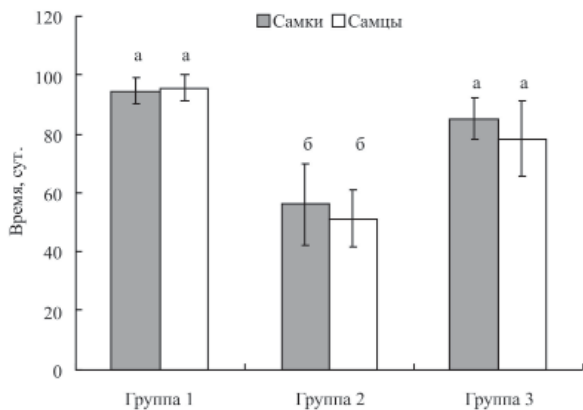


Рис. Продолжительность межлиночных интервалов у крабов в эксперименте по удалению шипов. Группа 1 – контроль, Группа 2 – крабы без шипов на конечностях, Группа 3 – крабы без шипов на карапаксе. Вертикальные линии показывают стандартную ошибку. Одинаковые буквы показывают отсутствие достоверных различий ($p > 0.05$).

Время от начала наблюдений до первой линьки крабов варьировало от 78 до 107 сут. у самок из группы 1, от 86 до 115 сут. у самцов из группы 1; от 7 до 101 сут. у самок из группы 2, от 16 до 83 сут. у самцов из группы 2; от 49 до 112 сут. у самок из группы 3 и от 40 до 104 сут. у самцов из группы 3. В каждой из групп нами не выявлено достоверных различий в продолжительности межлиночных интервалов у самок и самцов (табл. 2). Однако заметно, что продолжительность межлиночных интервалов у крабов из экспериментальных групп была ниже, чем у контрольной группы (рис.).

При этом достоверные различия отмечены при сравнении контрольной группы с группой крабов, у которых были удалены шипы с конечностей (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа по сравнению различий в продолжительности межлиночных интервалов (сут.) у крабов в опыте по удалению шипов

Фактор	df	SS	MS	F	p
Группа (A)	2	10682.90	5341.45	10.61	< 0.001
Пол (B)	1	117.38	117.38	0.23	0.633
A x B	2	95.00	47.50	0.09	0.910

Примечание: *df* – число степеней свободы, *SS* – сумма квадратов, *MS* – среднее суммы квадратов, *F* – критерий Фишера, *p* – уровень достоверности различий.

Приросты размеров и массы камчатских крабов в ходе эксперимента по удалению шипов представлены в табл. 3. Достоверных различий между двумя экспериментальными и контрольной группой не выявлено ($p > 0.05$), это указывает на то, что удаление шипов не влияет на рост молоди камчатского краба. При этом были выявлены некоторые различия в приросте линейных показателей при сравнении самцов и самок.

Т а б л и ц а 3

Приросты размерных показателей и массы у крабов в опыте по удалению шипов

Группа	Длина карапакса, мм				Длина меруса, мм				Масса, г			
	Самки		Самцы		Самки		Самцы		Самки		Самцы	
	X	SE	X	SE	X	SE	X	SE	X	SE	X	SE
Абсолютные приросты, мм												
1	3.1	0.8	8.1	1.0	4.4	0.8	7.8	0.5	69.7	9.2	133.2	25.4
2	6.4	1.1	8.1	1.3	6.5	0.9	8.2	2.5	101.0	15.7	100.5	17.0
3	6.1	1.5	7.4	1.1	8.8	2.5	7.8	2.0	95.7	22.4	123.6	14.8
Относительные приросты, %												
1	3.7	0.9	9.9	1.2	6.0	1.1	10.4	0.6	14.8	1.1	30.2	6.1
2	7.9	1.4	10.3	1.4	9.5	1.1	12.0	3.3	25.3	3.4	27.6	4.2
3	7.0	1.7	8.9	1.4	12.1	3.5	10.4	2.6	20.3	4.6	27.7	4.4

Этот результат был зафиксирован для абсолютного и относительного прироста длины карапакса, который был выше у самцов ($df = 1$, $F = 7.421$, $p = 0.011$). Такая же закономерность выявлена и для относительного прироста массы ($df = 1$, $F = 6.449$, $p = 0.024$). Вероятно, полученный результат связан с тем, что большинство крабов, имевших на начало опыта ширину карапакса менее 100 мм (неполовозрелые), после линьки достигло

состояния половозрелости. Поскольку рост половозрелых крабов начинает различаться, можно с большой долей уверенности говорить о том, что различия в конечных приростах размеров и массы связаны с процессами созревания.

Обсуждение

В ходе работы впервые показано, что удаление шипов на конечностях молоди *Paralithodes camtschaticus* ведет к снижению продолжительности межлиночных интервалов. У крабов с длиной карапакса 75–85 мм (ширина карапакса 80–90 мм) линька особей с удаленными шипами на конечностях проходила, в среднем, на 40–45 сут. раньше, чем у интактных особей. Физиологический механизм подобного явления ранее не описан. Мы можем предположить, что небольшие повреждения ведут к изменению гормонального статуса крабов. По всей видимости, множественные повреждения эпидермальных покровов, вызванные удалением шипов, ведут к изменению уровней экдистероидов, и, соответственно, стимулируют более раннюю линьку. Данный эффект был выражен при удалении шипов с конечностей подопытных животных, хотя, визуальное, площадь, охваченная удалением шипов с карапакса, выглядит больше. Вероятно, это связано с толщиной эпидермиса, который тоньше на конечностях камчатского краба.

Индукция экдизиса на основе традиционных методик, включающих в себя множественную аутономию, удаление глазных стебельков и даже инъекцию гормонов линьки зачастую ведет к нежелательным для животных последствиям. Было показано, что у молоди камчатского краба смертность возрастает в 2 раза при удалении одного глазного стебелька, и в 4 раза – при удалении обоих глазных стебельков (Molyneux, Shirley, 1988).

Инъекции гормонов линьки зачастую ведут к нарушениям линочного процесса и ингибированию восстановления утраченных конечностей. Подобные эффекты были описаны для речных раков *Procambarus* и крабов *Uca pugilator*. Было показано, что смертность подопытных животных существенно превышала уровень, отмеченный для контроля (Krishnakumaran, Schneiderman, 1970).

Таким образом, хотя эффект влияния удаления шипов на продолжительность межлиночных интервалов менее выражен, чем при использовании альтернативных подходов, указанных выше, наш метод (удаление шипов с конечностей) не имеет таких отрицательных последствий для физиологии камчатского краба, чем множественная аутономия и удаление глазных стебельков, и не такой затратный как инъекция гормонов линьки. Мы использовали в опытах относительно небольших крабов, поэтому перспектива использования метода на практике может быть связана с культивированием молоди и ее дальнейшим выпуском в море для пополнения естественных популяций.

Работа поддержана грантом Президента МК-52.2014.4.

Л и т е р а т у р а

Chang E.S., Mykles D.L. Regulation of crustacean molting: A review and our perspectives // Gen. Comp. Endocrinol. 2011. Vol. 172. P. 323–330.

Dvoretzky A.G., Dvoretzky V.G. Hemolymph molting hormone concentrations in red king crabs from the Barents Sea // *Polar Biol.* 2010. Vol. 33. P. 1293–1298.

Krishnakumaran A., Schneiderman H.A. Control of molting in mandibulate and chelicerate arthropods by ecdysones // *Biol. Bull.* 1970. Vol. 139. P. 520–538.

Molyneaux D.B., Shirley T.C. Molting and growth of eyestalk-ablated juvenile red king crabs, *Paralithodes catantschatica* (Crustacea: Lithodidae) // *Compar. Biochem. Physiol.* 1988. Vol. 91. P. 245–251.

Shirley S.M., Shirley T.C. Appendage injury in Dungeness crabs in Southeastern Alaska // *Fish. Bull.* 1988. Vol. 86. P. 156–160.

Skinner D.M. Molting and regeneration // *The biology of Crustacea*. Vol. 9. Integument, pigments, and hormonal processes / Bliss D.E., Mantel L.H. (Eds.). Orlando, Florida: Academic Press, 1985. P. 43–146.

СООБЩЕСТВО ПЛАНКТОННЫХ КОПЕПОД ГУБЫ УРА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ВОД

В.Г. Дворецкий, А.Г. Дворецкий

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск, Россия

e-mail: vdvoretzkiy@mmbi.info

В экосистемах арктических морей зоопланктон представляет важное звено, связывающее микропродуцентов с более высокими трофическими уровнями, включая промысловых рыб (Богоров, 1974; Raymont, 1983). Южная часть Баренцева моря – один из наиболее продуктивных районов Мирового океана (Зенкевич 1963; Комплексные ..., 2011). Многие губы и заливы Кольского п-ова являются районами развития личинок рыб и нагула молоди трески, мойвы, пикши (Тимофеев, 2000). Для расчетов энергетического баланса пелагических экосистем необходимо знать продукционные характеристики первичных и вторичных продуцентов. Эта информация также полезна для оценки и предсказания продукции рыб и расчетов их запаса. Для Баренцева моря очень мало сведений о потенциальной продукции зоопланктона. В составе зоопланктона Баренцева моря доминируют копеподы, составляя в отдельные сезоны более 80 – 90% суммарной биомассы, поэтому их продукция в целом хорошо отражает общую продукцию зоопланктона.

Целью работы было исследование распределения веслоногих ракообразных в губе Ура и прилегающих водах, а также расчет потенциальной продукции копепод в летний и осенний периоды.

Материалы и методы

Отбор проб проведен на 12 станциях во время рейсов НИС «Дальние Зеленцы» в конце июля – начале августа и конце сентября – начале октября 2007 г. (рис. 1, табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Характеристика станций отбора проб в южной части Баренцева моря летом и осенью 2007 г.

Станция	Дата	Время	Глубина, м	Слой облова, м
Лето				
5	31.07.2007	22:30	190	100–0
2	01.08.2007	16:40	152	100–0
3	01.08.2007	9:52	172	100–0
10	02.08.2007	21:10	95	90–0
11	02.08.2007	13:35	96	90–0
12	02.08.2007	7:26	205	100–0
8	03.08.2007	16:29	218	100–0
9	03.08.2007	9:43	261	100–0
1	04.08.2007	19:22	218	100–0
6	04.08.2007	15:26	153	100–0
7	04.08.2007	9:15	146	100–0
4	05.08.2007	10:07	263	100–0
Осень				
1	30.09.2007	18:45	224	100–0
2	01.10.2007	12:14	154	100–0
3	01.10.2007	18:55	171	100–0
4	02.10.2007	14:24	261	100–0
5	02.10.2007	9:17	182	100–0
6	03.10.2007	9:05	142	100–0
7	03.10.2007	17:21	138	100–0
8	04.10.2007	9:18	211	100–0
9	04.10.2007	16:28	258	100–0
10	05.10.2007	9:36	94	89–0
11	05.10.2007	14:38	89	84–0
12	06.10.2007	9:16	199	100–0

На каждой станции выполнено профилирование водной толщи при помощи зонда SBE 19 plus SEACAT CTD. Зоопланктон отбирали сетью Джеди (0.11 м², 168 мкм) в поверхностном 100-метровом слое. Обработка материала проведена по стандартной методике (Богоров, 1947). Численность была выражена в экземплярах на 1 м³. Биомассу рассчитывали по таблицам стандартных весов и размерно-весовым зависимостям (Численко, 1968; Mumm 1991; Richter 1994). Сухая и углеродная масса была приведена к сырой по переводным коэффициентам (ICES ..., 2000). Суточная продукция copepod рассчитана в зависимости от температуры воды и индивидуальной массы рачков (Hirst, Lampitt, 1998). По географическому критерию выделено два типа акваторий – открытое море и губа Ура. Сравнение количественных показателей проведено одно-

факторным дисперсионным анализом или тестом Крускала-Уоллиса. Расчет запаса и интегральной продукции копепод произведен с использованием ГИС «Картмастер» (разработчик ВНИРО, г. Москва), интерполяция данных произведена кригингом по сферической модели. Средние представлены со стандартной ошибкой.

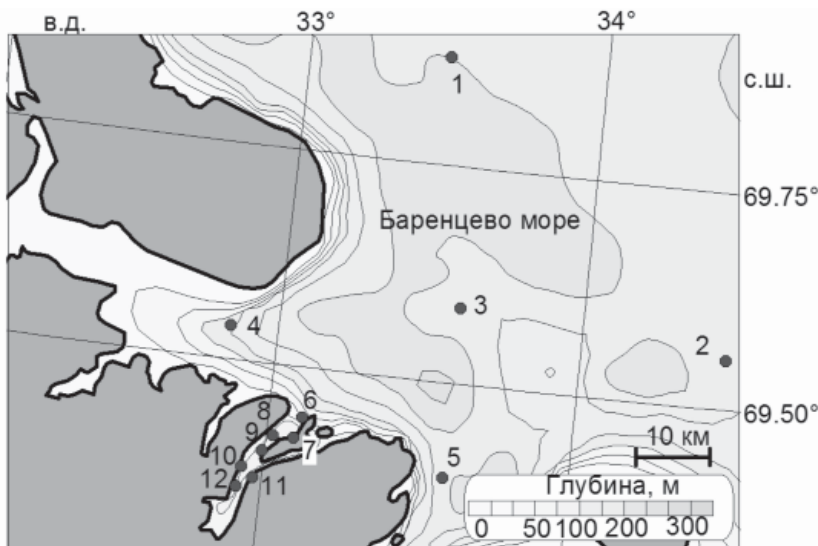


Рис. 1. Расположение станций отбора проб в южной части Баренцева моря летом и осенью 2007 г.

Результаты

Летом температура и соленость в верхнем 100-метровом слое варьировали от 3.76 до 13.43°C и от 25.99 до 34.69 psu, соответственно. На всех станциях отмечен пикноклин на глубине 10 – 40 м. Осенью температура колебалась от 5.14 до 8.77°C, соленость – от 29.25 до 34.69 psu. Слой скачка выявлен глубже 60 м. Выявлены значимые отличия по температуре между исследуемыми периодами ($p < 0.001$). Осенью средняя температура была в 1.6°C выше, чем летом ($8.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ и $6.4 \pm 0.2^\circ\text{C}$). Для солености отличия были выявлены для слоев 10–0 м и 100 – 0 м ($p < 0.05$).

Летом в пробах отмечено 15 видов копепод (табл. 2). Общая численность колебалась от 136 до 3159 экз/м³, в среднем составляя 1496 ± 310 экз/м³. Биомасса изменялась в диапазоне 37–239 мг/м³ при средней величине 118 ± 5 мг/м³. Средняя численность в губе Ура была приблизительно в 2 раза выше, чем на прилегающей акватории, тогда как биомасса была в 1.3 раза меньше (табл. 2). По численности доминировали *O. similis* и *C. finmarchicus*, причем в губе Ура обилие *O. similis* было в 2 раза выше, чем на ст. 1–5. По биомассе преобладал *C. finmarchicus*, его вклад был на 13% больше, чем в открытом море (табл. 2). По численности и биомассе статистически значимые отличия между акваториями найдены для *O. similis* ($p < 0.05$). Индекс Шеннона варьировал от 1.51 до 1.98, выравненность по обилию – от 0.61 до 0.83.

Таблица 2
 Состав, численность (экз/м³) и биомасса (мг сырой массы/м³) планктонных копепод в южной части Баренцева моря летом и осенью 2007 г.

Таксон	Численность			Биомасса			Численность			Биомасса		
	Лето			Осень			Лето			Осень		
	Открытое море	Губа Ура	Губа Ура	Открытое море	Губа Ура	Губа Ура	Открытое море	Губа Ура	Губа Ура	Открытое море	Губа Ура	Губа Ура
<i>Acartia longiremis</i>	87±43	202±60	1.3±0.6	2.9±0.8	86±31	93±34	1.3±0.4	1.4±0.5	1.3±0.4	1.4±0.5	1.4±0.5	
<i>Bradydium armatum</i>	—	—	—	—	<1	—	0.1±0.1	—	0.1±0.1	—	—	
<i>Calanus finmarchicus</i>	164±46	103±14	118.9±30.2	79.4±8.9	92±22	19±5	64.2±11.7	14.8±3.8	64.2±11.7	14.8±3.8	14.8±3.8	
<i>Centropages hamatus</i>	2±1	3±3	<0.1	0.1±0.1	9±4	2±1	0.4±0.1	0.1±0	0.4±0.1	0.1±0	0.1±0	
<i>Centropages typicus</i>	—	—	—	—	1±0	—	<0.1	—	<0.1	—	—	
<i>Eurytemora</i> spp.	<1	1±0	0.1±0.1	0.3±0.1	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Metridia longa</i>	3±3	<1	1±0.8	<0.1	40±6	7±2	9.1±1.5	1±0.4	9.1±1.5	1±0.4	1±0.4	
<i>Metridia lucens</i>	<1	<1	0.1±0.1	<0.1	8±2	<1	1.4±0.6	<0.1	1.4±0.6	<0.1	<0.1	
<i>Microcalanus pusillus</i>	18±8	21±15	0.2±0.1	0.2±0.1	86±15	136±22	0.9±0.1	1.4±0.2	0.9±0.1	1.4±0.2	1.4±0.2	
<i>Microcalanus pygmaeus</i>	3±2	—	0.2±0.1	—	17±7	6±1	1.2±0.5	0.4±0.1	1.2±0.5	0.4±0.1	0.4±0.1	
<i>Microsetella norvegica</i>	—	3±2	—	<0.1	—	<1	—	<0.1	—	<0.1	<0.1	
<i>Oithona atlantica</i>	3±2	31±13	<0.1	0.3±0.1	6±1	82±29	0.1±0	0.8±0.3	0.1±0	0.8±0.3	0.8±0.3	
<i>Oithona similis</i>	273±123	790±188	1.1±0.5	3.5±0.8	438±169	316±91	1.9±0.8	1.4±0.4	1.9±0.8	1.4±0.4	1.4±0.4	
<i>Paraeuchaeta</i> spp.	—	—	—	—	—	<1	—	<0.1	—	<0.1	<0.1	
<i>Pseudocalanus acuspes</i>	61±26	90±19	2.7±1.2	3.7±0.7	71±39	50±10	3±1.5	2.1±0.4	3±1.5	2.1±0.4	2.1±0.4	
<i>Pseudocalanus minutus</i>	116±47	131±28	5.2±2.1	5.4±1.1	178±83	190±45	7.6±3.2	8.2±2.1	7.6±3.2	8.2±2.1	8.2±2.1	
<i>Temora longicornis</i>	160±80	483±146	3.7±1.9	9.1±2.9	43±14	122±31	0.7±0.3	2.2±0.5	0.7±0.3	2.2±0.5	2.2±0.5	
<i>Tisbe furcata</i>	1±1	1±1	<0.1	0.1±0	<1	—	<0.1	—	<0.1	—	—	
<i>Copepoda nauplii</i>	12±7	59±22	0.1±0	0.3±0.1	116±32	135±33	0.1±0	0.1±0	116±32	135±33	0.1±0	
Сумма	904±325	1918±424	135±33	105±11	1191±329	1157±176	91.9±14.2	34±5.7	1157±176	91.9±14.2	34±5.7	

Осенью в пробах выявлено 17 веслоногих ракообразных (табл. 2). Суммарное обилие достигало максимума на ст. 5 (2484 экз/м³), минимум отмечен на ст. 8 (612 экз/м³). Биомасса колебалась от 15 до 120 мг/м³. Средние величины составили 1171±162 экз/м³ и 58±11 мг/м³. По численности в пределах губы Ура и прилегающего моря доминировали *O. similis* (26±3% и 33±6%) и представители рода *Pseudocalanus* (20±2% и 18±4%). По биомассе на ст. 1–5 лидирующее положение занимали *C. finmarchicus*, *Pseudocalanus* spp. и *M. longa*, составлявшие более 90% от общих показателей. В губе Ура преобладали *C. finmarchicus* (42±6%) и *Pseudocalanus* spp. (31±5%) (табл. 2). Статистически значимые отличия между двумя акваториями найдены для численности и биомассы *C. finmarchicus*, *M. longa*, *M. lucens* и *O. atlantica* ($p < 0.05$). Разнообразие, оцененное по индексу Шеннона, составляло 1.64–2.16. Выравненность фауны копепод по обилию изменялась в диапазоне 0.59–0.84.

В табл. 3 показаны результаты сравнения численности и биомассы веслоногих ракообразных в летний и осенний периоды. Для большинства общих для обоих сезонов таксонов отмечены значимые вариации. Кроме того, летом общая биомасса копепод была статистически достоверно выше, чем осенью.

Таблица 3

Сравнение численности и биомассы копепод (уровень значимости отличий согласно однофакторному дисперсионному анализу или тесту Крускала-Уоллиса) в южной части Баренцева моря летом и осенью 2007 г.

Таксон	Численность	Биомасса
<i>Acartia longiremis</i>	н.з.	н.з.
<i>Calanus finmarchicus</i>	<0.05	<0.05
<i>Centropages hamatus</i>	<0.05	<0.05
<i>Metridia longa</i>	<0.05	<0.05
<i>Metridia lucens</i>	<0.05	<0.05
<i>Microcalanus pusillus</i>	<0.001	<0.001
<i>Microcalanus pygmaeus</i>	<0.001	<0.001
<i>Microsetella norvegica</i>	н.з.	н.з.
<i>Oithona atlantica</i>	н.з.	н.з.
<i>Oithona similis</i>	н.з.	н.з.
<i>Pseudocalanus acuspes</i>	н.з.	н.з.
<i>Pseudocalanus minutus</i>	н.з.	н.з.
<i>Temora longicornis</i>	н.з.	<0.05
Copepoda nauplii	<0.05	н.з.
Сумма	н.з.	<0.05

Примечание. н.з. – статистически незначимые отличия.

В летний период суммарная суточная продукция копепод была выше, чем осенью ($p < 0.05$), причем в открытом море в 1.2 раза, а в губе Ура – в 2 раза (рис. 2). Летом основной вклад в продукцию в губ Ура вносили *C. finmarchicus* (46±8%), *T. longicornis* (20±5%), *Pseudocalanus* spp. (14±3%) и *O. similis* (11±2%). На прилегающей акватории более 70% приходилось на *C. finmarchicus*. Осенью картина несколько поменялась: в губе Ура лидирующее положение занимали представители рода *Pseudocalanus* (35±3%), *C. finmarchicus* (17±3%) и *T. longicornis* (12±2%), а в открытом море доминировали *C. finmarchicus* (45±6%) и *Pseudocalanus* spp. (20±5%).

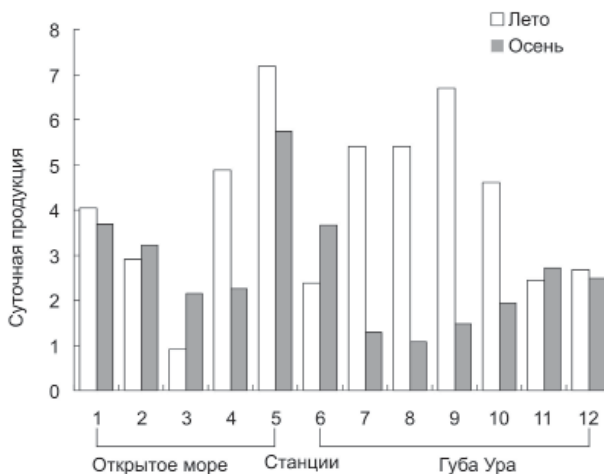


Рис. 2. Продукция копепод ($\text{мг}/\text{м}^3$ в сутки) в южной части Баренцева моря летом и осенью 2007 г.

В летний период для прибрежной акватории площадью 1100 км^2 запас планктонных копепод оценен в 12.8 тыс. т сырой массы. Осенью величина запаса была в 1.6 раза меньше, составляя 8.2 тыс. т (рис. 3). Интегральная продукция веслоногих ракообразных летом равнялась 460 т в сутки, в осенний период она снизилась до 300 т в сутки (рис. 4).

Значимых корреляций между биомассой, численностью, продукцией копепод и гидрологическими факторами не выявлено. Только для осеннего периода прослеживалась тенденция увеличения общей биомассы (B) с ростом солёности (S): $\text{Lg}[B] = 1.18 \cdot S - 38.68$, $R^2 = 0.44$, $F = 7.93$, $p = 0.02$.

Обсуждение

Доминирующим типом водных масс в исследуемом районе являются мурманские прибрежные воды (Климатический ..., 2004). Согласно опубликованным данным, средняя температура в верхнем 100-метровом слое в августе и октябре составляет в южной части Баренцева моря $5\text{--}8^\circ\text{C}$ и $5\text{--}6^\circ\text{C}$, соответственно. Отмеченные в нашем ис-

следовании значения температуры были выше среднегодовых показателей, что, скорее всего, связано с процессами потепления в Баренцевом море, которые регистрируются с начала 21 в. (Матишов, 2010). Величины солёности, в целом, соответствовали более ранним исследованиям (Климатический ..., 2004).



Рис. 3. Карта распределения запаса зоопланктона ($\text{г}/\text{м}^3$) в южной части Баренцева моря летом и осенью 2007 г. Лето: 1 – <6 , 2 – $6-12$, 3 – $12-18$, 4 – >18 . Осень: 1 – <4 , 2 – $4-8$, 3 – $8-12$, 4 – >12 .

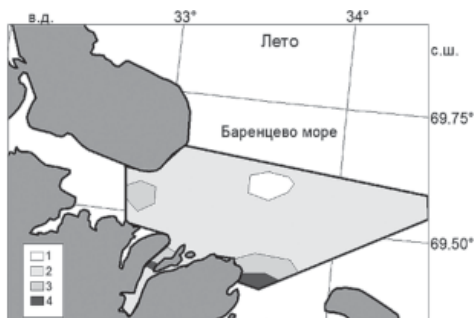


Рис. 4. Карта распределения интегральной продукции зоопланктона ($\text{мг}/\text{м}^3$ в сутки) в южной части Баренцева моря летом и осенью 2007 г. Лето: 1 – <200 , 2 – $200-400$, 3 – $400-600$, 4 – >600 . Осень: 1 – <150 , 2 – $150-300$, 3 – $300-450$, 4 – >450 .

Сообщество копепоид характеризовалось преобладанием неритических представителей (*A. longiremis*, *C. hamatus*, *Pseudocalanus* spp., *Temora longicornis*), что вполне закономерно, поскольку именно прибрежные виды составляют основу зоопланктона в губах и заливах Кольского п-ова (Дворецкий, 2005, 2007; Дворецкий, Дворецкий, 2008, 2012). Важными факторами, определяющими облик планктона в таких районах, являются особенности местной циркуляции, батиметрия, пресноводный сток (Тимофеев, 2000). За счет стока в прибрежье происходит обогащение фауны бентическими, эстуарными или, в ряде случаев, пресноводными формами (Дворецкий, 2005). В частности, нами в пробах были отмечены мелкая бентопелагическая копепода *Tisbe furcata* и представители распресненных зон *Eurytemora* spp.

В районах открытого моря были представлены такие бореальные виды как *M. lucens* и *C. typicus*, которые ассоциированы с водами атлантического происхождения. Анализ вертикальных гидрологических профилей показал, что воды с соленостью более 34.5 psu располагались глубже 60–70 м, поэтому указанные виды, видимо, встречались в глубоководных слоях. Кроме того, более высокая доля тепловодных и бореальных видов служит индикатором усиления притока теплых атлантических вод (Тимофеев, 2000). Например, летом 1976 г. в планктоне Восточного Мурмана были выявлены нетипичные тепловодные виды (Фомин, 1978).

Мы выявили, что в зоопланктоне по численности преобладали мелкие копеподы (*Oithona*, *Pseudocalanus*, *Temora*), а по биомассе – *C. finmarchicus*. Подобная структура сообщества характерна для многих арктических акваторий (Дворецкий, 2005, 2007; Дворецкий, Дворецкий, 2009, 2012; Dvoretzky, Dvoretzky, 2012).

Вариации суммарной биомассы копепод в пределах арктических морей связаны с комплексом факторов, включая гидрологические условия, батиметрию, кормовые ресурсы, сезон, время и методику отбора проб (Богоров, 1974; Raymont, 1983; Тимофеев, 2000). Полученные нами величины биомассы соответствовали более ранним данным, полученным в южной части Баренцева моря (Фомин, 1978; Тимофеев, 2000), у берегов Новой Земли (Дворецкий, Дворецкий, 2009; Dvoretzky, Dvoretzky, 2012) и в проливе Фрама (Trophic ..., 2007).

Рассчитанные нами значения суточной продукции были сопоставлены с величинами, отмеченными для Печорского моря (Дворецкий, Дворецкий, 2010). В юго-восточной части моря продукция была выше, что во многом объясняется разницей во времени отбора проб, а также особенностями структуры сообществ. Кроме того, в эстуарных районах, к которым относится Печорское море, за счет пресноводного стока, происходит насыщение воды биогенами, что ведет к повышению первичной продукции и, как следствие, к росту продукции копепод (Дворецкий, Дворецкий, 2010). В Белом море (губа Чупа) суточная продукция ракообразных, которая оценивалась по метаболическому методу, составляла в августе 6 мг/м³ (Примаков, Бергер, 2007), что сопоставимо с нашими величинами. Подобное сходство объясняется доминированием в Белом море мелких копепод (*P. minutus* и *O. similis*), чья биомасса достигает высоких значений.

Таким образом, в ходе работы было установлено, что основу сообщества копепод составляли мелкие неритические виды. Биомасса веслоногих ракообразных была выше, чем в других районах Баренцева моря. Значения суточной продукции также были велики. Запас и интегральная продукция достигали 8–13 тыс. т и 300–600 т в сутки, что свидетельствует о высоком продукционном потенциале сообществ зоопланктона в южной части Баренцева моря.

Работа поддержана грантом Президента МК-52.2014.4.

Л и т е р а т у р а

Богоров В.Г. Инструкция для проведения гидробиологических работ в море (планктон и бентос). М.-Л.: Главсевморпуть, 1947. 127 с.

Богоров В.Г. Планктон Мирового океана. М.: Наука, 1974. 320 с.

Дворецкий В.Г. Характеристика зоопланктона Печорского моря // Теория и практика комплексных морских исследований в интересах экономики и безопасности российского Севера: Тез. докл. междунар. науч.-практич. конф. Мурманск, 15–17 марта. 2005. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2005. С. 30–31.

Дворецкий В.Г. Характеристика зоопланктона прибрежной зоны Восточного Мурмана Баренцева моря // Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов российских морей Северо-Европейского бассейна (проект подпрограммы «Исследования природы Мирового океана» ФЦП «Мировой океан»). Вып. 2. Апатиты: КНЦ РАН, 2007. С. 441–452.

Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г. Мониторинговые исследования зоопланктона в прибрежной зоне южной части Баренцева моря // Современные проблемы морской инженерной экологии (изыскания, ОВОС, социально-экономические аспекты): Матер. междунар. научн. конф. (г. Ростов-на-Дону, 9–11 июня 2008 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. С. 75–77.

Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г. Распределение веслоногих ракообразных у берегов архипелага Новая Земля (август 2006 г.) // Матер. XXVII конф. молод. уч. Мурманского морского биологического института (г. Мурманск, май 2009 г.). Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2009. С. 45–52.

Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г. Суточные уровни продукции веслоногих ракообразных в Печорском море // Природа морской Арктики: современные вызовы и роль науки: Тез. докл. междунар. научн. конф. (г. Мурманск, 10–12 марта 2010 г.). Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2010. С. 58–59.

Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г. Распределение копепод в весеннем планктоне прибрежья Баренцева моря в 2007 г. // Вестник КНЦ. 2012. № 2. С. 30–36.

Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 739 с.

Климатический атлас морей Арктики 2004: Часть База данных Баренцева, Карского, Лаптевых и Белого морей – океанография и морская биология / Г.Г. Матишов, А.Н. Зуев, В.А. Голубев и др. Вашингтон, 2004. 148 с.

Комплексные исследования больших морских экосистем России / Под ред. Г.Г. Матишова. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2011. 516 с.

Матишов Г.Г. Вклад Мурманского морского биологического института в экосистемные исследования и рациональное природопользование // Природа морской Арктики: современные вызовы и роль науки: Тез. докл. междунар. науч. конф. (г. Мурманск, 10–12 марта 2010 г.). Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2010. С. 5–17.

Примаков И.М., Бергер В.Я. Продукция планктонных ракообразных в Белом море // Биол. моря. 2007. Т. 33. С. 356–360.

Тимофеев С.Ф. Экология морского зоопланктона. Мурманск: Изд-во МГПИ, 2000. 216 с.

Фомин О.К. Некоторые динамические характеристики зоопланктона в прибрежье Мурмана // Закономерности биопродукционных процессов в Баренцевом море. Апатиты: Изд-во КФ АН СССР, 1978. С. 72–91.

Численко Л. Н. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела. Л.: Наука, 1968. 106 с.

Dvoretzky V.G., Dvoretzky A.G. Crustaceans of the Barents Sea: recent studies of Murmansk Marine Biological Institute // Ber. Polarforsch. 2012. Vol. 640. P. 162–176.

Hirst A.G., Lampitt R.S. Towards a global model of in situ weight-specific growth in marine planktonic copepods // Mar. Biol. 1998. Vol. 132. P. 247–257.

ICES Zooplankton Methodology Manual / Ed. by R. Harris, P.H. Wiebe, J. Lenz, H.R. Skjoldal, M. Huntley. New York: Academic Press, 2000. 684 p.

Mumm N. Zur sommerlichen Verteilung des Mesozooplanktons im Nansen-Becken, Nord-polarmeer // Ber. Polarforsch. 1991. Vol. 92. P. 1–146.

Raymont J.E.G. Plankton and productivity in the oceans. 2nd Edition. Vol. 2. Southampton: Pergamon Press, 1983. 824 p.

Richter C. Regional and seasonal variability in the vertical distribution of mesozooplankton in the Greenland Sea // Ber. Polarforsch. 1994. Vol. 154. P. 1–90.

Trophic structure of zooplankton in the Fram Strait in spring and autumn 2003 / K.Blachowiak-Samolyk, S.Kwasniewski, K. Dmoch et al. // Deep Sea Res. II. 2007. Vol. 54. P. 2716–2728.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИТОРАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ПОЛИХЕТ В ЭСТУАРИИ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Дикаева Д.Р.

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: dikaeva@mmbi.info

Эстуарии - переходные зоны между морскими и пресными местообитаниями с выраженным градиентом солености и изменчивым гидрологическим режимом. Они являются зонами транзита терригенного и органического осадка с материка в океан. Эстуарные экосистемы относятся к динамическим неравновесным системам с постоянно меняющимися и часто непредсказуемыми абиотическими условиями, что отражается на видовом составе, обилии и структуре существующих здесь сообществ (Столяров, 2011). Эстуарные районы Кольского залива в результате развития промышленности испытывают возрастающий антропогенный прессинг. В связи с этим актуальность изучения состава и структуры литоральных сообществ в зависимости от изменяющихся условий среды возрастает.

Сбор литорального зообентоса в ходе мониторинга проводился в эстуарной части Кольского залива в период с апреля по ноябрь 2010 г. Материал отбирался сотрудниками лаборатории зообентоса ММБИ в береговых экспедициях. В кутовой части южного колена залива было установлено три мониторинговых разреза,

расположенных по мере возрастания эстуарных условий: 1 разрез был расположен в районе мыса Притыка сразу за новым мостом, 2 разрез – напротив устья реки Кола, 3 разрез – в устье реки Тулома (рис.). На начальном этапе мониторинга в конце апреля - мае 2010 г. была проведена фоновая количественная съемка для получения общей картины распределения организмов. В ходе этой съемки было выполнено максимальное количество станций на всех разрезах (по 5 – 6 станций на каждом разрезе, в целом 17 станций). Всего в этот период было отобрано 66 проб. В течение последующих этапов мониторинга, на каждом разрезе выполняли только 2-3 контрольные станции. Сбор материала для второго этапа мониторинга проводился в начале августа 2010 г., для третьего этапа – в конце ноября 2010 г. На каменистых грунтах с растительностью собирали 3-6 проб квадратной количественной рамкой. На песчаных и илесто-песчаных грунтах выполняли 6 проб, методом извлечения грунта колонкой диаметром 10.2 см (площадь поверхности 0.008 м²). Обработка материалов осуществлялась по стандартной гидробиологической методике.



Рис. Карта-схема мониторинговых разрезов на литорали в куту Кольского залива в 2010 г.

В данной работе проанализирован состав и распределение многощетинковых червей одной из наиболее многочисленных и разнообразных групп донных беспозвоночных.

В результате обработки материалов, собранных в береговой экспедиции ММБИ в 2010 г. с трех разрезов идентифицировано 11 видов полихет, принадлежащих 7 семействам.

Фаунистический состав сообществ полихет характеризуется преобладанием бореальных видов (49%), малым количеством бореально-арктических (38%) и арктических видов (13%).

Трофическая структура полихет представлена в равных количествах собирающими детритофагами (28%), плотоядными (29%) и сестонофагами (29%), наименьшим количеством видов детритофагов безвыборочно поглощающих грунт (14%).

Видовое богатство на станциях колебалось от 1 до 7 видов. Максимальное количество видов отмечено на первом разрезе в районе мыса Притыка, минимальное – на третьем разрезе в устье реки Тулома. При продвижении от верхних горизонтов литорали к нижним происходит уменьшение видового разнообразия.

Биомасса полихет на литорали распределена неравномерно и варьирует от 0,001 до 17 г/м². Отмечено снижение биомассы от мористого разреза в районе мыса Притыка к устью реки Тулома. На первом разрезе в районе мыса Притыка биомасса варьирует от 11 до 17 г/м², на втором разрезе, расположенном напротив устья реки Кола, биомасса снижается и колеблется от 2 до 14 г/м². Третий разрез, расположенный в устье реки Тулома, отличается самыми низкими значениями биомассы, не превышающей 2 г/м². На первом разрезе в среднем и нижнем горизонте литорали на илисто-песчаных грунтах и на втором разрезе в нижнем горизонте в литоральной ванне доминирует полихета *Alitta virens*. На втором и третьем разрезе в нижних горизонтах литорали на песчаных грунтах доминирует полихета *Marenzelleria arctica*. Низкие значения отмечены в верхних горизонтах литорали, где на слабозаиленных песчаных грунтах с камнями и фукусами отмечены единичные экземпляры *Fabricia stellaris stellaris*, *Manayunkia polaris*, *Pygospio elegans*.

Плотность поселения полихет распределена неравномерно от 3 до 8000 экз./м² и повторяет основные тенденции в распределении биомассы. От самого мористого разреза вглубь эстуария происходит снижение плотности поселения полихет.

На первом разрезе плотность поселения колеблется от 3000 до 8000 экз./м², на втором разрезе численность снижается и варьирует от 5 до 1300 экз./м². Минимальные значения численности отмечены на третьем разрезе в устье реки Тулома (от 3 до 550 экз./м²). Максимальные значения численности отмечены в средних и нижних горизонтах литорали, где на первом разрезе доминируют *Polydora orientalis* и *Pygospio elegans*, на втором и третьем разрезе – *Pygospio elegans* и *Marenzelleria arctica*. При продвижении от верхних горизонтов литорали к нижним отмечено снижение плотности поселения.

Анализ состава сообществ полихет в разных участках литорали от устья реки Тулома в более мористую часть указывает на относительно плавную смену доминирующих видов вдоль градиента солёности.

Так, на первом мористом разрезе на илисто-песчаных грунтах в средних и нижних горизонтах литорали и на втором разрезе в нижнем горизонте в литоральной ванне доминирует полихета *Alitta virens*. Полихеты *Alitta virens* играют большую роль

в питании многих морских птиц и рыб. Эти виды обитают в толще грунта, образуя в нем систему разветвленных ходов. Их норы уходят вглубь почти на полметра, но на поверхности выглядят простыми дырками в грунте без ямок и горок фекалий, как у пескожила *Arenicola marina*. Эти виды могут покидать свои норы и совершать миграции в сублитораль. Размножаются эти черви в воде, выметывая в воду половые продукты. Отнерестившись, черви закапываются в грунт и погибают (Хлебович, 1996). Сообщества полихет с доминированием *Alitta virens* имеют высокую биомассу, которая варьирует от 13 до 17 г/м², и плотность поселения которая изменяется от 1000 до 8000 экз./м². Максимальные значения отмечены на первом мористом разрезе (мыс Притыка).

По мере приближения к устьевым участкам рек Кола и Тулома с уменьшением солености и сменой типа грунтов, которые по мере приближения к Кольской узости заменяются на мелкопесчанистые пески, доминирование в средних и нижних горизонтах литорали переходит к *Marenzelleria arctica*. Здесь отмечено небольшое количество видов, низкие значения биомассы не превышающие 2 г/м² и невысокая плотность поселения 500 экз./м².

В результате мониторинговых исследований на контрольных станциях всех трех разрезов существенных изменений в составе литоральных сообществ не произошло.

На первом разрезе отмечено увеличение биомассы полихет в весенне-летний период и снижение в осенний период, вероятно за счет миграции крупных видов *Alitta virens* в сублитораль, а мелких сеголеток - из сублиторали (Хлебович, 1996). В результате чего доминирующий вид *Alitta virens* в ноябре выступает субдоминантом в нижнем горизонте литорали. В ноябре на первом разрезе в нижнем горизонте литорали отмечено резкое увеличение плотности поселения сообществ полихет за счет доминирующего вида *Pygospio elegans*. Вероятно, в зимний период на литорали образуется слой льда, который защищает обитателей литорали от прямого воздействия холодного воздуха.

На втором и третьем разрезе отмечено увеличение биомассы и плотности поселения сообществ полихет в августе, что вероятно связано с выходом молоди, так как размножение многих видов полихет происходит в весенние месяцы. Биомасса полихет увеличивается за счет доминирующего вида *Marenzelleria arctica*, численность – за счет увеличения доли *Manayunkia polaris* и *Pygospio elegans*.

Таким образом, по мере продвижения от устья реки Тулома (разрез 3) в более мористую часть эстуария (разрез 1) отмечена смена доминирующих видов в составе полихет. В более мористой части эстуария на илисто-песчаных грунтах доминирует *Alitta virens*, в солоноватой части на мелкопесчаных грунтах *Marenzelleria arctica*. В ходе проведенных исследований отмечено увеличение количественных характеристик сообществ полихет (видовое разнообразие, численность, биомасса), как в продольном направлении (от устья реки Тулома в сторону моря), так и в вертикальном (от верхней литорали к нижней). Продольный градиент структуры сообщества обусловлен, в первую очередь, увеличением солености, а вертикальный определяется мареграфическим уровнем и связанными с ним факторами (характером грунта, временем осушения, перепадами температуры, опреснением) (Азовский и др., 1998; Столяров и др., 2002; Столяров, Бурковский, 2005; 2008). В ходе сезонных наблюдений состав литоральных сообществ остается относительно постоянным, отмечена динамика количественных

характеристик (биомассы и численности) сообществ полихет, что связано с ростом, размножением и распространением литоральных видов.

Л и т е р а т у р а

Азовский А.И., Обридко С.В., Бурковский И.В., Столяров А.П. Структура населения переходных зон в условиях сложных средовых градиентов (на примере макробентоса эстуария реки Черной, Кандалакшский залив, Белое море) // *Океанология*. 1998. Т. 38. № 3. С. 412–420.

Столяров А.П., Бурковский И.В., Чертопруд М.В., Удалов А.А. Пространственно-временная структура литорального сообщества макробентоса в эстуарии (Кандалакшский залив, Белое море) // *Успехи соврем. биол.* 2002. Т. 122. № 6. С. 537–547.

Столяров А.П., Бурковский И.В. Особенности структурной организации экосистемы эстуария и функциональная взаимозависимость ее частей (Кандалакшский залив, Белое море) // *Успехи соврем. биол.* 2005. Т. 125. № 6. С. 579–592.

Столяров А.П., Бурковский И.В. Пространственная структура мейобентоса и ее изменения в летний период в эстуарии реки Черной (Кандалакшский залив, Белое море) // *Успехи соврем. биол.* 2008. Т. 128. № 2. С. 145–159.

Столяров А.П. Структурно-функциональная организация эстуарных экосистем Белого моря. Автореф. дис. доктора биол. наук. Москва, 2011. 51 с.

Хлебович В.В. Многощетинковые черви семейства Nereididae морей России и сопредельных вод // *Фауна России и сопредельных стран. Многощетинковые черви*; Т. III. СПб.: Наука, 1996. С. 109–112.

ЧИСЛЕННОСТЬ И РЕПРОДУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ПТИЧЬИХ КОЛОНИЯХ МУРМАНА КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ В ПРЕД - И ГНЕЗДОВОЙ ПЕРИОД

А.В. Ежов

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: haliaeetus51@rambler.ru

В настоящее время всё больше говорят об использовании прибрежных территорий Кольского п-ова, развитии прибрежного рыболовства, добычи и транспортировки природных ресурсов шельфовых участков акватории Баренцева моря. В связи с таким положением, встаёт вопрос о комплексных биоэкологических исследованиях морских побережий и прибрежных акваторий. Особенно остро этот вопрос возникает, когда речь заходит об исследованиях рыбных запасов в прибрежных акваториях. В настоящее время большинство ихтиологических исследований проводится в значимых рыболовных районах Баренцева моря (где сосредоточены

основные запасы промысловых видов рыб). Исследования прибрежных запасов ихтиофауны в настоящее время недостаточно многочисленны. В первую очередь, это связано с экономической составляющей такого рода исследований, а во-вторых – часть видов морской ихтиофауны побережья не является промысловозначимыми и, тем самым, научный интерес со стороны ихтиологов крайне низок.

Целью настоящей работы было продемонстрировать возможность использования данных о численности, репродуктивных показателях и обеспеченностью кормами в птичьих колониях в качестве индикатора состояния прибрежной ихтиофауны в весенне-летний период в прибрежных участках Баренцева моря, основываясь на известной зависимости между устойчивым состоянием колоний и трофическими условиями.

В соответствии с целью ставились следующие задачи: получение новых материалов в 2013 г. из трёх крупнейших материковых колоний Мурмана в один сезон; анализ последних и существующих опубликованных данных, полученных в указанных колониях в период с 2000-2011гг.

Во время проведения учётов морских колониальных птиц использованы стандартные методы (Краснов и др., 1995, Краснов, Барретт, 2000). Количественные характеристики моевок в колониях определялись по числу гнездящихся пар (жилых гнёзд моевок). Учёты гнёзд моевок проводились по фотоснимкам, что исключало недоучёт, или повторный учёт одних и тех же гнёзд. Число тонкоклювых и толстоклювых кайр определялось по количеству особей непосредственно на месте при помощи 10-кратного бинокля.

Исследование питания моевок в гнездовой период проводилось методом анализа содержимого отрыжек и в некоторых случаях содержимого желудка.

Что касается репродуктивных показателей моевок, то во время проведения исследований определялись количественные характеристики успеха размножения (средняя кладка/выводок) данного вида.

Самая крупная колония «Городецкие птичьи базары» расположена на п-ове Рыбачий и является самой западной в Российском секторе Арктики. Вторая по численности колония морских птиц расположена в самой восточной части гнездового ареала на Мурмане в районе губы Дворовая. Третье поселение колониальных морских птиц расположено в центральной части северного побережья Кольского п-ова в районе мыса Крутик. Данное поселение является самым мелким по сравнению с двумя выше упомянутыми материковыми колониями, но важность полученных данных из неё невозможно переоценить, поскольку оно расположено в центре гнездового ареала моевок и кайр на Мурманском побережье (рис.).

Основу исследований в указанных колониях составляли сбор информации о численности гнездящихся моевок и кайр в поселениях, репродуктивные показатели моевок и исследования трофических условий в гнездовой период.

За весь период проведения исследований в указанных колониях отмечены периодические колебания численности размножающихся птиц (Краснов, Ежов, 2013), иногда достигающие очень значительных показателей. Так в 2010 и 2013 гг. отмечено резкое увеличение численности моевок в колониях мыса Крутик. Это было связано с тем, что в эти годы в прибрежных районах Восточного Мурмана наблюдали массовый

подход нерестовых скоплений мойвы. Этот факт подтверждался как нашими наблюдениями (прямыми и косвенными), так и данными опроса местных жителей. Разумеется, положительные изменения трофических условий в предгнездовой период позволили большому числу птиц накопить достаточное количество энергетических запасов и приступить к гнездованию. Мы предполагаем, что адекватный рост численности гнездящихся птиц в 2010 году должен был наблюдаться и в других колониях побережья. Наше предположение подтверждается данными, полученными в 2013 году, когда при схожих с 2010 г. трофических условиях в предгнездовой период, во всех колониях Мурманна наблюдался рост числа гнездящихся моевок. Такая ситуация с количеством загнездившихся моевок во всех трёх крупных материковых колониях, может говорить о том, что в период выхода на гнездование, на протяжении всего северного побережья Кольского п-ова, птицы не испытывали серьёзных затруднений с наличием массовых видов корма. Так по некоторым (неопубликованным) данным о проведении лова мойвы в Баренцевом море в феврале – марте 2013 года её скопления продвинулись далеко на восток вдоль побережья Мурманна, что было связано с относительно высокой температурой прибрежных вод. При этом не наблюдалось значительного увеличения среднего размера кладки во всех обследованных колониях, что говорит об отсутствии крупных скоплений мойвы и прочих видов мелкой пелагической рыбы в весенне-летний период.



Рис. Карта-схема расположения районов работ

В целом, общая генеральная тенденция снижения численности гнездящихся моевок в колониях побережья сохранялась. Так в колонии на п-ове Рыбачий числен-

ность гнездящихся моевок в 2011 году сократилась на 77.7% (беспрецедентно низкий уровень), но уже в 2013 г. сокращение численности по сравнению с 2000 г. составило 41%. В колонии мыса Крутик сокращение числа гнездящихся пар моевок к 2013 году составило 9.9%, но в отдельные годы (как, например, в 2009 г.) отмечено катастрофическое снижение численности на 52.3% по сравнению с 2000 годом. В районе губы Дворовая наименьшая численность гнездящихся пар моевок была отмечена в 2008 году, и к этому периоду численность моевок снизилась на 21.6%. Но в 2013 г. отмечено снижение численности лишь на 2% по сравнению с 2003 годом.

В результате наблюдений в 2000-2013 гг. наиболее крупные скопления кайр отмечены на «Городецких птичьих базарах», где численность тонноклювой кайры превышала 1.5 тысячи особей, а число толстоклювых кайр – 1300 особей (табл.). К 2008 году число кайр во всех колониях резко сократилось, хотя в промежуточные сезоны в некоторых колониях отмечалось увеличение числа особей, порой в несколько раз. Так, на «Городецких птичьих базарах» число толстоклювых кайр к 2008 году сократилось на 97%, а в колонии Губы Дворовая сокращение числа толстоклювых и тонноклювых кайр составило 52% и 45%, соответственно (Краснов, Ежов, 2013), но уже в 2013 году резко возросло.

Т а б л и ц а

Численность тонноклювой (1), толстоклювой (2) и кайр обоих видов на учётной площади (3) в крупных материковых колониях Мурмана в 2000-2013 гг., экз.

Год	Мыс Городецкий			Мыс Крутик		Губа Дворовая	
	1	2	3	1	2	1	2
2000	1503	1380	660	105	35	—	—
2002	1458	394	—*	75	90	—	—
2003	—	—	—	52	76	1063	23
2004	—	—	—	43	64	—	—
2005	—	—	—	—	—	682	17
2006	538	64	730	—	—	—	—
2007	418	46	535	139	43	—	—
2008	381	42	672	106	41	581	11
2009	374	46	673	98	36	—	—
2010	—	—	—	331	53	—	—
2011	112	0	0	65	15	—	—
2013	418	207	1096	439	183	609	193

*Примечание: символом “—” отмечены позиции, по которым либо нет данных, либо учёты не проводились.

Ситуация с падением численности кайр, как и в случае с моевками, объясняется, скорее всего, ухудшающимися трофическими условиями в предгнездовой период. Что касается сезона размножения, то неудовлетворительная обеспеченность кормо-

выми ресурсами могла сказаться на эффективности размножения и выкармливания птенцов, что в дальнейшем могло оказать негативное влияние на поддержание численности кайр в популяции.

К сожалению, в материковых колониях Мурмана данные по успешности размножения кайр получить не удалось. Это связано в первую очередь с тем, что кайры не строят гнёзд и селятся плотными, порой многочисленными группами, и определить количество отложенных яиц на пару размножающихся птиц невозможно. Во-вторых, скопления кайр в колониях располагаются в местах, зачастую недоступных для проведения наблюдений без специального альпинистского снаряжения.

Исследование репродуктивных показателей выявило, что во всех колониях лишь трижды средний размер кладки моевки превысил уровень 1.7 яйца на гнездо. В 2000, 2008 и 2011 гг. во всех обследованных колониях отмечен эффект «гнездования» 2000 г. от общего количества пар, занимавших гнезда в этом сезоне, кладка отсутствовала у 42.1% на Городецких птичьих базарах и 50.5% на мысе Крутик. В 2008 г. количество пар без потомства варьировало от 32.4% (Городецкие птичьи базары) до 64.7% (губа Дворовая). В 2011 г. число пустых гнёзд равнялось 54.3 % на «городецких птичьих базарах» и 79% в колонии «мыс Крутик» (Краснов, Ежов, 2013). При этом, средний размер кладки во всех обследованных колониях был крайне низким и не превышал 1.3 яйца на пару размножавшихся моевок, что характерно лишь для сезонов с исключительно неблагоприятными трофическими условиями (Краснов и др., 1995). Что касается результатов исследования репродуктивных показателей в 2013 году, то средний размер кладки в колониях на п-ове Рыбачий и мысе Крутик был одинаковым, а в самом восточном поселении был выше, чем в западных частях ареала. В 2013 году доля гнездящихся пар моевок без потомства на «Городецких птичьих базарах» составила 33.2%, в колонии «мыс Крутик» – 18.4% и 22.1% в колонии «губа Дворовая». Объяснение тому, что в колонии на п-ове Рыбачий треть гнездящихся птиц была без потомства, видится в том, что в феврале – марте существовавшие непродолжительное время у западного побережья Мурмана нерестовые скопления мойвы ушли с тёплыми водами на восток и постепенно перераспределились вдоль всего побережья, что не позволило птицам за короткий период накопить достаточное, для выхода на гнездование, количество энергетических ресурсов.

Период нереста баренцевоморской популяции мойвы достаточно продолжителен и длится с февраля по август. В апреле – марте наблюдается максимум нереста. Помимо растянутости периода нереста, наблюдается несколько подходов мойвы к побережью для размножения. Установлено, что чем восточнее расположены места нереста, тем позже там протекает икротетание. У побережья Мурмана нерест обычно проходит в середине марта – апреле, но незначительный нерест продолжается в течение летних месяцев в более восточных районах северного побережья Кольского п-ова (Лука и др., 1991). Этим можно объяснить довольно высокую плодовитость в самой восточной колонии.

Примечательно и то, что очень часто наблюдается существенная асинхронность начала размножения моевок внутри колонии. Отмечена значительная разница в возрасте птенцов (от пуховичков, до поднимающихся на крыло). Это свидетельствует о

том, что многие птицы либо приступали к размножению с задержкой, либо теряли первую кладку. Вероятность потери кладки в результате хищничества со стороны крупных чаек и врановых существует, но, возможно, не играет значимой роли именно в возрастных различиях у птенцов внутри одной колонии, и нам представляется основным фактором, влияющим на синхронность начала размножения, именно наличие достаточных и продолжительных по времени доступных кормов, а именно стайных пелагических рыб.

Состав корма взрослых моевок во всех обследованных колониях во время наших наблюдений отличался разнообразием и изменчивостью. В питании птиц периодически преобладали то один, то другой вид стайных пелагических рыб. Лишь в поселении моевок на п-ове Рыбачий наблюдалось относительное постоянство в спектре питания (за исключением 2009 года), где доминировали либо молодь сельди, либо мойва. В более восточных колониях у моевок, при редком доминировании мойвы, отмечен высокий уровень встречаемости мелких ракообразных – эвфаузиид.

При исследовании желудков моевок отмечались такие корма, как моллюски, полихеты и икра рыб. Ранее подобные случаи встречались крайне редко и сегодня трактуются нами как использование моевками случайных и дополнительных источников корма в «голодный» период (Краснов, Ежов, 2013).

Эти данные свидетельствуют о том, что птицы в отсутствие основных видов кормов вынуждены искать альтернативные источники питания. В большей степени это касается птиц в колонии губы Дворовая, где подходы нерестовых скоплений мойвы случаются только в тёплые годы (Лука и др., 1986; Лука и др. 1991; Жичкин, 2011).

Результаты исследования содержимого желудков кайр обоих видов, отловленных в колонии мыса Крутик в 2008 году, показывают, что помимо традиционных видов корма (сельдь, песчанка) птицы активно использовали в пищу молодь трески. Доля трески в питании кайр достигала 40%. И хотя для толстоклювой кайры использование молоди тресковых рыб является обычным, имеются подтверждения, что в случае наличия более доступных скоплений пелагических видов рыб, птицы предпочитают добывать именно их (Краснов и др., 1995, Краснов, Ежов, 2013). У 20% тонкоклювых и толстоклювых кайр вскрытые желудки оказались пустыми. В колонии на п-ове Рыбачий в 2006 году наблюдались отдельные птицы с сельдью в клювах. К сожалению, более детальных исследований по питанию кайр в материковых колониях Мурмана провести не удалось.

Ранее, среди лимитирующих состояние колоний моевок и кайр факторов имелось и прямое антропогенное влияние. Это выражалось в виде сбора птичьих яиц. Так ещё в начале XX века при проведении прибрежных научно-промысловых экспедиций совершались подходы к птичьим колониям (в частности, точно упоминается колония на п-ове Рыбачий) для сбора яиц (Экспедиции..., 1902). Помимо этого достоверно известно о сборе яиц в птичьих колониях на протяжении всего побережья жителями рыбацких посёлков, становищ и урочищ, такими как Гаврилово, Дальние Зеленцы, Дроздовка и др. Это подтверждено находками в поселениях колониальных птиц остатков верёвок, лестниц, трапов, забитых в скалы крючьев и т.п. В настоящее время этот вид промысла на побережье отсутствует, что связано с закрытием этих населённых

пунктов к началу проведения наблюдений. Из этого следует, что непосредственное антропогенное влияние на состояние рассматриваемых в работе колоний отсутствует.

Как итог всему вышеизложенному, следует вывод о том, что проводя исследования в колониях морских птиц, можно с достаточной степенью достоверности фиксировать в прибрежной зоне Мурманского побережья появление массовых пелагических стайных рыб, их видовой состав, сроки нерестовых подходов и области акватории, где эти массовые скопления появляются. Исследования численности и репродуктивных показателей колониальных птиц на побережье Мурмана – относительно простой и недорогой способ получения данных в весенне-летний период на протяжении практически всего северного побережья Кольского п-ова. Особенно это существенно для проведения таких мероприятий, как ОВОС и инженерно-экологические изыскания, когда полученный результат адекватен стоимости проведения работ, что немаловажно в современных экономических условиях. Помимо этого, данные этих орнитологических исследований позволяют понять процессы, происходящие в прибрежной экосистеме Мурмана, и на основании которых можно строить прогнозы.

Автор выражает благодарность Кольскому центру охраны дикой природы в лице Петрова Виктора Николаевича и Петровой Ольги Викторовны; Баренцевоморскому отделению всемирного фонда охраны дикой природы (WWF) в лице Суткайтиса Олега Кестутовича и сотруднику ПИНРО Зырянову Сергею Васильевичу за помощь в решении транспортных вопросов в ряде экспедиций. Также автор благодарит сотрудников ММБИ Куклина Вадима Владимировича и Берестовского Евгения Генриховича за помощь в определении содержимого проб питания моевок и кайр.

Л и т е р а т у р а

Белопольский Л.О. Экология морских колониальных птиц Баренцева моря. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1957. 460 с.

Ежов А.В. Состояние популяций моевки (*Rissa tridactyla* L., 1758) и кайр (*Uria aalge* Pontopidian, 1763) и (*U. lomvia* L., 1758) в колониях Мурманского побережья в современных условиях // ДАН. 2009. Т. 426, №2. С. 279–282.

Ежов А.В. Устойчивость колоний моевок (*Rissa tridactyla*) в Баренцевоморском регионе в современных условиях // Теоретические аспекты колониальности у птиц / (отв. ред. Н.В. Лебедева); Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2012. С. 154–159.

Жичкин А.П. Динамика климатических колебаний и миграции промысловых скоплений рыб в Баренцевом море // Глобальные климатические процессы и их влияние на экосистемы арктических и субарктических регионов: Тез. докл. Междунар. науч. конф. (г. Мурманск, 9-11 ноября 2011 г.). Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2011. С. 63–65.

Краснов Ю.В., Барретт Р.Т. Мониторинг морских птиц в Баренцевом море. Программное предложение // Рус. Орнитол. Журн. (Экспресс-выпуск). 2000. № 113. С. 3–22.

Краснов Ю.В., Ежов А.В. Современное состояние моевок (*Rissa tridactyla*) и кайр (*Uria aalge* и *U. lomvia*) на Мурмане // Птицы северных и южных морей России: фауна, экология / (отв. ред. Макаревич П.Р.). Апатиты: изд. КНЦ РАН, 2013. С. 102–117.

Краснов Ю.В., Матишов Г.Г., Галактионов К.В., Савинова Т.Н. Морские колониальные птицы Мурмана. СПб.: Наука, 1995. 226 с.

Краснов Ю.В., Николаева Н.Г. Итоги комплексного изучения биологии моевки в Баренцевом море // Биология и океанография Карского и Баренцева морей (по трассе Севморпути). Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1998. С. 180–260.

Лука Г.И., Ожигин В.К., Панасенко А.Д. // Ихтиофауна и условия ее существования в Баренцевом море. Апатиты, 1986. С. 7–12.

Лука Г.И., Ушаков Н.Г., Ожигин В.К. и др. // Рекомендации по рациональной эксплуатации баренцевоморской мойвы. Мурманск: изд-во ПИНРО, 1991. 53 с.

Экспедиции для научно-промысловых исследований у берегов Мурмана / Сост. Н.М. Книпович; Т. I, часть 1-3. СПб., 1902. 605 с.

РЕАКЦИЯ КРАБА *PARALITHODES CAMTCHATICUS* (Tilesius, 1815) НА ПРИБЛИЖЕНИЕ И ПРОХОЖДЕНИЕ ЦИКЛОНОВ

А.В. Емелина

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск, Россия

e-mail: emelina@mmbi.info

Глобальные атмосферные образования, имеющие сложные облачные системы фронтального типа – циклоны, возбуждают магнитные поля с максимумом энергии в области 3 – 14 Гц. Магнитные поля распространяются впереди циклона по направлению его движения, что связано с наклоном оси циклона.

В работе (Степанюк и др., 2007) была показана реакция сомиков золотистых (*Corydoras aeneus*) на прохождение циклона. Здесь следует пояснить: в качестве характеристики поведения использовалась двигательная активность рыб (перемещения из секции в секцию в длинном аквариуме). При этом расчет текущей дисперсии проводился по 20-ти точкам со сдвигом на одно значение. Показатель Херста, характеризующий детерминированность ($H > 0,5$) или «хаос» активности (беспорядочные метания), рассчитывался по программе «HERST». При прохождении циклона рыбы впадают в «хаос» и мечутся, а после его ухода детерминированность двигательной активности восстанавливается.

Нами исследовалась двигательная активность камчатского краба *Paralithodes camtchaticus*. Эти исследования велись с помощью автоматизированной установки. В качестве регистратора применялся персональный компьютер. Фрагменты синоптических карт брались с сайта www.wetterzentrale.de. Универсальное время на картах переводилось в московское декретное время, по которому велись эксперименты.

Установка содержала кинематический блок, преобразователь в модулированное напряжение постоянного тока, аналого-цифровой преобразователь и регистратор на основе персонального компьютера. Дискретность измерений варьировалась в ши-

роких пределах, что позволяло изучать особенности ритмики животных в различных частотных диапазонах. Для оценки магнитных возмущений использовалась амплитуда возмущений в единицах магнитной индукции (нТл).



Рис. 1. Реакция камчатского краба на приближение мощного циклона

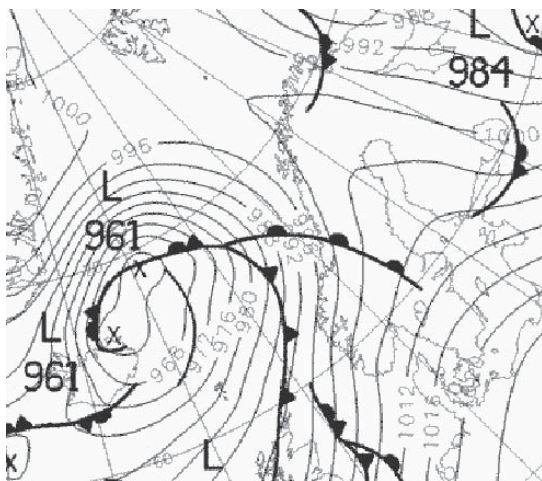


Рис.2. Синоптическая карта с циклоном над Норвегией

от Мурманска, сайт обсерватории www.sgo.fi. На рис.1 показаны такие данные за период времени возбуждения двигательной активности краба, из которых следует, что возбуждение краба определяется не геомагнитными возмущениями, а именно прохождением циклона.

Таким образом, получается, что краб реагирует на приближение и прохождение циклонов. В соответствии с нашими данными о частотных характеристиках магниточувствительности можно сделать вывод, что животное реагирует на переменные магнитные поля, возбуждаемые этими циклонами, причем, преимущественно, на частоты 4-6 Гц, соответствующие так называемому «электромагнитному голосу моря» (Степанюк, 2002).

Исследование реакции камчатского краба на приближение и прохождение циклонов было предпринято 28-29.11.2011 г. и 21-22.12.2011 г. На рис. 1 показана реакция краба на приближение циклона. Этот циклон, в основном, располагался над Норвегией, что показано на приведенных синоптических картах, и воздействовал на Мурманск своей передней частью. Затем 29.12.2011 г. он повернул на юг и ушел от Мурманска (рис. 2). Соответственно, краб «успокоился» (конец записи на рис. 1). Подобная ситуация наблюдалась 22 декабря 2011 г. Циклон с фронтом окклюзии непосредственно воздействовал на территорию Мурманска. Реакция краба однозначная.

Ранее (Муравейко и др., 2013) сообщалось о реакции краба на геомагнитные возмущения (магнитные бури). Чтобы исключить такие эффекты, одновременно с описанными экспериментами была получена запись вариаций геомагнитного поля на обсерватории Соданкюля (Финляндия), расположенной максимально близко

Л и т е р а т у р а

Степанюк И.А., Гаврилова О.Ю., Кочеткова Е.С. Проблема биологического предчувствия экстремальных космогеофизических событий // Космогеофизические факторы экологии биосистем. СПб, 2007. С. 22–31

Муравейко В.М., Степанюк И.А., Зензеров В.С. Реакция краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) на геомагнитную бурю // ДАН. 2013. Т. 448, № 6. С. 1–3.

Степанюк И.А. Электромагнитные поля при аэро- и гидрофизических процессах. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2002. 214 с.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ ИЗ ФУКУСОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

М.П. Клиндух

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: klindukh.maria@yandex.ru

Азотсодержащие вещества водорослей представлены, главным образом, белками и свободными аминокислотами. Состав и содержание свободных аминокислот зависят от вида водоросли, условий и места произрастания, сезона сбора растений (Злобин, 1976; Клочкова, Березовская, 1997; Репина, 2005; Клиндух, 2012).

Сведения о содержании свободных аминокислот в водорослях являются важной характеристикой, поскольку это во многом определяет пищевую и лечебно-профилактическую ценность водорослевого сырья. Свободные аминокислоты более доступны и быстрее усваиваются организмом человека, чем аминокислоты, входящие в состав растительных белков.

В аналитических целях, например, при исследовании динамики содержания свободных аминокислот под влиянием различных факторов, большое значение имеет получение наиболее полных сведений о реальном содержании исследуемых веществ в объектах.

При определении содержания аминокислот в исследуемом объекте с использованием того или иного метода первоначально проводят извлечение данных соединений. Выделение свободных аминокислот из растений проводят обычно методом мацерации (настаивания) растительного материала. Настаивание чаще всего повторяют 2 и более раз, а полученные вытяжки объединяют и упаривают до нужного объёма. Наиболее распространёнными экстрагентами при этом являются 70-80% растворы этанола или вода (Методика количественной..., 1962; Barnett et al., 1966; Методы физиолого-биохимического исследования..., 1975; Плешков, 1976; Тимошенко и др., 1980). Мацерация является наиболее простым и доступным в лабораторных условиях методом получения вытяжек из небольшого объёма исследуемого материала. К сожалению, данный метод обладает рядом недостатков: является достаточно продолжи-

тельным по времени; требует многократного (не менее 2-3 раз) экстрагирования; получаемые вытяжки необходимо концентрировать и очищать от посторонних веществ, что может привести к потере исследуемых соединений.

Помимо мацерации для извлечения веществ из растительного материала используют метод перколяции. Суть данного метода заключается в процеживании экстрагента через растительный материал с целью извлечения исследуемых веществ. Метод перколяции включает три последовательно протекающие стадии: намачивание сырья (набухание сырья), настаивание, собственно перколяция (Промышленная технология лекарств, 2010).

При использовании того или иного экстрагента для извлечения свободных аминокислот необходимо учитывать, что в раствор помимо самих аминокислот экстрагируются и другие, содержащиеся в растении, вещества. Так, при использовании спирта или спиртовых растворов в получаемые вытяжки кроме аминокислот переходят сахара, пигменты, многие минеральные вещества и другие соединения. А при экстракции аминокислот водой получаемые вытяжки содержат значительно больше посторонних примесей, особенно минеральных веществ, которые мешают дальнейшему определению аминокислот. Поэтому перед определением аминокислот вытяжки очищают от посторонних веществ (Плешков, 1976).

Биохимический состав объекта исследования, его состояние (свежие, замороженные или высушенные водоросли), а также концентрация экстрагента влияют на химический состав получаемых вытяжек. Поэтому необходимо подбирать наиболее подходящий метод выделения, а также экстрагент при извлечении свободных аминокислот.

Цель работы – сравнительное исследование методов извлечения свободных аминокислот из фукусовых водорослей *Fucus vesiculosus* L. и *Ascophyllum nodosum* (L) Le Jolis.

Материалы и методы

Исследования по извлечению свободных аминокислот проводили на высушенных водорослях, собранных в июне 2010 г. в губе Чупа Белого моря.

Объектом исследования послужили вытяжки свободных аминокислот, полученные из бурых водорослей видов *Fucus vesiculosus* L. и *Ascophyllum nodosum* (L) Le Jolis. Эти водоросли являются широко распространёнными зарослеобразующими видами фукусовых водорослей и встречаются в морях Атлантического и Северного Ледовитого океанов. Обитают в приливно-отливной зоне, доступны для заготовки в любое время года (на побережье Баренцева моря) (Промысловые и перспективные..., 1998).

Выделение свободных аминокислот из водорослей проводили двумя методами: мацерацией и перколяцией. При мацерации навеску высушенного растительного материала заливали ацетоном для удаления большей части пигментов и настаивали в течение 30 мин. Водоросли отделяли от ацетоновой вытяжки центрифугированием. Затем водорослевый осадок заливали экстрагентом при температуре 60-70°C и настаивали в течение 1 ч. Надосадочную жидкость сливали в выпарительную чашку. Повторяли процедуру мацерации еще 2 раза. Суммарную вытяжку выпаривали на водяной бане досуха. Сухой остаток перерастворяли в 10% водном растворе изопропанола. Мацерацию проводили с использованием 70% и 40% растворов этанола.

При перколяции навеску высушенных водорослей заливали небольшим количеством экстрагента для набухания. Настаивали водоросли при комнатной температуре в течение 24 ч. Затем проводили перколяцию. Полученный раствор тщательно перемешивали, отбирали аликвоту и выпаривали на водяной бане досуха. Сухой остаток перерастворяли в 10% водном растворе изопропанола. При перколяции использовали 96%, 70%, 60%, 50% и 40% растворы этанола.

Определение содержания свободных аминокислот проводили методом восходящего хроматографического разделения аминокислот на бумаге (Методика количественной..., 1962; Методы физиолого-биохимического исследования..., 1975). Проявление пятен аминокислот осуществляли раствором нингидрина в ацетоне. Для определения количества аминокислот хроматограмму элюировали 75%-ным раствором этанола. Содержание аминокислоты в пробе определяли по калибровочным кривым, построенным для каждой аминокислоты.

Определение абсолютно сухой массы (а.с.м.) образцов проводилось согласно общепринятой методике (ГОСТ 26185 – 84).

Полученные данные были обработаны в программе Microsoft Excel с использованием математических и статистических формул (Ивантер, Коросов, 2003).

Результаты и обсуждение

В результате определения содержания свободных аминокислот, экстрагирование которых проводили разными методами и экстрагентами, были получены данные, представленные в таблицах 1 и 2.

Наименьшее суммарное содержание свободных аминокислот было получено в вытяжках при применении 96% этанола методом перколяции. При снижении содержания этилового спирта в экстрагенте суммарный выход несвязных аминокислот повышался. Наибольшее содержание свободных аминокислот при использовании перколяции удалось извлечь 40% раствором этанола (табл. 1).

Экстракция незаменимых свободных аминокислот из фукусовых водорослей также повышалась при снижении концентрации спирта в экстрагенте. Но при этом 70% этанол, несмотря на более низкую экстракцию суммы всех свободных аминокислот, извлекал такое же количество незаменимых аминокислот, как и 50% этанол при применении метода перколяции. Эта особенность характерна для обоих видов исследуемых фукоидов.

При применении стандартного для извлечения свободных аминокислот метода экстракции (мацерация 70% этанолом) суммарный выход свободных аминокислот в экстракт оказывался выше, чем при применении метода перколяции с тем же растворителем. Но при этом выход незаменимых аминокислот был в 1.8-2.7 раза ниже, чем при перколяции (табл. 1).

Трёхкратная мацерация водорослей 40% раствором этанола позволила извлечь в 1.6-1.8 раза больше свободных аминокислот, чем стандартный метод экстрагирования. Выход незаменимых аминокислот также оказался выше. Суммарное извлечение свободных аминокислот и незаменимых аминокислот 40% этанолом трёхкратной мацерацией и однократной перколяцией оказалось в пределах ошибки метода (табл. 1).

Таблица 1

Суммарное содержание свободных и незаменимых аминокислот при экстракции разными способами и экстрагентами, мг/г а.с.м.** водорослей

Вид водоросли	Экстрагент, способ извлечения	Сумма свободных аминокислот	Сумма незаменимых аминокислот
<i>F. vesiculosus</i>	96% EtOH, перколяция	0.20 ± 0.03	0.09 ± 0.01
	70% EtOH, перколяция	4.83 ± 0.72	0.78 ± 0.12
	70% EtOH, мацерация	10.02 ± 1.50	0.43 ± 0.07
	60% EtOH, перколяция	7.69 ± 1.15	0.52 ± 0.08
	50% EtOH, перколяция	10.14 ± 1.52	0.62 ± 0.09
	40% EtOH, перколяция	15.33 ± 2.30	1.62 ± 0.24
	40% EtOH, мацерация	17.85 ± 2.68	1.35 ± 0.20
<i>A. nodosum</i>	96% EtOH, перколяция	0.06 ± 0.01	0.02 ± 0.01
	70% EtOH, перколяция	4.54 ± 0.68	0.76 ± 0.11
	70% EtOH, мацерация	6.90 ± 1.03	0.28 ± 0.04
	60% EtOH, перколяция	5.82 ± 0.87	0.52 ± 0.08
	50% EtOH, перколяция	8.64 ± 1.30	0.65 ± 0.10
	40% EtOH, перколяция	12.47 ± 1.87	1.55 ± 0.23
	40% EtOH, мацерация	11.18 ± 1.68	1.13 ± 0.17

Примечание: **а.с.м. – абсолютно сухая масса.

Состав и содержание отдельных свободных аминокислот в извлечениях водорослей существенно зависит от концентрации этанола. Так в вытяжках, полученных при использовании 96% этанола, обнаружено наименьшее количество свободных аминокислот как по составу, так и по их содержанию. В составе 96% спиртовых вытяжек, полученных перколяцией из *F. vesiculosus*, было определено всего 8 свободных аминокислот, а 96% спиртовых извлечениях из *A. nodosum* – только 5. При этом их содержание было намного ниже, чем во всех остальных полученных нами вытяжках.

Снижение концентрации спирта повысило содержания гистидина, лизина и тирозина в вытяжках при извлечении свободных аминокислот методом перколяции. При выделении аминокислот мацерацией снижение концентрации спирта привело к увеличению содержания валина, лейцина и изолейцина. Вне зависимости от метода экстракции понижение концентрации этанола способствовало повышению содержания в извлечениях аргинина, аспарагиновой кислоты, глутаминовой кислоты, триптофана и фенилаланина.

Содержание аланина в вытяжках, полученных методом перколяции 60% и 50% этанолом, было ниже по сравнению с извлечениями 70% этанолом. При этом содержание этой же аминокислоты в извлечениях, полученных методом перколяции 70% и 40% этанолом, было практически одинаковым. Метод мацерации 70% этанолом позволил извлечь почти в 2 раза больше аланина, чем при использовании 40% спирта.

Изменения содержания большинства свободных аминокислот в вытяжках из *F. vesiculosus* и *A. nodosum* происходили одинаково при снижении концентрации спирта. Метод перколяции водорослей 40% этанолом позволил извлечь большее количество таких незаменимых аминокислот, как лизин, тирозин, триптофан, а из *A. nodosum* ещё и фенилаланин, чем метод мацерации. При этом содержание валина, лейцина, изолейцина, а для вытяжек из *F. vesiculosus* ещё и фенилаланина, изменялось незначительно в извлечениях, полученных 40% этанолом, но разными методами экстракции.

Т а б л и ц а 2

Содержание свободных аминокислот, выделенных разными способами и экстрагентами, мг/г а.с.м. водорослей

Название аминокислоты	96% этанол, перколяция	70% этанол, перколяция	70% этанол, мацерация	60% этанол, перколяция	50% этанол, перколяция	40% этанол, перколяция	40% этанол, мацерация
<i>для F. vesiculosus</i>							
аланин	0.04	0.56	0.98	0.46	0.31	0.55	0.45
аргинин	-	0.39	-	0.34	0.30	0.83	0.47
аспарагиновая кислота	-	0.73	1.09	1.78	1.76	2.71	2.60
валин	0.01	0.10	0.05	0.08	0.09	0.07	0.10
гистидин	-	0.47	1.92	0.68	1.04	1.17	1.59
глицин	-	0.10	0.24	0.32	0.56	0.63	0.74
глутаминовая кислота	0.02	0.45	1.10	0.68	1.04	1.41	1.22
изолейцин+лейцин	0.01	0.12	0.06	0.11	0.14	0.17	0.16
лизин	0.01	0.14	0.20	0.11	0.14	0.30	0.19
тирозин	0.04	0.21	0.05	0.20	0.26	0.44	0.20
триптофан	0.02	0.19	-	0.05	0.11	0.45	0.23
фенилаланин	0.04	0.23	0.13	0.17	0.15	0.32	0.32
<i>для A. nodosum</i>							
аланин	0.03	0.63	0.90	0.56	0.47	0.74	0.52
аргинин	-	0.27	-	0.21	0.22	0.60	0.39
аспарагиновая кислота	-	0.82	0.78	1.02	1.36	2.29	1.25
валин	следы	0.08	0.03	0.06	0.08	0.07	0.08
гистидин	-	0.41	0.76	0.35	0.53	0.97	0.81
глицин	-	0.10	0.30	0.21	0.26	0.41	0.36
глутаминовая кислота	следы	0.26	0.47	0.33	0.54	0.60	0.70
изолейцин+лейцин	0.01	0.17	0.07	0.09	0.12	0.17	0.16
лизин	-	0.14	0.15	0.13	0.16	0.29	0.15
тирозин	-	0.19	0.04	0.14	0.20	0.36	0.03
триптофан	-	0.14	-	0.05	0.08	0.47	0.37
фенилаланин	0.01	0.23	0.02	0.18	0.21	0.34	0.19

В настоящее время разработаны различные способы переработки водорослевого сырья, позволяющие наиболее полно извлекать ценные БАВ высокой степени чистоты, а также получать различные биологически активные добавки (БАД) на основе водорослей. Получаемые в ходе первичной переработки сырья спиртовые или

водно-спиртовые экстракты водорослей используют для получения различных БАВ.

Чаще всего для получения различных веществ в промышленности используют высушенные водоросли, поскольку они удобны в хранении и транспортировке. При этом применение мацерации для извлечения веществ из растительного сырья постепенно сокращается, потому что этот метод малоэффективен и не обеспечивает полного извлечения веществ из растений. Чаще всего настойки и жидкие экстракты получают методами перколяции, реперколяции (в различных вариантах), дробной мацерации в различных модификациях.

Для получения вытяжек из бурых водорослей, которые содержат наибольшее количество свободных аминокислот, в промышленности эффективнее использовать метод перколяции с применением 40% раствора этанола. В лабораторных условиях для определения содержания свободных аминокислот в бурых водорослях наиболее подходит метод трёхкратной мацерации водорослей в 40% этаноле. Он обеспечивает более высокую экстракцию аминокислот в раствор и при этом не требует большого объема исследуемого материала.

Заключение

Метод мацерации уступает по эффективности извлечения большинства свободных аминокислот из фукусовых водорослей методу перколяции.

Наибольший суммарный выход свободных аминокислот и незаменимых аминокислот из высушенных фукусовых водорослей видов *F. vesiculosus* и *A. nodosum* был получен при использовании в качестве экстрагента 40% этанола, как методом перколяции, так и методом мацерации.

Содержание большинства свободных аминокислот в вытяжках из *F. vesiculosus* и *A. nodosum* повышалось при снижении концентрации спирта от 70% до 40% как при использовании метода перколяции, так и метода мацерации.

В промышленности эффективнее использовать метод перколяции 40% раствором этанола для получения вытяжек из фукусовых водорослей с большим содержанием свободных аминокислот. В лабораторных условиях для определения содержания свободных аминокислот в бурых водорослях также подходит метод трёхкратной мацерации в 40% этаноле.

Работа поддержана грантом РФФИ №140498807рег–север–а

Л и т е р а т у р а

ГОСТ 26185 – 84. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. Введён 01.01.85. М.: Изд-во стандартов, 2004. 34 с.

Злобин В.С. Первичная продукция и культивирование морского фитопланктона. М.: Пищевая промышленность, 1976. 248 с.

Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию: учеб. пособие. Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. 304 с.

Клиндух М.П. Содержание некоторых свободных аминокислот в бурой водоросли *Fucus vesiculosus* б. Белокаменная Кольского залива Баренцева моря // Мат. XXX юбилейной конф. молод. уч. ММБИ. Мурманск: ММБИ КНЦ РАН. 2012. С. 90–97.

Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав. Владивосток; Петропавловск-Камчатский: Даль-наука, 1997. 155 с.

Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений. М.: Издательство АН СССР, 1962. 87 с.

Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике. Киев: Наукова Думка, 1975. 248 с.

Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. Изд. 2-е, доп. и перераб. М.: Колос, 1976. 256 с.

Промысловые и перспективные для использования водоросли и беспозвоночные Баренцева и Белого морей. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1998. 630 с.

Промышленная технология лекарств. Электронный учебник. Харьков, 2010. <http://ztl.pp.ua/html/medication/content.html>.

Репина О.И. Фукоиды белого моря: химический состав и перспективы использования // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: Мат. второй науч.-практич. конференции. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. С. 216–219.

Тимошенко А.С., Казуто О.Н. Гордеева Е.Е. Количественное определение путресцина в растительном материале в присутствии свободных аминокислот // Физиология растений. 1980. Т. 27. Вып. 6. С. 1308–1313.

Barnett N.M., Naylor A.W. Amino acid and proline metabolism in Bermuda Grass during water stress // Plant Physiology. 1966. Vol. 41, № 7. P. 1222–1230.

СПОСОБНОСТЬ ГРЕНЛАНДСКИХ ТЮЛЕНЕЙ К ВЫБОРУ ДИМЕТИЛСУЛЬФИДА ПО ОБОНЯТЕЛЬНОМУ ПРИЗНАКУ

Ю.В. Литвинов

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: litvinov-y@mail.ru

Долгое время значение обонятельного анализатора в жизни морских животных существенно недооценивалось. Однако, недавние исследования позволяют сделать вывод о более значительной роли обоняния в их жизнедеятельности, в том числе и во время пищедобывательного поведения. Одним из вероятных сигнализаторов, используемых водными животными при поиске пищи, может быть диметилсульфид (ДМС).

Диметилсульфид (C_2H_6S) является бесцветной летучей жидкостью с неприятным запахом, плохорастворимой в воде (Справочник химика, 1964). Диметилсульфид образуется в ходе метаболического разложения диметилсульфиопропионата ($(CH_3)_2S+CH_2CH_2COO-$), выделяемого в воду фитопланктоном (*Phaeocystis pouchetii* и др.) в период его цветения (Kiene et al., 2000). Морские птицы могут ориентироваться

при поиске пищи на концентрацию диметилсульфида над морем (Nevitt et al., 1995; Nevitt, 2000). Пингвины резко увеличивают свою двигательную активность в местах распыления ДМС, вероятно, используя его запах для поиска пищи (Culik, 2001). Возможно, что по наличию в воде ДМС находят места скопления планктона некоторые виды акул (Sims, Quayle, 1998) и рифовых рыб (DeBose et al., 2008). Ластоногие также способны отличать запах ДМС от других обонятельных раздражителей. Так обыкновенные тюлени (*Phoca vitulina* Linnaeus, 1758) обладают высокой чувствительностью к диметилсульфиду, причем, она в несколько раз выше, чем у людей (Kowalewsky et al., 2006).

В ходе предыдущих экспериментальных работ, проводимых на биотехническом аквакомплексе ММБИ с серыми тюленями (*Halichoerus grypus* Fabricius, 1791), была выявлена способность этих животных отличать запах ДМС в малых концентрациях от других обонятельных раздражителей (Войнов и др., 2013).

Цель данной работы – установить, способны ли гренландские тюлени (*Pagophilus groenlandicus* Erxleben, 1777) отличать запах ДМС от запаха другого вещества. Основные задачи заключались в обучении животных работе с экспериментальной установкой и постановке с ее помощью эксперимента по выработке у гренландских тюленей условного рефлекса на запах ДМС.

Работы проводились на биотехническом аквакомплексе ММБИ в Кольском заливе в июле – августе 2012 года. Время проведения эксперимента примерно соответствовало времени выхода диких тюленей к местам нагула во время миграций. В экспериментальных работах участвовали две самки гренландского тюленя. Возраст обеих – 6 месяцев. Тюлени прошли курс общей подготовки морских млекопитающих (Матишов и др., 2010). На момент начала эксперимента животные были здоровы и имели высокий уровень пищевой мотивации. Режим кормления и количество пищи до и на протяжении работ не менялся. Животных кормили 2 раза в день в 11:00 и в 18:00 и давали им по 1 кг мойвы за сутки.

С каждым животным эксперимент проводился по методике выработки дифференцировочных условных рефлексов при одновременном предъявлении двух стимулов и положительном подкреплении одного из них (Зорина, Полетаева, 2002). В качестве положительного раздражителя (S+) использовался 10% раствор диметилсульфида. Объем используемого за один раз вещества составлял 2 мл. В качестве отрицательного раздражителя (S-) использовался 10% раствор камфорного масла. Объем используемого за один раз вещества также составлял 2 мл. Камфорное масло применялось нами ранее как положительно подкрепляемый стимул и не оказывало на животных негативного воздействия (Литвинов, 2011).

Ход экспериментальных работ был разделен на два этапа. На первом этапе проходил процесс обучения животных навыкам, необходимым для проведения экспериментальных работ с помощью установки. На втором этапе проводились непосредственно экспериментальные исследования обонятельной чувствительности гренландских тюленей к ДМС.

Экспериментальная установка представляет собой два полипропиленовых цилиндра, закрепленных на деревянном бруске. Длина бруска составляет 2 метра 20 см, что позволяет устанавливать его внутри садка с животным. Цилиндры имеют длину 30 см и

диаметр 6 см, благодаря чему тюлень способен свободно просовывать в него переднюю часть головы и дышать. При этом диаметр цилиндра не позволяет животному открывать рот и использовать вкусовые рецепторы. Цилиндры расположены на расстоянии 52 см от концов бруса. Посередине каждого цилиндра вырезано отверстие диаметром 8 см. В него вставляются пластиковые емкости с ароматическим веществом, помещенным на медицинскую вату. В емкостях просверлены отверстия. Размеры емкостей позволяют быстро менять их местами. С одного конца закреплен электрический вентилятор с питанием от батарейки, который нагнетает воздух в цилиндр. Благодаря чему существенно повышается концентрация ароматического вещества, и погодные условия в меньшей степени оказывают влияние на проведение эксперимента.

На первом этапе тюленей обучали по команде засовывать переднюю часть головы в полипропиленовый цилиндр и оставаться в таком положении до 10 секунд. Также животных приучили к звуку работающего вентилятора. На данном этапе обоим тюленей ознакомили с обонятельными раздражителями в виде 10% растворов камфорного масла и ДМС. Отрицательной реакции на запахи данных веществ выявлено не было.

В ходе второго этапа экспериментальную установку помещали в садок на расстоянии 2-х метров от животного. По команде тюлень должен был найти цилиндр с положительным стимулом и зафиксировать переднюю часть головы в нем на 10 секунд. Животному разрешалось обследовать оба цилиндра. В случае правильного выполнения следовало пищевое подкрепление в виде рыбы. Эксперимент проводился во время утреннего и вечернего кормлений. Емкости с раздражителями менялись в псевдослучайном порядке - не более двух одинаковых повторений подряд. Всего было проведено 30 тренировок по 10 предъявлений на каждой. Тюлень №1 на десятой тренировке показал 75% правильных ответов (рис.). В дальнейшем этот показатель возрастал и дошел на 24 тренировке до 100%. В среднем, за последние 10 тренировок он составил 98%. Тюлень №2 на двенадцатой тренировке показал 75% правильных ответов и в дальнейшем этот показатель также достиг 100% правильных ответов. В среднем, за последние 10 тренировок он составил 95.5%.

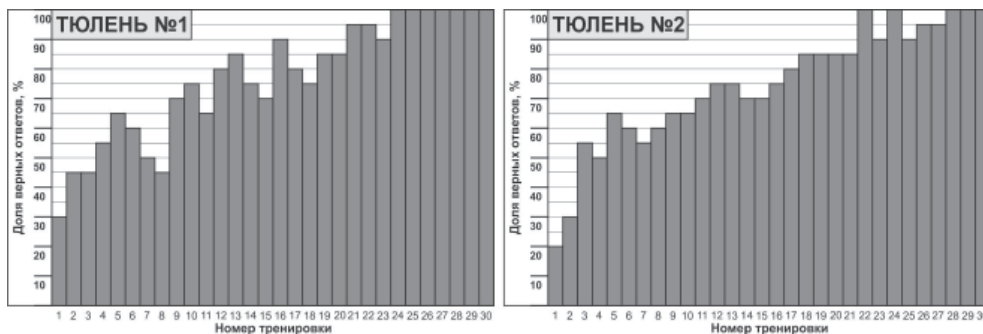


Рис. Динамика выработки условного рефлекса на запах диметилсульфида у гренландских тюленей

Полученные в ходе экспериментальной работы данные свидетельствуют о том, что гренландские тюлени способны чувствовать и отличать запах ДМС от запаха других веществ. Согласно литературным данным высокая концентрация ДМС фиксируется на небольшой высоте в биопродуктивных областях Мирового океана (Ferek et al. 1986). Тюлени при дыхании могут чувствовать запах этого вещества и, таким образом, использовать его при поиске пищи. Для полноценной оценки значимости обоняния в жизни ластоногих необходимо проведения более глубоких исследований.

Л и т е р а т у р а

Войнов В.Б., Зайцев А.А., Литвинов Ю.В., Михайлюк А.Л., Пахомов М.В. Сенсорные возможности арктических тюленей в морских биотехнических системах // Вестник Южного научного центра. 2013. Т. 9, № 4. С. 87–95.

Зорина З.А., Полетаева И.И. Элементарное мышление животных. М.: Аспект Пресс, 2002. 320 с.

Литвинов Ю.В. Выработка условных рефлексов у серых тюленей с использованием обонятельных раздражителей // Материалы ХХІХ конференции молодых ученых ММБИ, посвященной 140-летию со дня рождения Г.А. Ключе. Мурманск, 2011. С. 121–124

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. Мурманск: Изд. ММБИ КНЦ РАН, 2010. 131 с.

Справочник химика. Л.-М.: Химия, 1964. Т. 2. С. 792–793.

Culik B. Finding food in the open ocean: foraging strategies in Humboldt penguins // Zoology. 2001. Vol. 4. P. 327–338.

DeBose J.L., Lema S.C., Nevitt G.A. Dimethylsulfonylpropionate as a foraging cue for reef fishes // Science. 2008. Vol. 319. P. 1356.

Ferek R.J., Chatfield R.B., Andreae M.O. Vertical distribution of dimethylsulphide in the marine atmosphere // Nature. 1986. Vol. 320. P. 514–516.

Kiene R.P., Linne L.J., Bruton J.A. New and important roles for DMSP in marine microbial communities // Journal Sea Research. 2000. Vol. 43. P. 209–224.

Kowalewsky S., Dambach M., Mauck B., Dehnhardt G. High olfactory sensitivity for dimethyl sulphide in harbour seals // Biology Letters. 2006. Vol. 2. P. 106–109.

Nevitt G.A., Veit R.R., Kareiva P. Dimethyl sulphide as a foraging cue for Antarctic procellariiform seabirds // Nature. 1995. Vol. 376. P. 680–682.

Nevitt G.A. Olfactory foraging by Antarctic procellariiform seabirds: life at high Reynolds numbers // Biology Bulletin. 2000. Vol. 198. P. 245–253.

Sims D.W., Quayle V.A. Selective foraging behaviour of basking sharks on zooplankton in a small-scale front // Nature. 1998. Vol. 393. P. 460–464.

ГОДОВАЯ ДИНАМИКА ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИЙ ПЛАНКТОНА И ПЕРИФИТОНА КАМЕНИСТЫХ СУБСТРАТОВ ЛИТОРАЛИ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Е.С. Луценко

Мурманский государственный технический университет, г. Мурманск, Россия

e-mail: inerlim@gmail.com

Введение. Деятельность бактерий разных экологических групп является одним из ключевых факторов, который определяет уровень сбалансированности процессов первичной продукции и деструкции органических веществ в водных экосистемах (Якушин, 1997, Смирнова, 1999а, 1999б, Александров, 2001, Дорошенко, 2007).

Бактериальные биопленки (бактериоперифитон) – это организованные сообщества бактерий одного или нескольких видов, состоящие из активно функционирующих клеток и их покоящихся форм, включенных в покрывающий различные доступные поверхности внеклеточный матрикс (Davey, 2000).

Несмотря на то, что биопленки бактерий были открыты сравнительно давно (McSoy et al., 1981), исследование этих микробиологических объектов приобрело систематический характер лишь в последнее десятилетие (Коробов, 2010). В прошлом веке исследованию бактерий Баренцева моря посвящен целый ряд работ, которые, в основном, освещены в обзорных работах Теплинской Н.Г. (1990) и Мишустинной И.Е. с соавторами (1997). В 2000-х годах продолжены работы по изучению бактериопланктона Баренцева моря, в том числе, экосистемы Кольского залива (Богданова, 2003; Широколобова, 2009; Венгер, 2011, Литвинова, 2013), но до сих пор сообщества бактерий обрастания в арктических морях плохо изучены, и экосистемы заливов Баренцева моря не являются исключением. Большинство исследований были выполнены в южных морях с использованием искусственных субстратов в отдельные сезоны, и анализу подвергались молодые сообщества микрообрастания (Таможняя, 1988; Губасарян, 1998; Смирнова, 1999; Гапонюк, 2006; Дорошенко, 2007; Супонина, 2007), в то время как в нашей работе испытания проводили над уже сформированным сообществом.

Целью работы явилось исследование годовой динамики общей численности бактерий планктона и перифитона литорали Кольского залива Баренцева моря.

Материалы и методы. Исследование бактериоперифитона проводили с октября 2012 по октябрь 2013 годов на трех станциях: станция 1 – Мыс Притыка, станция 2 – Абрам-мыс, станция 3 – бухта Белокаменка, расположенных в южном и среднем коленах Кольского залива на его западном берегу. Станции различаются гидролого-гидрохимическими характеристиками и степенью антропогенной нагрузки.

Пробы воды отбирали стерильной стеклянной емкостью объемом 1 л. Для проведения количественных исследований бактерий эпилитона с нижнего горизонта литорали на каждой станции во время сизигийного отлива отбирали по 3 камня (объемом от 125 см³ до 350 см³). Камни транспортировали в лабораторию в стерильных стеклянных емкостях объемом 100 мл с фильтрованной через мембранные фильтры Владипор морской водой. В лаборатории производили сбор эпилитона, сначала соскобом стериль-

ным скальпелем, а затем смывом стерильной ватной палочкой с поверхности субстрата площадью 10 см² и помещали весь материал вместе с ватой в пробирку с 20 мл фильтрованной морской воды. Затем пробирку тщательно встряхивали и отжимали в нее ватку перед удалением ее из емкости.

Подсчет общей численности (ОЧБ) бактерий проводили в соответствии с общепринятыми методиками (Кузнецов, 1989) с использованием акридинового оранжевого в качестве флюорохрома. Бактерии планктона (объем пробы воды 2 мл) и перифитона (объем пробы смыва 0.2 мл) концентрировали на мембранных фильтрах марки Сынпор с диаметром пор 0.3 мкм, предварительно погашенных суданом черным. Подсчет численности бактерий проводили на люминесцентном микроскопе МИКМЕД-2-вар.2 со светодетельной пластиной «Зеленая-2» не менее, чем в 20 полях зрения.

Количество бактерий выражали в виде $N \times 10^6$ кл/мл для бактериопланктона (ОЧБ-пл) и кл/см² для бактериоперифитона (ОЧБпф).

Температуру морской воды в день наблюдений определяли на глубине 0.5 м, погружая термометр в предохранительной оправе на 5 мин. Соленость измеряли рефрактометром марки S/Mill-E ATAGO (Япония). Статистическую обработку данных проводили с помощью программного обеспечения Microsoft Excel 2007.

Результаты. За период исследований минимальная соленость воды была зарегистрирована на станции 1 – 8.3 ‰ (от 2 до 16‰), что характеризует станцию как зону сильно опресненных вод. На станции 2 средняя соленость была равна 21.2 ‰ (от 15 до 29‰), что позволяет отнести эту станцию к зоне солоноватых вод. На станции 3 средняя соленость воды составляла 27.3 ‰ (от 17 до 34‰), что характерно для распресненных вод.

Годовой ход температуры воды на станциях был подвержен сезонным изменениям (рис. 1), при этом различия значений температуры по станциям оказались незначительны и, возможно, зависели от солености воды. Так, минимальные значения температур воды на станциях были в феврале (-2 – 1,5 °С), максимальные - в июне (11.5 – 16.5 °С) и июле (14 – 15 °С).

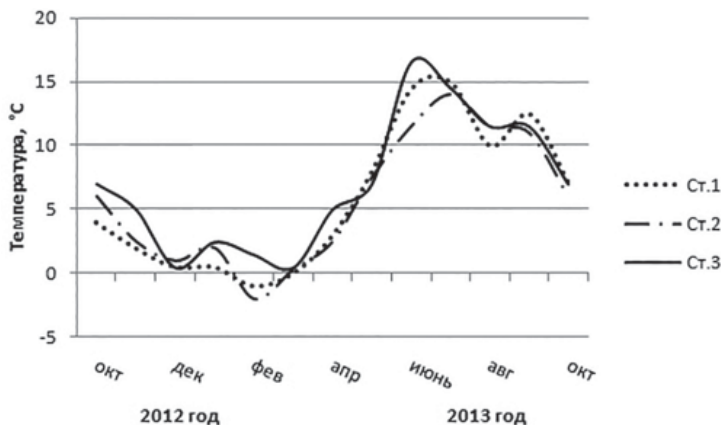


Рис.1. Годовой ход температуры вод станций

Общая численность бактерий эпилимтона и планктона станций южного и среднего колен Кольского залива варьировала в зависимости от сезона года и пространственного расположения станций.

По усредненным данным на станции 2 отмечено наибольшее количество бактерий планктона - $(2,184 \pm 0,355) \times 10^6$ кл/мл, средние значения ОЧБпл зарегистрированы на станции 3 $((1.736 \pm 0.352) \times 10^6$ кл/мл), наименьшие – на станции 1 $((1.372 \pm 0.112) \times 10^6$ кл/мл).

Распределение бактерий перифитона литорали станций показало другую картину: наибольшие значения ОЧБпф были характерны для станции 1 $((56.257 \pm 11.81) \times 10^6$ кл/см²), средние – станции 2 $((44.778 \pm 10.26) \times 10^6$ кл/см²), наименьшие – станции 3 $((28.487 \pm 7.51) \times 10^6$ кл/см²). Возможно, на бактериоперифитон влияют особенности биотопа станции 1, где литораль, в основном, состоит из илистых мелкодисперсных грунтов (Макаревич, 2004), которые при перемешивании водных масс могут оседать на каменистые субстраты, полностью их покрывать и, таким образом, создавать собственные микроценозы, защищенные от негативного влияния изменений водного режима (осушение на отливе, затопление на приливе, высушивание летом, замораживание зимой и т.п.) и в, результате, может увеличиваться плотность популяции бактерий эпилимтона.

Численность бактерий планктона и перифитона литоральной зоны Кольского залива изменялась по сезонам (рис. 2). Наименьшие значения ОЧБпл были в феврале, когда температура вод станций снизилась до своего годового минимума.

Обилие бактерий перифитона было наименьшим в осенние периоды (октябрь-ноябрь 2012 г. и сентябрь – октябрь 2013 г.), когда ОЧБпф не превышала десятка миллионов клеток на 1 см² поверхности на станциях 1 и 3, а на станции 2, более подверженной антропогенному загрязнению, ОЧБпф была несколько выше, чем на остальных станциях, и колебалась в пределах $(13.106 \pm 1.02) - (16.429 \pm 6.17) \times 10^6$ кл/см². Вероятно, осеннее снижение численности бактерий связано с выеданием бактериальной пленки развившимися бентосными организмами, а также резким снижением температур воды и воздуха, что особенно сильно влияло на литоральные биоценозы.

Кроме того, не сезонные вариации в численности бактерий перифитона могут быть обусловлены гидрологическими и климатическими явлениями: например, шторм и интенсивное волновое перемешивание могут приводить к смыву пленки микрообрастания и спаду численности микроорганизмов (Bitton, 2002).

Наибольшие значения ОЧБпл были зарегистрированы в летний сезон, максимумы отмечены в июне 2013 года (ст. 1 – $(4.958 \pm 0.233) \times 10^6$ кл/мл; ст. 2 – $(7.040 \pm 0.742) \times 10^6$ кл/мл; ст. 3 – $(5.533 \pm 0.988) \times 10^6$ кл/мл), когда температура вод станций поднялась до наивысшей отметки за год.

Численность бактерий перифитона станций достигла своих максимальных значений в марте 2013 года на станции 3 и в мае 2013 года на станциях 1 и 2, что может быть обусловлено влиянием теплоемкого субстрата (камней и обломков скал) на быстрое развитие сообщества перифитона. Максимальные значения ОЧБпф варьировали от $(64.622 \pm 6.98) \times 10^6$ кл/см² на станции 3 до $(157.864 \pm 33.89) \times 10^6$ кл/см² на станции 2.

Высокая численность бактерий планктона, зарегистрированная в мае 2013 года, может быть связана с особенностями сукцессии бактериоперифитонного сообщества. Известно, что в цикле развития биопленок в природных условиях есть стадия откре-

пления части сообщества в планктон для дальнейшей миграции и расселения организмов (Bitton, 2002). Вероятно, нами было зарегистрировано аналогичное явление, так как после майских максимумов численности бактерий в перифитоне последовали резкий спад ОЧБпф в июне с одновременным всплеском обилия бактерий в планктоне.

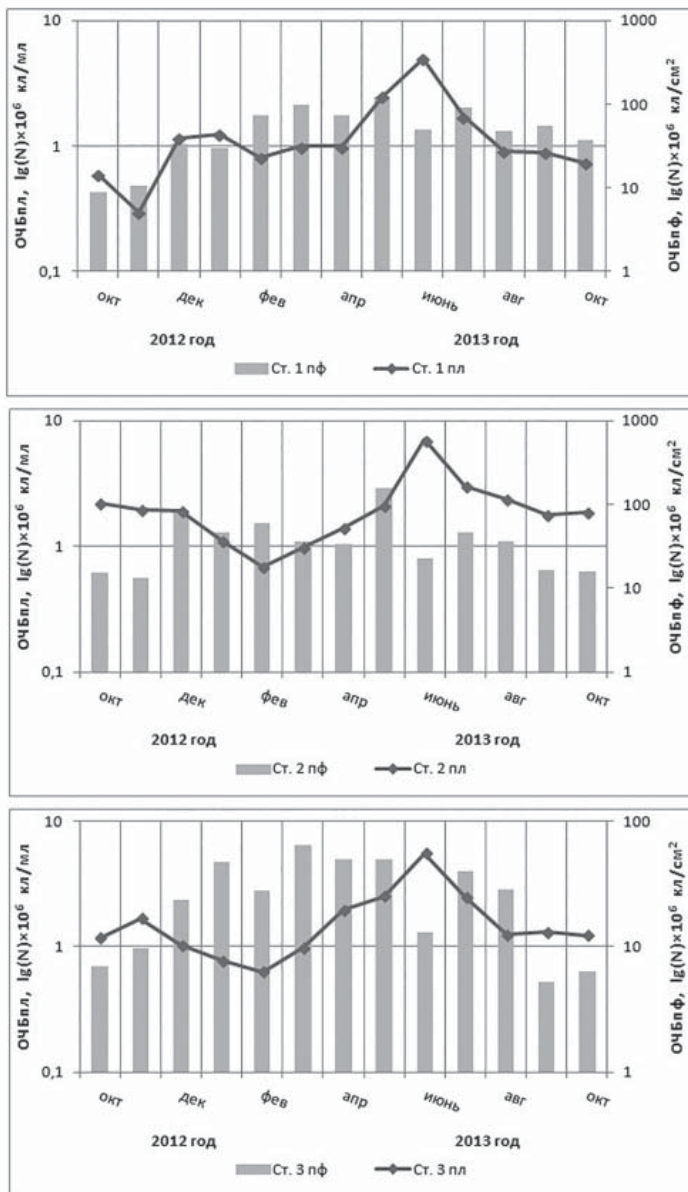


Рис. 2. Годовая динамика общей численности бактерий планктона и перифитона по станциям

В результате исследований годовой динамики бактериальных сообществ планктона и перифитона литоральной зоны Кольского залива отмечены их высокие значения в районах с наибольшим органическим загрязнением (станция 2), в то время как на других станциях (ст. 1 и 3) большая плотность бактериоперифитона зависела больше от особенностей местообитания микроорганизмов, чем от антропогенного воздействия. На сезонное распределение бактерий в планктоне непосредственное влияние оказывала температура водных масс, что подтверждается значимой корреляционной связью между этими параметрами ($r=0.57$, при $p<0.05$). Сезонная динамика численности бактериоперифитона, вероятно, также зависела от температур окружающей среды: воздуха, воды и не учтенной нами температуры субстратов. Отмечено возможное взаимное влияние бактериальных сообществ литоральной зоны друг на друга, выражающееся в миграциях бактерий из перифитона в планктон, что вызывало сезонные колебания количественных характеристик бактериоценозов.

Л и т е р а т у р а

Александров Б.Г. Экологические последствия антропогенного преобразования прибрежной акватории Черного моря в XX веке // Исследования береговой зоны морей / Б.Г. Александров. Киев, 2001. С. 25–29.

Богданова О.Ю. Пространственно-временная изменчивость гетеротрофных бактериальных сообществ воды литорали Кольского залива. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2003. 24 с.

Венгер М. П. Бактериопланктон Северо-восточной части Баренцева моря // Вестник Южного научного центра РАН. 2011. Т. 7, № 4. С. 55–60.

Гапонюк Т.О. Химический состав органического вещества в перифитоне системы гидробиологической очистки морской воды // Морський екологічний журнал. 2006. Т. V, № 2. С. 27–32.

Губасарян Л.А. Влияние экологических условий на состояние и коррозионную активность биопленки // Экология моря. 1998. Вып. 47. С. 66–70.

Дорошенко Ю.В. Микрофлора акватории в районе размещения систем гидробиологической очистки морских вод // Экология моря. 2007. Вып. 73. С. 36–43.

Коробов В.П., Лемкина Л.М., Монахов В.И. Анализ чувствительности процессов формирования биопленки *St. epidermidis* 33 к некоторым факторам внешней среды // Вестник Пермского университета, сер. «Биология». 2010. Вып. 1(1). С. 59–63.

Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. М.: Наука, 1989. 288 с.

Литвинова М.Ю. Гетеротрофный бактериопланктон среднего и северного колен Кольского залива и его участие в процессах их естественного очищения от нефтяных углеводородов. Дисс. ... канд.биол.наук. Мурманск, 2013. 173 с.

Макаревич Е.В. Бактериобентос литорали среднего и южного колен Кольского залива. Автореф. дисс. ... канд.биол.наук. М., 2004. 28 с.

Мишустина И.Е., Байтаз О.Н., Москвина М.И. Бактериопланктон Баренцева

моря. Исследования 1983-1993 гг. // Планктон морей Западной Арктики. Апатиты: Изд. КНЦ РАН. 1997. С. 7–50.

Смирнова Л.Л. Деструкционная активность морских гетеротрофных бактерий биопленки естественных и антропогенных поверхностей // Экология моря. 1999а. Вып. 48. С. 92–95.

Смирнова Л.Л., Николаенко Т.В., Андреева Н.А., Башинский Е.П. Химико-микробиологическая характеристика прибрежных морских вод с повышенным содержанием органического вещества // Экология моря. 1999б. Вып. 49. С. 89–93.

Супонина А.П., Корякова М.Д., Курявый В.Г. Оценка накопительной способности микробиоценоза обрастания относительно ряда тяжелых металлов в портовых и контрольных водах морских экспериментальных коррозионных станций // Защита металлов. 2007. Т. 43. № 3. С. 320–325.

Таможняя В.А., Горомосова С.А. Внешний азотистый и углеводный метаболизм микрообществ перифитона и взвеси // Экология моря. 1988. Вып. 29. С. 18–25.

Теплинская Н.Г. Процессы бактериальной продукции и деструкции органического вещества в северных морях. Апатиты: изд-во КФ АН СССР, 1990. 106 с.

Широколобова Т.И. Бактериопланктонные сообщества эстуарных зон и прибрежных экосистем Баренцева моря. Автореф. ... канд.биол.наук. Мурманск, 2009. 24 с.

Якушин В.М. Роль бактериопланктона и бактериоперифитона в деструкции органического вещества в лотических экосистемах. Автореф. ... докт.биол.наук. Киев, 1997.

Bitton G. Encyclopedia of Environmental Microbiology. New York : Wiley Interscience, 2002. Vol. 1-6. 3527 pp.

Davey M.E., O'Toole G.A. Microbial biofilms: from ecology to molecular genetics // Microbiol. Mol. Biol. 2000. Vol. 64. P. 847–867.

McCoy W.F., Bryers J.D., Robbins J., Costerton J.W. Observations of fouling biofilm formation // Can. J. Microbiol. 1981. Vol. 27. P. 910–917.

РЕЗУЛЬТАТЫ ТРАЛОВОГО УЧЕТА ЧИСЛЕННОСТИ ЧАВЫЧИ (*ONCORHYNCHUS TSCHAUWYTSCHNA*) В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ ОСЕНЬЮ 2013 г.

О.А. Мазникова

ФГУП «ТИНРО-Центр, г.Владивосток, Россия

e-mail: maznikova@tinro.ru

В 2000-е гг. ТИНРО-Центром регулярно выполняются осенние комплексные съемки эпипелагиали южной части Охотского моря и западной части Берингова моря с ориентацией на тотальный учет посткатадромной молодежи лососей. Очередная экспедиция НИС «ТИНРО» стала логичным продолжением наблюдений предыдущих лет, в основе которых заложена приемственность оправдавших себя методик, подходов и приемов изучения тихоокеанских лососей в морской период их жизни.

Практическая значимость подобных работ очень высока. Полученные данные позволяют более точно оценивать уровень выживаемости молоди в океане. Корректировка прогнозируемых величин возврата производится по результатам осенних траловых учетов молоди лососей в сентябре – ноябре. К этому периоду преобладающая часть посткатадромной молоди тихоокеанских лососей покидает побережье и выходит в открытые воды южной части Охотского и западной части Берингова морей. Траловые съемки по учету молоди лососей, проводимые в осенний период, позволяют в относительно короткие сроки получать картину распределения видов на обширных акваториях, а также дают достоверный материал для оценки численности поколений после покидания молодью прибрежно-эстуарных зон. Съемка в эпипелагиали и расчет численности молоди кеты выполнялась по традиционной для осенних «лососевых» экспедиционных исследований методике, принятой в практике экосистемных исследований «ТИНРО-Центра» в дальневосточных морях России.

Осенняя траловая съемка верхней эпипелагиали западной части Берингова моря была выполнена в период с 09 сентября по 10 октября. Сроки исследований оказались сопоставимы с аналогичными работами, которые проводились в глубоководных котловинах западной части моря в осенний период 2008-2012 гг. Три из пяти обследованных районов Охотского моря (районы 8, 9, 12) были полностью закрыты сеткой станционных тралений. Полигон съемки в западной части Берингова моря был образован сеткой состоящей из 94 траловых станций. Площадь обследованной акватории составила 456.1 тыс. км².

В западной части Берингова моря в летне-осенний период чавыча является самым малочисленным видом из всех тихоокеанских лососей. Несмотря на многовозрастную структуру стад чавычи, в уловах обычно преобладают особи первого морского года, довольно рано покидающие районы летнего нагула. Преднерестовые миграции чавычи начинаются рано и при осенних траловых съемках производители встречаются крайне редко. Осенний период 2013 г. не стал исключением: в западной части Берингова моря чавыча была представлена только нагульной и посткатадромной молодью.

Сеголетки и нагульные особи были распространены довольно широко, встречаясь (частота встречаемости во всех районах составила 71.3%) от северно-восточной периферии 8 района (западная часть Алеутской котловины) до восточной окраины Командорской котловины. Нагульная молодь чавычи, основные скопления которой, традиционно находятся в пределах Алеутской котловины, в текущем году здесь была не столь многочисленной, а в ее распределении проявился южный тренд. Посткатадромная чавыча, обычно задерживающаяся в пределах шельфа, к концу сентября уже встречалась в открытых районах моря.

Осенью 2013 г. оценки численности и биомассы молоди чавычи, заходящей на нагул в западный сектор Берингова моря, составили 2.79 млн. экз. и 3.30 тыс. т. Немногочисленна была и посткатадромная чавыча – 8.11 млн. экз. при биомассе – 1.45 тыс. т. С учетом неполного охвата съемкой северных районов моря и океанских вод Командорских островов данная оценка является одной из самых высоких по сравнению с предыдущими годами исследований, уступая лишь оценке 2006 г. (2006 г. – 8.97 млн. экз. и 12.29 тыс. т; 2007 г. – 2.26 млн. экз. и 4.7 тыс. т; 2008 г. – 3.76 млн. экз. и 5.3 тыс. т; 2009 г.

– 3.23 млн. экз. и 4.72 тыс. т; 2010 г. – 6.08 млн. экз. и 0.97 тыс. т; 2012 г - 3.69 млн. экз. и 0.51 тыс. т).

Неполовозрелая чавыча

Ранее (Глебов, 2000) было отмечено, что в осенний период в западной части моря, в отличие от кеты и нерки, по мере развития нагульных миграций, чавыча не перераспределяется в юго-западном направлении, а концентрируется в центральных и северных районах и, далее, по мере развития гидрологической осени, выходит в восточную часть моря. Картина распределения нагульной молоди чавычи осенью 2013 г. полностью соответствовала данной схеме – она встречалась лишь в восточных областях обследованных районов 8 и 12 (рис. 1). В общей сложности было поймано 25 экз. чавычи в 8-ом и 46 экз. – в 12-ом районе.

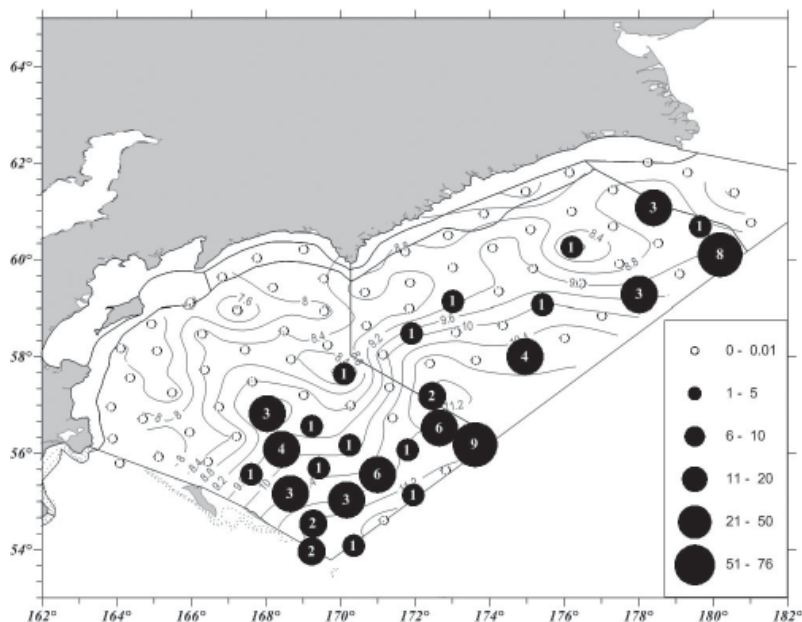


Рис.1. Пространственное распределение (экз./км²) неполовозрелой чавычи в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря 09.09-10.10.2013. Цифры – улов, экз./час. Изолинии – температура поверхностных водных масс

Несмотря на то, что температурный диапазон был подходящим (5.8 – 6.8°C), в сентябре 2013 г. чавыча на наваринском шельфе отсутствовала. Известно, что при летних миграциях чавыча заходит в западную часть моря через северную часть Алеутской котловины, где нередко наблюдаются ее довольно плотные скопления, и затем этим же маршрутом осенью покидает ее. В 2013 г. в 8-ом районе молодь чавычи была не-

многочисленна, здесь она встречалась штучно, а максимальный ее вылов составил 8 экз./час траления. Более высокие уловы (от 2-3 до 9 экз./час траления) наблюдались в 12-ом районе, но и здесь она уже покинула западную периферию Командорской котловины, и перераспределлась в восточные районы, где ее распределение было относительно равномерным с небольшим повышением плотности скоплений (до 76 экз./км²) к границе ИЭЗ РФ. В данном районе у мигрирующей молодежи можно отметить ее приуроченность к течению Атту, более теплые воды (9-11°С) которого, практически, не выходя в центральную часть котловины, покидали западный сектор моря. Таким образом, распределение чавычи в западной части моря полностью соответствовало осеннему периоду.

Учитывая небольшой объем выборки и широкую вариабельность возраста чавычи в пресноводный период жизни, для выделения размерно-возрастных групп были использованы размерные градации, принятые ранее. К возрастной когорте п. 1+ были отнесены особи с длиной тела 33.0-47.0 см, а к п.2+ с длиной от 48 до 61 см. Чавыча в возрасте 3+ и старше осенью 2013 г. отсутствовала. Как правило, чавыча в возрасте п. 1+ раньше молодежи старших возрастных групп завершает летний цикл нагульных миграций в море, соответственно, и большая часть уловов пришлось на восточную периферию глубоководных котловин.

В пределах обследованных районов западной части Берингова моря по численности преобладала (исключая сеголеток) молодежь второго морского года жизни – 2.41 млн. экз., она же формировала и биомассу вида. Численность рыб возраста п. 2+ составила лишь 0.38 млн. экз. Исходя из приведенной выше градации на долю 1+ в суммарной численности и биомассе пришлось 2.4 млн. экз. (85.9% от общей численности) и 2.59 тыс. т (74,9% от общей биомассы молодежи), а на долю 2+ – соответственно 0.39, млн. экз. и 0.83 тыс. т. Средние размеры нагульной чавычи на акватории съемки варьировали от 39.5 см до 55.7 см. Преобладали в уловах особи с размерами тела 42.0-44.0 см, составившие 49% от численности неполовозрелой чавычи.

Посткатадромная чавыча

Ранее неоднократно говорилось о том, что характерной чертой распределения сеголеток чавычи в осенний период в западной части Берингова моря является: «довольно продолжительное пребывание в присваловых районах и, соответственно, более поздний выход в открытые районы», а «учитывая, что основные нерестовые реки этого вида на азиатском побережье Берингова моря находятся в карагинско-олюторском районе, ее распространение обычно приурочено к юго-западной части моря». По результатам осенних траловых съемок 2008, 2010 гг. было отмечено, что в начальный морской период посткатадромная чавыча быстрее, чем при предыдущих исследованиях, покидала шельфовые районы, и уже в сентябре была широко распространена на акватории глубоководных котловин.

В 2013 г., как и годом ранее, распространение сеголеток чавычи в большей степени соответствовало обычной схеме миграций. В осенний период 2013 г. встречаемость сеголеток чавычи составила 42.6 % при температуре поверхностных вод от 6.7 до 10.4°С. Наибольшие уловы (до 20-45 экз./час) посткатадромной молодежи были отмечены

в юго-восточной части Командорской котловины. В пределах Алеутской котловины и корякского материкового склона поймки сеголеток чавычи были единичными. Всего в районе 8 было поймано 10 экз. сеголеток этого вида (рис. 2). В 8-ом районе случаи поймок сеголеток чавычи (1-9 экз./час траления), в основном, пришлось на его южную часть. В Командорской котловине более весомые уловы отмечались в ее центральной части (12-45 экз./час траления).

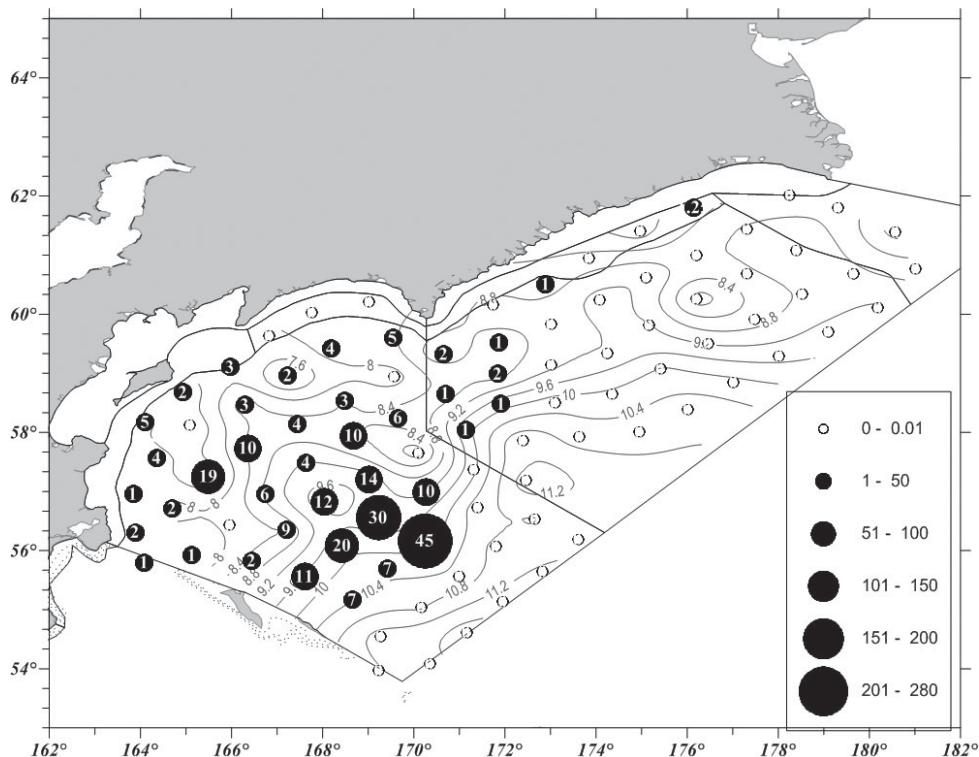


Рис.2. Пространственное распределение (экз./км²) сеголеток чавычи в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря 09.09-10.10.2013. Цифры – улов, экз./час. Изолинии – температура поверхностных водных масс

Размерный ряд посткатадромной чавычи слагали рыбы от 17.7 до 29.0 см (средняя длина – 23.8 см). Средние размеры рекрутов заметно возрастали от южных к северным станциям. Так в южной части Командорской котловины средние размеры чавычи варьировали от 22.6 до 23.8 см, а над восточным склоном хребта Ширшова они уже составляли 24.2 – 27.6 см. Посткатадромная молодежь наименьших размеров 17.6 см и 19.6 см была поймана на самых северных станциях, где встречались сеголетки чавычи.

Л и т е р а т у р а

Аксютин А.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищ. пром-ть, 1968. 288 с.

Арсеньев В.С. Течения и водные массы Берингова моря. М.: Наука, 1967. 135 с.

Вронский Б.Б. Чавыча // Состояние биологических ресурсов северо-западной Пацифики. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2003. С. 87–89.

Глебов И.И. Экология чавычи и кижуча азиатских стад в морской период жизни. Дис. ... канд. биол.наук. Владивосток, 2000. 240 с.

Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. Владивосток: ТИНРО-центр. Т. 1. 481 с.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВИДОВАЯ СТРУКТУРА ДОННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ГРЕН-ФЬОРДА АРХИПЕЛАГА ШПИЦБЕРГЕН

Малавенда С.В.

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

e-mail: malavenda@yandex.ru

Накоплено большое число фактов об изменении климата в Арктике, в частности о потеплении ее европейского сектора, приводящего к существенным изменениям биоты, в том числе на архипелаге Шпицберген (Cheung et al., 2009; Weslawski et al., 2010 и др.). Есть основания предполагать, что арктические архипелаги наиболее чувствительны к изменениям климата как находящиеся на границе арктической и аркто-бореальной зон. Данные о возрастании температуры в направлении от Хорнсунн-фьорда к Ис- и Грен-фьорду в 2003 и 2008 гг, увеличение залива атлантических вод в Ис-фьорд в указанный период времени и большие колебания температуры и солёности в относительно глубоководном Ис-фьорде (Моисеев, Громов, 2009) позволяют ожидать изменения биологического разнообразия именно в этом заливе Западного Шпицбергена. Наиболее значимые порты и населенные пункты архипелага Шпицберген – Лонгйирбйин и Баренцбург – также расположены на берегах Ис-фьорда. Изучение биоразнообразия макрофитобентоса Грен-фьорда (видового разнообразия и разнообразия фитоценозов) в условиях меняющегося климата позволит решить ряд задач: оценить постоянство видового разнообразия макрофитобентоса; выявить особенности структуры фитоценозов высоких широт и дополнить представления о закономерностях распределения отдельных видов макроводорослей в зависимости от экологических факторов, в том числе гранулометрического состава грунта, скорости седиментогенеза и подвижности грунтов.

Имеющиеся сведения об изменении структуры морских донных фитоценозов под воздействием потепления (Weslawski et al., 2010) свидетельствуют о большей чувствительности пространственной структуры сообществ по сравнению с их видовым составом. Макрофитобентос Ис-фьорда ранее исследовали прежде всего отечественные

альгологи. Было выявлено, что хорошо выраженный покров донной растительности присущ только верхней сублиторали, на глубинах (0) 1 - 23 (25) м (Возжинская и др., 1992; Матишов и др., 2004). Описаны 5 фитоценозов (Возжинская и др., 1992). Были оценены размерно-весовые характеристики ламинариевых и выявлено сходство с растениями с Мурманского берега, но с увеличением максимальной продолжительности жизни (Матишов и др., 2004; Рыжик, Воскобойников, 2005). При исследовании распределения ламинариевых было выявлено, что биомасса может достигать 60 кг/м² в устье фьорда, что характеризует ряд участков фьорда как высокопродуктивные (Матишов и др., 2004; Рыжик, Воскобойников, 2005).

В целом, для архипелага Шпицберген Ис-фьорд является одним из наиболее изученных районов, но исследование его фитоценозов нельзя считать законченным, поскольку закономерности их пространственно-видовой структуры еще только обозначены предыдущими работами. Цель данного исследования – получение сведений о пространственно-видовой структуре донной растительности Грен-фьорда: выделение основных межвидовых группировок донных макроводорослей и их распределение.

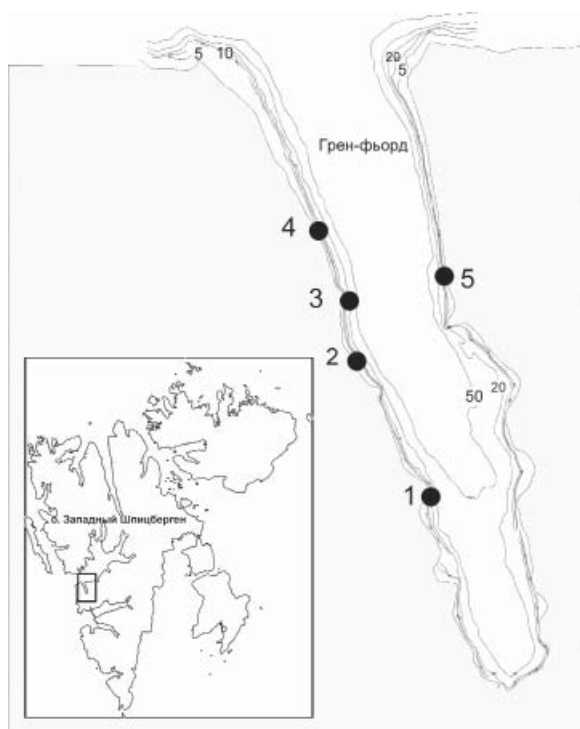


Рис. 1. Расположение сублиторальных разрезов и обследованная часть литорали в Грен-фьорде. Цифрами обозначены сублиторальные разрезы возле: 1 – бухты Хекла, 2 – мыса Брайда, 3 – устья реки Стемме, 4 – устьевой части, 5 – пос. Баренцбург.

Материалы и методы

Была проведена съемка в центральной части фьорда. Всего выполнено 5 сублиторальных разрезов и 6 литоральных (рис. 1). В целом, была обследована литораль от долины Грендаллен до бухты Холлендар, что охватывает значительную часть восточного берега. Было отобрано и обработано 5 качественных проб и 6 количественных на 2 разрезах (бухта Селен и в окрестностях Баренцбурга). Сублиторальные исследования охватили большую часть западного берега и часть восточного (табл. 1). В вершине Грен-фьорда в связи с преобладанием глины в донных отложениях сублиторальная растительность не формирует покрова. Всего в период с 16.06.13 по 06.07.13 было отобрано и обработано 30 проб макрофитов.

При выполнении работ использовали классический метод вертикальных трансект, станции выполняли на традиционных глу-

бинах 0, 5, 10 и 15 м. Водолазный специалист вел видеосъемку в районе сбора материала и процесса работы. Площадь пробы 1 м². Видовую идентификацию водорослей выполняли на биогеостанции ММБИ в течение суток после отбора проб. Использовали определители по северным морям (Зинова, 1955, 1957; Виноградова, 1974) и ключи, приведенные в ряде систематических работ (Перестенко, 1965; Виноградова, 2005, 2007, 2011 и др.). Современные названия видов и синонимии сверяли по международной базе данных Algaebase (Guiry, Guiry, 2014). Биомассу макрофитов определяли с точностью до 0.01 г. Не определяли биомассу кораллиновых водорослей, поскольку собрать и точно определить биомассу корковых известковых водорослей не представлялось возможным. Рассчитывали среднее значение биомассы каждого вида на станции, в качестве показателя варьирования в данной работе используется стандартное отклонение, определенное по формуле для малых выборок. Сравнение видового состава на станциях выполнили с применением индекса Брея-Куртиса методом ближайшего соседа (в программе PAST).

Т а б л и ц а 1

Краткое описание станций отбора проб

Название и дата отбора проб	координаты разреза	горизонт 5 м	горизонт 10 м	горизонт 15 м
1. м. Брайда 26.06.13	78°00'10.8'' 14°11'33.9''	Преобладает галька. Уклон 50°. ПП 100%.	Грунты галечно-песчаные. Уклон 10°. ПП 40%.	Грунты песчаные примесью гальки. Уклон 10°. ПП 5%.
2. б. Хекла, 24.06.13	78°02'02.9'' 14°07'14.1'' 78°02'02.4'' 14°07'07.8''	Уклон дна 10°, грунт песчаный.	Уклон дна 30°, Грунты представлены песком и щебенкой на скале.	не обследован по техническим причинам
3. устье реки Стемме 28.06.13	78°02'41.4'' 14°05'35.0''	Преобладает галька. Уклон 50°. ПП 100%.	Грунты галечно-песчаные. Уклон 30°. ПП 40%.	Грунты песчаные с примесью глины и щебенки. ПП 60%
4. устьевая 30.06.13	78°04'16.5'' 14°03'28.3''	Преобладает галька. Уклон 40°. ПП 100%.	Грунты галечно-песчаные. Уклон 40°. ПП 40%.	Грунты песчаные с примесью глины и щебенки. Уклон 30°. ПП 10%
5. Баренцбург, ТЭЦ 30.06.13	78°03'19.8'' 14°12'19.9''	Грунты валунные. Уклон 45°. ПП 100%.	Грунты песчаные. Уклон 45°. ПП 100%	Грунты песчаные с примесью глины и щебенки. Уклон 20°. ПП 5%

Характеристика района исследования

Залив Грен-фьорд расположен в южной части залива Ис-фьорд о. Западный Шпицберген, у выхода в Гренландское море. Он ориентирован с юга на север и имеет

протяженность около 16.5 км, его ширина меняется от 1.8 км в верхней части до 5.4 км в устье, а глубина от 50 м до 170 м, соответственно (Третьяков и др., 2007). Средняя температура вод фьорда в период 2001-2008 гг верхнего 10-метрового слоя составила 5.91°C (колебания от 4.32 до 7.32°C), слоя 11-20 м – 4.26° (2.87-6.77°). Соленость верхнего 10 м слоя, в среднем, 32.40‰, варьирует от 30.71 в верхней части залива до 33.69 в устьевой (Моисеев, Громов, 2009).

Результаты и обсуждение

Видовой состав фитоценозов Грен-фьорда

Всего в пробах фитобентоса было выявлено 37 видов (табл.2). В исследованных фитоценозах Грен-фьорда преобладают высоко-бореальные и бореально-арктические виды. По продолжительности жизни большее число видов бурых и красных, а также все зеленые водоросли – однолетние. При этом, основную биомассу сообщества формируют многолетние бурые водоросли семейств Laminariales и Fucales.

Впервые на архипелаге Шпицберген отмечены *Petalonia fascia* (Müller) Kunze, *Punctaria plantaginea* (Roth) Greville и *Stictyosiphon griffithsianus* (Le Jolis) Holmes et Batters (= *Phloeospora brachiata*). В целом, для архипелага Шпицберген указывается 142 вида водорослей-макрофитов, в том числе 53 - бурых, 51 – красных и 37 – зеленых (Vinogradova, 1995). Распространение водорослей неравномерное вдоль береговой линии, в частности в Конгс-фьорде отмечено 62 вида (Nor et al., 2012). Для морей Северного Ледовитого океана характерно преобладание холодноводных видов, в основном, атлантического происхождения и небольшого числа собственно арктических видов (Adey et al., 2008). Соотношение однолетних и многолетних видов по числу и массе характерно для высокобореальной и арктической зон (Кузнецов, Шошина, 2003; Wiencke et al., 2004). Флора какого-либо района изменяется слабо с течением времени. Обнаружение в каждой работе по донной растительности Шпицбергена новых видов водорослей-макрофитов не обязательно свидетельствует о вселении видов. Район продолжает оставаться малоизученным, и при этом многие виды распространены на архипелаге крайне неравномерно. В частности, церрамиум не обнаружен в хорошо изученном Конгс-фьорде, а в Грен-форде нами было обнаружено поселение с высокой биомассой.

Распределение макроводорослей

Литораль обследованного участка берега, практически, лишена растительности. Подвижность галечно-песчаных грунтов и ледяной припай позволяют развиваться только однолетним видам, преобладает по массе *Devaleraea ramentacea* (L.) Guiry, широко распространены зеленые *Ulvaria obscura* (Aresch.) Bliding, *Acrosiphonia arcta* (Dillw.) J. Ag. В устье фьорда на восточном берегу примерно от нуля глубин начинается пояс ламинариевых. Отмечены однолетние талломы *Saccharina latissima* (L.) Lane, Mayes, Druehl et Saunder, *Laminaria digitata* (Huds.) Lamouroux, одно- и двухлетние талломы *Alaria esculenta* (L.) Grev. На западном берегу примерно от 0 до 3 м выявлен пояс *Fucus distichus* с комплексом эктокарповых водорослей в нижнем ярусе и в качестве эпифитов. Не встречены на литорали в Грен-фьорде описанные ранее как характерные для Ис-фьорда, в целом, сообщества *Urospora penicilliformis* + *Ulothrix sp.* – *Enteromorpha sp.* на галечных отмелях, валунах, в литоральных лужах (Возжинская и др., 1992).

Таблица 2

Видовой состав фитоценозов сублиторали Грэн-фьорда

№	виды	ФГХ*	ДЖ**
Бурые водоросли (отдел Heterokontophyta, класс Phaeophyceae)			
1	<i>Alaria esculenta</i> (L.) Grev.	вб-а	м
2	<i>Battersia arctica</i> (Harvey) Raïma, Prud'homme et Kawai (= <i>Sphacelaria arctica</i>)	вб-а	о
3	<i>Chaetopteris plumosa</i> (Lyngby) Kütz.	вб-а	о
4	<i>Chorda filum</i> (L.) Stackhouse	б-а	о
5	<i>Chordaria flagelliformis</i> (Müll.) C. Ag.	б-а	о
6	<i>Desmarestia aculeata</i> (L.) Lamouroux	вб-а	м
7	<i>Desmarestia viridis</i> (Müll.) Lamouroux	б-а	о
8	<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i> (Huds.) Grev.	б-а	о
9	<i>Fucus distichus</i> L.	вб-а	м
10	<i>Fucus vesiculosus</i> L.	б-а	м
11	<i>Halosiphon tomentosus</i> (Lyngbye) Jaasund	вб-а	о
12	<i>Laminaria digitata</i> (Huds.) Lamouroux	вб-а	м
13	<i>Petalonia fascia</i> (Müller) Kunze	а-б-стр	о
14	<i>Punctaria plantaginea</i> (Roth) Greville	вб-а	о
15	<i>Pylaiella littoralis</i> (L.) Kjellm.	б-а	о
16	<i>Pylaiella varia</i> Kjellm.	вб-а	о
17	<i>Saccharina latissima</i> (L.) Lane, Mayes, Druehl et Saunder	б-а	м
18	<i>Saccorhyza dermatodea</i> (Bahelot de la Pylaie) J. Ag.	вб-а	м
19	<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link	а-б-стр	о
20	<i>Stictosiphon griffithsianus</i> (Le Jolis) Holmes et Batters (= <i>Phloeospora brachiata</i>)	вб	о
Красные водоросли (отдел Rhodophyta)			
1	<i>Ceramium deslongchampsii</i> Chauvin ex Duby	б	о
2	<i>Ceramium virgatum</i> Roth	вб-а	о
3	<i>Devalereae ramentacea</i> (L.) Guiri	вб-а	м
4	<i>Dilsea carnosa</i> (Schmidel) Kuntze	вб-а	о
5	<i>Euthora cristata</i> (C. Ag.) J. Ag.	б	о
6	<i>Lithothamnion</i> sp.		м
7	<i>Palmaria palmata</i> (L.) Weber et Mohr	б-а	м
8	<i>Coccotylus truncatus</i> (Pallas) Wynne et Heine	б-а	м
9	<i>Polysiphonia arctica</i> J. Ag.	а	о
10	<i>Rhodomela confervoides</i> (Hudson) Silva	б-а	о
Зеленые водоросли (отдел Chlorophyta)			
1	<i>Acrosiphonia arcta</i> (Dillwyn) Gain	вб-а	о
2	<i>Chaetomorpha melagonium</i> (Web. et Mohr) Kütz.	вб-а	о
3	<i>Chaetomorpha ligustica</i> (Kützing) Kützing *	б-а	о
4	<i>Spongomorpha aeruginosa</i> (L.) Hoek	б-а	о
5	<i>Ulothrix flacca</i> (Dillwyn) Thuret	б-а	о
6	<i>Ulva lactuca</i> L.	б ?	о
7	<i>Ulvaria obscura</i> (Kütz.) Gayral ex Bliding	б-а	о

Примечание: * ФГХ – фитогеографическая характеристика, ДЖ – длительность жизни.

а- арктические виды, вб-а – высоко-бореальные, б-а – бореально-арктические, ф-б-стр – аркто-бореально-субтропические, б – бореальные, вб – высокобореальные, о – однолетние виды, м – многолетние виды.

На большей части Грён-фьорда на глубинах 5-15 м преобладает *Saccharina latissima* (L.) Lane, Mayes, Druehl et Saunder (рис. 2). Средняя биомасса *S. latissima* 3600 г/м². Максимальная биомасса данного вида отмечена в устьевой части Грён-фьорда - 19300 г/м². В устьевой части Грён-фьорда *S. latissima* и *Desmarestia aculeata* (L.) Lamouroux образуют очень плотные заросли, суммарная биомасса макрофитов составляет, по нашим подсчетам, 31 кг/м². Это значение велико даже для промысловых районов. Но видовое разнообразие при этом ниже, чем в средней части фьорда. Низкое видовое разнообразие выявлено и на восточном берегу в районе Баренцбурга. Обширные пространства сублиторали верхней части фьорда (примерную границу можно провести между мысами Брайда и Финнесет) лишены макрофитов из-за глинистых грунтов. Растительность отмечена на литорали. Сообщества с доминированием *S. latissima* двух- и трехярусные.

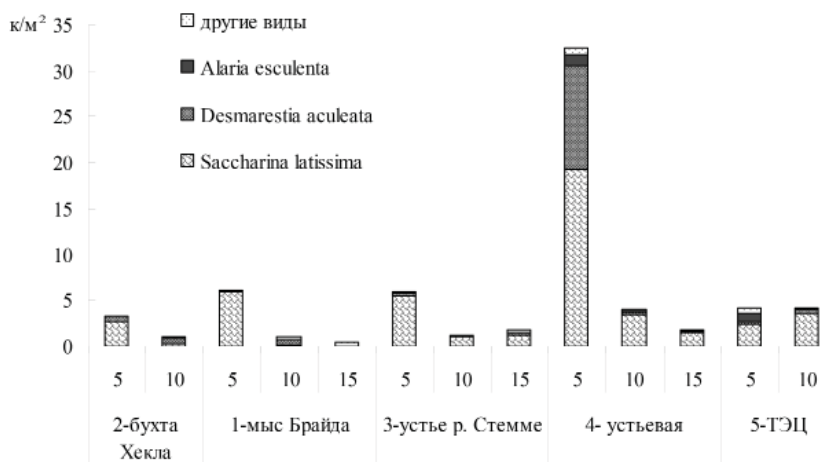


Рис. 2. Биомасса макрофитобентоса и доля доминирующих видов в исследуемых фитоценозах, кг/м². По оси абсцисс – разрезы по номерам согласно схемы 1 и глубина в метрах

Первый, верхний ярус составляет доминант, второй («подлесок») – различные виды с высотой таллома до 20 см, в их числе по массе преобладают бурые *Chaetopteris plumosa* (Lyngby) Kutz., *Dictyosiphon foeniculaceus* (Huds.) Grev. и красные *Ceramium deslongshampii* Chauvin ex. Duby, *Polysiphonia arctica* J. Ag. Во втором ярусе, «подлеске», отмечено 30 видов макрофитов. Суммарная биомасса этой синузии 170±164 г/м² (от 0 г/м² возле Баренцбурга и в устье фьорда до 405 г/м² возле м. Брайда на 15 м). Второй ярус слабо развит в устьевой части фьорда и возле Баренцбурга. В первом случае, очевидно, плотный полог *S. latissima* и *D. aculeata* не пропускает свет и это препятствует росту макрофитов. Третий ярус повсеместно составляют красные известковые водоросли сем. *Corallinaceae*. Водоросли - эпифиты произрастают на стволиках и ризоидах *S. latissima*, *Alaria esculenta* (L.) Grev., на *Fucus vesiculosus* L. и *D. aculeata*. Наиболее обильна и разнообразна синузия эпифитов ризоидов *S. latissima* (всего отмечено 16 видов, биомасса, в среднем, 10 г/м², колеблется от 0 до 46

на 10 м в устье реки Стемме). Также разнообразна синузия эпифитов *F. vesiculosus*, в которой было отмечено 13 видов. Максимальная биомасса 10 г/м² в устье реки Стемме на 5 м. Эпифиты *D. aculeata* были отмечены в бухте Хекла на 5 м и их общая биомасса составила менее 1 г/м². В устье Грён-фьорда из эпифитов выявлена только *D. aculeata*. На 5 разрезе синузии эпифитов в фитоценозах не выявлены.

В защищенной части Грен-фьорда (в бухте Хекла и м. Брайда, разрезы 1 и 2) велика доля *F. vesiculosus*, на горизонте 10 м доминирует *D. aculeata*, а *S. latissima* выступает в качестве субдоминанта, на 15 м разреза 1 доминирует *F. vesiculosus*. Биомасса фитобентоса и проективное покрытие дна водорослями очень низкие.

Важно отметить факт произрастания *F. vesiculosus* на глубинах до 15 м. На Мурмане данный вид произрастает исключительно на литорали. В Белом и Балтийском морях широко распространен в сублиторали до глубин 5-10 м. Ранее была показана возможность адаптации фотосинтетического аппарата данного вида к обитанию на глубинах до 10 м и вероятно более (Макаров, 2012). Чем обусловлено распространение фукоидов в сублиторали Грен-фьорда пока однозначно ответить сложно.

Подобное распределение доминантов типично для защищенного берега северных морей, а состав синузий второго яруса и эпифитов несколько отличается от наблюдаемого на Мурмане. В частности, отмечается высокая биомасса *Ceramium deslongchampsii* Chauvin ex Duby и *Chaetopteris plumosa* (Lyngby) Kütz. Данные виды обычны на Мурмане, но произрастают очень разреженно и биомасса его обычно не превышает 0.5 и 1.0 г/м², соответственно. В Грён-фьорде они отмечены более чем в половине проб и максимальная биомасса составила 10.0 и 166.4 г/м².

На основании сравнения видового состава макрофитобентоса на станциях отбора проб было выделено четыре сублиторальных фитоценоза (рис. 3):

1. Фитоценозы, в которых доминирует *S. latissima*, массовыми являются *D. aculeata* и *A. esculenta*, *C. plumose*;
2. Фитоценозы, в которых доминирует *S. latissima*, субдоминантом является *L. digitata*, массовые *A. esculenta* и *D. aculeata*;
3. Фитоценозы, в которых доминирует *F. vesiculosus*, субдоминантом является *C. plumosa*, в составе синузии эпифитов преобладают *Pylaiella littoralis*, *Chaetopteris plumosa*, *Acrosiphonia arcta* и *Rhodomela confervoides*;
4. Фитоценоз *D. aculeata*, субдоминантом является *S. latissima*.

Ранее при определении распределения биомассы водорослей-макрофитов в районе исследования было показано, что только грунты с крупными валунами и выходами скальных пород и валунно-галечные грунты обеспечивают наличие необходимого субстрата для прикрепления водорослей (в основном, это *S. latissima*, *L. digitata* и *Desmarestia aculeata*) (Матишов и др., 2004). Было показано, что распределение водорослей зависит от количества валунов на квадратный метр, а валунно-галечные грунты наиболее характерны для северной части залива Грен-фьорд. В районе порта поселка Баренцбург на литорали были отмечены отдельные талломы *F. distichus*, *P. palmata*, *P. littoralis*. На глубинах от 0.5 до 5.0 м на валунах выявлен полидоминантный фитоценоз *S. latissima* + *L. digitata* + *A. esculenta* - *D. aculeata* со средней биомассой 15.1 кг/м². Глубже 5 м водоросли не образуют покрова. В устье фьорда на глубинах 2.6-5.0 м выявлен полидоминантный фитоценоз *S. latissima* + *L. digitata* + *A. esculenta* на скалах. Средняя

биомасса указывается 60 кг/м^2 (Рыжик, Воскобойников, 2003). Полученные нами данные существенно дополняют полученные ранее сведения о фитобентосе Грен-фьорда.

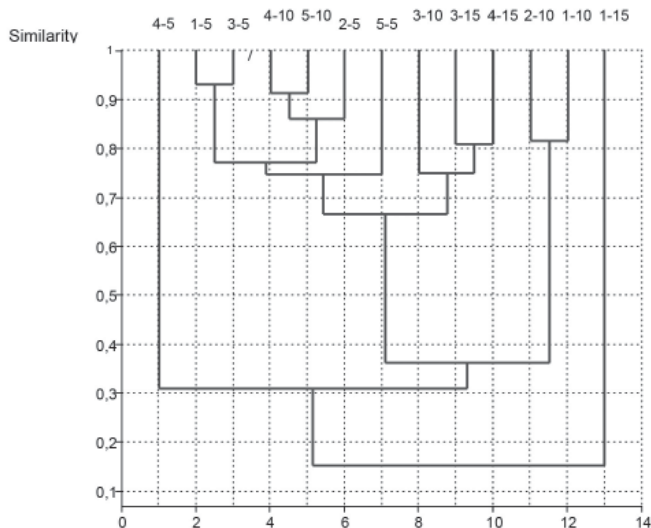


Рис. 3. Результаты кластеризации данных методом ближайшего соседа с применением индекса Брея-Куртиса. Станции отбора проб обозначены: первая цифра – номер разреза согласно схемы 1, вторая – глубина в метрах

Выводы

1. Обнаружен феномен произрастания *F. vesiculosus* на глубинах до 15 м в защищенной части Грен-фьорда.

2. Сублиторальную растительность внутренней части Грен-фьорда составляют четыре фитоценоза: фитоценоз *S. latissima* на смешанных грунтах до глубин 15-17 м в средней части фьорда; фитоценоз *F. vesiculosus* на 15 м в защищенной части фьорда на грунтах с преобладанием рыхлых осадков; фитоценоз *D. aculeata* на 10 м на рыхлых грунтах и фитоценоз *S. latissima* + *D. aculeata* на валунных с заилением грунтах ближе к устьевой части фьорда.

3. Биомасса фитобентоса варьирует в очень широких пределах в зависимости от абиотических условий. В вершине фьорда на илистых грунтах макрофиты не обнаруживаются. В средней части на смешанных грунтах биомасса составляет, в среднем, 3.5 кг/м^2 , ближе к устьевой части на выходах скальных пород и валунах с заилением биомасса достигает 32.4 кг/м^2 .

Л и т е р а т у р а

Анциферова А.Р., Короткова Т.Д., Семенов А.В., Сиеккинен Е.Д. Результаты комплексных гидрометеорологических наблюдений и мониторинга загрязнения окружающей среды на архипелаге Шпицберген // Природа шельфа и архипелагов Европейской

Арктики. Комплексные исследования природы Шпицбергена: матер. междунар. науч. конфер. (Мурманск, октябрь 2010). Вып. 10. М.: ГЕОС, 2010. С. 338–345.

Виноградова К.Л. Виды *Ceramium* (Ceramiales, Rhodophyta) в северных морях России // Ботанич. журнал. 2005. Т. 90, № 6. С. 884–890.

Виноградова К.Л. Виды *Porphyra* (Bangiales, Rhodophyta) в северных морях России // Ботанич. журнал. 2007. Т. 92, № 4. С. 532–543.

Виноградова К.Л. Порядок Ceramiales (Rhodophyta) во флоре Северного Ледовитого океана // Ботанич. журн. 2011. Т. 96, № 6. С. 681–695.

Виноградова К.Л. Ульвовые водоросли (Chlorophyta) морей СССР. Л.: Наука, 1974. 166 с.

Возжинская В.Б., Болдуман М.М., Пестриков В.В., Сорокин А.Л. Гидробиологические исследования в Арктике: растительные сообщества архипелага Шпицберген (западная часть) // ДАН. 1992. Т. 324, № 6. С. 1332–1337.

Зинова А.Д. Определитель бурых водорослей северных морей СССР. М.-Л.: Изд. АН СССР, 1953. 225 с.

Зинова А.Д. Определитель красных водорослей северных морей СССР. М.-Л.: Изд. АН СССР, 1955. 220 с.

Кузнецов Л.Л., Шошина Е.В. Фитоценозы Баренцева моря (физиологические и структурные характеристики). Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2003. 308 с.

Макаров М.В. Адаптация светособирающего комплекса бурой водоросли *Fucus vesiculosus* L. Баренцева моря к условиям освещения // ДАН. 2012. Т. 442, № 6. С. 845–849.

Матишов Г.Г., Воскобойников Г.М., Макаров М.В., Марасаев С.Ф. Особенности распределения водорослей и птиц залива Грен-фьорд (Шпицберген) // Арктика и Антарктика. 2004. №3 (37) С. 85–101.

Моисеев Д.В., Громов М.С. Термохалинные условия в заливах и фьордах о. Западный Шпицберген летом 2003 и 2008 гг. // Проблемы морской палеоэкологии и биогеографии в эпоху глобальных изменений: Матер. VIII Всерос. школы по морской биологии и IX Междунар. науч. конф. «Комплексные исследования природы архипелага Шпицберген» (Мурманск, ноябрь 2009). М.: ГЕОС, 2009. С. 332–335.

Павлов А.К., Иванов Б.В., Журавский Д.М., Тверберг В., Гранског М., Фальк-Петерсен С. Многолетняя изменчивость океанографического режима в заливах Западного Шпицбергена // Природа шельфа и архипелагов Европейской Арктики. Комплексные исследования природы Шпицбергена: Матер. междунар. науч. конфер. (Мурманск, октябрь 2010). Вып. 10. М.: ГЕОС, 2010. С. 485–488.

Рыжик И.В., Воскобойников Г.М. Видовой состав и размерно-весовые характеристики морских макрофитов Западного Шпицбергена // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Вып. 3. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2003. С. 173–177.

Третьяков М.В., Голованов О.Ф., Павлов А.К., Прямиков С.М., Иванов Б.В. Результаты комплексных океанографических исследований залива Грен-фьорд (Западный Шпицберген) летом 2006 г. // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Вып. 7. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2007. С. 164–177.

Adey W.H., Lindstrom S.C., Hommersand M.N., Müller K.M. The biogeographic origin of arctic endemic seaweeds: a thermogeographic view // J. Phycol. 2008. Vol. 44. P. 1384–1394.

Cheung W.W.L., Lam V.W.Y., Sarmiento J.L., Kearney K., Watson R., Pauly D. Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios // Fish Fisher. 2009. Vol. 10. P. 235–251.

Guiry M.D., Guiry G.M. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. 2014. <http://www.algaebase.org>; searched on 28 January 2014.

Hop H., Wiencke C., Vögele B., Kovaltchouk N.A. Species composition, zonation, and biomass of marine benthic macroalgae in Kongsfjorden, Svalbard // Bot. Mar. 2012. Vol. 55. P. 399–414.

Vinogradova K.L. The checklist of the marine algae from Spitsbergen // Ботанич. журн. 1995. Т. 80, №6. С. 50–61.

Weslawski J.M., Wiktor J.Jr., Kotwicki L. Increase in biodiversity in the arctic rocky littoral, Sorcappland, Svalbard, after 20 years of climate warming // Mar. Biodiv. 2010. Vol. 40. P. 123–130.

Wiencke C., Vögele B., Kovaltchouk N.A., Hop H. Species composition and zonation of marine benthic macroalgae at Hansneset in Kongsfjorden, Svalbard // Ber. Polarforsch. Meeresforsch. 2004. Vol. 492. P. 55–62.

МЕЖВИДОВЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ *FUCUS SERRATUS* И *PALMARIA PALMATA*

С.С. Малавенда

Мурманский государственный технический университет, г. Мурманск, Россия

e-mail: msrgmstu@yandex.ru

Конкурентные взаимоотношения между морскими водорослями наряду с другими природными и антропогенными воздействиями являются важнейшим фактором, определяющим обилие видов, их распространение и биомассу в сообществах (Paine, 1990). Межвидовые взаимодействия могут определять структурированность сообщества, количество видов, вклад каждого вида в продукцию всего фитоценоза.

На литорали Баренцева моря на нижнем горизонте литорали нередко можно встретить ассоциацию водорослей, где доминирующими видами являются *Fucus serratus* L. и *Palmaria palmate* L.(Kuntze). Оба вида являются промысловыми и имеют важное хозяйственное значение. При этом пальмария эпифитирует на фукусе, но данных о взаимовлиянии между этими видами нет.

На сегодняшний день известно множество механизмов как положительного, так и отрицательного влияния водорослей друг на друга (Набивайло, Титлянов, 2006), однако все они видоспецифичны и общие тенденции прослеживаются слабо. В случае отношения базифит – эпифит, как правило, проявляется конкуренция за ресурсы (свет, поглощаемые вещества) и пространство (Edelsteinetal., 1976; Rytheretal., 1981).

Эпифиты ингибируют рост базифита путём увеличения общей массы, что вызывает отрыв базифита от субстрата, снижают общий метаболизм при помощи аллелопатических веществ (Harlin, 1987; Svirskietal., 1993; Friedlanderetal., 1996). Однако, этими же авторами описывались случаи и положительного взаимовлияния некоторых водорослей друг на друга.

Цель работы – выявить морфофизиологические реакции *F. serratus* и *P. palmata* при совместном культивировании.

Материалы и методы

Исследование проводили в августе–сентябре 2013 года. Для проведения работы с литорали было отобрано 40 молодых растений *F. serratus* и 50 *P. palmata*. Культивировались растения разных видов совместно (эксперимент), а также использовались ещё 2 сосуда тем же объемом для контроля. Для эксперимента использовались прозрачные ёмкости объемом 3 литра, культивация водорослей проводилась 4 недели в темостатируемом помещении при температуре 8°C, с постоянным перемешиванием воды, при солёности 30 промилле с ежедневной сменой воды. В конце каждой недели у пальмарины измеряли массу, а у фукоидов, кроме массы, также измеряли длину. По окончании эксперимента была рассчитана абсолютная скорость роста для длины и массы по следующим формулам:

$$GR_l = \frac{\Delta l}{\Delta t} \quad GR_w = \frac{\Delta W}{\Delta t} \quad (\text{Кузнецов, Шошина, 2003})$$

где:

GR_l – абсолютная скорость роста длины (см/сут); GR_w – абсолютная скорость роста массы (г/сут); l – длина (см); W – масса (г).

По окончании эксперимента у исследуемых водорослей было измерено содержание хлорофилла «а» (Пигменты пластид ..., 1964; Чакчир, Алексеева, 2002).

Далее результаты обрабатывались с помощью математических методов описательной статистики.

Результаты и обсуждение

В результате исследования получено, что скорость роста у фукуса в эксперименте, практически не отличалась от таковой в контроле (рис 1).

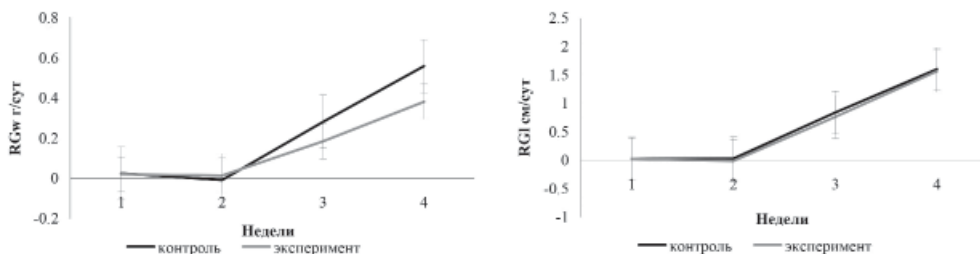


Рис. 1. Абсолютная скорость роста массы (слева) и длины (справа) *F. serratus*

Вероятно, присутствие эпифитов не оказывает воздействие на ростовые процессы фукуса. Сложно устроенные многослойные талломы, высокая скорость минерального питания и псевдопаренхимное строение позволяет им ассимилировать органику и использовать её на ростовые процессы даже в условиях полного отсутствия видимого света (Матишов, Макаров, 2004). Выделяемые вещества *P. Palmate*, по-видимому, не влияют на общую физиологическую активность *F. serratus*. Таким образом, фукусовые могут служить

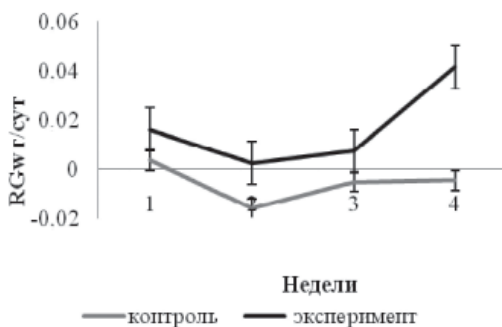


Рис. 2. Абсолютная скорость роста массы *P. palmata*

субстратом для эпифитов, при этом не испытывая неблагоприятного воздействия. Это подтверждают данные о содержании хлорофиллов по окончании эксперимента. Содержание пигментов у растений, культивируемых с пальмарией, и в контроле одинаковое.

У пальмарии проявились другие закономерности: при культивировании вместе с фукусом скорость роста у пальмарии значительно выше, чем в контроле (рис.2).

В контроле у *P. palmata* на протяжении всего эксперимента масса снижалась, у водорослей увеличилось количество выделяемой слизи. К концу 4 недели эксперимента водоросли стали салатного цвета – по-видимому, произошло разрушение добавочных фикобилиновых пигментов, маскирующих хлорофилл.

Пальмария, культивируемая вместе с фукусом, на второй недели эксперимента полностью акклиматизировалась, и в дальнейшем у неё зафиксирован прирост массы. Кроме того, к концу эксперимента содержание хлорофилла у контрольных образцов стало ниже в 4 раза, чем у водорослей в эксперименте.

Таким образом, в условиях данного эксперимента *P. palmata*, по-видимому, необходимо присутствие *F. serratus*. При этом, фукусы не проявляют никаких видимых реакций на присутствие пальмарии. Однако известны факты, когда увеличение скорости роста фукусовых водорослей в присутствии красных водорослей и, наоборот, плотные заросли красных водорослей угнетают рост проростков *F. Serratus* (Brawley, Johnson, 1991). Вероятно, в данном случае, *P. palmata* аккумулирует вещества, выделяемые фукусом. Ранее уже отмечалась видоспецифичность метаболитов, которые могут действовать не только отрицательно на близкорастущие водоросли, но и положительно (Ferreretal, 1997).

Заключение

Выявлено, что при совместном культивировании *P. palmata* не оказывает влияния на морфофизиологические параметры *F. serratus*, однако для пальмарии необходимо присутствие базифита.

Таким образом, результаты эксперимента показывают, что между бурой водорослью *F. serratus* и красной *P. Palmate* в природных условиях, вероятно, возникает положительное односторонне выгодное взаимодействие – комменсализм, в частности, квартиранство, а не мутуализм, как предполагалось ранее.

Л и т е р а т у р а

Кузнецов Л.Л., Шошина Е.В. Фитоценозы Баренцева моря. Физиологические и структурные характеристики. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2003. 307 с.

Матишов Г.Г., Макаров М.В. Изменения пигментного состава *Fucus vesiculosus* L. и *Fucus serratus* L. Баренцева моря при длительном нахождении в темноте // ДАН. 2004. Т. 397, № 5. С. 716–717.

Набивайло Ю.В., Титлянов Э.А. Конкурентные взаимоотношения водорослей в природе и в культуре // Биология моря. 2006. Т. 32, № 5 С. 315–325.

Пигменты пластид зеленых растений и методика их исследований / Под ред. Сапожникова Д.И. М.: Наука, 1964. 120 с.

Чакчир Б.А., Алексеева Г.М. Фотометрические методы анализа: методические указания. СПб.: Изд. СПХФА, 2002. 44 с.

Brawley S.H., Johnson L.E. Survival of fucoid embryos in the intertidal zone depends on developmental stage and microhabitat // J. Phycol. 1991. Vol. 27. P. 179–186.

Edelstein T., Bird C.J., McLachlan J. Studies on Gracilaria. Growth under greenhouse conditions // Can. J. Bot. 1976. Vol. 54. P. 2275–2290.

Ferrer E., Gomez Garreta A., Ribera M.A. Effect of Caulerpataxifolia on the productivity of two Mediterranean macrophytes // Mar. Ecol. Progr. Ser. 1997. Vol. 149. P. 279–287.

Friedlander M., Gonen Y., Kashman Y., Beer S. Gracilaria conferta and its epiphytes. 3. Allelopathic inhibition of the red seaweed by Ulva cf. lactuca // J. Appl. Phycol. 1996. Vol. 8. P. 21–25.

Harlin M.M. Allelochemistry in marine macroalgae // CRC Critical Reviews in Plant Sciences. 1987. Vol. 5. P. 237–249.

Paine R.T. Benthic macroalgal competition: complication and consequences // J. Phycol. 1990. Vol. 26. P. 12–17.

Svirski E., Beer S., Friedlander M. Gracilaria conferta and its epiphytes: (2) Interrelationship between the red seaweed and Ulvalactuca // Hydrobiologia. 1993. Vol. 260–261. P. 391–396.

МАКРОФИТЫ ОТКРЫТОЙ ЧАСТИ ПЕЧОРСКОГО МОРЯ

А.А. Метельский

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

e-mail: metelskiy@mmbi.info

В последние годы исследования биоты Печорского моря получили новый импульс в связи с необходимостью оценки возможного воздействия на окружающую среду разработки и освоения нефтяных месторождений (Зеленков и др., 2000; Кучерук и др., 2003). Однако, к настоящему времени данные по распространению и биологии макро-

фитов в данном регионе остаются фрагментарными и касаются отдельных губ юго-западной части Печорского моря или побережья острова Вайгач и архипелага Новая Земля (Флеров, Карсакова, 1925; Коренников, Шошина, 1980).

Район, материал и методы исследования

Исследование проводилось в ходе экспедиций на НИС «Дальние Зеленцы» в июле – августе 2012 и 2013 гг. в юго-восточной части Баренцева моря (Печорское море). Данный район характеризуется сильными приливо-отливными течениями и достаточно резкими колебаниями температуры и солености. Прозрачность воды низкая, в пределах 1.5-5 м (Никифоров и др., 2003). Глубины не превышают 18-20 м.

Пробы были отобраны на 40 станциях путем 30-ти минутного драгирования трапом Сигсби (рис. 1). Отобранные пробы фиксировали в 4% растворе нейтрализованного формалина и хранили в холодных условиях без доступа света.

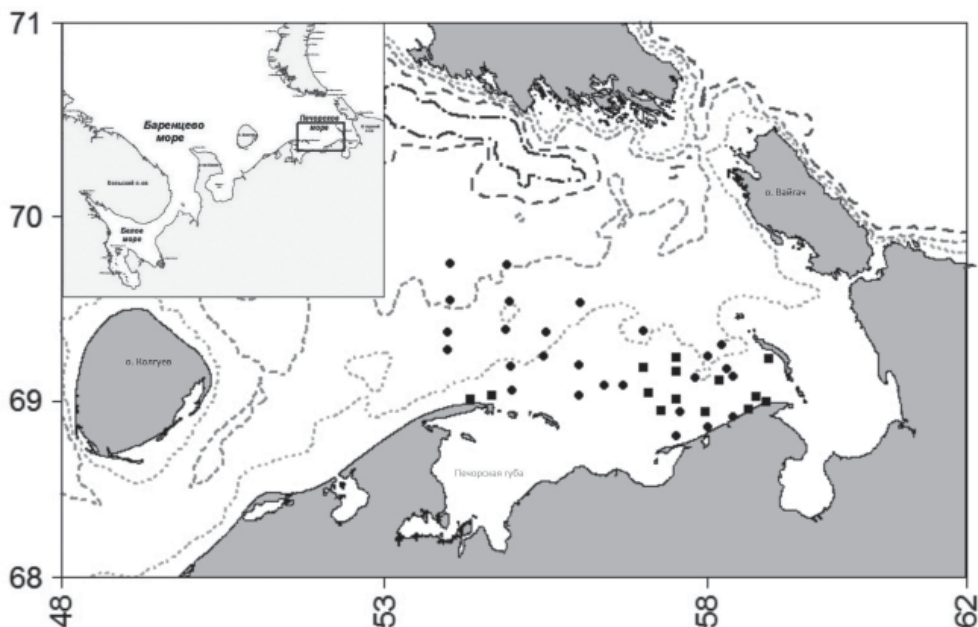


Рис. 1. Карта-схема района исследований (■ – станции на которых присутствуют макрофиты)

Идентификацию видов проводили в лабораторных условиях с использованием определителей (Зинова, 1953, 1955; Шошина, 2005) и ряда работ по систематике водорослей (Виноградова 2005, 2011). Современные названия видов и синонимия были сверены по международной базе данных (Guiry, Guiry, 2014). Биомасса видов не рассчитывалась ввиду крайне низкой плотности зарослей.

Результаты и обсуждение

Для литоральной зоны исследованного района характерно полное отсутствие водорослей, присутствуют только мертвые остатки («выбросы») *Fucus distichus* на обширных



Рис. 2. *Ptilota gunneri* Silva – наиболее массовый вид красных водорослей Печорского моря

рых преобладает *Ptilota gunneri* Silva (рис. 2). Массовая доля данного вида в отдельных пробах достигает 69.5%. Помимо красных, встречаются также единичные экземпляры бурых водорослей (Phaeophyceae). Всего в исследованном районе было обнаружено 17 видов макрофитов (табл. 1), которые являются широко распространенными.

песчаных пляжах. Литоральные виды макрофитов произрастают в верхней сублиторали, что, вероятно, связано с механическим воздействием льда, который, образуясь в октябре – ноябре, держится до июня, а в суровые зимы и до июля (Никифоров и др., 2003).

В сублиторали грунт песчано-илистый. Водоросли-макрофиты обнаружены только на 14 станциях. Их заросли приурочены к участкам грунта с вкраплениями ракушечника или гальки. Фитоценозы представлены, в основном, красными водорослями (Rhodophyta), среди кото-

Т а б л и ц а

Список видов водорослей, произрастающих в прибрежной зоне
Юго-Восточной части Печорского моря

Rhodophyta

- Ptilota gunneri* Silva
- Phycodrys rubens* (Linnaeus) Batters
- Euthora cristata* (Linnaeus) J. Agardh
- Fimbrifolium dichotomum* (Lepechin) Hansen
- Odonthalia dentata* (Linnaeus) Lyngbye
- Coccotylus truncatus* (Pallas) Wynne & Heine
- Ceramium deslongchampsii* Chauvin ex Duby
- Polysiphonia urceolata* (Lightfoot) Greville
- Polysiphonia arctica* J. Agardh
- Plumaria plumosa* (Hudson) Kuntze

Phaeophyceae

- Chaetopteris plumosa* (Lyngbye) Kützing
- Desmarestia aculeata* (Linnaeus) Lamouroux
- Desmarestia viridis* (O.F. Müller) Lamouroux
- Chorda filum* (Linnaeus) Lamouroux
- Saccharina latissima* (Linnaeus) Lane, Mayes, Druehl & Saunders
- Laminaria digitata* (Hudson) Lamouroux
- Fucus distichus* Linnaeus

В литературе для Печорского моря указано 58 видов макрофитов, но их количество значительно варьирует в зависимости от района (Коренников, Гемп, 1976; Аверинцева, 1996). Так вид *Euthora cristata* (С. Agardh) J. Agardh ранее был отмечен только в Индигской губе (Коренников, Шошина, 1980).

Известно, что фитогеографический состав флоры Печорского моря в целом схож с растительностью других высокоширотных районов Баренцева моря (архипелаги Земля Франца-Иосифа и Новая Земля) (Зинова, 1974; Виноградова, 1986). Большинство отмеченных видов водорослей относятся к бореально- и высокобореально-арктическим. Встречается и собственно арктический вид – *Polysiphonia arctica* J. Agardh. Присутствует *Plumaria plumosa* (Hudson) Kuntze – вид, редкий для Баренцева моря (рис. 3).

Бедность видового состава фитоценозов исследованного района обусловлена комплексом факторов:

- 1) преобладание малопригодных для прикрепления макроводорослей илисто-песчаных грунтов;
- 2) значительное опреснение и вынос большого количества терригенного материала (взвеси) рекой Печора, что обуславливает низкую прозрачность воды и слабую освещенность морского дна;
- 3) длительный ледовый покров и низкие придонные температуры воды, которые держатся здесь все лето, способствуют тому, что литоральные виды водорослей либо распространяются и произрастают в сублиторальной зоне, либо отсутствуют в фитоценозах вовсе.

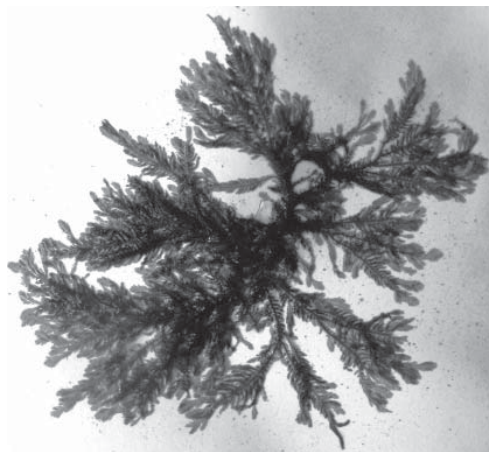


Рис. 3. *Plumaria plumosa* (Hudson) Kuntze – редкий для Баренцева моря вид

Заключение

В исследованном районе суровые климатические условия обуславливают слабое развитие донной растительности, которая имеет общие черты с растительностью других высокоширотных районов Баренцева моря. Характерно полное отсутствие водорослей в литоральной зоне. Верхняя граница произрастания водорослей определяется истирающим действием льдов, а низкая прозрачность воды и слабая освещенность морского дна приводят к поднятию нижней границы, которая находится на глубине 15–20 метров. Водоросли произрастают либо на отложениях битого ракушечника, либо встречаются единичными экземплярами на галечных вкраплениях. Ценные в хозяйственном отношении виды не образуют сколько-нибудь значимых промысловых скоплений.

Л и т е р а т у р а

Аверинцева С.Г. Видовой состав и пространственное распределение макрофитов // Экосистемы, биоресурсы и антропогенное загрязнение Печорского моря. Апатиты: КНЦ РАН, 1996. С. 79–88.

Виноградова К.Л. Видовой состав морских водорослей архипелага Земля Франца-Иосифа // Новости систематики низших растений. 1986. Т. 23. С. 27–37.

Виноградова К.Л. Виды *Ceramium* (Ceramiales, Rhodophyta) в северных морях России // Ботан. журнал. 2005. Т. 90. № 6. С. 884–890.

Виноградова К.Л. Порядок Ceramiales (Rhodophyta) во флоре Северного Ледовитого океана // Ботан. журн. 2011. Т. 96, № 6. С. 681–695.

Зеленков В.М., Пронина О.А., Антонова В.П., Потелов В.А. Состояние запасов промысловых объектов в районе нефтяного месторождения «Приразломное» // Биологические ресурсы побережья Российской Арктики. М.: ВНИРО, 2000. С. 44–46.

Зинова А.Д. Определитель бурых водорослей северных морей СССР. М.-Л.: АН СССР, 1953. 225 с.

Зинова А.Д. Определитель красных водорослей северных морей СССР. М.-Л.: АН СССР, 1955. 220 с.

Зинова А.Д. Состав и фитогеографическое деление арктической водорослевой флоры // Гидробиология и биогеография шельфов холодных и умеренных вод Мирового океана. Л.: Наука, 1974. С. 12–13.

Коренников С.П., Гемп К.П. О видовом составе сублиторальных водорослей в районе полуострова Канин // Ботанический журнал. 1976. Т. 61, № 4. С. 561–565.

Коренников С.П., Шошина Е.В. Состав и распределение водорослей в юго-восточной части Баренцева моря от мыса Микулкин до мыса Русский Заворот // Ботан. журн. 1980. Т. 65, вып. 6. С. 855–859.

Кучерук Н.В., Котов А.В., Максимова О.В., Пронина О.А., Сапожников Ф.В., Малыз Е.А. Бентос // Печорское море, системные исследования (гидрофизика, гидрология, оптика, биология, химия, геология, экология, социоэкономические проблемы). М.: МОРЕ, 2003. С. 217–230.

Никифоров С.Л., Дунаев Н.Н., Огородов С.А. Физико-географическая характеристика // Печорское море, системные исследования (гидрофизика, гидрология, оптика, биология, химия, геология, экология, социоэкономические проблемы). М.: МОРЕ, 2003. С. 27–92.

Флеров Б.К., Карсакова Н.В. Водоросли юго-восточной части Баренцева моря (Печорского моря) // Тр. Плавуч. мор. науч. ин-та. 1925. Вып. 15. С. 3–17.

Шошина Е.В. Определитель водорослей Баренцева моря. 2005. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mstu.edu.ru>

Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. 2014. <http://www.algaebase.org>; searched on 25 February 2014.

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕСЧАНОЙ КОСЫ ЗАЛИВА ГРЕН-ФЬОРД (ЗАПАДНЫЙ ШПИЦБЕРГЕН)

Н.И.Мещеряков

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

e-mail: mescheriakov@mmbi.info

В настоящей работе рассмотрены результаты литолого-структурного изучения гравийно-песчаных кос, расположенных в заливе Грен-фьорд в районе впадения реки Грендален. Экспедиционные работы проводились в период 14-27 сентября 2013 г. и явились продолжением исследований, начатых в предыдущем году (Мещеряков, 2012). В районе проведено ландшафтно-геоморфологическое обследование, а для характеристики строения и вещественного состава слагающей толщи песчаной косы на точке 78° 01' 147'' с.ш. и 014° 16' 636'' в.д. был заложен шурф на глубину 720 мм. Было выполнено визуальное литологическое описание строения разреза стенки шурфа и проведен отбор проб с характерных слоев разреза. При определении текстуры косы использовалась классификация В.Т. Фролова (1992). Гранулометрический анализ проб отложений с выделением фракций: >2; 2-1.5; 1.5-1; 1-0.5; 0.5-0.25; 0.25-0.1; 0.1-0.05; <0.05 мм – проводился на Шпицбергенской биогеостанции ММБИ в п. Баренцбург.

В данном районе простирается обширное мелководье с глубинами до 10 м и со значительной шириной осушной зоны в заливе Грен-фьорд в период фазы отлива. Во время отлива здесь море отступает до 800 м. Речной многоорукавный сток Грендален, сильно обогащенный минеральной взвесью, определяет основной фон донных отложений. Поскольку ветровое волновое воздействие и приливное волнение здесь теряют свою силу, то создается благоприятная обстановка для осадконакопления илистых отложений. Примечательно, что даже с увеличением глубины на несколько метров гранулометрический состав, практически, не меняется (Тарасов и др., 2003). На фоне обширного мелководья характерным является наличие в приурезовой полосе малой воды (квадратурного отлива) аккумулятивных форм – песчаных кос, вершины которых возвышаются над уровнем моря даже в сизигийные приливы. Соответственно, происхождение и особенности строения указанных аккумулятивных форм являются целью наших исследований.

Изучение разреза шурфа показало, что здесь выделяется 9 слоев, отличающихся по характеру контакта, размерного состава слагающих терригенных зерен, мощности слоев и окатанности зерен (рис., табл.). Тип слоистости – косой, с клиновидными прямолинейными швами, местами косоволнистый, а с глубиной ухудшается четкость границ. Цвет слоев однородный, темно-серый. Мощность слоев колеблется в пределах 2-8 см, за исключением шестого и восьмого, соответственно, 15 и 20 см. Имеются некоторые различия в гранулометрическом составе.

Во всех слоях, за исключением четвертого, зерна гальки хорошо сгружены и располагаются черепичным перекрытием относительно друг друга. Они ориентированы с востока на запад, имеют наклон до 15 градусов в сторону залива. Зерна уплощенные, чешуйчатообразные, имеют высокую степень окатанности (4-5 по Л.Б. Рухину 1969).

Т а б л и ц а

Структурно-литологическое описание восточной стенки шурфа

№ слоя	Интервалы слоев, мм	Мощность слоя, мм	Литологическая характеристика слоев
1	0- 80	80	Поверхность косы. Слой сложен преимущественно хорошо и средне окатанными гравием и галькой до 85%. Контакт с нижним слоем четкий, ровный.
2	80-100	20	Слой сложен хорошо и средне окатанным гравием и галькой до 72%, количество разнозернистого песка до 26%. Контакт с нижним слоем четкий, ровный.
3	100-160	60	Слой сложен хорошо окатанным гравием и галькой до 83%, Контакт с нижним слоем четкий, не ровный.
4	160-220	60	Слой сложен преимущественно песчаными фракциями до 74%, в основном средне- и крупнозернистым песком (43.8% и 29.5%). Контакт с нижним слоем четкий, ровный.
5	220-240	20	Слой сложен галькой и гравием до 90 %, окатанность 4 балла. Контакт с нижним слоем не четкий, ровный.
6	240-390	150	Слой сложен гравийно-песчаным материалом (75 и 24%). Граница с нижним слоем не четкая, не ровная.
7	390-460	70	Слой сложен галькой и крупным гравием до 93%. Слой имеет не четкую и ровную нижнюю границу.
8	460-660	200	Слой сложен гравийно-галечными фракциями до 71,5%. Контакт с нижним слоем четкий, ровный.
9	660-720	60	Слой сложен гравийно-галечными фракциями до 83,5%.

В целом, структурные особенности данного аккумулятивного образования указывают на то, что толща песчаной косы формировалась (формируются) в условиях меняющейся природной среды. Слоистая текстура свидетельствует о непостоянных и периодически изменяющихся океанологических условиях седиментации. Это может быть связано как с циклическими и сезонными изменениями, так и общими изменениями климата в регионе.

Динамичность различных современных экзогенных процессов, влияющих на формирование гравийно-галечной косы, может значительно варьироваться в течение года. Например, усиление воздействия моря во время сизигийных приливов или ураганных штормов. В свою очередь, увеличение силы речного стока в период бурного таяния долинных ледников ускоряет вынос большого объема разнозернистого

осадочного материала в залив. Как известно, стремление градационной слоистости к симметрии обуславливает периодическое повторение условий седиментации. Особенность залегания псафитового материала в слоях определяет потоковое движение воды. При этом, хорошая сгруженность грубозернистого материала и отсутствие отдельных зерен, находящихся в вертикальном положении, является признаком переноса морским или речным течениями.

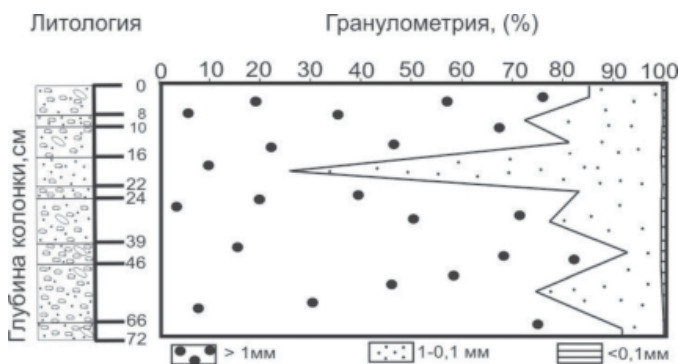


Рис. Литологическая характеристика разреза стенки шурфа

Исходя из этого, можно сделать вывод, что надводный вал устьевой зоны реки Грендален по своей структуре является формированием сложного генезиса. Его формирование обусловлено рядом факторов, имеющих сезонную динамичность: направление ветра, динамика стока и режим реки, объем твердого стока, океанологические процессы.

Л и т е р а т у р а

Мещеряков Н.И. Закономерности седиментационных процессов в береговых перигляциальных областях залива Грен-фьорд (Западный Шпицберген) // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Вып. 11. М.: ГЕОС, 2012. С. 179–185.

Рухин. Л.Б. Основы литологии. Л.: Недра, 1969. 704 с.

Тарасов Г.А., Костин Д.А., Митяев М.В., Герасимова М.В. Об условиях седиментогенеза в заливе Грен-фьорд (Западный Шпицберген) // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Вып. 3. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2003. С. 91–97.

Фролов В.Т. Литология. Кн. I: Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 1992. 336 с.

КЛЕТОЧНЫЙ СОСТАВ КРОВИ МОРСКОГО ЗАЙЦА

Т.В. Минзюк

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

e-mail: minzyuk@mail.ru

Атлантический подвид морского зайца или лахтак (*Erignatus barbatus barbatus* Erxleben, 1777), в основном, населяет мелководные районы морей Северного Ледовитого океана. Является одним из самых крупных представителей семейства настоящих тюленей. В России судовой промысел на лахтака запрещен с 1972 года. В Баренцевом море морские зайцы служат важным промысловым объектом для местного населения, а в Белом море отлов лахтака возможен в качестве прилова при промысле нерпы.

Несмотря на довольно широкое распространение, морской заяц является труднодоступным объектом для исследования в связи с большой массой тела и с удаленностью мест его обитания. По кариологическим данным род *Erignatus barbatus* стоит особняком среди всех настоящих тюленей (Arnason, 1974). Кариотип морского зайца (а также тюленя-монаха и хохлача) содержит 34 хромосомы, у остальных настоящих тюленей (сем. *Phocidae*) – 32. Это может свидетельствовать о сравнительно большей древности рода *Erignatus*. Имея в виду последнее, а также особенности географического распространения морского зайца, перспективно искать у него и особые признаки на разных уровнях организации (Анбиндер, 1980).

Основная цель работы – выявление морфологических и цитохимических особенностей крови морских зайцев в естественных и контролируемых условиях. Задачи исследования: 1. Определить особенности клеточного состава крови морского зайца. 2. Определить активность миелопероксидазы и содержание бактерицидного катионного белка в лейкоцитах тюленей. 3. Исследовать морфометрические параметры окрашенных серебром районов организаторов ядрышка в лимфоцитах тюленей.

Методы

Материал получен от трех взрослых морских зайцев (2 самца и 1 самка) во время экспедиции в Белом море летом 2013 г. сотрудниками Мурманского морского биологического института. Имеющиеся материалы от двух животных (самец и самка), содержащихся в условиях океанариума, позволили провести сравнительные исследования клеточного состава крови двух групп морских зайцев.

Кровь брали из экстрадуральной вены в шприц с гепарином. Мазки крови изготавливали общепринятым способом, окрашивали по Романовскому-Гимза. Фиксированные в метаноле мазки окрашивали на катионный белок (КБ) по методу М. Олферта и И. Гешвинда (Allfert, Geschwind, 1974). Активность миелопероксидазы (МПО) выявляли в реакции с бензидином (Лецкий, 1973). В лимфоцитах выявляли районы организаторов ядрышка при окрашивании нитратом серебра (AgЯОР) (Howell, Black, 1980). Препараты изучали, используя масляную иммерсию (объектив 100х, окуляр 10х). Количественные параметры клеток определяли при помощи видеосистемы и программного обеспечения Axio Vision 4.5 фирмы Zeiss.

Для оценки активности организаторов ядрышка определяли отношение площади ядрышкообразующего района к площади ядра лимфоцита (АгЯОР/Ядра) и следующие средние величины: количество АгЯОР в одном лимфоците, диаметр, площадь и показатель округлости (ПО) ядра и АгЯОР. Округлость (показатель формы) ядрышкообразующего района и ядра определяли по формуле $4\pi \times (\text{площадь выделенной области} / (\text{периметр выделенной области})^2)$.

Функциональную активность лейкоцитов оценивали по количественным (число, размер и интенсивность заполнения гранул и продукта окрашивания в клетке) и качественным (интенсивность окраски) показателям окрашенных белков и ферментов (в 200 гранулоцитах на каждом исследованном мазке крови). Вычисляли средний цитохимический коэффициент (СЦК) (Лецкий, 1973), показатель заполнения клетки (ПЗК) и интегральный цитохимический показатель (ИЦП) (Славинский, 2000). ПЗК – доля суммарной площади измеряемых структур в площади клетки; ИЦП – произведение суммарной площади продукта цитохимической реакции в клетке и его оптической плотности, соответствующее количеству окрашенного белка или фермента. Статистическую обработку результатов проводили методами вариационной статистики с использованием программ Microsoft Excel Windows XP и Statistica 6.0. Рассчитывали среднюю и ошибку средней ($M \pm m$). Для оценки достоверности различий между средними величинами использовали критерий Стьюдента, различия при $p < 0.05$ рассматривались как статистически значимые.

Морфологический анализ клеток крови в двух группах морских зайцев показал, что у всех животных преобладают незрелые эозинофилы с палочковидным ядром и с низким числом гранул в клетке. Также как у серых и гренландских тюленей (Кавцевич, Минзюк, 2010; Кавцевич, 2003) у зайца выявлены нейтрофилы с ядрами необычной формы: нити хроматина соединяют сегменты ядра не последовательно, а сходятся в одной точке. Морфологически моноциты тюленей сильно отличаются друг от друга по величине клетки, форме, плотности и размерам ядра, присутствуют вакуоли.

Среди морских зайцев, находящихся в условиях неволи, преобладают малые лимфоциты с узким ободком базофильной цитоплазмы, у диких же особей в большем числе встречаются большие широкоцитоплазменные лимфоциты. Больших гранулярных лимфоцитов, содержащих в цитоплазме азурофильные гранулы, у морских зайцев не выявлено.

Показатели лейкоцитарной формулы различны у тюленей в зависимости от среды обитания (рис. 1).

Для большинства наземных и морских видов млекопитающих характерен гранулоцитарный профиль лейкоцитарной формулы крови. В группе морских зайцев, живущих в природе, выявлен физиологический перекрест (уравнивание количества лимфоцитов и нейтрофилов) (рис. 1). Известно, что в некоторые периоды раннего постэмбрионального развития у серых, гренландских и тюленей хохлачей также число лимфоцитов достигает уровня нейтрофилов (Кавцевич, 2003). В исследованиях крови гренландских тюленей на разных этапах адаптации к условиям неволи показано, что у них в течение жизни неоднократно наблюдались резкие повышения числа лимфоцитов, в отличие от тюленей, которые прожили в условиях неволи непродолжительное

время. Высказано предположение, что наличие перекреста в формуле крови животных говорит об их высокой жизнеспособности (Кавцевич, Ерохина, 2009) и, наиболее вероятно, обусловлено интенсивной пролиферацией лимфоидных клеток.

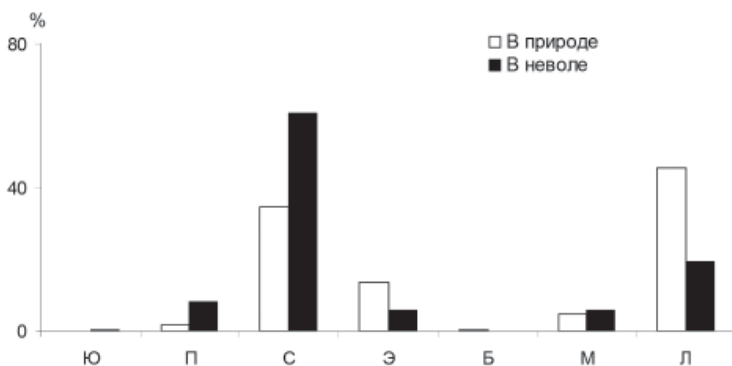


Рис. 1. Соотношение лейкоцитов различных типов у тюленей: Ю – юные клетки (метамиелоциты), П – палочкоядерные нейтрофилы, С – сегментоядерные нейтрофилы, Э – эозинофилы, Б – базофилы, М – моноциты, Л – лимфоциты

Юные формы клеток и базофилы у тюленей встречаются в единичных случаях. По сравнению с морскими зайцами, обитающими в условиях неволи, у тюленей в природных условиях наблюдается низкое содержание палочкоядерных нейтрофилов и в два раза выше количество эозинофилов. Как одна из наиболее вероятных причин эозинофилии крови морских млекопитающих рассматриваются паразитарные инвазии (Богданова, Лебедев, 1971; Ridgway, 1972), которые широко распространены среди ластоногих.

Проведена оценка функциональной активности лейкоцитов морских зайцев с использованием ряда цитохимических параметров. В частности, определение содержания миелопероксидазы и катионного белка в гранулоцитах крови, которые имеют значение при оценке уровня неспецифической резистентности организма животных (Рулева и др., 2007). Миелопероксидаза и катионные белки являются важными составными частями антимикробной защиты организма. Недостаточность КБ и МПО в гранулоцитах приводит к резкому снижению неспецифической резистентности организма (Пигаревский, 1978).

Бактерицидный катионный белок в лейкоцитах морского зайца локализован в цитоплазматических гранулах. Группа животных в естественной среде обитания отличается более крупными гранулами, большим их числом и интенсивностью окраски, следовательно, содержание неферментного катионного белка в гранулоцитах диких морских зайцев достоверно выше, чем у животных в неволе (табл. 1). Так же, как и у гренландского тюленя (Минзюк, Кавцевич, 2013), у морского зайца в условиях неволи уровень КБ ниже, чем у диких животных, что свидетельствует об угнетении бактерицидной функции лейкоцитов.

Т а б л и ц а 1

Содержание катионного белка в гранулоцитах морского зайца

Группа животных	Размер гранул, мкм	Кол-во гранул, шт.	КБ ⁺ -лейкоциты, %	СЦК	ОП	ИЦП	ПЗК
В природе, n=3	0.28±0.08	160.6±9.4	28.33±5.85	0.63±0.18	0.21±0.03	11.44±0.80	29.44±3.37
В неволе, n=3	0.21±0.05	78.3±4.3	5.92±1.74	0.09±0.03	0.11±0.01	2.04±1.58	13.34±1.58

Морской заяц наряду с некоторыми настоящими тюленями отличается низким содержанием катионного белка в лейкоцитах по сравнению с другими видами животных и человеком (рис. 2).

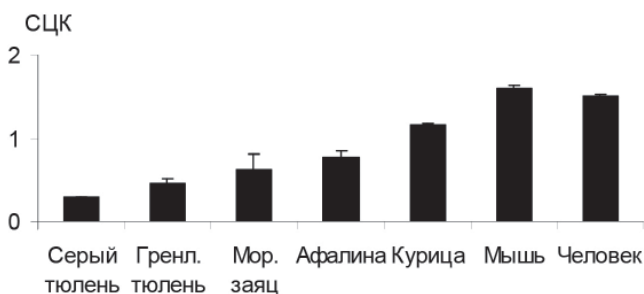


Рис. 2. Содержание катионного белка в гранулоцитах взрослых животных разных видов (курица, мышь и человек по: Клетикова, 2010, Будыка и др., 2009, Стойко, Ермаков, 2004, соответственно; серый, гренландский тюлень и афалина по: Минзюк, Кавцевич, 2013)

Максимальный бактерицидный эффект достигается при совместном действии миелопероксидазы с катионным белком (Пигаревский, 1978). При этом, МПО является также ферментом антиоксидантной системы (АОС) и принимает участие в регуляции уровня свободнорадикального окисления, обеспечивая защиту организма от окислительного стресса.

МПО при окрашивании гранулоцитов у морского зайца характеризуется диффузно-гранулярным распределением. Активность миелопероксидазы диких морских зайцев сравнима с таковой у здоровых людей (табл. 2). Тюлени характеризуются высокой активностью фермента, что подтверждается наибольшими показателями оптической плотности (ОП), интенсивным заполнением клетки (ПЗК) и высоким насыщением гранул и цитоплазмы продуктами цитохимической реакции (ИЦП).

Ранее нами было установлено (Минзюк, 2011), что детеныши серых тюленей отличаются также высокой активностью миелопероксидазы (МПО). Количество лейкоцитов, дающих положительную реакцию на миелопероксидазу, у серых тюленей на всех возрастных этапах высокое (90–100%), но в ходе онтогенеза животных значения СЦК достоверно снижаются с возрастом (с 2.51 (новорожденные) до 1.91 (взрослые)). Таким образом, ферментативная активность лейкоцитов у настоящих тюленей в разные возрастные периоды высокая. Вероятно, на протяжении всей жизни тюленей

бактерицидная функция лейкоцитов осуществляется, главным образом, при участии миелопероксидазы, катионные же белки выступают в качестве дополнительного компонента этой системы.

Т а б л и ц а 2

Содержание миелопероксидазы в гранулоцитах морского зайца и человека*

Группа животных	МПО ⁺ -лейкоциты, %	СЦК	ОП	ИЦП	ПЗК
Морской заяц в природе, n=3	88.8±2.1	1.99±0.15	0.38±0.03	34.03±2.77	56.91±2.51
Человек, n=57	90.4±2.0	1.84±0.10	0.27±0.01	5.25±0.19	24.70±0.84

Примечание: * человек по: Славинский, Никитина, 2000

Морской заяц по кариологическим данным стоит особняком среди всех настоящих тюленей (Arnason, 1974). Кроме того, кариотип морского зайца (а также тюленя-монаха и хохлача) содержит 34 хромосомы, у остальных настоящих тюленей (сем. *Phocidae*) – 32. Это может свидетельствовать о сравнительно большей древности рода *Erignathus*.

У исследованных взрослых (5-6 лет) морских зайцев число лимфоцитов оказалось необычно высоким (рис.1). В то же время, метаболическая активность лимфоидных клеток диких тюленей ниже, чем у содержащихся в неволе: относительная площадь районов организаторов ядрышка 0.066 ± 0.001 против 0.094 ± 0.002 (табл. 3). Взрослые морские зайцы, обитающие в естественной среде, характеризуются также самыми низкими показателями и абсолютного размера АгЯОР ($p < 0.05$) с преобладанием среди них «полиморфных» форм.

Т а б л и ц а 3

Форма и размер ядра и АгЯОР в лимфоцитах морского зайца

Группа животных	Число АгЯОР в одном лимфоците	SAgЯОР: SЯдра	Ядро			АгЯОР		
			Диаметр, мкм	Показатель округлости	Неровность контура	Диаметр, мкм	Показатель округлости	Неровность контура
в неволе, n=3	1.10±0.03	0.094±0.002	8.66±0.37	0.756±0.003	1.78±0.08	2.47±0.11	0.825±0.019	0.53±0.02
в природе, n=3	1.09±0.03	0.066±0.001	7.79±0.15	0.803±0.040	1.65±0.02	1.86±0.40	0.812±0.004	0.39±0.01

Впервые проведенное морфофункциональное исследование крови морского зайца показало, что свободноживущие особи отличаются от настоящих тюленей других видов повышенным содержанием лимфоцитов. Активность лимфоидной системы диких морских зайцев ниже, а уровень показателей, отражающих неспецифические бактерицидные функции, выше, чем у содержащихся в неволе животных.

Л и т е р а т у р а

Анбиндер Е.М. Кариология и эволюция ластоногих. М.: Наука, 1980. 152 с.

Богданова Л.Н., Лебедев В.Г. // Морфология и экология морских млекопитающих (дельфины). М.: Наука, 1971. С. 126–129.

Будыка Д.А., Абзаева Н.А., Руднев С.М. и др. Бактерицидная активность полиморфно-ядерных лейкоцитов крови белых мышей, привитых против чумы, и в различных схемах инфицирования чумной инфекцией // Проблемы особо опасных инфекций. 2009. Т. 100. С. 50–56.

Кавцевич Н.Н., Минзюк Т.В. Клеточный состав крови серых тюленей различного возраста // ДАН. 2010. Т. 432, № 4. С. 552–555.

Кавцевич Н.Н. Особенности клеточного состава крови гренландских тюленей (*Pagophilus groenlandicus*) различного возраста // Зоологический журнал. 2003. Т. 82, № 6. С. 758–761.

Кавцевич Н.Н., Ерохина И.А. К вопросу об оценке жизнеспособности щенков тюленей по некоторым параметрам крови // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2009. Т. 3, № 3. С. 3–8.

Клетикова Л.В. Содержание катионных белков в гранулоцитах птиц // Естествознание и гуманизм. 2010. Т. 6, № 1. С. 51–52.

Лецкий В.Б. Цитохимические исследования лейкоцитов (методические рекомендации). Л.: Медицина, 1973. 33 с.

Минзюк Т.В. Возрастные изменения бактерицидной активности зернистых лейкоцитов серых тюленей // Вестник ЮНЦ. 2011. Т. 7, № 4. С. 70–73.

Минзюк Т.В., Кавцевич Н.Н. Бактерицидный катионный белок в лейкоцитах морских млекопитающих // Вестник МГТУ. 2013. Т. 16, № 3. С. 506–511.

Пигаревский В.Е. Зернистые лейкоциты и их свойства. М.: Медицина, 1978. 128 с.

Рулева Н.Ю., Звягинцева М.А., Дугин С.Ф. Миелопероксидаза: биологические функции и клиническое значение // Современные наукоемкие технологии. 2007. № 8. С. 1–4.

Славинский А.А., Никитина Г.В. Компьютерный анализ изображения нейтрофильных лейкоцитов: миелопероксидаза // Клиническая лабораторная диагностика. 2000. № 1. С. 21–23.

Стойко Ю.М., Ермаков Н.А. Клинические и фармакоэкономические аспекты консервативного лечения хронической венозной недостаточности нижних конечностей // Хирургия, приложение к Consilium Medicum. 2004. Т. 6, № 2. С. 23–26.

Allfert M., Geschwind I.I. // PNAS U.S. 1953. V. 39. P. 991. – Цит. по: Бутенко З.А., Глузман Д.Ф., Зак К.П. и др. Цитохимия и электронная микроскопия клеток крови и кроветворных органов. Киев: Наукова думка, 1974. 248 с.

Arnason U. Localization of nucleolar organizing regions in pinniped karyotypes // Hereditas. 1981. V. 94, N 1. P. 29–34.

Fay F.H., Rausch V.R., Feltz E.T. Cytogenetic comparison of some pinnipeds (Mammalia; Eutheria) // Canad. J. Zool. 1967. Vol. 5, N 5. P. 773–778.

Howell W.M., Black D.A. Controlled silver staining of nucleolus organizer regions with protective colloidal developer: a 1-step method // *Experientia*. 1980. Vol. 36, N 8. P. 1014–1015.

Ridgway S.H. *Mammals of the Sea, biology and medicine*. 1972. Ch. 10. P. 590–747.

ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ КОЛЬЧАТОЙ НЕРПЫ (*PUSA HISPIDA*) И ГРЕНЛАНДСКОГО ТЮЛЕНЯ (*PAGOPHILUS GROENLANDICUS*), СОДЕРЖАЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ НЕВОЛИ

А.И. Ненашева-Желудкова

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск, Россия

e-mail:ki-delf@mail.ru

Биологическое сигнальное поле – совокупность оптических, акустических и иных физических и химических явлений, своим возникновением связанных с обитающими в данном месте организмами. Сигнальное поле наряду с другими экологическими факторами обеспечивает ориентацию организмов в пространстве, т.е. организует пространственную активность животных (Наумов, 1971). Изучение пространственной активности у тюленей двух разных видов, обитающих в условиях неволи, может указать на пути их приспособления к замкнутому пространству.

Цель работы – установить наличие признаков сигнального поля в структурных уровнях поведения кольчатой нерпы и гренландского тюленя.

Материалы и методы

В период с 2010 по 2013 гг. был собран материал по территориальному поведению кольчатой нерпы (*Pusa hispida* Schreber, 1775) и гренландского тюленя (*Pagophilus groenlandicus* Erxleben, 1777). Самка кольчатой нерпы и самец гренландского тюленя были отловлены в Онежской губе Белого моря в сентябре 2007 г. и апреле 2010 г., соответственно. Животные содержатся в стационарном бассейне в форме треугольника со сторонами 655, 460 и 350 см. Объем бассейна составляет 6.5 м³, глубина 1.2 м. В одном из углов расположен стол-помост 238.5×80.0×85.0 см.

Для сбора материала использован метод сплошного протоколирования. Особенности поведения тюленей регистрировали при помощи видеокамеры HD 170 1080 P Drift Innovation (5MP, широкоугольный объектив 170°). Видеофайлы обрабатывались в медиаплеере VLCsub 0.9.10. Для анализа территориального поведения тюленей стороны бассейна разделили на 9 отрезков. Когда особь касалась стенки, делали отметку о том, в какое время, какой частью тела, в каком отрезке и при выполнении какой траектории движения или элемента поведения происходило касание. Обработано 32 видеофайла длительностью по 21 мин. Общее время наблюдений составило 22 ч. 40 мин.

Результаты

При двигательной активности кольчатой нерпы и гренландского тюленя были зафиксированы регулярные касания стенок бассейна различными частями тела. Кольчатая нерпа касалась стен бассейна крестцом, загривком, единично – аногенитальной областью, а также мордой. Гренландский тюлень – аногенитальной областью, крестцом и мордой. Кроме того, мордой животные касались помоста, дна бассейна, труб водоснабжения.

Для кольчатой нерпы установлено следующее. Она чаще всего касается стенок бассейна в отрезке №9 загривком и крестцом (табл. 1). Этот участок бассейна задействован при второй, наиболее характерной (Ненашева-Желудкова, 2013) для данной особи траектории движения в бассейне.

Т а б л и ц а 1

Частота касаний участков бассейна различными частями тела

Область тела	Среднее число касаний в минуту	
	Гренландский тюлень	Кольчатая нерпа
Загривок	0	1.93
Крестец	0	1.79
Морда	0.41	0.22
Аногенитальная	1.11	0
Грудь	1.24	0

Гренландский тюлень чаще всего касается стенок бассейна в отрезке №7 областью груди и аногенитальной областью (табл. 2). Данный отрезок включен в третью, наиболее частую у гренландского тюленя траекторию. Следует отметить, что гренландский тюлень был подсажен к нерпе 10 октября 2010 г., а только 7 ноября 2011 г. впервые было зафиксировано касание им стенок бассейна. Возможно, именно с этого времени гренландский тюлень начал создавать вокруг себя сигнальное поле, что связано с иерархией в поведении исследуемых тюленей – в течение большого периода времени весь бассейн был территорией обитания нерпы.

Интересно, что тюлени касаются чаще тех отрезков стенок бассейна, которые встречаются на пути следования плывущего животного при совершении наиболее частых траекторий движения. Это может свидетельствовать о неслучайном предпочтении второй траектории у кольчатой нерпы и третьей у гренландского тюленя. Касание стенок бассейна определённой областью тела может быть объяснено наличием в коже тюленей желез, секрет которых является «меткой».

Таким образом, у кольчатой нерпы и гренландского тюленя при совершении стереотипных траекторий движения отмечены случаи касания стенок, которые могут свидетельствовать о создании биологического сигнального поля на территории обитания животного. Сигнальное поле помогает упорядочить двигательную активность особей, снизить агрессию особей по отношению друг к другу, что немаловажно при сосуществовании двух особей разного вида на небольшой территории.

Частота касаний различных участков бассейна

Участки бассейна, №	Среднее число касаний в минуту	
	Кольчатая нерпа	Гренландский тюлень
1	1.26	0.71
2	0.10	0.47
3	0.25	0.43
4	0.03	0.15
5	0	0
6	0	0
7	0.07	0.95
8	0.05	0.29
9	1.62	0.43

Обсуждение

Двигательная активность животных представлена в виде четырёх уровней поведения (Панов, 1978): 1) элементарный двигательный акт (ЭДА) – приводит к однократному изменению положения части тела или органа, например, поворот головы, взмах крыла; 2) поза или выразительное движение – несколько ЭДА, воспроизводимых животным одновременно или в быстрой последовательности; 3) цепь поведения, состоящая из следующих одна за другой единиц второго уровня; 4) ансамбль или тип активности (кормовой, исследовательский и т. п.), фазы годового цикла (миграции, размножение, спячка и т. п.). В двигательной активности кольчатой нерпы и гренландского тюленя нами были выделены второй и третий структурные уровни поведения (Ненашева-Желудкова, 2013). Второй уровень представлен отдельными элементами поведения, третий – стереотипными траекториями движения, которые являются фиксированными комплексами действия шаблонного типа (ФКД). ФКД – это двигательные акты, стереотипные по порядку и форме исполнения (Зорина и др., 2013).

Железы играют важную роль в жизни настоящих тюленей. Из труда В.Е. Соколова и О.Ф. Черновой (2001) известно, что кожа кольчатой нерпы и гренландского тюленя имеет различные железы. У кольчатой нерпы апокриновые и сальные железы имеются на морде и шее. Сильно увеличенные сальные железы образуют железистое поле, вытянутое между глазами и за вибрисной подушкой. Железы производят сильно пахнущий секрет, воспринимаемый при назо-назальных контактах, играющий сигнальную роль во взаимоотношениях особей. Гренландский тюлень имеет многодольчатые (6-9 долей) сальные железы (Соколов, Чернова, 2001). Апокриновые железы почти редуцированы, а если имеются, то вполне сходны с таковыми у наземных млекопитающих и сильно изменяются по сезонам (Bergensen, 1931). Железистое кольцо вокруг наружного слухового прохода хорошо развито, достигает толщины 1,4 мм и состоит из крупных сальных и свёрнутых в клубки апокриновых желёз (Солнцева, Чернова, 1980). Ряд работ по гистоструктуре кожного покрова байкальских нерп позволяет понять рас-

пределение желез в теле животного. Количество и распределение желез зависят от количества и распределения остевых волос (Соколов и др., 1978; Кузин, 2010). Установлено, что больше всего сальных желез на крестце и на переднем ласте снизу. Меньше всего – на брюхе и груди животного. В.М. Бельковичем (1964) было отмечено, что в стенках влагалища остевых волос обнаружено большое количество меркелевских клеток, которые встречаются уже на уровне сальных желез, но особенно многочисленны вблизи волосяной луковицы. Наличие меркелевских клеток свидетельствует о большой роли остевых волос в кожной чувствительности байкальской нерпы. По другому источнику, наибольшее количество остевых волос приходится на крестец, лапы, грудь и холку байкальской нерпы (Соколов и др., 1978). Именно этими частями тела исследуемые нами тюлени регулярно касались различных участков стенок бассейна.

Совершая стереотипные траектории движения, кольчатая нерпа и гренландский тюлень касаются стен в различных частях бассейна с разной частотой. Касание осуществляется определёнными областями тела, что можно объяснить наличием в коже сальных и апокриновых желёз. Чаще всего животные касаются тех участков бассейна, которые входят в состав наиболее часто используемых ими траекторий движения.

Таким образом, согласно полученным результатам, совершая стереотипные траектории движения, кольчатая нерпа и гренландский тюлень, вероятно, формируют собственное сигнальное поле, которое организует их пространственную активность.

Л и т е р а т у р а

Белькович В.М. Строение кожного покрова некоторых ластоногих // Морфологические особенности водных млекопитающих. М.: Институт морфологии животных им. А.Н. Северцева, 1964. С. 5–48.

Зорина З.А., Полетаева И.И., Резникова Ж.И. Основы этологии и генетики поведения. М.: Издательство Московского университета, 2013. 384 с.

Кузин А.Е. Островной тюлень. Владивосток: ТИНРО-центр, 2010. 273 с.

Наумов Н.П. Уровни организации живой материи и популяционная биология // Журн. общ. биол. 1971. Т. 32, № 6. С. 651–666.

Панов Е.Н. Механизмы коммуникации у птиц. М.: Наука, 1978. 304 с.

Соколов В.Е., Сумина Е.Б., Дьячкова О.Н. Некоторые особенности кожного покрова байкальской нерпы, связанные со сменой эмбриональных волос // Морские млекопитающие: результаты и методы исследований. 1978. 263 с.

Соколов В.Е., Чернова О.Ф. Кожные железы млекопитающих. М.: ГЕОС, 2001. 648 с.

Солнцева Г.Н., Чернова О.Ф. Аурикулярные железы некоторых млекопитающих // Зоол. журн. 1980. Т. 59, вып. 8. С. 1230–1240.

Ненашева-Желудкова А.И. Структурные уровни поведения у кольчатой нерпы (*Pusa hispida*) и гренландского тюленя (*Pagophilus groenlandicus*) в условиях неволи // Актуальные исследования гуманитарных, естественных, точных и общественных наук:

материалы III Международной научно-практической конференции (Новосибирск, 25 ноября 2013 г.). – Новосибирск: ООО «ЦСРНИ», 2013. С. 81–93.

Bergensen B. Beiträge zur Kenntnis der Haut einiger Pinnipeden // Skr.Norske videnskaps akad. Oslo, 1931. N 5. P. 161–172 – Цит. по: Соколов, Чернова. 2001.

О ВОЗМОЖНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ В РАСПРОСТРАНЕНИИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ В ВОДАХ МУРМАНА

И.О. Нехаев

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН; г. Мурманск, Россия
e-mail: anisus@bk.ru

Изменения в распространении различных видов животных в зависимости от климата является на настоящий момент тривиальной темой для исследований. При этом, большая часть исследователей рассматривает фиксируемые ими изменения на разных уровнях – начиная от популяции, заканчивая экосистемой – как следствие климатических флуктуаций. Влиянию климата на экосистемы на настоящий момент посвящены отдельные обзорные работы (Parmesan, 2006; Hoegh-Guldberg, Bruno, 2010).

Предположения о влиянии климата на распространение донных беспозвоночных в Баренцевом море также высказывались ранее неоднократно (Ушаков, 1948; Матвеева, 1974). В настоящее время показаны изменения в распространении и обилии ряда массовых и иногда ценозообразующих видов ракообразных, двустворчатых моллюсков, полихет и на разрезе «Кольский Меридиан» (Фролова и др., 2007; Любина и др., 2012).

Ранее для многих видов брюхоногих моллюсков Баренцева моря были зафиксированы изменения их распространения в зависимости от периодов потепления или похолодания (Галкин, 1984; 1986; Galkin, 1998). В частности, было показано расширение на восток вдоль Мурманского побережья ареалов некоторых субтропическо-бореальных видов и уменьшение частоты встречаемости некоторых бореально-арктических видов в тёплые периоды. Данные о распространении видов в разные периоды вдоль побережья Мурмана, сравнимые с современными, приведены для *Lepeta caeca*, *Margarites olivaceus*, *Moelleria costulata*, *Solariella obscura*, *Solariella varicosa*, для которых показано увеличение встречаемости в холодные периоды и редкость или полное отсутствие в периоды потеплений а также для *Tectura virginea*, *Lothia fulva* и *Gibbula tumida*, которые предположительно расширяют область своего распространения в более тёплые периоды. К большому сожалению, в указанной работе не для всех видов приведены сведения о встречаемости в районе Мурмана во все климатические фазы.

Для морского блюдечка *Lepeta caeca* указана максимальная частота встречаемости в период похолодания 1870-1915 годов – 11% – и её снижение до 2% во время потепления с середины 1940-х по 1962 год. В собственном материале встречаемость указанного вида вдоль всего Мурманского побережья достигала 24%, а в губе Зеленецкой – 38%.

Вероятно, что столь высокая разница в приведённых ранее и выявленных в ходе современных исследований значениях частоты встречаемости вызвана различием в методах сбора, однако в любом случае в современный период *L. saesa* является одним из самых часто встречаемых видов раковинных Gastropoda в районе Мурмана.

Для другого морского блюдечка *Tectura virginea* было показано существенное расширение ареала на восток в течение периода потепления 1945-1962 годов до долготы губы Сидоровки (38°06'Е). В современном материале указанный вид был обнаружен в губе Ивановская (38°30'Е).

Для *lothia fulva* было показано, что все находки данного вида в прибрежных водах Мурмана приурочены к периодам положительных температурных аномалий. Однако, даже в тёплые периоды находки *l. fulva* у берегов Мурмана были единичны. В собственном материале указанный вид также редок и отмечен в губах Териберская, Ивановская, т. е. доходил до самой восточной части исследованного района.

Было отмечено, что *Moelleria costulata* и *Margarites olivaceus* во время похолодания 1870-1915 годов в районе Мурманского побережья встречались сравнительно часто, тогда как во время потеплений 1920-х и 1945-1962 годов указанные виды отмечены не были (Galkin, 1998). В современном материале оба вида присутствуют, при том что *Moelleria costulata* один из самых массовых видов и встречен в 23% проб. Частота встречаемости *Margarites olivaceus* существенно ниже и составляет всего 4%.

Для *Margarites costalis* было отмечено сокращение его встречаемости от 20% до 8% в период потепления 1919-1929 годов (Галкин, 1986). При этом было указано, что в период потепления 1870-1890 этот вид доходил в своём вертикальном распространении до литорали. На настоящий момент *M. costalis* был отмечен на 7% станций и только глубже 25 метров.

Gibbula tumida в период похолодания 1870-1915 по данным Ю.И. Галкина (1986; Galkin, 1998) не обитал восточнее Вайда-губы (32°00'Е), в этот же период указанный вид, однако, был отмечен и в Ура-губе (33°00'Е). В период потепления 20-х годов прошлого века этот же вид был отмечен в Кольском заливе (33°30'Е), что рассматривалось как изменение ареала в связи с потеплением. В современном материале указанный вид также является одним из наиболее часто встречаемых и отмечен на 20% станций. При этом, он был отмечен, практически, во всех исследованных районах от губы Ура до района губы Ивановская.

Встречаемость *Solariella obscura* и во время холодного периода 1884-1901 годов составила 25%, а в период 1925-1928 годов – 13% (Галкин, 1986) и опустилась в 1945-1962 ниже 3% (Galkin, 1998). У *S. varicosa* частота встречаемости снизилась от 23% в 1884-1901 до 3% и менее к – 1962 г. В просмотренном материале *S. obscura* и *S. varicosa* были обнаружены в 4 и 3% проб, соответственно. В период потепления 50-х годов *S. obscura* в районе побережья Мурмана не был отмечен западнее 36°Е, а *S. varicosa* – западнее 34°30'Е (Галкин, 1986); в 1960-х западной границей распространения обоих видов являлась 38°Е (Galkin, 1998). По собственным данным *Solariella varicosa* доходит до побережья Западного Мурмана и был отмечен в Варангер-фьорде (до 31°20'Е), а *S. obscura* отмечен во всех исследованных губах Восточного Мурмана (самая западная

находка в губе Долгая на 35°E), но в просмотренном материале из Западного Мурмана отсутствует. Минимальная глубина, на которой *S. obscura* был обнаружен, в 1920-е годы составила 11 м, а *S. varicosa* – 14 м, тогда как в 1950-е оба вида не были отмечены на глубинах менее 35 м и 22 м, соответственно, что также предположительно связано с происходившим на тот момент потеплением (Галкин, 1986). В настоящее время оба вида встречены на 12 и 18 м, соответственно.

С потеплением также было связано отсутствие видов рода *Skenea* (по номенклатуре, используемой Ю.И. Галкиным (1986) – *Ganessa*) в 1930-1939 годах, которые на настоящий момент сравнительно обычны в водах Мурмана. В настоящее время не было обнаружено *Calliostoma occidentale*, который также рассматривается как вероятный индикатор потепления (Галкин, 1986; Galkin, 1998).

Таким образом, в ходе настоящих исследований в прибрежных водах Мурмана были обнаружены все виды раковинных *Gastropoda*, указанные в качестве как индикаторных, как для холодных, так и для тёплых периодов, многие из которых на настоящий момент являются массовыми в регионе. Примечательно, что в предыдущих исследованиях для большинства видов была приведена динамика изменения их распространения не в масштабах всего обсуждаемого периода, а только для отдельных временных промежутков.

Вероятно, что частично указанное явление обусловлено неполнотой данных за каждый из предыдущих периодов исследования. Так, в разное время в зависимости от целей исследования и имеющихся возможностей были использованы разные методы сбора, а кроме того, преимущественно, были исследованы разные районы и диапазоны глубин, что могло повлиять на состав выявленной в разные периоды исследований фауны.

Л и т е р а т у р а

Галкин Ю.И. О путях расширения ареалов бореальных видов в процессе «потепления Арктики» (на примере моллюска *lothia fulva* – *Gastropoda*: *Lepetidae*). Бентос Баренцева моря: распределение, экология и структура популяций. Апатиты: изд-во КФ АН СССР, 1984. С. 11–32.

Галкин Ю.И. Многолетние изменения донной фауны. Жизнь и условия её существования в бентали Баренцева моря. Апатиты: изд-во Кольского филиала АН СССР, 1986. С. 43–52.

Любина О.С., Зимина О.Л., Анисимова Н.А. Распределение и изменчивость фауны амфипод (*Crustacea*, *Amphipoda*) на Кольском разрезе (Баренцево море) // ДАН. 2012. Т. 442, № 3. С. 426–429.

Матвеева Т.А. Экология и жизненные циклы массовых видов брюхоногих моллюсков Баренцева и Белого морей // Исследования фауны морей. 1974. Т. 13. С. 65–190.

Ушаков П.В. Мурманская биологическая станция академии наук СССР в губе Дальне-Зеленецкой и её первые научные работы // Труды Мурманской биологической станции. 1948. Т. 1. С. 10–32.

Фролова Е.А., Любина О.С., Дикаева Д.Р., Ахметчина О.Ю., Фролов А.А. Влияние климатических факторов на зообентос Баренцева моря (на примере нескольких массовых видов) // ДАН. 2007. Т. 416, № 1. С. 139–141.

Galkin Yu.I. Long-term changes in the distribution of molluscs in the Barents Sea related to the climate // Berichte zur Polarforschung. 1998. Vol. 287. P. 100–143.

Hoegh-Guldberg O. Bruno J.F. The impact of climatic change on the World's Marine ecosystem // Science. 2010. N 328. P. 1523–1528.

Parmesan C. Ecological and evolutionary responses to recent climate changes // The annual review of Ecology, Evolution and Systematics. 2006. Vol. 37. P. 637–669.

БАКТЕРИОПЛАНКТОННЫЕ СООБЩЕСТВА ОБСКО-ТАЗОВСКОЙ ГУБЫ

М.А. Павлова, В.В. Водопьянова

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск, Россия

e-mail: pavlova-m@mmbi.info

Обская губа является самым крупным эстуарием Карского моря. Большая протяженность с севера на юг (около 800 км) обуславливает наличие значительного разнообразия ее пелагических биотопов. В северной части губы климатические условия более суровые, а гидрологические – более сложные, чем в южной. Относительно теплые пресные и потому менее плотные обские воды, располагаясь над солеными, холодными и более плотными водами, поступающими из Карского моря, обуславливают жесткую вертикальную стратификацию водных масс (Лоция..., 2001). В средней части губы влияние морских вод особенно значительно в зимний период, когда осолоненные воды могут регистрироваться на широте мыса Трехбугорного (Кузикова, 1989).

В восточный берег средней части Обской губы вдается обширная и полностью пресноводная Тазовская губа, гидрологический режим которой определяется речным стоком и водами Обской губы (Бондарева и др., 1999).

Акваторию Тазовской губы и прилегающую часть Обской часто рассматривают как единую водную систему, называемую Обско-Тазовской устьевой областью. Она экологически уникальна, имеет важное рыбохозяйственное значение (Кузнецов и др., 2008) и по величине первичной продукции может быть приравнена к числу наиболее продуктивных прибрежных районов Мирового океана (Лапин, 2012).

Проводимое в акватории губ разведочное бурение с последующим освоением нефтегазоконденсатных месторождений несет потенциальную угрозу стабильному существованию субарктических экосистем. В условиях возрастающего антропогенного воздействия возникает острая необходимость в проведении мониторинговых наблюдений, позволяющих контролировать состояние окружающей среды и прогнозировать развитие возможных негативных процессов в пелагиали и бентали.

Важными компонентами гидробиологического мониторинга являются структурные и функциональные характеристики бактериопланктона, занимающего основные позиции в разложении автохтонного и аллохтонного органического вещества (ОВ) и его распределении на другие трофические уровни.

В настоящее время наблюдается дефицит информации о бактериальных сообществах нефтегазоконденсатных субарктических акваторий России. В свободном доступе имеются немногочисленные данные по северным участкам Обской губы и, практически, отсутствует информация по ее устьевой части (Мицкевич, Намсараев, 1994; Романова, 2012; Копылов и др., 2012). Характерной особенностью акваторий этой географической области является большая продолжительность подледного периода с низким уровнем развития микробных сообществ - 0.1 млн. кл/мл (Hobbie et al., 2000). Максимум их развития достигается при «цветении» микрофотосинтетиков (Rivkin, Anderson, 2000).

Сотрудниками ММБИ впервые получены данные по бактериопланктону Обско-Тазовской устьевой области. Представляемый материал включает как экспедиционные исследования за двухлетний период в Обской и Тазовской губе, так и ранее опубликованные данные.

Задачи наших исследований заключались в оценке уровня развития бактериальных сообществ, особенностей их пространственного распределения, а также в изучении связи обилия бактерий с факторами среды.

Материалы и методы

Материал для исследований был собран в ходе экспедиций: с 6 по 9 сентября 2012 г. на ПТС-80, с 20 августа по 23 сентября 2013 г. на ПТС-83 и НИС «Профессор Молчанов». Пробы воды отбирали пластиковым батометром с поверхностного и придонного горизонтов: в 2012 г. – в Обской (ст.1-10), в 2013 г. – в Обской (ст.25-28) и Тазовской губе (ст.11-24) (рис.1).

Общую численность бактерий определяли методом прямого счета на ядерных фильтрах с диаметром пор 0.2 мкм, используя в качестве красителя флуорохром DAPI (Hobbie et al., 1977; Porter, Feig, 1980). Препараты просматривали при увеличении $\times 1000$. На каждом фильтре не менее чем в 60 полях зрения просчитывали от 400 до 1000 клеток. Для вычисления биомассы измеряли их линейные размеры и рассчитывали объемы согласно соответствующим формам вращения геометрических фигур.

Измерения гидрологических параметров (температура, соленость и прозрачность воды) проводили с использованием переносных СТД-зондов производства фирмы Sea&Sun Technology (Германия) и Sea Bird Electronics (США). Содержание хлорофилла *a* определяли спектрофотометрически в соответствии с межгосударственным стандартом (Вода..., 2001).

Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Excel 7.0. Для анализа различий двух независимых выборок использовали непараметрический метод Манна-Уитни. При установлении корреляционных зависимостей использовали ранговый коэффициент корреляции Спирмена. Достоверными считались различия при уровне значимости $p < 0.05$.



Рис.1. Карта-схема станций отбора проб бактериопланктона в Обско-Тазовской губе

Результаты и обсуждение

Анализ гидрологических данных выявил пространственную неоднородность термохалинных показателей исследуемых акваторий (табл.). Наиболее теплыми были пресные воды южных участков Обской губы и Обско-Тазовской устьевой области. С продвижением к морю водные массы становились менее прогретыми и более солеными. С юга на север теплосодержание водной толщи уменьшалось от 11.43 до 2.52 °С, а её солёность увеличивалась от 0 до 19.61 ‰, соответственно. На северных участках температура понижалась с глубиной и достигала отрицательных значений в соленых придонных водах. В целом, полученные нами результаты не выходили за пределы диапазона среднемноголетних температур, приводимого для акваторий обеих губ в начале осеннего сезона (Попов, 2012).

Т а б л и ц а

Гидрологические и микробиологические показатели акватории
Обско-Тазовской губы в сентябре 2012 и августе – сентябре 2013 гг.

Район	Горизонт	Температура воды, Т°С	Соленость воды, S ‰	Численность, N _{БП} млн/мл	Биомасса, В _{БП} С/м ³
Средняя часть Обской губы, (2012 г.)	Поверхностный	<u>8.41-10.23</u> 9.54±0.14	0.00	<u>2.29-3.70</u> 2.70±0.15	<u>22.40-42.36</u> 33.14±2.38
	Придонный	<u>8.32-9.98</u> 9.41±0.13	0.00	<u>2.20-3.48</u> 2.80±0.14	<u>16.00-34.60</u> 28.75±1.80
	n	15	15	10	10
Северная часть Обской губы (2013 г.)	Поверхностный	<u>4.53-6.32</u> 5.62±0.56	<u>5.12-15.42</u> 9.18±3.16	<u>1.10-1.60</u> 1.39±0.29	<u>8.00-8.20</u> 8.10±0.10
	Придонный	<u>-1.55-6.25</u> 1.3±2.48	<u>8.94-32.85</u> 24.00±7.58	<u>0.26-0.82</u> 0.51±0.17	<u>1.89-4.25</u> 3.14±0.70
	n	3	3	3	3
Тазовская губа (2013 г.)	Поверхностный	<u>10.13-12.00</u> 10.19±0.09	0.00	<u>1.46-4.77</u> 2.77±0.27	<u>20.79-107.80</u> 58.20±8.57
	n	33	33	14	14
	Придонный	<u>9.98-12.07</u> 10.87±0.09	0.00	<u>1.58-2.97</u> 2.27±0.14	<u>4.08-74.70</u> 36.40±5.44
n	33	33	12	12	

Как свидетельствуют литературные источники, воды губ всегда отличаются повышенной мутностью, вызванной высоким содержанием взвешенных частиц (Гаевский и др., 2010). В наших исследованиях прозрачность воды также была низка, а ее значения в средней части Обской губы не превышали 0.75 м. Дополнительным фактором мутности в летне-осенний сезон является цветение микрофотосинтетиков (Макаревич, 2004; Семёнова, 2007). Концентрации хлорофилла а, измеренные нами в водах северных участков Обской губы, варьировали от 0.20 до 2.51 мг/м³ и были сопоставимы с показателями периода активной вегетации альгоценозов для этого же района в сентябре 2007 г. (Суханова и др., 2010). Среднемноголетние данные по содержанию основного фитопигмента в водах Обско-Тазовской устьевой области в летне-осенний сезон (29.60 мг/м³) значительно превышают полученные нами значения (Гаевский и др., 2010).

Микроскопический анализ структуры бактериопланктона исследуемых акваторий показал, что основным компонентом сообществ, как по численности, так и по биомассе являлись одиночные бактерии. Микробная популяция северного участка Обской губы, по сравнению с южным и средним, являлась морфологически более однородной и состояла из клеток мелких размерных фракций 0.2 – 0.7 мкм. К особенностям среднего участка губы можно отнести высокое содержание прикрепленных к частицам детрита клеток, а в Тазовской губе – микроколоний.

В северной части Обской губы содержание бактерий и их биомасса в столбе воды варьировали от 0.82 до 1.00 млн. кл/мл, биомасса изменялась от 6.02 до 9.86 С/м³. В распресненном до 10.27 ‰ десятиметровом слое количественные показатели сообщества распределялись относительно равномерно и достигали в соленых

придонных водах минимальных для всей акватории губы значений. Полученные по северному участку результаты превышали данные аналогичного сезона в 1993 году, когда максимум численности бактериального населения составил лишь 0.25 млн. кл/мл, а значения биомассы оценивались как низкие (Мицкевич, Намсараев, 1994). Обилие бактерий в наших исследованиях предположительно определялось количеством легкодоступного ОВ, образующегося при разложении фитопланктонного сообщества. Свидетельством тому явилась тесная обратная связь между численностью бактерий и концентрацией феофетина ($r = -0.91$ при $p < 0.05$) – показателя физиологического состояния микроводорослей. Ранее в работе Романовой Н.Д. (2012) развитие бактериопланктона в северной части губы так же связывалось с функционированием планктонных альгоценозов, что подтверждалось наличием зависимости между взвешенным органическим углеродом и концентрацией хлорофилла ($r = -0.84$, $p < 0.05$).

В средней части Обской губы, где гидрологический режим большей частью определяется ветровым перемешиванием (http://www.gosrc.ru/rzz_obskaja_guba_dlja_sajta.pdf), распределение бактериопланктона носило выраженный равномерный характер. Общая численность микроорганизмов водной толщи изменялась от 2.27 до 3.29 млн/мл, биомасса от 23.32 до 37.20 С/м³. В пространственном распределении показатели обилия микробного сообщества снижались по направлению на север. Уровни развития бактериальных популяций в поверхностных и придонных водах по численности и биомассе были сопоставимы между собой и достоверно не различались ($p \geq 0.05$).

Минимальные количественные характеристики бактериального сообщества (0.82 млн/мл и 12.00 С/м³) получены нами в наиболее прогретых водах самой южной станции. Здесь, на траверзе поселка Новый порт, зарегистрирована интенсивная вегетация сине-зеленых водорослей. В «пятнах моноцветения» биомасса *Aphanizomenon flos-aquae* (Linnaeus) Ralfs достигала 54 мг/л. Вероятно, низкие значения обилия бактерий определялись ингибирующим действием данного вида цианофитов. На антибиотические свойства их метаболитов указано группой авторов (Rahul K.S et al., 2011).

В Тазовской губе средняя численность бактериопланктона и диапазон её изменений незначительно отличались от аналогичных показателей прилегающего района Обской губы. Распределение сообщества в водной толще можно охарактеризовать как равномерное. Количественные значения варьировали от 1.80 до 3.49 млн/мл. Отличительной особенностью данной акватории являлось наличие тренда в увеличении численности бактерий поверхностного слоя по направлению к устью реки Таз. Такая ситуация в эстуарных экосистемах, безусловно, возникает за счет постоянной подпитки биотопа органическим веществом и биогенными элементами, поступающими с речным стоком (Макаревич, 2008). Биомассы бактериопланктона менее равномерно распределялись в пределах Тазовской губы. Амплитуда изменений этого показателя в поверхности (86 С/м³) была выше, чем у дна (70 С/м³), что, вероятно, определялось как постоянным притоком свежего автохтонного ОВ, продуцируемого фитопланктоном верхнего водного слоя, так и эффектом затенения его придонных сообществ.

Сравнение данных за 2012 и 2013 гг. выявило отсутствие достоверных различий (при $p \geq 0.05$) в показателях обилия бактерий в водах Обско-Тазовской устьевой области. Структурные характеристики микробных сообществ в целом были сопоставимы с показателями, полученными ранее другими авторами как для северных участков

Обской губы (Меон, Амон, 2004; Саввичев и др., 2010), так и для акваторий-аналогов (Копылов и др., 2012).

Таким образом, выполненные нами определения свидетельствовали о высоком уровне развития бактериальных сообществ Обско-Тазовской губы в период проведения исследований. Распределение их численности и биомассы в меридиональном направлении было неравномерным, что определялось гидрологическими условиями, концентрацией доступного ОВ в толще воды, а также составом и активностью фитоценозов. Полученные нами показатели, в целом, являлись характерными для бактериальных сообществ субарктических водоемов в летне-осенний сезон и, вероятно, достигали своих максимальных значений. Согласно типизации пресных водоемов по уровню развития бактериопланктона (Романенко, 1985), воды всей исследуемой акватории можно охарактеризовать как мезотрофные. В северном участке Обской губы показатели обилия бактериоценоза приближаются к верхней границе олиготрофных, а в Тазовской - к нижней границе эвтрофных вод.

Автор выражает искреннюю благодарность Широколовой Т.И. и Олейнику А.А. за оказанную помощь в работе.

Л и т е р а т у р а

Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла а // Государственный контроль качества воды. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. С. 551–563.

Бондарева Е.П., Ильченко В.Э., Морозова О.А., Новихин А.Е. Оценка качества вод морей сибирского шельфа по гидрохимическим показателям // Материалы X юбилейной международной выставки «НЕВА-2009» (22-25 сентября 2009 г., Санкт-Петербург), СПб., 2009. URL [электронный ресурс] <http://neva.transtec-neva.ru/files/File/arctic/arctic99.doc> (дата обращения 22.02.2014).

Гаевский Н.А., Семенова Л.А., Матковский А.К. Трофический статус вод экосистемы Обско-Тазовской устьевой области по показателям фитопланктона // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2010. №10. С. 170–179.

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.

Кузикова В.Б. Донные зооценозы Обской губы // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. Вып. 05. 1989. С. 66–73.

Кузнецов В.В., Ефремкин И.М., Аржанова Н.В., Гангуис И.А., Ключарева Н.Г., Лукьянова О.Н. Современное состояние экосистемы Обской губы и ее рыбохозяйственное значение. URL [электронный ресурс] <http://gw.vniro.ru/handle/123456789/2267> (дата обращения 20.03.2014).

Лапин С.А. Пространственно-временная изменчивость гидролого-гидрохимических характеристик Обской губы как основа оценки ее биопродуктивности. Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. геогр. наук. М.: МГУ, 2012. 25 с.

Лоция Карского моря. Часть II. Обь-Енисейский район. Главное управление навигации и океанографии министерства обороны РФ. СПб., 2001. 291 с.

Макаревич П.Р. Структура и функционирование планктонных альгоценозов эстуарных экосистем шельфовых морей: автореф. дис. доктора биол. наук. Мурманск, 2004. 45 с.

Макаревич П.Р. Годовой сукцессионный цикл пелагических фитоценозов эстуарных экосистем северных морей России // Альгология. 2008. Т. 18, № 4. С. 386–392.

Мицкевич И.Н., Намсараев Б.Б. Численность и распределение бактериопланктона в карском море в сентября 1993 г. // Океанология. 2004. Т. 34, № 5. С. 704–708.

Попов П.А. Адаптация гидробионтов к условиям обитания в водоемах субарктики – на примере экологии рыб в водоемах субарктики Западной Сибири. Новосибирск, 2012. 255 с.

Романова Н.Д. Структурно-функциональные характеристики бактериопланктона Карского моря. Автореф. дисс. канд. биол. наук. М., 2012. 26 с.

Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л.: Наука, 1985. 295 с.

Рыбоводно-биологическое обоснование на создание рыбоохранной заповедной зоны в Обь-Тазовской устьевой области // URL [электронный ресурс] http://www.gosrc.ru/rzz_obsckaja_guba_dlja_sajta.pdf (дата обращения 19.02.2014).

Саввичев А.С., Захарова Е.Е., Веслополова Е.Ф., Русанов И.И., Леин А.Ю., Иванов М.В. Микробные процессы циклов углерода и серы в Карском море // Океанология. 2010. Т. 50, № 6. С. 942–957.

Семенова Л.А., Алексюк В.А. Современное состояние планктона Обской губы // URL [электронный ресурс] <http://library.ikz.ru/georg-steller/aus-sibirien-2013-2005/semenova-l.a.-aleksyuk-v.a.-tyumen-rossiya> (дата обращения 20.02.2014).

Суханова И.Н., Флинт М.В., Мошаров С.А., Сергеева В.М. Структура сообществ фитопланктона и первичная продукция в Обском эстуарии и на прилежащем Карском шельфе // Океанология. 2012. Т. 50, № 5. С. 785–800.

Hobbie J.E., Doley R.J., Jasper S. Use of nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy // Appl. Environ. Microbiol. 1977. Vol. 33. P. 1225–1228.

Hobbie J.E., Bahr M., Bettez1 N., Rublee P.A. Microbial food webs in oligotrophic Arctic Lakes // Microbial Biosystems: New Frontiers, Proceedings of the International Symposium on Microbial Ecology. Halifax, Canada, 2000. P. 293–298.

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. Vol. 37. P. 121–135.

Porter J., Feig Y.S. The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora // Limnol. Oceanogr. 1980. Vol. 25. P. 943–948.

Rahul K.S., Shree P.T., Ashwani K.Rai., Tribhuban M.M. Cyanobacteria: an emerging source for drug discovery // The Journal of Antibiotics. 2011. Vol. 64. P. 401–412.

Rivkin R.B., Anderson M.R. Microbial Dynamics In Polar Oceans: A Bipolar Comparison // Polar Microbial Ecology. 2000.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРЕЗА «КОЛЬСКИЙ МЕРИДИАН» В НОЯБРЕ 2013 ГОДА

И.А. Пастухов

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: pastuhovi@mmbi.info

Введение

Стандартный океанографический разрез «Кольский меридиан» расположен в центральной части Баренцева моря к северу от Кольского залива по 33°30' в.д. до 77° с.ш. Его общая протяженность составляет 450 миль. Разрез располагается в области распространения теплых вод системы Нордкапского течения и опресненных вод Мурманского прибрежного течения. Глубина на разрезе варьирует от 150 до 310 м и, в среднем, составляет 245 м. (Карсаков, 2010).

Сотрудниками Мурманского морского биологического института с 9 по 25 ноября 2013 г. на разрезе «Кольский меридиан» проведена комплексная научно-исследовательская экспедиция на НИС «Дальние Зеленцы», в ходе которой были получены гидрохимические данные по следующим показателям: значение водородного показателя (рН), содержание фосфатов, кремния, нитритного и нитратного азота. Целью наших исследований в этом рейсе было определение гидрохимических характеристик Баренцева моря в данный период в рамках ежегодного мониторинга разреза «Кольский меридиан».

Методы

На разрезе было отобрано 23 пробы (рис.1). Пробы отбирались по стандартным горизонтам 0, ..., дно десятилитровым батометром Нискина. Все аналитические определения, кроме определения нитратного азота, выполнены сразу же после отбора проб воды, непосредственно на борту судна. Пробы воды для измерения нитратного азота были заморожены для дальнейшего анализа в лаборатории. Измерение нитритов NO_2^- , нитратов NO_3^- , фосфатов PO_4^{3-} и кремния Si осуществлялись на фотоколориметре КФК-2МП по стандартным гидрохимическими методикам (Агатова, 1991). Неорганический растворенный фосфор (P-PO_4^{3-}) определяли по методу Морфи-Райли, растворенный кремний (Si-SiO_3^{2-}) - методом Королева, нитритный азот (N-NO_2^-) и нитратный азот (N-NO_3^-) - методом Бендшнайдера и Робинсона, рН измерялся потенциометрически на портативном ионномере Hanna HI98128.

Результаты и их обсуждение

В распределении биогенных элементов отмечено две основных тенденции: увеличение концентрации по мере продвижения от поверхностного горизонта к при-

донным и повышение концентрации с южных станций к северным. Подобные тенденции наблюдались и ранее (Ишкулова, 2001).

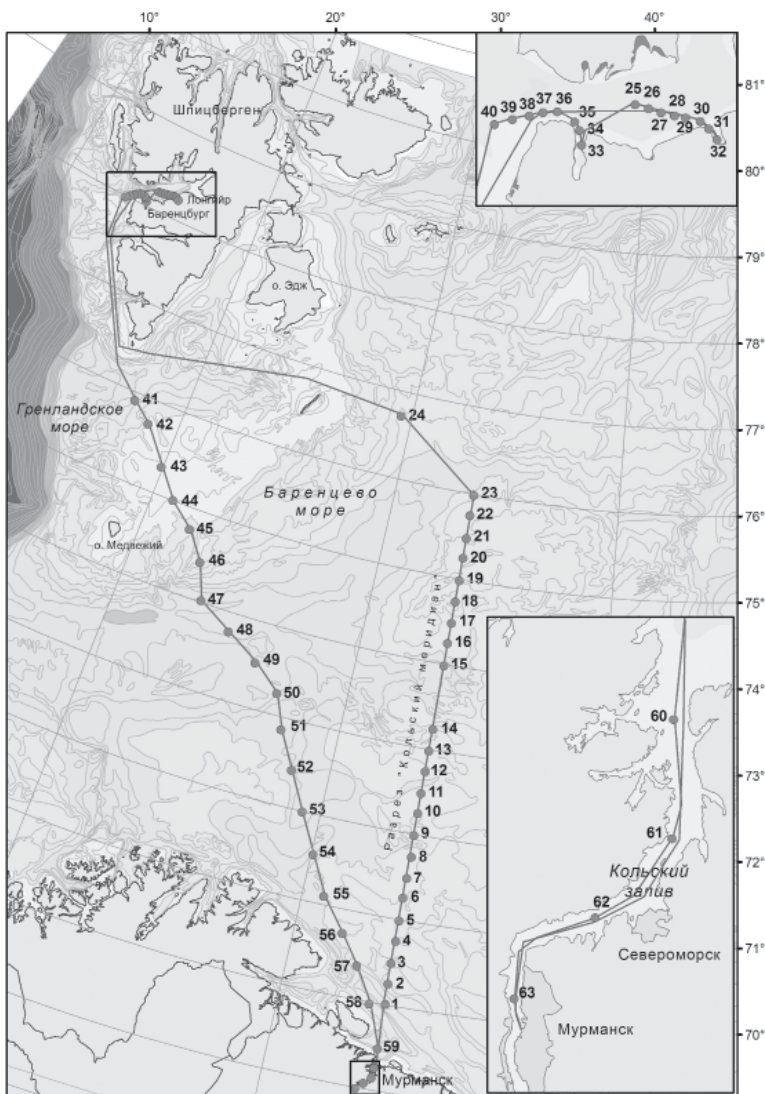


Рис. 1. Карта гидрохимических станций на маршруте рейса

Максимум нитратов, кремнекислот, фосфатов и нитритов (551.4 мкг/л, 197.6 мкг/л, 74.5 мкг/л и 17.1 мкг/л, соответственно) (табл.) был отмечен в центральной части разреза от Демидовской до Финмаркенской банки (станция № 15). Такая же картина наблюдалась для этого района и ранее, но отмечалась для сентября - октября (Сапожников, 2005).

Среднее, максимальное и минимальное значение каждого типа биогенных соединений

	N-NO ₂ (мкг/л)	N-NO ₃ (мкг/л)	P-PO ₄ (мкг/л)	Si (мкг/л)	pH
Среднее	2.4	260.6	45.4	130.7	7.9
Min	0.2	105.8	20.1	61.2	7.52
Max	17.1	551.4	74.5	197.6	8.33

Из литературных источников известно, что средняя концентрация нитритного азота в осенний период составляет 2.0-3.0 мкг/л, для этого периода характерна стратификация водного столба, приводящая к образованию двух максимумов N-NO₂: в слое скачка плотности и придонном. В исследуемый период стратификация еще заметна в распределении нитритов, но разница между концентрацией в разных слоях постепенно нивелируется, относительно картины характерной для ранней осени. Нитриты в море присутствуют либо в следовых количествах, либо незначительные концентрации в глубоких слоях моря, что свидетельствует об окончании интенсивной деятельности окислительных процессов, и говорит о переходе к зимнему типу распределения. (Гидрометеорология..., 1992). На станции №15 в поверхностных водах был зафиксирован максимум содержания нитритного азота в пробах (17.1 мкг/л). Ни на одной другой станции такая концентрация не встречалась, объяснение такой аномалии требует дополнительных исследований.

Осенью уменьшается поступление солнечной радиации на поверхность моря, процесс продуцирования нового органического вещества затухает, и начинают преобладать окислительные процессы, что приводит к увеличению содержания нитратов в поверхностном слое. К зимнему периоду горизонтальное и вертикальное распределение нитратов в море выравнивается (Ильин и др., 1985). Содержание нитратного азота во всех пробах имело значительные концентрации (рис. 2), что характеризует состояние водных масс как зимнее. Однако имелся небольшой градиент концентрации, от 120-250 мкг/л на поверхности до 250-500 мкг/л в придонных горизонтах. В ходе конвективного перемешивания происходит увеличение содержания биогенных веществ в верхнем слое за счет транспортировки их из более глубоких слоев (Гидрометеорология..., 1992.) Отмечалась тенденция к небольшому нарастанию концентрации в северном направлении, что может быть следствием более быстрого восстановления запасов нитратного азота в холодных водах (Гидрометеорология..., 1992).

Фосфор играет определяющую роль в генетике и метаболизме живого вещества. Отсутствие или минимальное количество фосфатов в морской воде может быть лимитирующим фактором в продуктивности моря. Распределение и содержание фосфатов в море определяется интенсивностью биохимических процессов, взаимодействием различных водных масс и глубиной конвективного перемешивания. Максимальная концентрация фосфатов в придонном слое наблюдается осенью, когда наиболее интенсивно идет регенерация органического вещества (Гидрометеорология..., 1992). В октябре - ноябре происходит усиленная минерализация ОВ, образовавшегося

в течение вегетационного периода (Титов, 1995). Высокое содержание фосфатов типично для ноября, такие концентрации характеризуют состояние вод как зимнее (Несветова, 1987). В осенне-зимний период вертикальное перемешивание выравнивает концентрации фосфатов по вертикали. Концентрации фосфатов (от 20 до 50 мкг/л) в поверхностном слое еще не достигли зимнего уровня (80-90 мкг/л), однако уже наблюдается характерное для января плавное увеличение их содержания с юго-востока на северо-запад моря (Несветова, 2002).

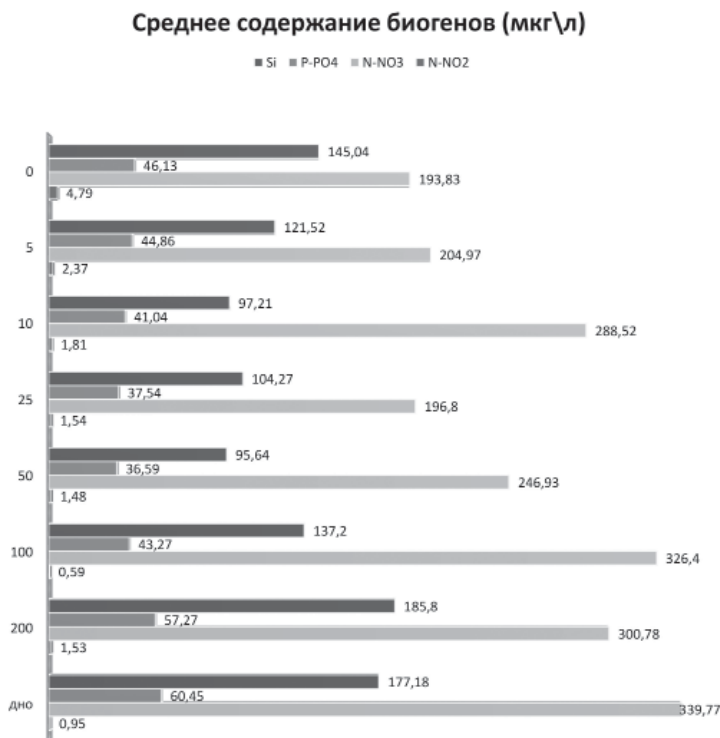


Рис. 2. Усредненные концентрации биогенных соединений на исследуемых горизонтах. По оси ординат – глубина (м), по оси абсцисс – концентрация (мкг/л).

Осеннее вертикальное перемешивание постепенно уничтожает летнюю стратификацию вод, и с декабря по март происходит выравнивание концентраций кремниевой кислоты по вертикали. Наиболее высокое содержание кремния в верхнем слое наблюдается зимой, вертикальное распределение отличается постепенным увеличением концентраций от поверхностного слоя к придонному (Гидрометеорология..., 1992). В зимний период при отсутствии организмов низших трофических уровней динамические факторы становятся решающими. В этих условиях кремниевая кислота способна выполнять функции маркера водной массы, идентифицируя области контакта вод раз-

личного генезиса, возможно, сниженные относительно остальных проб концентрации на станции 7, на глубинах 10-50 метров (61, 87, 89 мкг/л, соответственно) объясняются присутствием атлантических водных масс, бедных кремнием. Пространственный градиент концентрации увеличивается с юга на север.

Водородный показатель (pH) является своеобразным индикатором интенсивности продукционных и окислительных процессов в море и характеризует изменчивость компонентов карбонатной системы. Он подвержен значительной сезонной изменчивости (Гидрометеорология..., 1992). Полученные нами средние значения водородного показателя (pH = 7.9) для морской воды косвенно подтверждают низкое насыщение вод кислородом, что типично для осеннего сезона. В прибрежных районах наблюдаются еще достаточно высокие значения (pH = 8.3), тогда как в северном направлении наблюдается переход к зимним показателям.

Полученные нами данные не позволяют точно сказать, к какому сезону относится гидрохимическое состояние вод Баренцева моря, к осеннему или зимнему. Так как большинство концентраций всех биогенов говорит о наступившем зимнем сезоне, а горизонтальное и вертикальное распределение свидетельствует об осенней стратификации вод. Из этого мы можем предположить, что в исследуемый промежуток времени в водах Баренцева моря наблюдался переходный период.

Выводы

1. Полученные нами данные характеризуют гидрохимическое состояние Баренцева моря в ноябре на пространстве разреза «Кольский меридиан» как переходное от осеннего к зимнему.

2. В распределении биогенных веществ в данный период главную роль играют гидрофизические показатели. Распределение параметров гидрохимического комплекса в силу сезонных изменений зависит от биотических факторов значительно меньше, чем в весенний и летний период.

Л и т е р а т у р а

Агатова А.И., Налетова И.А., Зубаревич В.Л. Справочник гидрохимика: рыбное хозяйство. М.: Агропромиздат, 1991. 224 с.

Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том 1: Баренцево море. Вып. 2. / [Отв. Ред. Ф.С.Терзиев]; СПб.: Гидрометеоиздат, 1992.

Ишкулова Т.Г. Отчет по рейсу НИС «Дальние Зеленцы» (31 июля – 20 августа 2001 г.). Мурманск, 2001.

Ильин Г.В., Несветова Г.И., Петров В.С., Цехоцкая Л.К. Биогенные элементы и режим кислорода // Жизнь и условия её существования в пелагиали Баренцева моря. Апатиты: Изд-во КНЦ АН СССР, 1985. С. 46–63.

Карсаков А.Л. Закономерности и особенности режима вод Баренцева моря (по наблюдениям на вековом разрезе «Кольский меридиан»). Дис. ... канд. географ. наук. ПИНРО, Мурманск, 2010. 199 с.

Несветова Г.И. Гидрохимические условия функционирования экосистемы Баренцева моря. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2002. 295 с.

Несветова Г.И., Цехоцкая Л.К. Среднемноголетнее распределение кислорода и фосфатов в водах Баренцева моря. // Комплексные океанологические исследования Баренцева и Белого морей. Препр. Апатиты: Изд-во КНЦ АН СССР, 1987. С. 35–44.

Сапожников В.В. и др. Экосистемная съемка и гидролого-гидрохимические исследования Баренцева моря на научно-исследовательском судне «Фричьф Нансен» (август-октябрь 2004г.) // Океанология. 2005. Т. 45, № 3. С. 471–475.

Титов О.В. Трансформация фосфатов и первичная продукция в Баренцевом море. Автореферат канд. диссертации. СПб: РГГИ, 1995. 20 с.

ОСОБЕННОСТИ ЦВЕТОВОСПРИЯТИЯ ГРЕНЛАНДСКИХ ТЮЛЕНЕЙ БЕЛОМОРСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ

М.В. Пахомов

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск
e-mail: pachomov@mmbi.info

В период с 2009 по 2011 годы на биотехническом аквакомплексе ММБИ в г. Полярный проводились научно исследовательские работы с арктическими тюленями. Целью работ было установить, способны ли представители трех видов арктических тюленей распознавать объекты по признаку цветности.

В эксперименте участвовали три самки серого тюленя (*Halichoerus grypus* Fabricius, 1791) и две кольчатые нерпы (*Phoca hispida* Schreber, 1775) – самка и самец. Данные животные были способны отличить табличку синего цвета от табличек красного и зеленого цветов как на суше, так и под водой (на глубине 1 и 2 м) в широком диапазоне общей освещенности (от 50 Лк до 100 кЛк) (Войнов и др. 2013). И, в итоге, продемонстрировали способность отличать друг от друга пять основных спектральных цветов (красный, желтый, зеленый, голубой и синий) и отличать эти цвета от аналогичных им по светлоте оттенков серого, что свидетельствует о развитой системе цветовосприятия у подопытных животных (Ишкулов и др. 2013).

Также в эксперименте участвовала самка гренландского тюленя (*Pagophilus groenlandicus* Erxleben, 1777). Тюлень был отловлен в 2004 году в Кандалакшском заливе Белого моря. Выяснилось, что данная особь способна отличить объект синего цвета от объекта зеленого цвета, причем, в широком диапазоне общей освещенности (50–100000 люкс) и на разных глубинах под водой, но не способна отличить синий цвет от зеленого (Войнов и др. 2013). Результаты экспериментальных работ не позволяли определить, является ли цветослепота видоспецифическим признаком гренландских тюленей или же это индивидуальная особенность подопытного животного. Данные из научных источников также не вносили ясности, так как одни авторы относят гренландских тюленей к дихроматам (Levenson, Ponganis 2006), что подразумевает

способность ограниченно различать цвета, а другие к монохроматам (Peichl et al, 2001), отказывая им в способности различать объекты по признаку цветности. Таким образом, вопрос о цветовосприятии гренландских тюленей оставался открытым.

В марте 2012 года для научно-исследовательских работ, проводимых ММБИ, в горле Белого моря были отловлены щенки гренландского тюленя. Их доставили на биотехнический аквакомплекс ММБИ в г. Полярный, где они были адаптированы к условиям неволи, а затем переведены в вольеры на акватории Кольского залива. В начале апреля тюлени начали обучаться вспомогательным приемам дрессировки (бридж-сигнал, таргет, тактильный контакт) и, начиная с мая, начались тренировки по обучению тюленей командам общей подготовки. Уже в конце августа – начале сентября животные демонстрировали высокий уровень подготовки в командах общего назначения. С начала 2013 года, согласно задачам проводимых научно-исследовательских работ, тюленей начали тренировать для выполнения специальных задач.

Из вышеописанных животных были выбраны 4 особи, специфика специальной подготовки которых включала поиск, дифференцировку и манипуляции с объектами (Матишов и др. 2010). Тюлени уже были обучены искать по команде и маркировать объект с заданными характеристиками, что позволяло без предварительной подготовки провести с ними эксперимент по определению особенностей их цветовосприятия.

Первоначально каждого тюленя обучали находить и отмечать касанием табличку синего цвета. Затем к синей табличке добавили в пару табличку красного цвета, их закрепляли на штативе, на расстоянии 1 м друг от друга. Таблички меняли местами в псевдослучайном порядке – не более двух одинаковых комбинаций подряд. Касание синей таблички подкреплялось бридж-сигналом и последующим кормлением, касание красной таблички не подкреплялось. За верное предъявление тюлень получал либо одну мойву (25 г), либо кусочек селедки (25 г), всего за тренировку следовало 20 предъявлений. С каждым тюленем было проведено 5 обучающих тренировок и 10 экспериментальных.

По завершении экспериментальных тренировок красную табличку заменили табличкой зеленого цвета и начали работать по предыдущей схеме. Планировалось так же, как и с комбинацией синей и красной табличек, провести 5 обучающих и 10 экспериментальных тренировок.

Тренировки проводили с сентября 2013 года, в основном, вечером (17:00 – 18:00), в декабре – феврале работали в светлое время днем (12:00 – 14:00). Общая освещенность (35000 – 50000 люкс) позволяла человеку безошибочно отличать цвет табличек и, в целом, соответствовала параметрам предыдущих экспериментов.

Обучающие тренировки выглядели следующим образом: тренер удерживал тюленя на стартовой позиции с помощью таргета, в это время ассистент закреплял таблички на штативе и устанавливал его в вольер; тюленю подавалась команда «ищи», если тюлень касался синей таблички, то следовал положительный бридж-сигнал (свисток) и пищевое подкрепление, если тюлень касался неверной таблички, то подавался отрицательный бридж-сигнал («Нет!»). На данном этапе добивались, чтобы тюлень достиг как минимум 75% правильных предъявлений, после этого переходили к экспериментальной части. Все четыре подопытных тюленя уже на второй тренировке достигали результата в 60-70%, на пятую тренировку доля правильных предъявлений составила

100% у тюленей под номерами 1-3 и 90% у тюленя №4. В ходе экспериментальных тренировок с парой табличек синяя – красная процент правильных предъявлений в ходе каждой тренировки колебался у всех животных незначительно и составлял, в среднем, 97% у тюленя №1, 96.5% у тюленя №2, 96% у тюленя №3 и 100% у тюленя №4.

Во время тренировок у тюленей был высокий уровень пищевой мотивации, команды исполняли максимально быстро и четко, ошибки, скорее всего, носили случайный характер.

На следующем этапе красную табличку заменили табличкой зеленого цвета и начали работать по прежней схеме. Обучающие тренировки показали, что тюлени под номерами 1-3 не способны отличить табличку синего цвета от зеленой таблички (тюлень №1 – 40%, тюлень №2 – 55%, тюлень №3 – 45%), поэтому с ними провели только 5 обучающих тренировок и к экспериментальным тренировкам не приступали. Тюлень №4 на 4 и 5 тренировках демонстрировал 70% и 75% правильных предъявлений, что позволило провести с ним 10 экспериментальных тренировок, в ходе которых доля правильных ответов составила, в среднем, 72.5%. Результаты эксперимента представлены в таблице.

Т а б л и ц а

Результаты обучения четырех особей гренландского тюленя дифференцировке объектов по признаку цветности

	синяя и красная пара табличек		синяя и зеленая пара табличек	
	Доля правильных ответов на пятой обучающей тренировке	Доля правильных ответов на экспериментальных тренировках	Доля правильных ответов на пятой обучающей тренировке	Доля правильных ответов на экспериментальных тренировках
Тюлень №1	100%	97%	40%	не проводились
Тюлень №2	100%	96.5%	55%	не проводились
Тюлень №3	100%	96%	45%	не проводились
Тюлень №4	90%	100%	75%	72.5%

Стоит отметить, что тюлени под номерами 1-3 при смене пар табличек начинали хаотически отмечать касанием то зеленую, то синюю табличку. Причем, сперва касались той таблички, на месте которой до этого была синяя табличка, за которую тюлень получал подкрепление. Это указывает на то, что животные не могли отличить синий цвет от зеленого и ориентировались на положение таблички при предыдущем подкреплении. Тюлень №4 как на обучающих, так и на экспериментальных тренировках сперва останавливался на расстоянии полуметра от штатива, несколько секунд разглядывал таблички, а потом выбирал касанием одну из них.

Результаты, полученные в ходе предыдущего и нынешнего экспериментов, показали, что неспособность различать объекты по цветовому признаку является, скорее всего, специфической характеристикой, по крайней мере, для Беломорской популяции гренландских тюленей. Результаты тюленя №4, наиболее вероятно, демонстрируют способность данного животного использовать косвенные признаки цветности объекта для его идентификации.

Л и т е р а т у р а

Войнов В.Б., Зайцев А.А., Литвинов Ю.В., Михайлюк А.Л., Пахомов М.В. Сенсорные возможности арктических тюленей в морских биотехнических системах // Вестник Южного научного центра. 2013. Т. 9, № 4. С. 87–95.

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. Мурманск: Изд. ММБИ КНЦ РАН, 2010. 131 с.

Ишкулов Д.Г., Михайлюк А.Л., Пахомов М.В. Особенности цветовосприятия у серых тюленей // Вестник КНЦ РАН. 2013. №4(15). С. 88–94.

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 Neuroscience. 2001. Vol. 13. P. 1520–1528.

Levenson D.H., Ponganis P.J. Visual pigments of marine carnivores: pinnipeds, polar bear, and sea otter // J. Comp. Physiol. 2006. Vol. A 192 P. 833–843.

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДОВ РОДА *TRIGLOPS* REINHARDT, 1830 В БАРЕНЦЕВОМ И КАРСКОМ МОРЯХ

Смирнова Е.В.

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск, Россия
e-mail: smirnova@mmbi.info

Одним из современных направлений в отечественной и зарубежной ихтиологии является изучение причинно-следственных связей между распределением различных видов рыб внутри ареалов и параметрами окружающей среды, в частности, для определения видов, которые могут служить «экологическими часовыми» (Mecklenburg et al., 2007) или индикаторами изменения климата. По мнению ряда исследователей (Токранов, 2004; Mecklenburg et al., 2007) виды-индикаторы должны быть достаточно многочисленны, чтобы границы их ареала могли быть всегда точно установлены, а достаточные уловы для тестирования изменений могли быть гарантированы в будущем. Это те виды, которые дают наилучшую возможность для повторных обловов в одних и тех же конкретных точках, начиная с исторических указаний. Кроме того, они должны быть не мигрирующими и их таксономическая принадлежность хорошо определяется как в полевых условиях, так и в музейных коллекциях (Mecklenburg et al., 2007). Такими видами, которые могут соответствовать всем этим критериям, являются рогатковые рыбы рода *Triglops Reinhardt*, 1830. Поэтому, целью данной работы стало определение закономерностей распределения этих видов от факторов окружающей среды и выявление степени их влияния.

Материал и методы

Данные о распространении видов рода *Triglops* в Баренцевом и Карском морях были получены в экспедициях ММБИ с 2000 по 2013 гг., а также дополнены литературными сведениями (Книпович, 1902а; Книпович, 1902б; Thielemann, 1922; Солдатов, 1923; Дерюгин, 1924; Расс, 1929; Есипов, 1939; Есипов, 1952; Андрияшев, 1954; Боркин, Чернова, 1994; Неелов, Чернова, 2005). Траления осуществляли на НИС «Дальние Зеленцы». В 2002, 2003, 2012 гг. лов проводился донным тралом (чертеж № 2387.02.155), который был оснащен вставкой с размером ячеи 12 мм. В более ранний период (2000, 2001 гг.) использовался другой донный трал (чертеж 2386), но ячея вставки была такой же. В 2013 г. использовался разноглубинный трал (чертеж 2837–00–000), также с мелкоячейной вставкой. Поэтому, для унификации полученных данных все уловы с помощью пересчетных коэффициентов приведены в соответствие с размерными характеристиками орудий лова (площадью раскрытия). Продолжительность тралений составляла 30 минут, но все уловы были скорректированы на часовое траление. Также при использовании литературных данных, их пересчитали на это время. На большинстве обследованных станций измеряли придонную температуру, соленость, определяли тип грунта. Из литературных сведений использовались только те, которые имели координаты лова, данные параметров среды и описание биотопов.

Связь обилия вида с параметрами среды оценивали с помощью метода корреляции, используя коэффициент корреляции Пирсона и непараметрический ранговый коэффициент корреляции Спирмена, рассчитанный с учетом наличия связанных рангов (Резник, 2008).

Общая характеристика. В Баренцевом и Карском морях обитают три вида рода *Triglops*: атлантический (*T. murrayi*), остроносый (*T. pingeli*) и полярный (*T. nybelini*). Все виды триглопсов – донные виды (Андрияшев, Чернова, 1994). В разных частях ареалов они встречаются в диапазоне от поверхности до 930 м (Андрияшев, 1949; Musick & Able, 1969; Pietsch, 1993; Scorpaeniformes, 2013). В Баренцевом и Карском морях эти рыбы встречаются на глубинах от 18 до 600 м (Андрияшев, 1954). Температурный диапазон, характерный для данных видов в Баренцевом и Карском морях – от -1.8 до 3°C, тогда как в других частях ареалом могут обитать при 12°C (Scorpaeniformes, 2013). Встречаются, в основном, в воде океанической солености, но в море Лаптевых остроносый триглопс *T. pingeli* отмечен при 16.0‰ (Андрияшев, 1949). Эти относительно малоподвижные виды обитают в местах с каменистым, щебнистым, илистым или песчаным дном. Питаются полихетами, бентосными и планктонными ракообразными (как правило, амфиподами и мизидами) и очень редко – небольшой рыбой (Брискина, 1939). По имеющимся данным (Андрияшев, 1949; Atlas., 2011; Scorpaeniformes., 2013) нерест происходит в конце лета к зиме, икра донная. Количество и диаметр икринок сильно варьируют. Наличие существенных морфологических и эколого-географических различий между этими тремя близкими видами, выработавшихся, как предполагается (Андрияшев, 1949), в ходе эволюции в условиях изменений климата при распространении этих видов из бореальных вод Тихого океана в северные воды, указывает на приспособление их к определенным условиям среды.

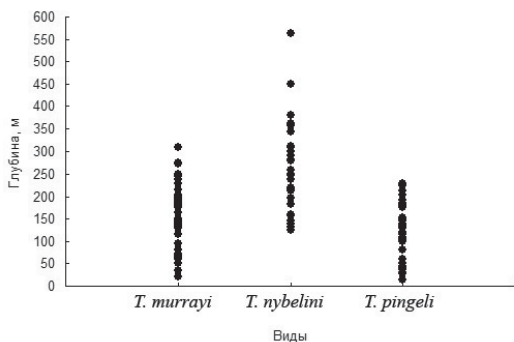


Рис. 1. Батиметрический диапазон обитания видов рода *Triglops* в Баренцевом и Карском морях

Изредка особи этого вида отмечались на глубинах около 100 м (131 м), но наибольшее количество материала, было собрано на глубинах более 200 м (рис. 2). Атлантический триглопс *T. murrayi* считается более глубоководным, чем остроносый *T. pingeli* (Андрияшев, 1949), но обитает и на небольшой глубине. В Кольском заливе были пойманы на глубине 20-50 м предположительно молодые особи этого вида (Расс, 1929; Андрияшев, 1954). По нашим данным атлантический триглопс в Баренцевом море встречается преимущественно в батиметрическом диапазоне 151-200 м. Из рассмотренных видов остроносый триглопс *T. pingeli* ранее считался типичным обитателем мелководий (Андрияшев, 1949; Андрияшев, 1954), но позже представление о его батиметрическом диапазоне расширилось (Scorpaeniformes, 2013). По нашим данным отдельные экземпляры были обнаружены глубже 200 м, но наиболее часто населяли придонные слои воды с глубинами до 150 м (рис. 2).

Результаты и обсуждение

Как показывают результаты, из трех рассмотренных видов полярный триглопс *T. nybelini* является наиболее глубоководным (рис. 1).

Изредка особи этого вида отмечались на глубинах около 100 м (131 м), но наибольшее количество материала, было собрано на глубинах более 200 м (рис. 2). Атлантический триглопс *T. murrayi* считается более глубоководным, чем остроносый *T. pingeli* (Андрияшев, 1949), но обитает и на небольшой глубине. В Кольском заливе были пойманы на глубине 20-50 м предположительно молодые особи этого вида (Расс, 1929; Андрияшев, 1954). По нашим данным атлантический триглопс в Баренцевом море встречается преимущественно в батиметрическом диапазоне 151-200 м. Из рассмотренных видов остроносый триглопс *T. pingeli* ранее считался типичным обитателем мелководий (Андрияшев, 1949; Андрияшев, 1954), но позже представление о его батиметрическом диапазоне расширилось (Scorpaeniformes, 2013). По нашим данным отдельные экземпляры были обнаружены глубже 200 м, но наиболее часто населяли придонные слои воды с глубинами до 150 м (рис. 2).

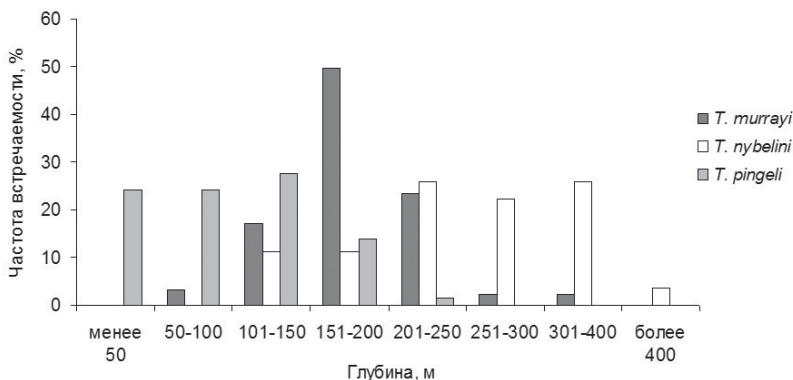


Рис. 2. Частота встречаемости видов рода *Triglops* в Баренцевом и Карском морях на разных глубинах

Известно (Андрияшев, 1949; Андрияшев, Чернова, 1994), что атлантический триглопс *T. murrayi* – бореально-атлантический вид и встречается, преимущественно, в зоне влияния атлантических вод с положительной придонной температурой. Но так-

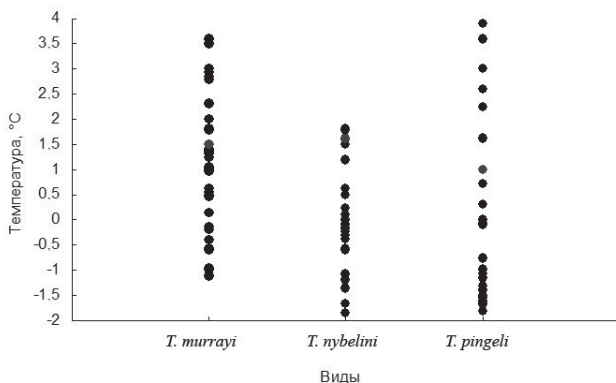


Рис. 3. Температурный диапазон обитания видов рода *Triglops* в Баренцевом и Карском морях

же высказывается мнение (Pietsch, 1993; Atlas., 2011) о толерантности этого вида к более низким температурам, что подтверждается нашими данными (рис. 3).

Два других вида – арктические (Андрияшев, Чернова, 1994). Ранее считалось (Андрияшев, 1954; Есипов, 1952), что полярный триглопс *T. nybelini* относительно stenotherмный вид и в Баренцевом и Карском морях обитает только при отрицательных

температурах, но позже были получены данные о его нахождении в Баренцевом море при более высоких температурах около 0°C (Atlas., 2011) и выше (Неелов, Чернова, 2005). Используя наши и литературные данные, определили нижний предел температурного диапазона этого вида – -1.86°C и верхний – +1.82°C (рис. 3). Чаще всего этот вид встречался при низких температурах (рис. 4), также как и остроносый триглопс *T. pingeli*. Наибольшие значения частоты встречаемости атлантического триглопса *T. murrayi* находятся в зоне положительных температур более 1.0°C.

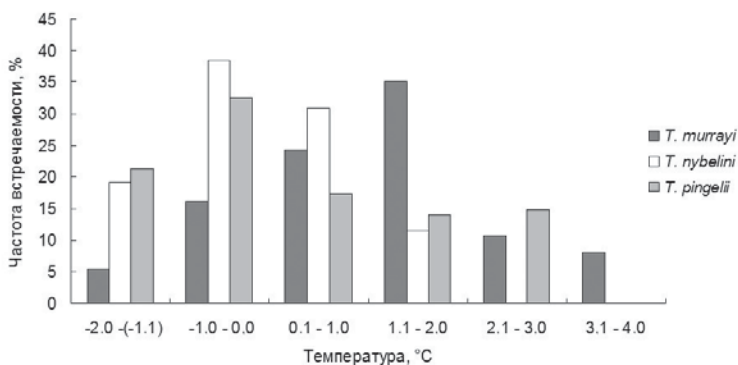


Рис. 4. Частота встречаемости видов рода *Triglops* в Баренцевом и Карском морях при разных придонных температурах

К сожалению, данных о солености придонных вод в местах поймок исследуемых видов недостаточно для анализа встречаемости. В целом, можно сказать, что атлантический триглопс *T. murrayi* был пойман только в водах с океанической соленостью, арктический *T. nybelini* отмечен при более низкой солености 30.45‰ (Неелов,

Чернова, 2005). Остроносый триглопс наиболее эвригалинный из рассматриваемых видов и встречался в распресненных заливах и устьях рек.

Рассчитанные коэффициенты корреляции (табл.) указывают на слабую положительную связь между увеличением глубины местообитания и числом особей арктического триглопса *T. nybelini*, в случае остроносого триглопса *T. pingeli* эта связь также слабая, но отрицательна. Только для *T. nybelini* получены значимые отрицательные коэффициенты корреляции между температурой и количеством особей на станциях.

Т а б л и ц а

Параметры окружающей среды и их влияние на обилие видов рода *Triglops* (число особей на станции)

Параметры	Атлантический триглопс <i>T. murrayi</i>		Арктический триглопс <i>T. nybelini</i>		Остроносый триглопс <i>T. pingeli</i>	
	r	r _s	r	r _s	r	r _s
Глубина	0.182	0.241	0.216	0.272	-0.343	-0.362
Температура	0.102	0.165	-0.373	-0.392	-0.032	-0.043

Примечание: r – коэффициент корреляции Пирсона; r_s – коэффициент ранговой корреляции Спирмена

Таким образом, на основании проведенного анализа можно сформулировать основные закономерности распределения трех изучаемых видов триглопсов.

В Баренцевом и Карском морях ареалы этих видов перекрываются (Pietsch, 1993; Scoraeniformes, 2013), но между видами существуют значительные экологические различия.

Атлантический триглопс *T. murrayi* наиболее теплолюбивый из исследованных видов, несмотря на то, что увеличившийся температурный диапазон в сторону отрицательных значений изменяет однозначность связи этого фактора с количеством пойманных рыб на отдельных станциях.

Арктический триглопс *T. nybelini* является наиболее глубоководным из холодолюбивых видов, тогда как остроносый триглопс *T. pingeli*, хотя и имеет широкий батиметрический диапазон в пределах ареала обитания, но предпочитает мелководья, что, возможно, является основным показателем различий в распределении этих холодноводных видов.

Л и т е р а т у р а

Андряшев А.П. О видовом составе и распространении бычков рода *Triglops* Reinh в северных морях // Тр. Всесоюзн. Гидробиол. Общества. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1949. Т. 1. С. 195–209.

Андряшев А.П. Рыбы северных морей СССР. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 566 с

Андряшев А.П., Чернова Н.В. Аннотированный список рыбообразных и рыб морей Арктики и сопредельных вод // Вопр. ихтиологии. 1994. Т. 34, № 4. С. 435–456.

Боркин И.В., Чернова Н.В. Ихтиофауна вод района Земли Франца-Иосифа // Среда обитания и экосистемы Земли Франца-Иосифа. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1994. С. 177–187.

Брискина М.М. Питание непромысловых рыб Баренцова моря // Тр. ВНИРО. 1939. Т. IV. С. 339–354.

Дерюгин К.М. Баренцево море по Кольскому меридиану (33°30' в.д.) // Труды Мурманской научно-промысловой экспедиции. 1924. Вып. 19. С. 30–38.

Есипов В.К. О рыбах, собранных экспедицией на л/п «Садко» в 1935 г. // Зоологический журнал. 1939. Т. XVIII, вып. 5, № 8. С. 877–887.

Есипов В.К. Рыбы Карского моря. М.: Изд-во АН СССР, 1952. 146 с.

Книпович Н.М. Экспедиция для научно-промысловых исследований у берегов Мурмана (работа 1898-1900) / Сост. Н.М. Книпович. 1902а. Т. 1. 605 с.

Книпович Н.М. Зоологические исследования на ледоколе «Ермак» летом 1901 г. // СПб.: тип. Имп. Акад. наук, 1902б. 20 с.

Неелов А.В., Чернова Н.В. Результаты исследований ихтиофауны в районе шельфа и континентального склона архипелага Шпицберген в рейсе ледокола «Поларштерн» // Арктика и Антарктика. М.: Наука, 2005. Вып. 4 (38). С. 130–170.

Расс Т.С. Обзор рыб, собранных Мурманской биологической станцией летом 1926 года // Работы Мор. биол. ст. Мурманск, 1929. Т. 3. С. 1–30.

Резник А.Д. Книга для тех, кто не любит статистику, но вынужден ею пользоваться. Непараметрическая статистика в примерах, упражнениях и рисунках. СПб.: Речь, 2008. С. 198–207.

Солдатов В.К. Материалы по ихтиофауне Карского и восточной части Баренцева морей по сборам экспедиции Института в 1921 г. // Тр. Плавучего морского научн. ин-та. 1923. Вып. 3. С. 5–79.

Токранов А.М. О «бесчешуйном звере» и других обитателях камчатских вод. Петропавловск-Камчатский, 2004. 152 с.

Wienerroither R., Johannesen E., Dolgov A., Byrkjedal I., Bjelland O, Drevetnyak K., Eriksen KB., Høines Å., Langhelle G., Langøy H., Prokhorova T., Prozorkevich D., Wenneck T. Atlas of the Barents Sea Fishes. IMR/PINRO Joint Report Series 1-2011. [Электронный ресурс] <http://www.uib.no/universitymuseum/nyheter/2011/11/the-first-fish-atlas-of-barents-sea-species>.

Mecklenburg C.W., Stein D.L., Sheiko B.A., Chernova N.V., Mecklenburg T.A., Holladay B.A. Russian-american long-term census of the arctic: benthic fishes trawled in the Chukchi sea and Bering strait, august 2004 // Northwestern Naturalist. 2007. Vol. 88. P. 168–187.

Musick J.A., Able K.W. Occurrence and spawning of the sculpin *Triglops murrayi* (Pisces, Cottidae) in the Gulf of Maine // J. Fish. Res. Bd. Canada. 1969. Vol. 26, No. 2. P. 473–475.

Pietsch T.W. Systematics and distribution of cottid fishes of the genus *Triglops* Reinhardt (Teleostei: Scorpaeniformes) // Zool. J. Linn Soc. 1993. Vol. 109. P. 335–393.

Scorpaeniformes // Рыбы в заповедниках России / под ред. Ю.С. Решетникова/ Т. 2. Морские рыбы. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2013. С. 230–235.

Thielemann M. Die Fische // Neue Folge. Dreizehnter Band. Abteilung Helgoland. Heft 2. 1922. S. 185–222.

ТЕУТОЦЕН ВЕРХНЕЙ ЭПИПЕЛАГИАЛИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ В ОСЕННИЙ ПЕРИОД 2013 ГОДА: ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБИЛИЯ И ДОЛИ В НЕКТОННОМ СООБЩЕСТВЕ

А.А. Сомов

ФГУП «ТИНРО-центр», г. Владивосток, Россия

e-mail: alekseysomoff@gmail.com

Головоногие моллюски являются важнейшим элементом пелагических экосистем, занимая весомую долю в нектоне верхней эпипелагиали. В разные годы на долю представителей этого таксона приходится, в среднем, 10-90% биомассы всего нектона в верхней эпипелагиали дальневосточных морей (Гаврилов, Глебов 2002, Глебов и др. 2004, Шунтов, Свиридов, 2005, Шунтов и др. 2007в).

Представленные в данной работе новые данные об особенностях распределения, обилии и массовой доли теутоцена в нектонном сообществе на фоне многолетних данных дадут более полное понимание современного статуса этого компонента нектонного сообщества.

Материалы и методы

Материалами этой работы послужили данные экосистемной съемки верхнего слоя эпипелагиали западной части Берингова моря НИС «ТИНРО» с 09 сентября – 10 октября 2013 г. Всего было выполнено 94 траления в открытых водах Алеутской (8-й район) и Командорской (12-й район) котловин, прилегающих прибрежных шельфовых районов (районы 7 и 9), а также района свала глубин у м. Наварин (район 5). Номера и площади представленных районов соответствуют принятым в ТИНРО-центре стандартным районам осреднения биостатистической информации (Волвенко, 2003).

При проведении траловых работ, разборе улова и расчета величин биомассы отдельных видов применялись отработанные методики, широко опубликованные в сводных работах ТИНРО-центра (Атлас..., 2006), поэтому в данной работе не указано подробное описание методики. Остановлюсь лишь на том, что для расчета биомассы кальмаров использовались коэффициенты уловистости (0.1 – взрослые особи всех видов, при длине мантии более 4 см; 0.01 – молодь всех видов кальмаров, с длиной мантии менее 4 см). Расчет биомассы для вида *Boreoteuthis borealis* (Северный

кальмар) проводился только по ночным тралениям из-за того, что этот вид встречается в уловах только в тёмное время суток, т.к. совершает значительные вертикальные миграции из нижних слоев.

Статистическая обработка данных проводилась в пакете программ Statistica 7.0, Excel 2007. Картографическая визуализация данных проводилась в пакете Golden Software Surfer 10.

Результаты и обсуждения

За период исследования верхней эпипелагиали западной части Берингова моря в сентябре - октябре 2013 г. было поймано 5 видов кальмаров из 3 родов, а также молодь кальмаров, не определенных до вида. Все кальмары систематически принадлежали к семейству *Gonatidae*. Разделение на возрастные стадии осуществлялось по длине мантии, а не по физиологическим особенностям каждого вида: особей до 4 см относили к молоди, свыше 4 см – к взрослым. Данное допущение применяется для удобства расчета тотальных величин биомассы и численности, в связи с дифференцированием возрастных стадий по коэффициентам уловистости (0.1 – для взрослых; 0.01 – для молоди).

Традиционно, головоногие моллюски занимали значительную долю в нектоне и макрофауне в целом. Общая учтенная биомасса теутоцена составила 120.14 тыс. т, что составило 15.1% биомассы нектона. В сравнении с летним периодом (съемка НИС «Профессор Кагановский», июнь 2013 г.) в акватории 8-го и 12-го районов плотность кальмаров на единицу площади увеличилась более чем в 3 раза, доля в нектоне возросла в 1.5 раза. Такая разница обусловлена, в основном, увеличением обилия доминирующего вида – *Boreoteuthis borealis* (*Gonatopsis borealis* – стар.) с 72.6 до 231.61 кг/км². Основной прирост биомассы этого вида обеспечился за счет увеличения средней массы тела и доли взрослых кальмаров к осени (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Соотношение плотностей молоди и взрослых кальмаров *Boreoteuthis borealis* и прирост от лета к осени в 8-ом и 12-ом районах верхней эпипелагиали западной части Берингова моря в 2013г.

	Н, тыс. экз./км ² , лето	Н, тыс. экз./км ² , осень	М, кг/км ² , лето	М, кг/км ² , осень	Прирост численности	Прирост массы
Взрослый	1.03	22.47	40.96	226.84	2200%	550%
Молодь	27.11	1.78	31.64	4.77	-1500%	-660%

В этом году, на фоне последнего десятилетия, теутоцен находился на пониженном уровне обилия и доли в нектоне (рис. 1). Биомасса головоногих в открытых водах осенью 2013 г. была почти в 2 раза ниже среднемноголетнего значения – 515.4 кг/км². Процентная доля биомассы кальмаров в нектоне (16.4%) также находилась ниже среднемноголетнего уровня (25%). При анализе графика

изменения биомассы и доли кальмаров в биоте верхней эпипелагиали наблюдаются сравнительно большие флуктуации, максимальный размах которых, практически, достигает 1-го порядка. При, практически, полном соответствии кривых биомассы и доли в нектоне, напрашивается вывод о том, что межгодовые вариации обилия теутоцена обусловлены не взаимодействием с другими компонентами нектона, а, преимущественно, внутренними факторами и откликом на изменения условий среды.

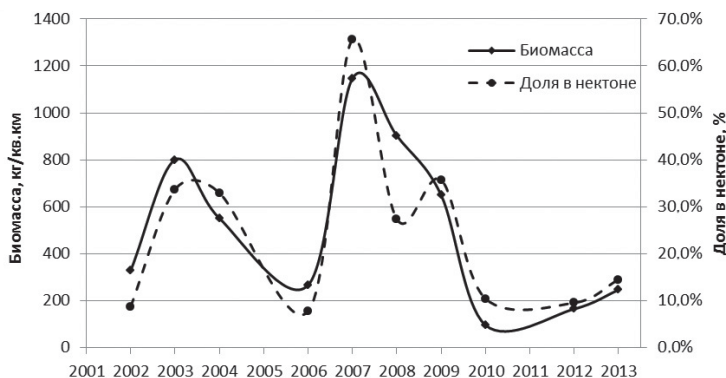


Рис.1 Межгодовая динамика обилия (тыс. т) и доли теутоцена в открытых водах верхней эпипелагиали западной части Берингова моря в осенний период 2002-2013 гг.

Соотношение видового состава головоногих моллюсков по обилию и частоте встречаемости было в высокой степени неравномерным, структура биомассы данного таксона имела монодоминантный характер. В качестве доминирующего вида, как по обилию, так и по частоте встречаемости, выступал северный кальмар - *Boreoteuthis borealis*. На долю этого вида пришлось 90.6% биомассы (108.87 тыс. т) всего теутоцена и 100% встречаемости (по ночным тралениям). Также значительными показателями обилия и встречаемости выделялся камчатский гонатус - *Gonatus kamtschaticus* – 6.2% биомассы (7.39 тыс.т) и 54% встречаемости. Стоит отметить также, что не определенная до вида молодь составила 3.1% обилия (3.71 тыс.т), которая, вероятнее всего принадлежит к одному из двух доминирующих видов, и, таким образом, два вышеуказанных вида составляют 99.9% биомассы головоногих. На долю остальных видов пришлось сравнительно незначительное количество. Сводные данные по соотношению видов представлены в таблице 2.

Северный кальмар – *Boreoteuthis borealis* (Sasaki, 1923)

Один из наиболее массовых видов кальмаров в северо-западной пацифике. Ареал охватывает акваторию от Северного Хонсю и Калифорнии на юге до Берингова моря (Филлипова, 1997). Эвритермный вид способен к существованию в широком диапазоне температур. Наибольшие концентрации отмечаются в границах 300–500 м. Принадлежит к эпипелагической-океанической экологической группировке (Иванов,

Суханов, 2002). Совершает значительные вертикальные суточные миграции (молодь и взрослые особи) в пределах эпипелагиали и мезопелагиали вплоть до абиссальных глубин. Хищник, питается ракообразными, рыбами и кальмарами, а сам, в свою очередь, является объектом питания морских млекопитающих, крупных пелагических и донных рыб и морских птиц. Период жизни – 1 год. (Атлас..., 2010).

Т а б л и ц а 2

Соотношение видов теутоцена по частоте встречаемости (%), обилию (тыс.т) и численности (млн. экз) в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря в сентябре – октябре 2013г

	Районы 5+8			Район 7+9			Район 12			Суммарно		
	%	Тыс.т	Млн. экз	%	Тыс.т	Млн. экз	%	Тыс.т	Млн. экз	%	Тыс.т	Млн. экз
<i>Bb</i>	<u>100.0%</u>	43.94	2700.1	<u>33.3%</u>	0.01	0.2	<u>100.0%</u>	62.9	3619.7	<u>100.0%</u>	106.88	6320.0
<i>Bb</i> (мол.)	<u>43.8%</u>	0.65	253.0	-	-	-	<u>47.8%</u>	1.4	496.4	<u>42.9%</u>	1.99	749.5
<i>Gk</i>	53.8%	2.11	186.4	16.7%	<0.01	0.1	59.2%	4.5	207.1	54.3%	6.57	393.6
<i>Gk</i> (мол.)	23.1%	0.76	1572.8	-	-	-	2.0%	0.1	73.2	10.6%	0.82	1646.0
<i>Gsp.</i> (мол.)	20.5%	1.03	1338.5	-	-	-	40.8%	2.7	2999.5	29.8%	3.71	4338.0
<i>Go</i>	5.1%	0.01	0.5	-	-	-	4.1%	<0.01	0.2	4.3%	0.01	0.7
<i>Bm</i>	2.6%	0.09	0.2	16.7%	<0.01	0.2	-	-	-	2.1%	0.09	0.4
<i>Gm</i>	5.1%	0.06	0.7	-	-	-	6.1%	0.02	0.4	5.3%	0.08	1.1
<i>Gm</i> (мол.)	2.6%	<0.01	2.4	-	-	-	-	-	-	1.1%	<0.01	2.4

Примечание: (мол.) – менее 4 см по длине мантии, (=) – расчет встречаемости проводился по ночным тралениям, *Bb* – *Boreoteuthis borealis*, *Gk* – *Gonatus kamtschaticus*, *Gsp.* – *Gonatidae* sp., *Go* – *Gonatus onyx*, *Bm* – *Berryteuthis magister*, *Gm* – *Gonatus madokai*

Общая биомасса составила 108.87 тыс. т (106,88 тыс. т – взрослые; 1.99 тыс. т – молодь), что составляет 13.5% биомассы nekтона. Такой высокий показатель выводит данный вид в группу доминирующих видов, на третье место в ранговом ряду (после *Gasterosteus aculeatus* – Трёхиглая колюшка и *Oncorhynchus keta* - Кета). Общая численность северного кальмара составила 7069.5 млн. экз. (6320 млн. экз. – взрослые и 749.5 млн. экз. – молодь).

Наибольшие концентрации взрослых особей тяготели к центральным частям Алеутской и Командорской котловин (рис. 2). Размах значений плотности по всей акватории исследования варьировал в пределах 0.6 – 993.9 кг/км², при среднем значении – 221.0 кг/км². В 8-ом районе 10.2 – 993.9 кг/км², среднее значение – 249.13 кг/км². В 12-ом районе 2.0 – 843.7 кг/км², среднее значение – 227.6 кг/км². В 9-ом районе зафиксирован единичный улов одной особи массой 0.023 кг.

Молодь северного кальмара имела довольно разреженную мозаичную пространственную структуру. В целом, характер распределения можно ассоциировать с приуроченностью к наиболее глубоководным участкам. Наибольшие концентрации отмечены в северо-западной части 12-го района дугообразной кривой вдоль изобаты 3500 м. Диапазон значений плотности изменялся в пределах 0 – 41.2 кг/км² (минимальное резульативное значение – 0.2 кг/км²), при среднем значении – 4.5 кг/км². В 8-ом районе 0 – 24.7 кг/км², среднее значение – 3.87 кг/км². В 12-ом районе 0 – 41.2 кг/км², среднее значение – 5.4 кг/км².

Размерный ряд северного кальмара имел пределы от 2.25 до 15.25 см. Средний размер особи составил 6.98 см. При подсчете размерного ряда без учета коэффициента уловистости молоди распределение имеет характер нормального мономодального. При учете коэффициента уловистости молоди (количество промеренных особей длиной мантии менее 4 см умножалось на 10) распределение приобретает бимодальный характер (рис. 2). Первая модальная группа 3.5 – 4.0 см, характерная для молоди, составила 12.4% всей выборки и 75% молоди, средняя масса особи – 0.003 кг. Вторая модальная группа 6.0 – 7.0 см, к которой принадлежит группа взрослых особей, составила 38.3% всей выборки и 45.9% взрослых особей, средняя масса особи – 0.017 кг.

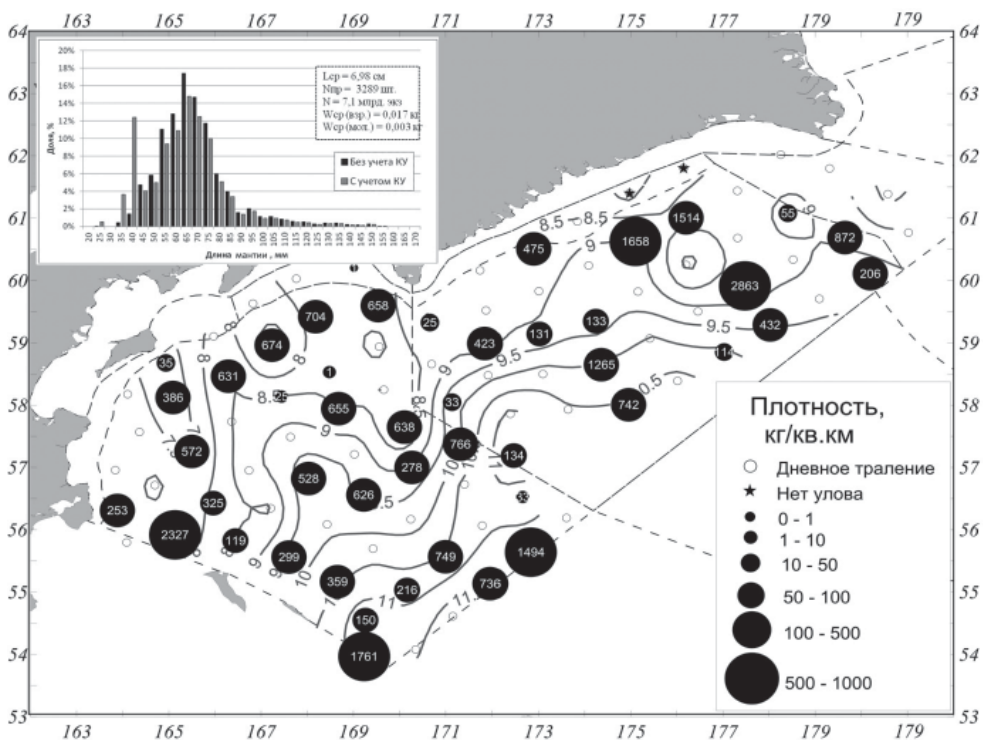


Рис. 2. Пространственное распределение взрослых особей и размерная структура *Boreoteuthis borealis* в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря в сентябре – октябре 2013г., линиями указаны изотермы поверхностной температуры, КУ – коэффициент уловистости

Камчатский гонатус – *Gonatus kamtschaticus* (Middendorff, 1849)

Распространенный эпипелагический – нерито-океанический кальмар (Иванов, Суханов, 2002). Ареал охватывает акваторию Северной Пацифики: южная глубоководная часть Берингова моря, восточная часть Охотского моря, Прикурильские воды, залив Аляска (Филлипова, 1997). Обитает в слое от приповерхностных вод до глубины более 500 м. Хищник, питается, в основном, ракообразными, птероподами, сагиттами, рыбами и головоногими, являясь при этом, объектом питания морского котика, кашалотов, дельфинов, лососей, морского леща, минтая, терпуга, кальмара Бартрама, морских птиц (Атлас..., 2010).

В период съемки встречался в уловах круглосуточно. Общая биомасса камчатского гонатуса за период исследования составила 7.39 тыс. т (6.57 тыс. т – взрослые; 0.82 тыс. т – молодь). Общая численность составила 2039.6 млн. экз. (393.6 млн. экз. – взрослые; 1646.0 млн. экз. – молодь). Дополнительные данные по обилию и численности данного вида в отдельных районах представлены в таблице 3.4.2.9.

В пространственном распределении, как взрослой стадии, так и молоди, наблюдалась неравномерность и приуроченность массовых концентраций к периферийным областям в районах свала глубин.

Основные концентрации взрослых особей камчатского гонатуса наблюдались вдоль восточной границы 12-го района и северо-восточной границы 8-го района. Сравнительно низкие значения плотности отмечались в центральных частях 8-го и 12-го районов, полностью этот вид отсутствовал в шельфовых областях (9-й, 7-й, 5-й районы) (рис. 3). Размах значений плотности по всей акватории исследования варьировал в пределах 0.0 – 209.3 кг/км² (минимальное результирующее значение – 0,1 кг/км²), при среднем значении – 14.0 кг/км². В 8-ом районе 0 – 129.2 кг/км², среднее значение – 12.7 кг/км². В 12-ом районе 0.0 – 209.3 кг/км², среднее значение – 18.2 кг/км².

Молодь камчатского гонатуса имела довольно разреженную и полярную структуру пространственного распределения. Так, молодь облавливалась только в юго-западной (1 результирующее траление) и северо-восточной окраинах акватории съемки. Незначительные концентрации наблюдались в центральной части 12-го района. Наибольшие концентрации отмечены на стыке 12-го и 5-го районов в области наваринского антициклона. Диапазон значений плотности изменялся в пределах 0 – 64.2 кг/км² (минимальное результирующее значение – 0.1 кг/км²), при среднем значении 1.8 кг/км². В 12-ом районе отмечено одно результирующее траление, плотность молоди в этом участке равнялась 12,0 кг/км². В 8-ом районе 0 – 64.2 кг/км², среднее значение – 3.9 кг/км². В 5-ом районе 0 – 20.4 кг/км², среднее значение – 5.4 кг/км².

Размерный ряд камчатского гонатуса имел пределы от 1.25 до 36.25 см. Средний размер особи составил 5.41 см. Распределение имеет бимодальный характер (рис. 3), как при расчетах с учетом коэффициента уловистости молоди, так и без него. Первая модальная группа 2.0-2.5 см, характерная для молоди, составила 39.2% всей выборки и 76.1% молоди, средняя масса особи – 0.0005 кг. Вторая модальная группа 7.0 – 8.0 см, к которой принадлежит группа взрослых особей, составила 15.5% всей выборки и 32.0% взрослых особей, средняя масса особи – 0.017 кг. Особи с длиной купола более 170 см встречались единично и не указаны на графике.

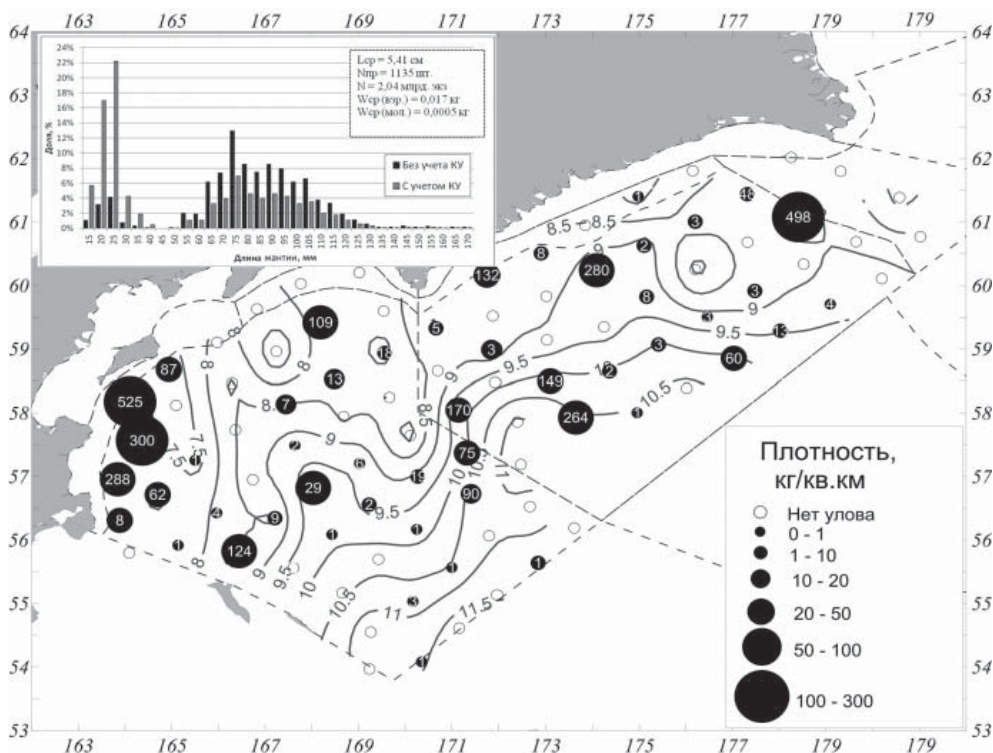


Рис. 3 Пространственное распределение взрослых особей и размерная структура *Gonatus kamtschaticus* в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря в сентябре – октябре 2013г., цифры в кружках – улов шт., линиями указаны изотермы поверхностной температуры, КУ – коэффициент уловистости

Другие виды кальмаров

Остальные кальмары семейства *Gonatidae* на протяжении всей съемки были представлены в уловах единичными особями. Как уже упоминалось выше, доля этих видов составляла всего 0,01 % от всей биомассы теутоцена.

Gonatus onyx (Однокрюкий гонатус) был отмечен 4-мя результативными тралениями в 8-ом и 12-ом районах.

Beryteuthis magister (Командорский кальмар) – было поймано 2 экземпляра данного вида в северо-восточной части 8-го района и 3 особи в 7-ом районе.

Gonatus madokai (Гонатус мадоки) – был отмечен в северо-восточной части 8-го района (2 трала) и южной части 12-го района (3 трала). Помимо этого, было поймано 2 экземпляра его молоди в одном трале в северо-восточной части 8-го района.

Л и т е р а т у р а

Катугин О.Н., Явнов С.В., Шевцов Г.А. Атлас головоногих моллюсков дальневосточных морей России / под ред. В.И. Чучукало. Владивосток: Русский остров, 2010. 136 с.

Атлас количественного распределения nekтона в западной части Берингова моря / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. М.: Национальные рыбные ресурсы, 2006. 1072 с.

Волвенко И.В. Морфометрические характеристики стандартных биостатистических районов для биоценологических исследований рыболовной зоны России на Дальнем востоке // Изв. ТИНРО. 2003. Т. 132. С. 27–42.

Гаврилов Г.М., Глебов И.И. Состав и структура nekтонного сообщества и макропланктона в западной части Берингова моря в осенний период // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра. Владивосток, 2002. Т. 130, ч. 3. Статус пелагических и донных сообществ и условий их обитания в ДВ морях. С. 1015–1026.

Глебов И.И., Свиридов В.В., Очеретянный М.А., Ефимкин А.Я., Слабинский А.М., Басюк Е.О. Характеристика nekтонных и планктонных сообществ в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и океанических вод Камчатки летом 2003 г. // Известия ТИНРО. Владивосток, 2004. Т. 139. С. 43–60.

Иванов О.А., Суханов В.В. Структура nekтонных сообществ прикурильских вод. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2002. 154 с.

Филлипова Ю.А., Алексеев Д.О., Бизилов В.А., Хромов Д.Н. Справочник-определитель промысловых и массовых головоногих моллюсков Мирового океана. М.: Изд-во ВНИРО, 1997. 272 с.

Шунтов В.П., Свиридов В.В. Экосистемы Берингова моря на рубеже 20 и 21-го веков // Известия ТИНРО: сб. науч. тр. Владивосток, 2005. Т. 142. С. 3–29.

Шунтов В.П., Дулепова Е.П., Темных О.С. и др. Глава 2. Состояние биологических ресурсов в связи с динамикой макроэкосистем в экономической зоне дальневосточных морей России // Динамика экосистем и современные проблемы сохранения биоресурсного потенциала морей России. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 75–176.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Адров Н.М.</i> Полянский и Камшилов в Дальних Зеленцах (эссе о рыцарях науки и её изгнанниках).....	5
<i>Ахметчина О.Ю.</i> Видовой состав и особенности распределения мшанок в заливе Хорнсунн (западный Шпицберген).....	10
<i>Баданин Ю.А.</i> Состав и распределение авифауны Баренцева и Карского морей в зимне-весенний период 2013 года по данным судовых наблюдений.....	16
<i>Брокарева Е.А.</i> Морфологические особенности репродуктивных органов фукусовых водорослей.....	23
<i>Валуйская Д.А., Дерябин А.А.</i> Радиоактивное загрязнение почвы и биоты севера Фенноскандии в 2011-2012 годах.....	30
<i>Ващенко П.С.</i> Результаты оценки чувствительности береговой линии к разливам нефти по индексу ESI, материалы экспедиции по Кольскому заливу 2013.....	37
<i>Галышева Ю.А., Нестерова О.В., Сердюк У.И., Ахметов А.Д.</i> Экологическая оценка донных отложений залива Владимира Японского моря.....	42
<i>Дворецкий А.Г., Дворецкий В.Г.</i> Влияние повреждений экзоскелета на линьку камчатского краба Баренцева моря	49
<i>Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г.</i> Сообщество планктонных копепод губы Ура и прилегающих вод.....	54
<i>Дикаева Д.Р.</i> Особенности распределения литоральных сообществ полихет в эстуарии Кольского залива.....	63
<i>Ежов А.В.</i> Численность и репродуктивные показатели в птичьих колониях Мурмана как индикатор состояния кормовой базы в пред- и гнездовой период.....	67
<i>Емелина А.В.</i> Реакция краба <i>Paralithodes camtchaticus</i> (Tilesius, 1815) на приближение и прохождение циклонов.....	74
<i>Клиндух М.П.</i> Сравнение методов извлечения свободных аминокислот из фукусовых водорослей.....	76
<i>Литвинов Ю.В.</i> Способность гренландских тюленей к выбору диметилсульфида по обонятельному признаку.....	82
<i>Луценко Е.С.</i> Годовая динамика общей численности бактерий планктона и перифитона каменистых субстратов литорали Кольского залива.....	86
<i>Мазникова О.А.</i> Результаты тралового учета численности чавычи (<i>Onco-rhynchus tschawytscha</i>) в западной части Берингова моря осенью 2013 г.....	91

Малавенда С.В. Пространственно-видовая структура донных фитоценозов Грен-фьорда архипелага Шпицберген.....	96
Малавенда С.С. Межвидовые взаимодействия <i>Fucus serratus</i> и <i>Palmaria palmata</i>	105
Метельский А.А. Макрофиты открытой части Печорского моря.....	108
Мещеряков Н.И. Структурные особенности песчаной косы залива Грен-фьорд (западный Шпицберген).....	113
Минзюк Т.В. Клеточный состав крови морского зайца.....	116
Ненашева-Желудкова А.И. Территориальное поведение кольчатой нерпы (<i>Pusa hispida</i>) и гренландского тюленя (<i>Pagophilus groenlandicus</i>), содержащихся в условиях неволи.....	122
Нехаев И.О. О возможных изменениях в распространении некоторых видов брюхоногих моллюсков в водах мурмана.....	126
Павлова М.А., Водопьянова В.В. Бактериопланктонные сообщества Обско-Тазовской губы.....	129
Пастухов И.А. Гидрохимические показатели разреза «Кольский меридиан» в ноябре 2013 года.....	136
Пахомов М.В. Особенности цветовосприятия гренландских тюленей Беломорской популяции.....	141
Смирнова Е.В. Анализ распределения видов рода <i>Triglops</i> Reinhardt, 1830 в Баренцевом и Карском морях.....	144
Сомов А.А. Теутоцен верхней эпипелагиали западной части Берингова моря в осенний период 2013 года: особенности распределения, обилия и доли в нектонном сообществе.....	150

CONTENTS

<i>Adrov N.M.</i> Polyansky and Kamshilov at Dalnye Zelentsi (an assay on knights and exiles of science).....	5
<i>Akhmetchina O.Y.</i> Species composition and distribution of moss animals in Hornsund Fjord (Spitsbergen Island, Svalbard Archipelago).....	10
<i>Badanin Y.A.</i> Composition and distribution of bird fauna in the Barents and Kara Seas in the winter – spring period of 2013.....	16
<i>Brokareva E.A.</i> Morphologic features of reproductive organs in fucus algae.....	23
<i>Valuiskaya D.A., Deryabin A.A.</i> Radioactive contamination of soil and biota in North Fennoscandia in 2011–2012.....	30
<i>Vaschenko P.S.</i> Assessment of vulnerability of the coastal line to oil spills by the ESI index, results of field studies in Kola Inlet in 2013.....	37
<i>Galysheva Y.A., Nesterova O.V., Serdyuk U.I., Akhmetov A.D.</i> Environmental assessment of bottom sediments in Vladimir Bay, Sea of Japan.....	42
<i>Dvoretsky A.G., Dvoretsky V.G.</i> Effects of damages to the exoskeleton in Barents Sea red king crabs on their moulting.....	49
<i>Dvoretsky V.G., Dvoretsky A.G.</i> Planktonic copepod community in Ura Bay and adjacent waters (Barents Sea).....	54
<i>Dikaeva D.R.</i> Distribution of littoral assemblages of polychaetes in the Kola Inlet estuary.....	63
<i>Yezhov A.V.</i> Numbers of birds and reproductive indices in bird colonies of Murman Coast as an indicator of food availability in the pre-nesting and nesting periods.....	67
<i>Yemelina A.V.</i> Reactions of the red king crab <i>Paralithodes camtchaticus</i> (Tilesius, 1815) on the approach and passing of cyclones.....	74
<i>Klindukh M.P.</i> Comparison of methods for extraction of free amino acids from fucus algae.....	76
<i>Litvinov Y.V.</i> Capability of Greenland seals to distinguish dimethyl sulphide by smelling.....	82
<i>Lutsenko E.S.</i> Annual dynamics of the total numbers of plankton and periphyton bacteria on rocky substrates in the Kola Intel littoral zone.....	86
<i>Maznikova O.A.</i> Results of the assessment of the chavycha (the Chinook salmon, <i>Oncorhynchus tshawytscha</i>) stock abundance by trawl surveys in the western Bering Sea in the autumn of 2013.....	91

<i>Malavenda S.V.</i> Spatial and species structure of bottom phytocenoses of Gronfjord, Spitsbergen Island (Svalbard Archipelago).....	96
<i>Malavenda S.S.</i> Inter-specific interactions of <i>Fucus serratus</i> and <i>Palmaria palmata</i>	105
<i>Metelsky A.A.</i> Macrophytes of the open part of the Pechora Sea.....	108
<i>Mescheryakov N.I.</i> Structural features of a sandyspit in Gronfjord Bay, Spitsbergen Island (Svalbard Archipelago).....	113
<i>Minzyuk T.V.</i> Cell composition of blood in the bearded seal.....	116
<i>Nenasheva-Zheludkova A.I.</i> Territorial behavior of the ringed seal <i>Pusa hispida</i> and the Greenland seal <i>Pagophilus groenlandicus</i> under captivity conditions.....	122
<i>Nekhaev I.O.</i> Possible changes in distribution of some species of gastropod mollusks off the Murman Coast.....	126
<i>Pavlova M.A., Vodopyanova V.V.</i> Bacterioplanktonic assemblages in Ob and Taz Bays.....	129
<i>Pastukhov I.A.</i> Hydrochemical parameters of water along the Kola Meridian Transect in November 2013.....	136
<i>Pakhomov M.V.</i> Color vision in Greenland seals from the White Sea population...	141
<i>Smirnova E.V.</i> Analysis of species distribution of order Triglops Reinhardt, 1830 in the Barents and Kara Seas.....	144
<i>Somov A.A.</i> Teutocenosis of the upper epipelagic layer in the western Bering Sea in the autumn of 2013, distribution, abundance and the share in the nekton community.....	150

Научное издание

**ЭКОЛОГО-ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ И ЭКОСИСТЕМ**

Материалы XIV международной научной конференции студентов и аспирантов
«Проблемы арктического региона».

Том I. Форум молодых ученых, посвященный 100-летию
со дня рождения Ю.И. Полянского
(XXXII ежегодная конференция молодых ученых ММБИ).

(май 2014 г.)

*Оригинал-макет А.В. Дьяконова
Оформление обложки А.В. Дьяконова
Перевод В.В. Пономарев*

*Утверждено к печати
ММБИ КНЦ РАН*

Подписано к печати 23.04.2014
Формат бумаги 60x84 1/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Calibri
Уч. изд. л. 12.14. Заказ № 232. Тираж 120 экз.

Отпечатано в ООО «Милори»