

БИОЛОГО-ПОЧВЕННЫЙ ФАКУЛЬТЕТ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА

ХII НАУЧНАЯ СЕССИЯ
МОРСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

4 февраля 2011 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Санкт-Петербург
2011

Оргкомитет XII сессии МБС СПбГУ от лица всех участников благодарит руководство и сотрудников биолого-почвенного факультета Санкт-Петербургского государственного университета и Морской биостанции СПбГУ за помощь и поддержку при проведении исследовательских работ и самой сессии.

Представленные работы выполнены при финансовой поддержке Министерства Образования и Науки и Российского Фонда Фундаментальных Исследований.

Настоящий сборник тезисов докладов опубликован при финансовой поддержке биолого-почвенного факультета СПбГУ.

XII научная сессия МБС СПбГУ. Тезисы докладов. СПб., 2011. 88 с.

Редактор: М. В. Католикова.

© Биолого-почвенный факультет СПбГУ, 2011.

Уважаемые друзья и коллеги!

Научные сессии Морской биологической станции Санкт-Петербургского государственного университета проводятся с 2000 г. и стали уже традиционным ежегодным отчетом о научных результатах, полученных на базе МБС сотрудниками и студентами биолого-почвенного факультета университета.

Сегодня - это единственный наш форум, на котором студенты и сотрудники разных кафедр СПбГУ могут обсудить друг с другом итоги своих научных изысканий. Тематика докладов на сессии всегда отличалась многопрофильностью. И в данном случае участники нашего форума ознакомились с работами, выполненными на молекулярном, клеточном, организменном и биоценоотическом уровнях. Можно констатировать высокий вполне современный научный и исполнительный уровень представленных работ.

В настоящей сессии приняли участие около 50 человек. Более половины участников – бакалавры, магистры, аспиранты и молодые специалисты университета. Однако одна из задач сессии - это расширение контактов и совместных исследований с коллегами из других биологических учреждений Северо-Запада России. К сожалению, далеко не все подразделения, использующие МБС СПбГУ как базу для научной работы, участвуют в нашей сессии. Нам хотелось бы видеть среди ее участников представителей географического факультета СПбГУ и Казанского государственного университете. Мы не можем не отметить возросший интерес к сессии учеников Дворца Творчества Юных, и как перспективное явление в формате сессии МБС СПбГУ расцениваем постоянное участие в её работе сотрудников Зоологического института РАН и Цитологического института РАН, и появление работ Мурманского государственного технического университета.

Большинство авторов настоящего сборника – универсанты, поэтому в заглавиях докладов Оргкомитет счел возможным указывать место работы только наших коллег из других учреждений.

Наш оргкомитет:

Николай Владимирович Максимович (nicmax1950@mail.ru)

Андрей Игоревич Гранович (granovich@mail.ru)

Игорь Арсеньевич Стогов (igor_stogov@yahoo.com)

Фатеев Андрей Эдуардович (andrey.fateev@gmail.com)

Татьяна Григорьевна Шапошникова (matrix.evo@gmail.com)

Роман Петрович Костюченко (roman_kostyuchenko@pochta.ru)

Александр Валентинович Жук (Zhuk@AZ3788.spb.edu)

Сергей Владимирович Мыльников (Sorex.araneus@gmail)

Технический редактор сборника: Марина Викторовна Католикова (katolikova@mail.ru)

Почтовый адрес сессии (информация и тезисы на очередной научный семинар): mbsspbgu@yandex.ru

Содержание

Биохимия

- Бахмет Е.И., Яковлева Н.В., Горбушин А.М.** Характеристика 9
нового семейства фибриноген-родственных лектинов у
двустворчатого моллюска *Mytilus edulis*
- Борисова Е.А., Яковлева Н.В., Горбушин А.М.** 10
Функциональная характеристика лектина LiCTL из гемоцитов
Littorina littorea

Гидробиология, Ихтиология

- Аристов Д.А., Плотников М.А.** Изучение заселения 11
небольших освободившихся участков илисто-песчаного грунта на
беломорской литорали
- Басова Л.А., Ганцевич М.М., Иванова А.Н., Стрелков П.П.** 12
Популяционная изменчивость *Mascota balthica* в беломорском
эстуарии реки Кереть
- Генельт-Яновский Е.А.** Оценка применимости центро- 14
периферической концепции биогеографии к конкретному виду:
популяции *Cerastoderma edule* (Bivalvia: Cardiidae) северной
Европы
- Деревщиков А.В., Кравец П.П., Шошина Е.В.** Исследование 15
макрозообентоса литорали губ Кандалакшского залива Белого моря
- Дядичко В.Г.** Новые данные о водных Adephaga (Coleoptera) 18
островных водоемов Белого моря
- Ершов П.Н.** О плодовитости трехиглой колюшки *Gasterosteus* 19
aculeatus Кандалакшского залива Белого моря
- Зеленников О.В., Ивлев К.В.** К исследованию пресноводной 21
формы кумжи *Salmo trutta* L. в водоемах Карельского побережья
Белого моря
- Иванова Т.С., Лайус Д.Л., Иванов М.В.** Количественные 23
данные по сообществам рыб прибрежной зоны Кандалакшского и
Онежского заливов Белого моря
- Католикова М.В., Хайтов В.М., Ганцевич М.М., Вайнола Р.,** 26
Стрелков П.П. Тихоокеанская мидия *Mytilus trossulus* в
Кандалакшском заливе Белого моря: распространение и
гибридизация с *M. edulis*

Католикова М.В., Хайтов В.М., Ганцевич М.М., Вайнола Р., Стрелков П.П.	Использование признаков окраски эпителия ноги и степени развития перламутрового слоя в районе лигамента раковин для дискриминации беломорских мидий <i>Mytilus edulis</i> и <i>M. trossulus</i>	28
Кокорева А.В., Стогов И.А.	Структура фитопланктона эстуариев р. Кереть и р. Летняя (Карельское побережье Белого моря)	30
Максимович Н.В., Филиппова Н.А.	Методические аспекты описания неоднородности сообществ литорали Белого моря	32
Машнин А.А., Кравец П.П., Шошина Е.В.	Состояние поселений мидий Кольского залива	35
Медведчук А.П., Герасимова А.В., Филиппова Е.А.	О характере распределения разновозрастных особей <i>Macoma balthica</i> L. в пределах типичных местообитаний вида на литорали Керетского архипелага (Кандалакшский залив, Белое море)	37
Мовчан Е.А., Стогов И.А., Полякова Н.В.	Концентрация фитопигментов в планктоне беломорских пресноводных наскальных ванн	39
Полякова Н.В., Ивлев К.В.	Оценка структурных показателей сообществ зоопланктона озера Нижнее Старушечье (Карельский берег Белого моря)	40
Стогов И.А., Мовчан Е.А.	Продукция мейобентоса оз. Могильное (о. Кильдин, Баренцево море)	41
Старков А.И., Полякова Н.В.	Ракообразные <i>Harpacticus uniremis</i> солоноватоводных наскальных ванн Кандалакшского залива Белого моря	42
Шатских Е.В., Лайус Д.Л., Иванова Т.С., Иванов М.В.	Распределение трехиглой колюшки в прибрежной зоне Белого моря и долговременные изменения ее численности	44

Зоология беспозвоночных

Крапивин В.А.	Фауна симбионтов <i>Mytilus edulis</i> (L) литорали и верхней сублиторали губы Чупа Кандалакшского залива Белого моря	47
Крупенко Д.Ю.	Особенности организации кожно-мышечного мешка в районе вентральной впадины у нескольких видов трематод	49
Кузнецов И.Б., Корсун С.А.	<i>Protelphidium niveum</i> (Lafrenz) – новый для Белого моря вид фораминифер семейства Elphidiidae	51
Максимович А.Н., Гранович А.И.	Особенности динамики численности модельных популяций <i>Littorina obtusata</i> в Кандалакшском заливе Белого моря	52

Раилкин А.И., Шилова О.А., Ефимова Л.Н., Чикадзе С.З., Манылов О.Г., Гагаринова Н.Г.	Эффективность	53
противоадгезионных веществ в растворах и в покрытиях		
Сказина М.А., Кузьмин А.А., Хайтов В.М.	Микроскульптура	55
периостракума как определительный признак беломорских астартид		
Тамберг Ю.Ю., Шунатова Н.Н., Яковис Е.Л.	Пищевые	57
взаимодействия камптозоев <i>Loxosomella nordgardi</i> и мшанок <i>Tegella armifera</i> in situ и в эксперименте		
Хайтов В.М., Бильская Д.С.	Влияние мидий на заселение	59
литорали		
Хайтов В.М., Зайчикова А.А., Католикова М.В., Стрелков П.П.	О возможности применения морфологических признаков для дискриминации популяций <i>Mytilus edulis</i> и <i>Mytilus trossulus</i> в Белом море	61
Хайтов В.М., Киркилевич А.Ю.	Реакция <i>Masoma balthica</i> на химические сигналы от хищника	63
Хайтов В.М., Лоскутова Т.В.	Оценка возрастной структуры поселений мидий по данным анализа размеров моллюсков	65
Хайтов В.М., Шилов А.И.	Влияние мидий на рост литоральных зеленых водорослей	67
Шунькина К.В., Островский А.Н.	Реконструкция жизненного цикла хейлостомной мшанки <i>Cribrillina annulata</i> (Bryozoa: Gymnolaemata) на талломах ламинарии	69

Физиология и биохимия растений

Маслов Ю.И., Тараховская Е.Р.	Исследование газообмена	71
ряда листоватых лишайников побережья Белого моря		

Цитология, Гистология

Адонин Л.С., Найден А.В., Матвеев И.В., Подгорная О.И., Шапошникова Т.Г.	Иммуноцитохимическое исследование пластинки контакта ооцита <i>Aureli aurita</i> (Cnidaria)	72
Баженова М.А., Сухачев А.Н., Трулев А.С., Кудрявцев И.В.	Влияние лектинов на интенсивность адгезии различных фракций целомоцитов морской звезды <i>Asterias rubens</i>	73
Обухов Д.К., Обухова Е.В., Пущина Е.В., Мартынова О.В.	Сравнительный анализ цитоархитектоники конечного мозга лососеобразных рыб	76

Соловьева А.И., Подгорная О.И., Галактионов Н.К. Метод Транспозон Дисплея как инструмент выявления генетического полиморфизма 78

Шакирова А.И., Иванова Т.И., Кудрявцев И.В. Использование методов световой микроскопии и проточной цитометрии в изучении путей гибели эритроцитов миног (*Lampetra fluviatilis*) в преднерестовый период 79

Шарлаимова Н.С., Зенин В.В., Шабельников С.В., Петухова О.А. Субпопуляции клеток целомического эпителия морской звезды *Asterias rubens* L., характеризующаяся высоким ядерно-цитоплазматическим отношением 80

Эмбиология

Состина Д.М., Новикова Е.Л., Кулакова М.А. Динамика каудальной регенерации у nereidных полихет при декапитации 81

Халаман В.В., Мухина Ю.И. Оседание личинок губки *Halichondria panicea* (Pallas) под воздействием экскреторно-секреторных продуктов некоторых организмов-обрастателей 83

Участники XII научной сессии МБС СПбГУ 85

Бахмет Е.И., Яковлева Н.В.¹, Горбушин А.М.¹ Характеристика нового семейства фибриноген-родственных лектинов у двустворчатого моллюска *Mytilus edulis*

¹Институт эволюционной физиологии и биохимии РАН, Санкт-Петербург

Роль лектинов в иммунной системе беспозвоночных животных – одна из ключевых. Эти белки способны связываться с паттерном углеводных остатков на поверхности различных патогенов. Фибриноген-родственные белки (FREPs - fibrinogen related proteins) несут в своем составе фибриногеновый (FBG) домен и являются паттерн-распознающими молекулами лектиновой природы. В белках человека FBG-домен присутствует в β -фибриногене, тенасцине и М-фиколине – белке, задействованном в лектиновом пути активации системы комплемента. У моллюсков участие фибриноген-родственных белков в защитных реакциях показано для гастроподы *Biomphalaria glabrata* (BgFREP) и двустворки *Argopecten irradians* (AiFREP).

Мы обнаружили новое семейство лектинов MytFREP, представленное, по крайней мере, восемью паралогичными генами, исходно обнаруженными в беломорском моллюске *Mytilus edulis*. Получены частичные или полные нуклеотидные последовательности молекул мРНК, кодирующих все эти гены (MytFREP1-8). С помощью базы неаннотированных последовательностей GenBank EST установлено, что кроме *M. edulis*, ортологичные MytFREP-гены присутствуют и у двух других митилид: *M. galloprovincialis* и *M. californianus*.

Белки, кодируемые генами MytFREP – относительно короткие молекулы (230 - 249 аминокислот) с расчетным молекулярным весом 23 - 25 kDa и изоэлектрической точкой 5,4-8,5. Архитектурно, состоят лишь из консервативного С-терминального FBG-домена, несущего аминокислотный мотив, характерный для лектинов, способных связываться с N-ацетилированными сахарами.

Все гены семейства экспрессируются, главным образом, в циркулирующих клетках гемолимфы моллюсков – гемоцитах. При этом экспрессия некоторых MytFREP отличается заметной несбалансированностью – количественное преобладание продукта того или иного гена существенно отличается у каждой особи.

Большое структурное сходство генов нового семейства и гена AiFREP из *A. irradians* позволяет экстраполировать его иммунные свойства на представителей MytFREP. Для экспериментальной модуляции экспрессии генов семейства *in vivo* и *in vitro* протестированы следующие иммунные индукторы: LPS (липополисахарид), стафилококковый реагент,

зимозан, ряд видов бактерий и церкарии трематоды *Himasthla elongata*. Изменений в характере экспрессии в гемоцитах в присутствии этих индукторов не обнаружено, что свидетельствует о конституитивном характере экспрессии MytFREP и/или, предположительно, о высокой специфичности механизмов индукции экспрессии этих генов.

Исследование проведено при поддержке РФФИ, грант № 09-04-01255.

Борисова Е.А., Яковлева Н.В.¹, Горбушин А.М.¹ Функциональная характеристика лектина LiCTL из гемоцитов *Littorina littorea*

¹Институт эволюционной физиологии и биохимии РАН, Санкт-Петербург

В рамках проводимых работ по изучению «простых» иммунных систем нами охарактеризован лектин С-типа из гемоцитов переднежаберного моллюска *Littorina littorea*, названный LiCTL. Целью настоящей работы является его функциональная характеристика.

В дрожжах *Pichia pastoris* получен рекомбинантный LiCTL (rLiCTL). Электрофоретическая подвижность белка соответствует расчетной – 23,4 кДа. Анализ функциональных свойств rLiCTL подтвердил исходную гипотезу о том, что белок может быть задействован в иммунных реакциях литторин. Протеин агглютинирует эритроциты мыши, кролика и человека и является опсонизирующим фактором – его присутствие значительно повышает фагоцитарный индекс гемоцитов в экспериментах *in vitro*. Влияние rLiCTL на адгезию гемоцитов к стеклу аналогично таковому плазмы литорины – в присутствии белка клетки более адгезивны к субстрату, чем друг к другу.

Был выполнен ряд экспериментов по ингибированию гемагглютинации различными моносахаридами, а также хелатирующими агентами. Установлено, что этот процесс является Са-зависимым, однако супрессии гемагглютинирующей активности rLiCTL в присутствии 6 протестированных сахаров: D-глюкозы, D-галактозы, D-маннозы, L-фукозы, N-ацетилгалактозамина, N-ацетилглюкозамина, не зарегистрировано. Последний факт может свидетельствовать о большем сродстве углевод-связывающего сайта лектина к гликокаликсу на поверхности эритроцитов, чем к свободным моносахарам.

Поликлональные антитела к рекомбинантному LiCTL были получены путем иммунизации мышей. Методом Western-блоттинга подтверждено присутствие лектина в гемоцитах и в плазме литорины. Показано, что он секретируется циркулирующими иммунными клетками в культуральную среду в экспериментах *in vitro*, связывается с клеточной стенкой дрожжей и кишечных палочек. Также при помощи иммуногистохимического окрашивания препаратов клеток гемолимфы установлено, что популяция

гемоцитов гетерогенна по степени экспрессии исследуемого белка. Вероятно, лектин LiCTL выступает в роли паттерн-распознающего рецептора гемоцитов *Littorina littorea*.

Исследование проведено при поддержке РФФИ, грант № 09-04-01255.

Гидробиология, Ихтиология

Аристов Д.А., Плотников М.А.¹ Изучение заселения небольших освобожденных участков илисто-песчаного грунта на беломорской литорали

¹ЭБЦ «Крестовский остров» СПбГДТЮ, Санкт-Петербург

Литораль морей, покрывающихся на зиму льдом, является нестабильной зоной. На беломорской литорали, вследствие приливов и отливов, подвижки льда вызывают перемещение грунта, в том числе, например, камней. Постоянное перемещение камней на литорали препятствует возникновению достаточно устойчивых сообществ макробентоса. Таким образом, сообщество литорали представляется крайне мозаичным, вследствие несинхронных процессов дефаунации и реколонизации на различных участках осушной зоны. Немаловажным вопросом в этой связи является вопрос о времени заселения вновь освобожденных участков грунта. Это и явилось целью настоящего исследования.

Для моделирования процессов заселения на литорали губы Большая Песчаная острова Ряжков (67° 01 СШ, 32° 34 ВД) в июле 2010 года были случайно выбраны 15 камней около 30 см в максимальном измерении, плоско и неглубоко лежащих в илисто-песчаном грунте. Бралась 2 пробы рамкой с площадью захвата 1/133 м² около камня и под ним. После этого производилось три последовательные съемки – через 4, 6 и 15 дней, соответственно. В каждую съемку повторно отбирали пробы в 5 случайно выбранных участках, на которых были камни и около них. После отбора проб участки выводились из эксперимента. Данные обрабатывались методами вариационной статистики, а также многомерными статистическими методами.

Во время постановки эксперимента на участках грунта под камнями представителей макрозообентоса обнаружено не было. Однако, по результатам многомерного анализа, уже на 4 день численность и биомасса животных около камня и на месте камня достоверно не отличалась ($Rho = -0,128$; $p = 86,5\%$). При этом сходство между контрольным и экспериментальным сообществом не росло от съемки к съемке, а изменялось стохастически. Это, а также тот факт, что некоторые

интегральные характеристики сообщества (например, соотношение биотурбаторов и седиментаторов, а также индекс олигомиксности) до последней съемки различаются в контрольной и экспериментальной сериях, указывают на то, что для заселения животными новых участков грунта и образования «нормального» сообщества может потребоваться более полумесяца от момента высвобождения нового субстрата.

Басова Л.А., Ганцевич М.М.¹, Иванова А.Н., Стрелков П.П.
Популяционная изменчивость *Macoma balthica* в беломорском эстуарии реки Кереть

¹Кафедра зоологии беспозвоночных МГУ, Москва

В предыдущей работе нами было охарактеризовано распределение значений основных факторов среды, существенных для литорального бентоса в беломорском эстуарии реки Кереть (Басова и др., 2004). В настоящем докладе мы обсуждаем популяционную изменчивость *Macoma balthica* в этом районе. Макома повсеместно доминирует в литоральных сообществах района, включая приустьевые участки с низкой соленостью. Изучена изменчивость плотности, возрастной структуры, роста, полиморфизма окраски раковины и аллозимов в литоральных поселениях ракушки эстуария.

Обследованы губа Кереть и пролив Узкая Салма. В 35 поселениях оценены плотность и частоты морф окраски раковины, из них в 23 поселениях – возрастная структура по кольцам зимней остановки роста и скорость роста по стандартизованным размерам годовых колец. Независимо собранные 12 качественных выборок генотипированы методом крахмального электрофореза по 4–5 локусам. Проведено сравнение поселений маком, расположенных на разном удалении от устья реки Кереть (комплексный фактор «эстуарность») и на разных горизонтах литорали (комплексный фактор «время осушения литорали»). Дисперсионным анализом сравнивались поселения с двух горизонтов литорали (выше и ниже изобаты +0.6 м) из трех участков эстуария (губа Кереть, западная и восточная части Узкой Салмы). Связь между значениями факторов и признаков также анализировалась с помощью корреляционного анализа.

Плотность поселений варьирует от 3 до 470 экз/м². С приближением к устью реки плотность снижается ($r = 0,41$, $p < 0,05$). Вертикальные различия существенны только в губе Кереть: на нижнем горизонте маком больше.

Возрастная структура поселений маком эстуария представлена особями от 1 до 10 лет. При анализе пространственной изменчивости

выявлена одна закономерность: доля молодых моллюсков (1 - 3 лет) ниже на верхнем горизонте литорали, чем на нижнем.

Скорость роста маком в районе исследования относительно не высока, к 7 - 8 годам они достигают в среднем 13 - 15 мм длины. Мы не смогли выявить влияние ни одного из изученных факторов на скорость роста моллюсков.

Частоты морф. В поселениях доминируют белые морфы (35 - 59%), оранжевые составляют 17 - 41%, красные – 11 - 34%, минимальную долю имеют желтые морфы – 0 - 11 %. По частотам морф исследуемые поселения гомогенны.

Аллозимы. Пространственная изменчивость частот аллелей по четырем локусам (Idh-2, Per, Pgm, Lap) является коррелированной, различия между выборками по индивидуальным признакам составляют 20 - 30 %. Закономерных различий между горизонтами литорали и участками эстуария не выявлено. В то же время, генетически наиболее обособленным оказывается поселение из самой опресненной части губы. По пятому локусу (Idh-1) материал гомогенен, что противоречит выводам других авторов (Hummel et al, 1998) о вертикальной изменчивости по Idh-1 в беломорских популяциях.

Согласно распространенной точке зрения, низкая соленость должна оказывать негативное воздействие на особей и популяции морских организмов (Wolowicz et al, 2007). Исследования, проведенные в эстуарии реки Кереть на улитках *Littorina saxatilis* (Соколова, 2000) и бурой водоросли *Fucus vesiculosus* (Ruuskanen, Bäck, 2002), выявили негативное влияние низкой солености на скорость роста и выживаемость молоди улиток и на вегетативные параметры фукуса. Полученные нами результаты, демонстрирующие положительное влияние солености и отрицательное влияние времени осушения на численность ракушек (в первую очередь молоди), являются ожидаемыми. Отсутствие подобного влияния на скорость роста неожиданно, поскольку рост считается интегральной характеристикой физиологического состояния организма (Gunter, 1961). Можно предложить несколько гипотез, объясняющих полученный результат:

1. Как эстуарный организм, макома хорошо адаптирована к диапазону значений факторов, при которых существуют наши поселения.

2. Негативное влияние низкой солености на *M. balthica* в опресненном куту губы компенсируется лучшими трофическими условиями. В устье Керети повышено содержание органических веществ в грунте, что объясняется привносом органики из реки (Басова и др., 2004).

Другим неожиданным для нас результатом явилось отсутствие связи между изученными факторами среды и показателями генетической изменчивости. Беломорская *M. balthica* характеризуется повышенным

уровнем полиморфизма и значимой, согласованной по целому ряду локусов, пространственной изменчивостью частот генов (Strelkov et al, 2007, данные настоящей работы). Какие факторы обуславливают этот пространственный паттерн, остается непонятным.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (02.740.11.0875).

Генельт-Яновский Е.А. Оценка применимости центро-периферической концепции биогеографии к конкретному виду: популяции *Cerastoderma edule* (Bivalvia: Cardiidae) северной Европы

Одна из наиболее обсуждаемых в настоящее время концепций биогеографии предполагает наличие в пределах ареала вида «центро-периферического паттерна», а именно - уменьшение показателей обилия и стабильности популяций в направлении от центра ареала к его краям (Guo et al., 2005; Sagarin et al., 2006).

Cerastoderma edule (Linnaeus, 1758) – вид бореально-лузитанского происхождения. Ареал *C. edule* на юге ограничен проливом Гибралтар и атлантическим побережьем Северной Африки, а на севере - Мурманским побережьем Баренцева моря (Зацепин и др., 1948; Филатова, 1957; Cardoso et al., 2009). Целью работы стало описание популяций *C. edule* на Мурмане - наименее изученных в пределах ареала, и проверка гипотез об особенностях популяций прибрежных беспозвоночных на северной границе ареала вида. Помимо Мурмана, материал также собирали на побережье южной Ирландии (Корк), юго-западной части Уэльса (Барри Инлет), на шведском побережье пролива Скагеррак (Чарно), и северной Норвегии (Тромсё).

В центральной части ареала сердцевидка часто доминирует в литоральных сообществах (плотность поселения до 1000-1500 экз./м²) и выступает в роли эдификатора (Dare et al., 2004). Восточнее плотность поселения снижается (100 - 500 экз./м²), а в смежном районе с Мурманским побережьем (Норвегия, Тромсё) численность *C. edule* как правило не превышает 25 экз./м² (Oug, 2001). Отмеченные нами показатели обилия *C. edule* на Мурмане заметно ниже значений плотности поселения вида в центре ареала - северо-восточной части Атлантики. Наибольшая численность *C. edule* отмечена в Пала-губе в 2006 г. (около 60 экз./м².); на Восточном Мурмане плотность поселения сердцевидки в 2002 - 2009 гг. не превышала 20 экз./м².

Важным свидетельством пластичности вида на краю ареала считается смещение баланса между скоростью роста, продолжительностью жизни и репродуктивным потенциалом особей. При сравнении кривых роста

кривых и величин годового прироста показано замедление ростовых процессов *C. edule* в северо-восточной части ареала (Мурманское побережье) по сравнению с западными районами распространения вида. Раковины *C. edule* с побережья Баренцева моря более уплощены по сравнению с моллюсками из акваторий Норвегии, Британских островов и Скагеррака. Считается, что необычно короткая для крупных *Bivalvia* продолжительность жизни *C. edule* в центральной части ареала компенсируется ранним наступлением половозрелости (в возрасте 1+) и высоким репродуктивным потенциалом этого вида (Cardoso et al., 2009). В поселениях *C. edule* на Мурманском побережье эффективность нереста (оцениваемая по массовому пополнению молодью) невелика, зато максимальная продолжительность жизни особей (до 13 лет) и возраст наступления половозрелости (3 года) выше, чем в западноевропейских популяциях.

В результате предварительного исследования полиморфизма митохондриального гена цитохромоксидазы субъединицы I (COI) было выявлено снижение генетического разнообразия популяций *C. edule* на Мурмане по сравнению с популяциями из западной Европы. Это соответствует ожидаемой на границе ареала частичной изоляции от популяций центральной части ареала. Неожиданным результатом является наличие на Мурмане выраженной микропространственной изменчивости – сосуществования в соседних бухтах мономорфных и полиморфных популяций *C. edule*. Для двустворчатых моллюсков, в жизненном цикле которых присутствует планктонная личинка, типична большая дисперсия, которая должна приводить к однородности поселений в большом масштабе. Источник обнаруженной нами пространственной изменчивости на настоящий момент не ясен, и является перспективным направлением исследований.

Деревщиков А.В.¹, Кравец П.П.¹, Шошина Е.В.¹ Исследование макрозообентоса литорали губ Кандалакшского залива Белого моря

¹Мурманский государственный технический университет, Мурманск

Работа проводилась с целью изучения структуры поселений зообентоса на литорали губ Чупа и Колвица Кандалакшского залива Белого моря, а так же оценки зависимости распределения фауны от факторов среды.

Для исследования были отобраны пробы на литорали губы Чупа в бухтах Сельдяная и Левая и в губе Колвица. Протяженная губа Колвица расположена в кутовой части Кандалакшского залива, является губой фьордового типа, в которую впадает полноводная р. Колвица. В куту губы располагается обширная илисто-песчаная литораль, в остальной части

губы – скалистая. Небольшие по площади бухты Сельдяная и Левая представлены илисто-песчаной (Сельдяная) и скалистой литоралью (Левая), не испытывают значительного влияния берегового стока и расположены в центральной части Кандалакшского залива.

Для отбора проб был использован метод линейных трансект. Пробы отбирались рамкой с площадью 0,1 м² на 3х разрезах в каждой губе (в куту, в устье и в центральной части), на 3х горизонтах (верхнем, среднем и нижнем) в трехкратной повторности. Отобранные пробы промывались через сито с размером ячеек 1 мм. Оставшаяся часть грунта после промывки была просмотрена под бинокулярным микроскопом МБС-10.

В просмотренных пробах было определено 29 таксонов беспозвоночных, список которых приводится ниже.

Губа Чупа – Бухта Сельдяная: Polychaeta: *Nereis pelagica* *Capitella capitata*, *Castalia punctata*, *Arenicola marina*, *Lumbriconereis* sp.; Bivalvia: *Mytilus edulis*, *Mya arenaria*, *Macoma balthica*; Gastropoda: *Littorina obtusata*, *Hydrobia ulvae*; Hydrozoa: *Dynamena pumila*; Crustacea: *Jaera albifrons*; Nemertini: *Amphiporus lactifloreus*; Insecta g. sp.; Priapulida g. sp.

Губа Чупа – Бухта Левая: Polychaeta: *N. pelagica*, *C. capitata*, *Nereimyra punctata*, *Euchone analis*, *A. marina*; Bivalvia: *M. edulis*, *M. arenaria*, *M. balthica*; Gastropoda: *Littorina* sp., *Testudinallia tessellate*, *H. ulvae*; Hydrozoa: *Dynamena pumila*; Crustacea: *Balanus balanoides*; Nemertini: *A. lactifloreus*; Bryozoa: *Flustrellidra hispida*; Asteroidea: *Asterias rubens*.

Губа Колвица: Polychaeta: *N. pelagica*, *C. capitata*, *A. marina*; *Nematoda* g. sp.; Bivalvia: *M. balthica*, *M. edulis*; Gastropoda: *Littorina saxatilis*, *H. ulvae* Crustacea: *Gammarus duebeni*, *Amphitoe rubricata*, *Crangon crangon*, *B. balanoides*, *J. albifrons*; Insecta: Diptera g. sp., Trichoptera g. sp.

Литоральное население губы Колвица, расположенной в кутовой части Кандалакшского залива и испытывающей значительное влияние обширного пресноводного стока р. Колвица, значительно беднее, чем небольших по площади бухт губы Чупа, расположенных в центральной части Кандалакшского залива.

Как видовое богатство, так и показатели биоразнообразия в рассматриваемых бухтах губы Чупа выше, чем в губе Колвица. Так на литорали бухт Сельдяная и Левая отмечено 22 вида беспозвоночных, а индекс Шеннона составил 2,26, в то время как эти показатели в губе Колвица составили 15 видов и 2,11, соответственно. Плотность организмов губы Чупа более чем в 3 раза выше, чем в губе Колвица. Однако биомасса в губе Чупа выше не более чем в 2 раза.

Сравнение бухт по горизонтам литорали и по разрезам показало следующие результаты.

На нижнем горизонте в бухте Сельдяная отмечено большое число организмов с малой массой. В бухте Левая биомасса организмов чуть больше, но значительно более низкая численность (организмы крупнее). На среднем горизонте литорали в бухте Левая наблюдается малое количество организмов с большой массой. В бухте Сельдяная организмы более мелкие, но их плотность поселения выше. Их общая биомасса ниже, чем в бухте Левая. На верхнем горизонте литорали в бухте Левая наблюдается очень низкая биомасса и высокая плотность поселения литоральных организмов, в бухте Сельдяная – более низкие показатели биомассы и плотности.

При изучении кутовой части бухты Левая была выявлена низкая биомасса и высокая плотность поселения организмов. В бухте Сельдяная наблюдается та же тенденция, но присутствие большого количества крупных особей *Mya arenaria* значительно увеличило биомассу по сравнению с губой Левая. В центральной части губы Левая зарегистрирована очень высокая биомасса и низкая плотность поселения литоральных организмов, в то время как в губе Сельдяная при низкой биомассе наблюдается высокая плотность. В устье бухты Левая по сравнению с кутом в два раза падает биомасса и плотность литоральных организмов. В устьевой части бухты Сельдяная, наоборот, наблюдаются наибольшие показатели биомассы и плотности поселения.

На литорали бухты Левая наиболее массовыми видами являются: *S. capitata*, *D. pumila*, *H. ulvae*, в бухте Сельдяной – *H. ulvae*, *A. lactifloreus*, *M. balthica*

Наибольшее видовое разнообразие в губе Колвица, как и в бухтах губы Чупа, было так же отмечено в ее средней части в нижнем горизонте литорали.

Если смотреть по разрезам, то плотность распределения фауны на литорали увеличивается по параболе от устья к куту. Наибольшее количество организмов отмечено в центральной части губы, а наименьшее – в устьевой. В кутовой части губы плотность поселения организмов на литорали приблизительно на четверть ниже, чем в ее центральной части. В среднем по всем разрезам, наибольшая плотность поселения бентоса отмечена на нижнем горизонте литорали, приблизительно в 3 раза более низкая на среднем горизонте и на верхнем горизонте незначительно выше, чем на среднем.

Наибольшая биомасса сосредоточена в кутовой части губы Колвица. Наименьшая биомасса отмечена в центральной части губы. Биомасса закономерно уменьшается от нижнего горизонта к верхнему.

Массовыми видами на литорали губы Колвица являются *L. saxatilis*, *G. duebeni* и *M. balthica*.

Дядичко В.Г. Новые данные о водных Aderphaga (Coleoptera) островных водоемов Белого моря

Одесский филиал Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины, Одесса

Сведения о водных жуках подотряда Aderphaga беломорских островов содержатся в работах П.Н. Петрова и соавторов (2003, 2004, 2005, 2006), которые исследовали водные объекты на островах Кандалакшского залива (республика Карелия) и отметили в них 20 видов водных Aderphaga.

В августе 2010 года автором были проведены исследования водных Aderphaga в озерах и наскальных ваннах на островах Средний, Горелый и Медянка (Керетский архипелаг, окрестности губы Чупа, Карельский берег Белого моря), которые позволили дополнить список П.Н. Петрова. Кроме собственных сборов автора, при подготовке работы использованы материалы, любезно предоставленные Н.В. Поляковой (кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ). Материал собирали гидробиологическим сачком Бальфура-Брауна и при помощи безприманочных ловушек типа верши, изготовленных из пластиковых бутылок. Всего изучено около 1000 экземпляров имаго водных Aderphaga. Материал хранится в коллекции автора.

В результате проделанной работы в водоемах изученных островов отмечено 27 видов водных Aderphaga из трех семейств: Haliplidae (1 вид), Dytiscidae (24 вида) и Gyridae (2 вида). Среди зарегистрированных видов 13 впервые приводятся для островов Белого моря: *Haliphus lineolatus* Mannerheim, 1844, *Hygrotus inaequalis* (Fabricius, 1777), *H. quinquelineatus* (Zetterstedt, 1828), *Hydroporus incognitus* Sharp, 1869, *Agabus lapponicus* (Thomson, 1867), *A. congener* (Thunberg, 1794), *Ilybius crassus* Thomson, 1856, *I. guttiger* (Gyllenhal, 1808), *Colymbetes paykulli* Erichson, 1837, *Acilius canaliculatus* (Nicolai, 1822), *Dytiscus latissimus* Linnaeus, 1758, *Gyrinus aeratus* Stephens, 1835, *G. marinus* Gyllenhal, 1808.

В наскальных ваннах луды Медянка зарегистрировано 14 видов водных Aderphaga. Только здесь отмечены *H. lineolatus*, *Hygrotus impressopunctatus* (Schaller, 1783), *H. morio* Aubé, 1838, *A. lapponicus*, *R. suturellus* (Harris, 1828), *C. paykulli*, *Gyrinus opacus* C.Sahlberg, 1819.

В озерах на островах Средний и Горелый отмечено 20 видов водных Aderphaga. Только здесь встречались *H. inaequalis* (Fabricius, 1777), *H. quinquelineatus* (Zetterstedt, 1828), *Hydroporus umbrosus* (Gyllenhal, 1808), *H. incognitus*, *I. crassus*, *I. guttiger* (Gyllenhal, 1808), *Acilius sulcatus* (Linnaeus, 1758), *A. canaliculatus*, *Graphoderus zonatus* (Hoppe, 1795), *Dytiscus lapponicus* Gyllenhal, 1808, *D. latissimus*, *G. aeratus*, *G. marinus*.

Отдельного упоминания заслуживают находки редкого вида *D. latissimus* – самого крупного плавунца в фауне Европы, включенного в

Красную книгу МСОП и спорадически встречающегося вида *I. crassus*. Оба вида найдены в прибрежной зоне небольшого озера (площадь менее 1 км²) с заболоченными берегами. Глубина в месте отбора проб 0,3-1,0 м, дно торфяное, растительность представлена сфагновыми мхами, хвощами, осоками, пушицей и кубышкой. Собрано по одному экземпляру обоих видов.

Обращает на себя внимание тот факт, что у вида *A. sulcatus* в озерах на о. Средний преобладают очень темно окрашенные, почти черные особи, тогда как в других частях ареала они окрашены значительно светлее, в окраске спинной стороны тела преобладают коричневые тона. Причины этого явления пока остаются невыясненными.

Таким образом, список видов водных Aderphaga островных водоемов Белого моря пополнился 13 новыми видами и насчитывает, с учетом литературных данных, 36 видов, что составляет около 20% фауны российской части Карелии.

Автор искренне благодарит сотрудников кафедр ихтиологии и гидробиологии и зоологии беспозвоночных Санкт-Петербургского Государственного Университета: Н. В. Полякову, Т. С. Иванову, Н. Н. Шунатову и С. В. Багрова за всестороннюю помощь в проведении исследований и предоставление материала.

Ершов П.Н.¹ О плодовитости трехиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus* Кандалакшского залива Белого моря

¹Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

Трехиглая колюшка *Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758 является одним из широко распространенных в Белом море видов рыб (Алтухов и др., 1958; Мухомедияров, 1966). Этот вид достигает высокой численности и образует массовые скопления в период нереста в прибрежных мелководных участках моря, особенно в Кандалакшском заливе. Известно, что численность беломорской трехиглой колюшки в прошлом веке претерпевала значительные колебания, причины которых до сих пор остаются малоизученными. Большое значение для понимания многолетней динамики численности колюшки в Белом море имеет изучение особенностей ее воспроизводства и факторов, определяющих его эффективность. Одним из важнейших признаков, характеризующих воспроизводительную способность популяции, является величина плодовитости, которая изменяется по мере роста рыб и зависит от обеспеченности пищей. Литературные данные по плодовитости беломорской колюшки скудны и разрозненны. В настоящей работе приводятся сравнительные данные по плодовитости трехиглой колюшки Белого моря.

Материалом для исследования послужили сборы, проведенные 4 - 6 июля 2009 г. в прибрежных участках губы Чупа поблизости от Беломорской биостанции ЗИН РАН. Лов рыб осуществляли с помощью мальковой ловушки на глубинах до 2 м. Всего проанализировано 337 самок с гонадами в IV стадии зрелости. У всех пойманных рыб измеряли общую длину (TL) и массу тела с точностью до 0,1 см и 0,1 г, соответственно. Для определения абсолютной плодовитости (АП) у самок из яичника брали навеску массой от 0,10 до 0,50 г, подсчитывали количество икринок в ней, а затем пересчитывали полученное число на массу яичников рыбы. Относительная плодовитость (ОП) определена как количество икринок на 1 г общей массы тела рыбы. Коэффициент зрелости вычисляли как процентное отношение массы гонад к общей массе тела рыбы. Возраст рыб определяли по жаберным крышкам (Мухомедияров, 1966).

Длина самок в выборке варьировала от 5,7 до 8,8 см, а масса тела – от 1,9 до 7,9 г. Средние значения длины и массы тела рыб составили $7,3 \pm 0,04$ см и $4,3 \pm 0,06$ г соответственно. Возрастной состав самок в нерестовой части популяции был представлен рыбами в возрасте от 2+ до 5+, а значительную часть общего вылова (>90%) составили особи возрастных групп 2+ и 3+. В яичниках самок колюшки из губы Чупа отмечалось от 91 до 1017 икринок, средняя абсолютная плодовитость составила 272 ± 6 икринок. Величина АП закономерно изменялась с увеличением возраста, длины и массы тела самок, однако характер взаимосвязи показателей различался. Связь АП с длиной тела рыбы может быть аппроксимирована степенным уравнением $АП = 4,706L^{2,01}$ ($R^2=0,316$; где R^2 – коэффициент детерминации). Зависимость АП от массы тела описывается линейным уравнением $АП=59,82W+13,99$ ($R^2=0,445$). Величина коэффициента корреляции АП с массой была выше, чем с длиной. Коэффициент зрелости у исследованных самок составил в среднем 24,6%. Средняя относительная плодовитость рыб составила $64 \pm 0,9$ икр./г при индивидуальных колебаниях 30–143 икр./г. Взаимосвязанных изменений величины ОП с увеличением размеров и массы тела рыб не обнаружено. Между мелкими рыбами возраста 2+ и более старшими особями (возраст 3+, 4+) отмечены достоверные отличия по величине АП и ОП. У колюшки в пределах каждой возрастной группы наблюдалась высокая индивидуальная изменчивость особей по величине плодовитости, что отчасти связано со значительной вариабельностью рыб по массе тела. Так у самок возраста 3+, которые составляли 60% выборки, величины АП колебались от 123 до 1017 икринок, а значения ОП – от 30 до 143 икр./г. Полученные данные обсуждаются с литературными сведениями по плодовитости колюшки из Белого моря и других частей ареала.

Зеленников О.В., Ивлев К.В. К исследованию пресноводной формы кумжи *Salmo trutta* L. в водоемах Карельского побережья Белого моря

Пресноводные популяции кумжи, обитающие в озерно-речных системах вблизи МБС СПбГУ могут представлять собой большой интерес как в исследовательском плане, так и в связи с обучением исследовательскому процессу. Во-первых, кумжа – объект промысла, искусственного воспроизводства, а также любительского лова, и ее исследование всегда актуально. Во-вторых, как проходная, так и пресноводная формы кумжи в мире всесторонне изучаются, а значит полученные данные, с одной стороны, могут быть интересны для многих специалистов, с другой стороны, могут быть оценены с учетом большого массива накопленных сведений. Вместе с тем, беломорская кумжа в целом, и кумжа Карельского побережья в частности, вниманием исследователей обделены, а ведь, согласно последним данным, пресноводная кумжа бассейна Белого моря весьма существенно отличается от пресноводной же кумжи, например, бассейна Балтийского моря (Дорофеева, 2010). Все перечисленные обстоятельства могут способствовать формированию исследовательского интереса, тогда как наличие стационарной базы и хорошая изученность окрестных озер и рек могут обеспечить высокую надежность в сборе материалов. Цель нашей работы состояла в рекогносцировочном отлове пресноводной кумжи для определения возраста рыб разных размерных групп и определения возраста полового созревания.

Рыб отлавливали в озере, расположенном вблизи МБС СПбГУ, в районе губы Летняя, а также в протоке, соединяющей озеро с морем. Отлов производили 4 - 5 и 20 - 21 июля при помощи крючковой снасти и ставных сетей. Всего было отловлено 87 экземпляров в возрасте от 2+ до 5+, длина которых варьировала от 11,8 до 28,1 см, а масса – от 23 до 300 г. Всех рыб измеряли, взвешивали, от каждой особи брали чешую для последующего определения возраста и фиксировали половые железы в фиксаторе Буэна для последующей гистологической обработки.

Селективный принцип отлова едва ли позволил нам выявить все возрастные группы кумжи в водоеме, однако на полученном материале мы смогли проследить за темпом полового созревания и установить возраст, при котором самки и самцы пресноводной кумжи в данном водоеме достигают полового созревания.

Все самки в возрасте 5+ (длина от 25,5 см и масса от 197 г) достигали половой зрелости осенью текущего года. Гонадо-соматический индекс у этих рыб был 2,3% и более. В ооцитах старшей генерации, диаметр которых варьировал от 1500 до 2300 мкм, осуществлялось отложение желтка. Ранее было показано, что если у самок пресноводной

кумжи в водоемах Терского побережья Белого моря в июле в ооцитах осуществлялось отложение желтка, то они достигали дефинитивного состояния уже осенью текущего года (Мурза, Христофоров, 1981).

Длина и масса самок в возрасте 4+ варьировали от 18,8 до 25,5 см и от 79 до 157 г. По состоянию гонад мы выявили две группы особей. У одних рыб ооциты старшей генерации переходили в фазу вакуолизации цитоплазмы, а их диаметр варьировал от 800 до 1000 мкм. Как известно «... переход ооцитов старшей генерации у самок в фазу вакуолизации ... в весенне-летний период свидетельствует о созревании не раньше осени следующего года» (Мурза, Христофоров, 1981; стр. 49). У других самок в возрасте 4+ ооциты находились в периоде вителлогенеза, их диаметр варьировал от 1500 до 2200 мкм, что позволяло прогнозировать достижение ими половой зрелости осенью текущего года.

Длина и масса самок в возрасте 3+ в нашей выборке варьировали в диапазоне от 13,7 до 20,0 см и от 29 до 94 г. По состоянию яичников мы, как и у более старших рыб, выявили две группы самок с разным темпом оогенеза. У одних особей ооциты старшей генерации находились в периоде превителлогенеза, а их диаметр варьировал от 200 до 300 мкм, как исключение – до 500 мкм. У других самок ооциты старшей генерации уже завершили превителлогенный рост, вступали в фазу вакуолизации цитоплазмы, а их диаметр варьировал от 500 до 800 мкм (у наиболее крупных особей до 1000 мкм). Можно полагать, что самки этих двух групп достигнут половой зрелости через 2 и 1 год соответственно.

У всех самок в возрасте 2+ ооциты старшей генерации находились в периоде превителлогенеза, диаметр которых достигал 200 - 250 мкм.

Длина и масса самцов в каждом возрасте варьировали в таком же диапазоне, что и у самок. Состояние семенников всех исследованных особей (36 экз.) соответствовало, либо II, либо III стадии зрелости. При этом в возрасте 2+ у всех рыб, а в возрасте 3+ примерно у половины особей гонады соответствовали II стадии зрелости. Внешне они представляли собой непрозрачные тонкие тяжи, в которых на поперечных срезах обнаруживали формирование семенных канальцев. У остальных рыб в возрасте 3+, а также в возрасте 4+ (за единственным исключением) и 5+ гонады внешне соответствовали III стадии зрелости, а на гистологических препаратах этих семенников, помимо гониев, можно было видеть клетки и других фаз развития спермиев. Очевидно, что осенью текущего года по крайней мере часть рыб в возрасте 3+ и практически все особи более старшего возраста достигали половой зрелости.

По совокупности полученных данных мы можем заключить, что достижение полового созревания у самок наблюдается в возрасте 4+ и старше, а у самцов в возрасте 3+ и старше. При таком же возрасте

начинают достигать половой зрелости первые самки и самцы пресноводной формы кумжи, например, в водоемах Терского побережья бассейна Белого моря (Мурза, Христофоров, 1981) и в других водоемах Мурманской области (Галкин и др., 1966). Вместе с тем, можно высказать предположение о том, что половое созревание самок в возрасте 4+ в исследованном нами водоеме является обычным, а в возрасте 5+ поголовным. Не исключено, что более быстрому созреванию способствует возможность пресноводной кумжи перейти в данном водоеме на питание рыбой. Помимо кумжи в озере присутствует сиг – ряпушка, а также трех- и девятииглая колюшка, которыми сравнительно крупные экземпляры кумжи, судя по визуальному анализу, активно питаются.

Иванова Т.С., Лайус Д.Л., Иванов М.В. Количественные данные по сообществам рыб прибрежной зоны Кандалакшского и Онежского заливов Белого моря

Широкомасштабные изменения в морских экосистемах в настоящее время происходят очень быстро, иногда буквально на наших глазах. Примером таких изменений в Кандалакшском заливе Белого моря является быстрое возрастание численности трехиглой колюшки, и, в то же время, заметное снижение обилия беломорской сельди и корюшки. Знать причины, по которым происходят такие изменения, очень важно – в первую очередь, в условиях, когда экосистемы подвергаются сильному и многостороннему воздействию со стороны человека. Исследования в Белом море, где антропогенные эффекты выражены относительно слабо, могут позволить судить о размахе естественных колебаний. Нужно подчеркнуть, что в этом отношении Белое море является очень интересным объектом исследования, поскольку является северо-восточным краем ареала для многих атлантических бореальных видов, и юго-западным – для арктических. На краю ареала изменения численности наиболее значительны.

Получить представления о причинах изменений в экосистемах невозможно без количественных данных о численности популяций. А количественные данные о рыбах Белого моря очень скудны. Для нескольких промысловых видов – сельди, наваги, атлантического лосося, отчасти для горбуши, имеется промысловая статистика, которая позволяет приблизительно судить об изменениях численности этих видов. Количественных данных о других видах рыб в Белом море практически нет. Обычно получение таких данных связано с существенными

материальными затратами, однако количественные данные по рыбам прибрежной зоны вполне могут быть получены с помощью довольно простого оборудования и без значительных материальных затрат. Целью настоящего исследования было получение количественных данных по распределению некрупных рыб в прибрежной зоне Кандалакшского и Онежского заливов.

В июне 2010 г нами был собран материал с 17 станций, расположенных на северном и южном берегах Кандалакшского и западном берегу Онежского залива Белого моря. Отлов рыб проводили мальковым неводом в 30-метровой прибрежной полосе. Длина невода составляла 7,5 м, высота 1,5 м, размер ячеи – 3 мм, мотня была изготовлена из газа 1мм, площадь облова составляла 150 м². На основании предшествующих исследований коэффициент уловистости невода принимали за 0,7. Улов фотографировали и в дальнейшем определяли общую длину всех рыб.

Всего нами было встречено 16 видов рыб (Табл. 1). В уловах на отдельных станциях было представлено от 1 до 9 видов, как правило, 3 - 4 вида. Наиболее распространенными видами рыб были трехиглая колюшка (*Gasterosteus aculeatus*), люмпенус Фабрициуса (*Lumpenus fabricii*), полярная камбала (*Liopsetta glacialis*) и керчак (*Myoxocephalus scorpius*), встречаемость которых составляла 71, 59, 53 и 41 % соответственно. Такие как бельдюга (*Zoarces viviparus*), маслюк (*Pholis gunnellus*), пинагор (*Cyclopterus lumpus*), рогатка (*Tryglopsis quadricornis*), шлемоносный бычок (*Gymnacanthus tricuspis*), навага (*Eleginus navaga*), речная камбала (*Plueuronectes flesus*), корюшка (*Osmerus mordax*), девятииглая колюшка (*Pungitius pungitius*) встречались реже – от 12 до 24 % (2 - 4 станции). Треска (*Gadus morhua*), песчанка (*Ammodytes hexapterus*) и сиг (*Coregonus lavaretus*) были встречены в уловах по одному разу.

Наиболее многочисленным видом была трехиглая колюшка. Ее численность в уловах достигала 1900 экз., что составляет 20 экз./м². На некоторых станциях, в основном расположенных в Онежском заливе, трехиглая колюшка в уловах отсутствовала. Так, если в Кандалакшском заливе ее встречаемость составила 83%, то в Онежском всего 40% от числа станций. Другие виды были гораздо менее многочисленны. Наибольшая численность отмечена для люмпенуса – до 47 экз. в одном неводе, керчака – до 40 экз. (в основном за счет сеголеток, особей в возрасте более 1+ не более 5 экз.), полярной камбалы – до 24 экз. и корюшки – до 20 экз. Интересно отметить, что на одной из станций, а именно в губе Колвица, в невод было поймано несколько килограмм молоди мизид.

Таблица 1. Численность рыб в уловах на разных станциях (среднее из повторностей, округленное до целых значений)

	Кандалакшский залив (северный берег)						Кандалакшский залив (южный берег)						Онежский залив				
	Кандалакша	Колвица	р. Сальница	Толстик	Умба	р. Черная	Гридино	Калгалакша	Княжая	Кузема	Лесозаводский	Чупа	Выгнаволок	Рабочееостровск	Разнаволок	Сумпосад	Угрюмый бор
Трехиглая колюшка	34	75	103	-	486	49	1245	-	1	44	762	1958	-	-	1	14	-
Девятииглая колюшка	-	-	2	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	8	-
Люмпенус	-	17	-	-	-	-	1	-	1	28	-	1	7	32	47	1	2
Полярная камбала	-	1	5	-	-	-	5	-	1	-	3	1	-	-	3	24	3
Речная камбала	-	-	-	-	-	4	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-
Керчак Керчак (сеголетки)	1	3	-	-	-	-	1	-	1 35	2	1	1	-	-	-	-	-
Рогатка	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Шлемоносный бычок	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Корюшка Корюшка (сеголетки)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1 2	-	2	20
Маслюк	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Бельдюга	-	-	-	2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Навага	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	1
Треска	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сиг	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-
Песчанка	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Пинагор (сеголетки)	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-

Станции, расположенные в разных заливах Белого моря, различаются по численности и встречаемости некоторых видов рыб. Помимо трехиглой колюшки, достоверные отличия были обнаружены для керчака, который попадался только в Кандалакшском заливе, корюшки, которая была поймана только в Онежском заливе и люмпенуса, который в основном был приурочен к Онежскому заливу и, в меньшей степени, к южному берегу Кандалакшского залива. На северном берегу Кандалакшского залива данный вид практически не встречался.

Размерные характеристики рыб, пойманных на разных станциях, в целом сходны, и не было выявлено каких либо закономерностей, связанных с местом отлова. Таким образом, полученные в нашей работе данные позволяют оценить встречаемость разных видов рыб в разных районах Белого моря и количественно описать гетерогенность их распределения, которая является достаточно высокой и зависит от условий обитания. Если для Кандалакшского залива наиболее характерны трехиглая колюшка и керчак, то для Онежского – люмпенус и корюшка. Наиболее существенным результатом исследования является то, что удалось получить первые количественные данные по прибрежным рыбам в масштабах Белого моря, что в дальнейшем позволит исследовать причины неравномерности распределения рыб и колебаний их численности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, гранты 09-04-01357-а и 10-04-10066-к

Католикова М.В., Хайтов В.М.¹, Ганцевич М.М.², Вайнола Р.³, Стрелков П.П. Тихоокеанская мидия *Mytilus trossulus* в Кандалакшском заливе Белого моря: распространение и гибридизация с *M. edulis*

¹Кандалакшский государственный природный заповедник, Кандалакша; Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ, Санкт-Петербург ²Кафедра зоологии беспозвоночных МГУ, Москва; ³Музей естественной истории университета Хельсинки, Хельсинки

Мидия *Mytilus* – массовая форма прибрежного бентоса бореальных морей. В пределах видового комплекса *Mytilus edulis* выделяют три вида: *M. edulis*, *M. trossulus* и *M. galloprovincialis*. Это – близкие виды, отличающиеся по молекулярным признакам, но плохо отличимые по морфологии. В районах перекрывания ареалов эти виды вступают в ограниченную гибридизацию (Vainola & Hvilson, 1991, Gosling, 1992).

Традиционно считалось, что в Белом море встречается только *M. edulis* (Наумов, 2006). Однако наши предварительные исследования показали присутствие *M. trossulus* в некоторых районах моря. Целью настоящей работы явилось изучение распространения *M. trossulus* и ее гибридизации с *M. edulis* в Кандалакшском заливе Белого моря.

Двадцать три выборки мидий из Кандалакшского залива были генотипированы по 4м аллозимным локусам: Pgm, Odh, Gpi, Est-D, которые в комплексе позволяют надежно дискриминировать особей и популяции *M. edulis* и *M. trossulus* (Gosling, 1992, Vainola & Hvilson, 1991). По каждому локусу аллели были разделены на характерные для *M. trossulus* (далее – аллели trossulus) и характерные для *M. edulis* (аллели edulis). Выборки характеризовались частотами синтетических аллелей каждого вида, усредненными для 4 локусов. Особи характеризовались количеством аллелей trossulus в 4х локусном (т.е. 8-аллельном) генотипе.

Такой подход позволил:

а) изучить пространственное распределение частот аллелей двух видов в Кандалакшском заливе Белого моря. Средние частоты синтетических аллелей сравнивались между выборками;

б) сравнить генетическую структуру разных возрастных групп внутри выборок. Возраст мидий определяли по количеству колец зимней остановки роста на внешней поверхности раковины. Особей из каждой выборки делили на «молодых» (возраст менее 5 лет) и «старых» (5 лет и старше) и сравнивали эти группы по среднему количеству аллелей trossulus в 4х-локусном генотипе;

в) построить распределение частот 4х-локусных генотипов в каждой выборке и сравнить это распределение с теоретически ожидаемыми для: а) панмиктической (свободно рекомбинирующей) популяции и б) популяции, состоящей из смеси родительских видов без гибридизации, с теми же частотами аллелей.

Показано, что поселения с повышенными частотами аллелей trossulus сконцентрированы в районах Кандалакши и Умбы. Приуроченность генов *M. trossulus* к портовым районам Кольского берега отмечена также и для Баренцева моря (Католикова и др., 2006), что позволяет высказать гипотезу об интродукции этого вида в регион.

Во всех изученных выборках из окрестностей Кандалакши абсолютно доминируют аллели trossulus – средние частоты варьируют от 0,65 до 0,89. В районе Умбы картина иная: размах варьирования частот значительно выше (0,04 - 0,77), поселения с доминированием аллелей двух видов распределены мозаично. Из-за ограниченности материала мы не знаем, связаны ли между собой эти два района обитания *M. trossulus*. Не ясны до конца и факторы, обуславливающие мозаичное распределение частот аллелей в Умбе. Единственное, что можно сказать на основе нашего материала – все поселения с высокой частотой аллелей trossulus приурочены к литорали, мы также не обнаружили доминирования аллелей *M. trossulus* на мидиевых банках.

Анализ возрастной структуры смешанных поселений показал, что частота аллелей trossulus повсеместно снижается с возрастом. По-

видимому, продолжительность жизни особей с аллелями *trossulus* ниже, чем у особей с аллелями *edulis*.

Распределения частот генотипов внутри смешанных поселений оказались бимодальными – генотипы с преобладанием аллелей *edulis* и генотипы с преобладанием аллелей *trossulus* доминируют над промежуточными генотипами. В то же время, наблюдаемая частота промежуточных генотипов несколько выше ожидаемой для смеси родительских видов, без гибридизации. Мы приходим к выводу, что *M. edulis* и *M. trossulus* сосуществуют в этом районе и вступают в ограниченную гибридизацию. Это предполагает наличие развитых пре- и (или) постзиготических механизмов изоляции. Согласно литературным данным, такими механизмами могут быть биотопическая сегрегация, различные сроки нереста, нарушения гаметогенеза у гибридов, пониженная частота оплодотворений в межвидовых скрещиваниях (Riginos & Cunningham, 2005, Brannock, Hibish, 2010).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 08-04-01315-а, и Министерства образования и науки РФ, контракт № 02.740.11.0875.

Католикова М.В., Хайтов В.М.¹, Ганцевич М.М.², Вайнола Р.³, Стрелков П.П. Использование признаков окраски эпителия ноги и степени развития перламутрового слоя в районе лигамента раковин для дискриминации беломорских мидий *Mytilus edulis* и *M. trossulus*

¹Кандалакшский государственный природный заповедник, Кандалакша, Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ; ²Московский государственный университет, Москва; ³Музей естественной истории университета Хельсинки, Хельсинки

Мидии *Mytilus edulis* и *M. trossulus* – близкие виды, сходные по морфологии, различаемые по молекулярно-генетическим признакам. В районах перекрывания ареалов, в том числе и в Белом море, эти виды вступают в ограниченную гибридизацию.

За длительную историю изучения мидий предпринималось много попыток сравнительно изучить морфологию раковин *M. edulis* и *M. trossulus*. Показано, что трудоемкий комплексный анализ скульптуры внутренней поверхности створок позволяет отличить популяции *M. edulis* и *M. trossulus* из географически удаленных районов, но не из районов перекрывания ареалов. Дискриминация на уровне особей практически невозможна (McDonald et al., 1991, Mallet & Carver, 1995, Innes & Bates, 1999, Католикова и др., 2006).

В то же время, высказывались гипотезы о том, что определенную диагностическую ценность могут иметь такие простые для анализа признаки, как окраска эпителия ноги (Стрелков и др., 1995) и степень развития перламутрового слоя в районе лигамента (Кепель, Озолиньш,

1992, Золотарев, Шурова, 1997, Стрелков и др., 2008). На изучении этих признаков мы и сосредоточились.

По окраске ноги мы различали морфу «*purp*» – однотонная черн-бурая (пурпурная) окраска и «прочие» – светлая, коричневая и их сочетания. Согласно гипотезе, повышенные частоты морфы «*purp*» характерны для *M. trossulus*.

По строению раковины различали морфы «*prism*» – перламутровый слой вдоль всей длины лигамента не развит, из-под него вдоль лигамента выступает призматический слой, «*pearl*» – перламутровый слой развит вдоль всей длины лигамента, и «прочие» – промежуточные варианты, когда перламутровый слой развит под лигаментом лишь частично. Мы так же анализировали количественную изменчивость этого признака, оценивая долю длины лигамента, на протяжении которой он контактирует с перламутровым слоем раковины. Согласно гипотезам, морфа «*pearl*» (доля длины лигамента, контактирующая с перламутровым слоем – 100%) характерна для *M. edulis*, а морфа «*prism*» (доля длины лигамента, контактирующая с перламутровым слоем – 0%) – для *M. trossulus*.

Материалом работы послужили мидии из выборок, с помощью генетических методов определенных нами как смесь генотипов родительских видов и гибридов (см. Католикова и др. в настоящем сборнике). Анализ морфологических признаков проводился на раковинах моллюсков, генотипированных с помощью крахмального геле-электрофореза по 4-м аллозимным локусам (*Pgm*, *Odh*, *Gpi*, *Est-D*). По каждому локусу аллели были разделены на характерные для *M. trossulus* (далее – аллели *trossulus*) и характерные для *M. edulis* (аллели *edulis*). Таким образом, каждый индивидуальный генотип характеризовался количеством аллелей каждого вида в 4х-локусном (8-аллельном) генотипе. Особей, имеющих в генотипе 8 или 7 аллелей *trossulus* относили к *M. trossulus*; особей, не имеющих в генотипе аллелей *trossulus* или имеющих одну аллель (то есть имеющих 8 или 7 аллелей *edulis*) относили к *M. edulis*, остальных относили к гибридам. Всего по признаку окраски ноги было исследовано 113 мидий из 3 выборок из района Кандалакши (из них 75 *M. trossulus*, 15 *M. edulis* и 23 гибрида) и 182 мидии из 6 выборок из района Умбы (16 *M. trossulus*, 122 *M. edulis* и 44 гибрида). По структуре раковины была изучена 351 мидия из 7 выборок из района Кандалакши (из них 103 *M. trossulus*, 173 *M. edulis* и 75 гибридов) и 211 мидий из 6 выборок из района Умбы (43 *M. trossulus*, 119 *M. edulis* и 49 гибридов).

По окраске ноги частота морфы «*purp*» (89 - 94%) оказалась значительно выше в группе особей, определенных по аллозимным маркерам как *M. trossulus*, чем в других группах (53 - 57% у *M. edulis*, 70 - 74% у гибридов).

По структуре внутренней поверхности раковины *M. trossulus* характеризуется высокими частотами морфы «prism» (86 - 91%), а морфа «perl» среди этой группы не встречается. При этом у *M. edulis* частоты морфы «perl» достигают 36%, тогда как частоты морфы «prism» минимальны (до 4%). Гибриды во всех случаях имеют промежуточные значения частот. Показана также достоверная отрицательная корреляция доли длины лигамента, контактирующей с перламутровым слоем внутренней поверхности раковины, с количеством аллелей *trossulus* в индивидуальных генотипах.

Таким образом, высказанные ранее гипотезы о ценности признаков окраски ноги и структуры раковины для дискриминации *M. edulis* и *M. trossulus* подтверждаются в нашей работе. Эти признаки можно рекомендовать для предварительного анализа таксономической структуры поселений мидий, по крайней мере, в пределах Белого моря.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 08-04-01315-а, и Министерства образования и науки РФ, контракт № 02.740.11.0875.

Кокорева А.В., Стогов И.А. Структура фитопланктона эстуариев р. Кереть и Летняя (Карельское побережье Белого моря)

Эстуарные экосистемы являются основными зонами взаимодействия континентальных и морских вод, их высокая биологическая продуктивность определена притоком биогенных элементов с водами суши, а также интенсивным перемешиванием морских вод, также обеспечивающим поступление биогенов в поверхностный эуфотический слой. Важным компонентом эстуарных экосистем являются планктонные водоросли – главные продуценты органического вещества гидросферы. Величины первичной продукции, в свою очередь, обуславливают общую высокую биологическую продуктивность эстуариев.

Целью работы стала оценка вертикального распределения фитопланктона в эстуариях р. Кереть и Летняя, для чего в августе 2009 г. на 3 станциях, расположенных через каждые 50 – 100 м от устья рек, гидрологическим батометром отбирали пробы объемом 0,5 л в 2 повторностях с 4 горизонтов – с поверхности, а также глубин 1, 2 и 4 м. Фиксация и последующая обработка проб проведены по стандартной методике.

В эстуарии р. Кереть отмечены планктонные водоросли 41 вида, в эстуарии р. Летняя – 40 видов, причем 38 видов из 43 отмеченных для обоих участков (почти 90%) были общими. По числу видов преобладали диатомовые, по численности, которая была невелика (600-700 тыс.кл./л), диатомовые и сине-зеленые водоросли (табл. 1).

Таблица 1. Структура фитопланктона эстуариев р. Кереть и Летняя в августе 2009 г.

Отделы	Количество видов		Численность, тыс. кл/л	
	Кереть	Летняя	Кереть	Летняя
Bacillariophyta	27	25	297,5 ± 103,2	588,4 ± 158,5
Chlorophyta	4	5	1,9 ± 1,4	4,0 ± 4,0
Chrysophyta	1	1	11,3 ± 8,4	2,6 ± 0,7
Суанophyta	3	3	246,3 ± 106,6	81,1 ± 56,1
Dinophyta	5	5	3,2 ± 2,5	18,2 ± 8,7
Euglenophyta	1	1	1,6 ± 1,2	7,4 ± 3,2

Примечание: малое число видов связано с кадастровым характером работ.

В эстуарии р. Кереть доминирующей формой является *Tabellaria flocculosa*, типичный представитель пресноводного планктона, характерный для олиготрофных вод и торфяных болот. В эстуарии р. Летняя преобладает *Stephanodiscus hantzschii*, обычный для пресных эвтрофных вод, нередко встречающийся в солоноватоводных местообитаниях.

Несмотря на то, что в результате приливно-отливных процессов и речного стока в эстуариях р. Кереть и Летняя идет интенсивное перемешивание воды, стратификация вод хорошо прослеживается и по величинам солености, и по структуре фитопланктона (табл. 2). Если диатомовые обычны во всей исследованной толще воды, то сине-зелёные и зелёные водоросли поступают преимущественно с речным стоком и концентрируются в верхних распресненных горизонтах до глубины 2 м. Динофитовые водоросли, напротив, характерный компонент морских вод, поэтому их видовое разнообразие и численность возрастают с глубиной, где обычно доминируют морские диатомовые *Chaetoceros compressus*. В эстуарии р. Летняя эти водоросли обычны уже на глубине 1 м, в то время как в эстуарии р. Кереть - лишь на 4 м, что хорошо коррелирует с распределением солёности (15‰ и более).

Таким образом, в мелкомасштабных эстуариях Карельского берега Белого моря, к которым относятся эстуарии р. Кереть и Летняя, на поверхности воды основу фитопланктона составляют пресноводные формы отделов Bacillariophyta, Суанophyta и Chlorophyta, солоноватоводные виды (диатомовые *Stephanodiscus hantzschii*) обильны во всей исследованной толще воды, с глубиной доминирующая роль переходит к морским формам (диатомовые *Chaetoceros compressus*).

Таблица 2. Вертикальное распределение доминирующих форм фитопланктона эстуариев р.Кереть и р.Летняя в августе 2009 г.

Глубина, м	Кереть			Летняя		
	соленость, ‰	доминант	доля, %	соленость, ‰	доминант	доля, %
0	0	<i>Anabaena sp.</i>	60	2	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	82
		<i>Tabellaria flocculosa</i>	18		<i>Synedra sp.</i>	3
		<i>Merismopedia tenuissima</i>	5		<i>Dynobryon sp.</i>	3
1	0-7	<i>Tabellaria flocculosa</i>	30	15-18	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	62
		<i>Melosira italica</i>	10		<i>Anabaena sp.</i>	12
		<i>Synedra sp.</i>	2		<i>Chaetoceros compressus</i>	7
2	2-10	<i>Tabellaria flocculosa</i>	39	15-20	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	47
		<i>Merismopedia tenuissima</i>	11		<i>Chaetoceros compressus</i>	12
		<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	10		<i>Anabaena sp.</i>	10
4	15-19	<i>Tabellaria flocculosa</i>	23	22	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	34
		<i>Chaetoceros compressus</i>	19		<i>Chaetoceros compressus</i>	18
		<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	10		<i>Synedra sp.</i>	14

Авторы благодарят ст.преп. каф. ботаники СПбГУ к.б.н. А.А.Уланову за помощь при определении планктонных водорослей.

Максимович Н.В., Филиппова Н.А. Методические аспекты описания неоднородности сообществ литорали Белого моря

В основу работы легли летние наблюдения (1983 - 2010 гг.) за структурой сообществ макробентоса трех литоральных пляжей, типичных для Керетского архипелага Белого моря. Идея работы - верификация адекватности режима мониторинга задаче выделения биоценозов как объективных описательных единиц в сравнительном анализе структуры

макробентоса литоральных пляжей. Ее предмет - гетерогенность распределения сообществ организмов макробентоса в условиях осушной зоны.

На каждом пляже материал собран в конце июня - начале июля в среднем (СГЛ), нижнем (НГЛ) горизонтах литорали и в верхней сублиторали (ВСЛ) с помощью выборочных площадок размером 0,05 - 0,25 м². Объем выборки на каждой из 9 станций - 5 или 10 проб. В каждой пробе определяли список видов, плотность поселения и биомассу организмов макробентоса. Сравнительный анализ постационных описаний сообществ осуществлен путем проведения повторных классификаций при случайном купировании (полный перебор вариант) числа проб, учтенных при создании списков видов на станциях. При использовании количественных признаков исходные варианты нормировали по станциям. В качестве меры сходства станций использовано расстояние Евклида. Способ кластеризации - метод Варда. Расчеты проведены в пакете статистических программ "Статистика-7". В общей сложности проведено около 500 сравнений. Результат классификации полных описаний (по всем пробам) рассматривали как точку отсчета (эталон).

Уже при сравнении описаний, полученных в режиме пятикратной повторности пробоотбора (1983 - 2003 гг.), было показано, что такой объем выборки недостаточен для достижения абсолютной повторяемости итоговых представлений о принципиальных чертах гетерогенности сообществ в местообитаниях (Максимович, Филиппова, 2008). Столь выраженный негативный итог мы связали с разнокачественностью сравниваемых одномоментных описаний, возникающей как следствие межгодовых смещений структуры сообществ, и также субъективно, поскольку в разные годы сборы проводили разные исследователи. В 2008 – 2010 гг. мы увеличили объем выборки до 10 проб, сняли неопределенность, связанную с личностью сборщика и попытались определить насколько классификация станций по составу, численности или биомассе организмов макробентоса адекватна задаче выделения биоценозов литорали.

По спискам видов и представленности доминирующих форм дистанция станций в пределах участка много меньше, чем между участками. Из 34 обнаруженных таксонов только два вида оказались общими для всех станций (*M. balthica* и *Hydrobia* sp.), и около 50% видов являлись общими для всех горизонтов литорали одного и того же участка. По типологическому принципу выделяются три группы станций, соответствующие трем участкам, каждый из которых может быть описан

как биоценоз: биоценоз *M. balthica* в открытой прибойной зоне песчаного пляжа (б. Ключиха) - характеризуется практически полным отсутствием макрофитов и отличается наиболее бедным видовым составом; биоценоз *M. edulis* + *M. arenaria* - выделен на илисто-песчаном пляже в закрытой опресненной бухте (б. Лебязья) и биоценоз *Z. marina* + нитчатые водоросли + *M. balthica* - на илисто-глинисто-песчаном пляже в кутовой части полузамкнутой акватории (пр. Сухая Салма).

Классификация полных описаний станций по спискам видов и показателям обилия дала результат, совпадающий с итогами типологического подхода. Насколько сохранится это положение при снижении объема выборок?

1. При использовании принципа доминирования, уже начиная с объединения пяти проб, состав ядра видов соответствует эталонному результату. При этом, на каждой станции доминирующие формы надежно выделяются уже при учете 3-х проб на станции.

2. Рост объема выборок при составлении описаний однозначно ведет к увеличению встречаемости в дендрограммах эталонных сообществ. При этом: а) при сравнении описаний по биомассе организмов макробентоса 100% встречаемость эталонных группировок станций наблюдалась уже при объединении четырех и более проб; б) при сопоставлении станций по составу видов тот же результат получен, если описания составлены по шести и более пробам; в) при сравнении станций по численности макробентоса даже составление описаний по девяти пробам не гарантировало 100% совпадения с итогами типологического подхода. Как оказалось, последний эффект сопряжен с большой вариацией численности моллюсков *Hydrobia sp.* Кластер, объединяющий станции с наиболее высокой численностью гидробий, устойчиво отмечается в результатах сравнения описаний, составленных по 5 и более пробам (ошибка учета менее 20%). Станции со средней численностью гидробий (ошибка учета - до 55%.) даже при сравнении описаний, составленных по 9 пробам, только в 90 % случаев сохраняют верность одному кластеру.

Таким образом, в условиях осушной зоны Керетского архипелага Белого моря, используя пятикратную повторность при пробоотборе, с высокой вероятностью следует ожидать достижение надежной характеристики неоднородности сообществ макробентоса по итогам классификации станций по показателям состава и биомассы организмов, т.е. выделения биоценозов.

Пользуемся случаем и выражаем благодарность всем студентам и сотрудникам кафедры ихтиологии и гидробиологии, оказавшим нам содействие в сборе и обработке бентосных проб.

Машнин А.А., Кравец П.П., Шошина Е.В. Состояние поселений мидий Кольского залива

Мурманский государственный технический университет, Мурманск

Самыми распространёнными организмами среди беспозвоночных животных, обитающих на территории приливно-отливной зоны, являются моллюски. Особенно доминируют на литоральной зоне моллюски семейства *Mytilidae*. Помимо этого, поселения мидий по биомассе и плотности составляют большую часть обитающей здесь фауны. *Mytilus edulis L.* является одним из самых распространённых видов моллюсков северного полушария. Мидии являются весьма ценной кормовой базой для консументов второго порядка. Эти организмы являются неотъемлемой составляющей системы маргинальных фильтров в эстуарной зоне, они отфильтровывают все взвешенные частицы, самые мелкие (не крупнее 2 - 4 микрон) проглатываются, остальные осаждаются на дно. Поэтому вокруг мидиевых поселений вода особенно чистая. Помимо этого мидии способны накапливать в тканях радионуклиды и тяжелые металлы, поэтому их используют в качестве биоиндикаторов загрязнённых морских вод.

Целью данной работы являлось описание современного состояния поселений *Mytilus edulis L.* на территории Кольского залива Баренцева моря. В связи с этим были поставлены следующие задачи:

- 1) Изучить показатели обилия моллюсков в исследуемых районах.
- 2) Изучить размерно-весовую и возрастную структуру поселений мидий.

Материалы и методы исследования. Мидии были отобраны в четырёх точках по градиенту с юга на север на территории южного, среднего и северного колен Кольского залива. Пробы были отобраны с верхнего, среднего и нижнего горизонтов рамкой 10 x 10 см² в трёх повторностях. После сбора поверхность исследуемых моллюсков очищали от загрязнений и обрастателей. Затем пробу взвешивали и просчитывали. С помощью штангенциркуля измерялась длина, высота и ширина раковин моллюсков. Для исследования массовых характеристик взвешивали целого моллюска, затем аккуратно раскрывали раковину, для чего вставляли между створками скальпель и разрезали мускул-замыкатель. Из открытой раковины тщательно извлекали все тело моллюска, причем надрезали мантию, чтобы вытекла заключенная в ней жидкость. Выделенное мясо и створки раковины обсушивали фильтровальной бумагой и по отдельности взвешивали. Возраст моллюска определяли по количеству годовых колец на раковине. Также определялся годовой прирост. В ходе данной работы было проанализировано 457 экземпляров мидий.

Результаты и обсуждение. Плотность моллюсков в литоральных поселениях варьирует от 5200 экз./м² до 9150 экз./м² с юга на север Кольского залива. Высокая плотность мидий на территории залива связана с каменистым типом литорали, что обуславливает большую площадь поверхности для прикрепления моллюсков, а также с интенсивным водообменом. Биомасса мидий также увеличивается по направлению к северному колену и варьирует от 4,5 кг/м² до 18,0 кг/м². От устья к куту залива снижается солёность, интенсивность движения воды и увеличивается антропогенная нагрузка со стороны населенных пунктов, расположенных на побережье. Полученные значения показателей обилия мидий в Кольском заливе вполне сопоставимы с данными о поселениях беломорских мидий.

Были получены данные о размерно-весовой структуре поселений мидий в разных частях залива. Изучение годовых колец моллюсков показало, что наибольший годовой прирост наблюдается на территории бухты Ретинская (в северном колене, ближе к устью залива). Это связано с более благоприятными условиями среды по сравнению с остальными районами исследования. Такие показатели как длина раковины, масса целого моллюска, а также масса створок, тела и межстворчатой жидкости увеличиваются при движении от кута к устью.

В Кольском заливе обнаружены мидии в возрасте от 0 до 9 лет. Для районов южного и среднего колен характерно преобладание особей в возрасте от 1 до 3 лет. Доминирование мидий младших возрастных групп связано с тем, что ежегодно происходит интенсивное оседание молодежи, что является показателем нормального развития поселения. В северном колене (бухта Ретинская) преобладают моллюски средних возрастных групп.

Более детально была изучена структура поселений *Mytilus edulis* L. на территории Абрам-мыса, так как исследование мидий именно на этой точке представляет собой наибольший интерес, поскольку здесь наблюдается наибольшая антропогенная нагрузка по сравнению с остальными районами исследования. Помимо этого данная точка расположена в черте города. В ходе работы сравнивались мидии с нижнего и среднего горизонтов, а на верхнем горизонте мидии не обнаружены. Также были построены графики, отображающие различные зависимости размерно-весовых параметров, таких как: длина, масса моллюска, масса створок, масса тела и масса межстворчатой жидкости от возраста мидий. В целом наблюдается тенденция возрастания этих параметров относительно возраста. Также было отмечено, что эти зависимости имеют сходный характер у мидий, обитающих на среднем и нижнем горизонтах; существенные различия имеются только в зависимости массы створок от возраста. Масса створок мидий на нижнем

горизонте оказалась выше по сравнению со средним горизонтом литорали на территории Абрам мыса.

Выводы.

1) На территории Кольского залива плотность и биомасса поселений мидий возрастает при движении с юга на север, от кута к устью.

2) Параметры размерно-весовой структуры поселений мидий, такие как длина, высота, ширина, масса моллюска, масса створок, масса тела, масса межстворчатой жидкости увеличиваются от южного колена к северному.

3) В целом на территории Кольского залива доминируют мидии в возрасте от 0 до 3 лет.

Медведчук А.П., Герасимова А.В., Филиппова Е.А. О характере распределения разновозрастных особей *Macoma balthica* L. в пределах типичных местообитаний вида на литорали Керетского архипелага (Кандалакшский залив, Белое море)

Исследования распределения донных организмов на мягких грунтах литоральной зоны Белого моря (Азовский, Чертопруд, 1997; Герасимова и др., 2010) показали, что неоднородность в распределении макробентоса в пределах одного биотопа выражена относительно слабо и, в основном, обусловлена особенностями распределения массовых форм. При этом одной из причин неравномерности распределения в местообитаниях таких обычных для мягких грунтов осушной зоны видов как *Macoma balthica* и *Mya arenaria* может быть специфика внутривидовых отношений в поселениях (Olafsson, 1989; Günter, 1992). Однако даже сами эффекты таких внутривидовых отношений описаны весьма неполно. Цель данной работы – анализ гетерогенности в распределении *M. balthica* в пределах одного местообитания для выявления сопряженности в распределении особей разного возраста.

Объекты исследования – два локальных поселения *M. balthica*, занимающих участки осушной зоны, расположенных в прибойной зоне открытой акватории - песчаный пляж в бухте Ключиха (1) и в кутовой части полузамкнутой акватории - илисто-глинисто-песчаный пляж в проливе Сухая Салма (2). Исследования проведены в июле - начале августа 2009 года. Материал собран в нижнем горизонте литорали анализируемых участков. В обоих местообитаниях применен регулярный отбор проб с использованием решетки 32 смежных квадратов (0,4 x 0,8 м), в дальнейшем каждый квадрат - это станция. В пределах станции (площадью 0,1 м²) брали одну пробу зубчатым водолазным дночерпателем с площадью захвата 0,05 м². На всех станциях обоих участков определяли

возрастной состав *M. balthica*. Возраст маком оценивали по числу меток зимних остановок роста на раковинах. Сравнение станций по возрастной структуре маком и оценка сопряженности в распределении отдельных возрастных групп проведены с применением кластерного анализа. В качестве меры сходства между описаниями использовано Евклидово расстояние.

На участке 1 летом 2009 года преобладали особи в возрасте двух и трех лет, составившие 48 и 20% от суммарной численности маком соответственно. На участке 2 в тот же сезон доминировали макомы в возрасте четырех и трех лет, на их долю приходилось 29 и 21% от суммарной численности маком соответственно, но в принципе, распределение моллюсков по возрастным группам (от первой до пятой возрастных групп) было почти равномерное. Анализ сходства станций по возрастному составу *M. balthica* показал, что в пределах участков можно выделить две-три группы станций. На участке 1 формирование кластеров, очевидно, связано с распределением двухлетних особей. Средняя численность данной возрастной группы варьировала в полученных группировках от 165 до 272 экз./м² (43% и 54% от суммарной численности маком соответственно). Остальные возрастные группы в полученных объединениях представлены примерно одинаково. На участке 2 выявленные группировки станций существенно отличались по возрастному составу. Один кластер охватывал станции, где доминировали четырехлетние особи (38% от суммарной численности маком), а молодые макомы (не старше одного года) были сосредоточены на станциях другого объединения (27% от общей численности маком). Картирование участка в данном случае отражало распределение в пределах опытного полигона маком разного возраста.

Анализ сопряженности в распределении в пределах обоих участков особей разного возраста не выявил явных группировок, представители отдельных генераций демонстрировали скорее независимое распределение друг от друга.

Отсутствие на участке 1 у маком возрастных агрегаций особей могло быть связано с известным из литературы (Olafsson, 1989) снижением напряженности внутривидовых отношений в данном биотопе в связи с трофической дифференциацией представителей разного возраста. Так, для *M. balthica*, обитающих в прибрежных водах Швеции (Olafsson, 1989), было установлено, что внутривидовая конкуренция между взрослыми моллюсками и молодью увеличивалась с возрастанием степени перекрытия их пищевых спектров. На песчаных осадках в условиях интенсивной гидродинамики взрослые макомы питались сестоном, а спат – детритом, тогда как на илистых грунтах макомы являлись исключительно собирающими детритофагами.

Мовчан Е.А., Стогов И.А., Полякова Н.В. Концентрация фитопигментов в планктоне беломорских пресноводных наскальных ванн

Концентрация хлорофилла «а» традиционно считается удобной экспресс-оценкой биологической продуктивности водоемов (Винберг, 1960; Бульон, 1983; Китаев, 2007). В ходе многолетних комплексных исследований беломорских наскальных ванн нами в июле - августе 1996 - 1999 гг. были оценены величины концентрации хлорофилла «а», которые изменялись от 0,1 до 19,5, в среднем составив $3,7 \pm 0,5$ мкг/л (таблица). Это позволяет отнести пресноводные наскальные ванны островов Керетского архипелага Белого моря к водоемам мезотрофного типа.

Концентрация феофитина в этот период была существенно выше и изменялась от 0,1 до 74,1, в среднем составив $8,2 \pm 1,3$ мкг/л. Относительное содержание феофитина изменялось от 10 до 99%, в среднем составив $68 \pm 2\%$. Это существенно выше, чем 10 - 30%, характерные для пресных вод (Бульон, 1983).

По мнению Г.Г.Винберга (1979), преобладание феофитина и других дериватов хлорофилла обычно для мелких водоемов при высоких концентрациях растительного планктона. В нашем случае это, видимо, дополняется поступлением аллохтонных органических веществ с заболоченных водосборов.

Таблица. Содержание хлорофилла «а», феофитина и относительное содержание феофитина в беломорских пресноводных наскальных ваннах

Водоемы островов	Хлорофилл, мкг/л	Феофитин, мкг/л	Относительное содержание феофитина
Седловатая	$3,0 \pm 0,9$	$6,8 \pm 1,4$	$0,71 \pm 0,04$
Черемшиха	$3,2 \pm 0,7$	$7,9 \pm 1,6$	$0,69 \pm 0,05$
Медянка	$1,9 \pm 0,7$	$4,8 \pm 1,5$	$0,63 \pm 0,10$
Киврей	$3,3 \pm 1,3$	$8,6 \pm 3,5$	$0,75 \pm 0,06$
Песочная	$8,2 \pm 1,9$	$14,9 \pm 6,6$	$0,59 \pm 0,04$
Среднее	$3,7 \pm 0,5$	$8,2 \pm 1,3$	$0,68 \pm 0,02$

Высокие концентрации дериватов хлорофилла и резкое преобладание в планктонных и донных сообществах детритофагов (Стогов и др., 2000) подтверждают предположение о том, что основу биотического баланса большинства наскальных ванн составляет аллохтонное органическое вещество, а основной поток вещества и энергии через экосистемы этих своеобразных водоемов идет по детритной пищевой цепи.

Авторы выражают благодарность Ю.И.Маслову за помощь и консультации при определении фитопигментов.

Полякова Н.В., Ивлев К.В. Оценка структурных показателей сообществ зоопланктона озера Нижнее Старушечье (Карельский берег Белого моря)

Озеро Нижнее Старушечье, расположенное в непосредственной близости от МБС СПбГУ, с 1984 года является объектом мониторинговых исследований, проводимых сотрудниками кафедры ихтиологии и гидробиологии, а с 2002 года и сотрудниками ЗИН РАН. Это малое лесное озеро характеризуется небольшими глубинами – средняя 3м, максимальная 9м, высокой цветностью воды и достаточно низкой прозрачностью. В конце июня 2010 года в рамках летней практики студентами 3 курса здесь проведена разовая съёмка зоопланктона для оценки видового состава и показателей обилия. Пробы брали вертикальной протяжкой от дна до поверхности малой сетью Джели, в двух повторностях. Пробы были отобраны нами на трёх станциях – прибрежной 1,5 м, с глубиной 3,5 м и на максимальной глубине 9м.

Всего нами обнаружено 12 видов коловраток и ракообразных. Массовыми формами были коловратки *Asplanhna priodonta*, *Conohilus unicornis*, *Kellicotia longispina*, и ракообразные *Daphnia cristata*, *Bosmina longirostris*, *Holopedium giberrum*, *Eudiaptomus graciloides*, *Cyclops scutifer*, в больших количествах присутствовали науплии. Эти же типичные для озёр данного типа организмы составляли основу сообщества за весь период наблюдений, когда было отмечено 33 вида организмов (в отдельные годы 16-27 видов).

Различий в видовом составе зоопланктона отдельных станций практически нет. По показателям обилия отмечено достоверное снижение численности и биомассы на прибрежной станции. Численность зоопланктона в куб.м колебалась от $47,8 \pm 9,2$ тыс.экз/м³ до $24 \pm 3,8$ тыс.экз/м³, биомасса от $1,0 \pm 0,12$ г/м³ до $2,8 \pm 0,6$ г/м³. Максимум отмечен на 9 метрах, минимум на 1,5 м. Средняя численность составила $204,4 \pm 77,4$ тыс.экз/м² и $37,9 \pm 5,2$ тыс.экз/м³, биомасса $2,0 \pm 0,3$ г/м³, что находится в пределах статистической ошибки в сравнении с аналогичными показателями прошлых наблюдений.

По численности доминируют ветвистоусые *Daphnia cristata* и *Bosmina longirostris*, составляя от 40 до 80% общей величины. Роль коловраток невысока, их вклад составлял не более 20%. Веслоногие раки, наряду с ветвистоусыми, доминировали на станции 3,5 м, достигая 40% общей численности в основном за счёт науплиальных стадий. На двух других станциях их вклад не выше 25 %. По биомассе на всех трёх станциях более 80% общей приходится на ветвистоусых *Daphnia cristata* и *Bosmina longirostris*.

Таким образом, можно говорить, что в июне зоопланктон распределён достаточно равномерно, что возможно связано с небольшими размерами и

глубинами озера, и отсутствием вертикальных миграций. Это подтверждают данные 2003 года, когда было показано, что в июне при отсутствии тёмного времени суток вертикальных перемещений организмов не происходит и зоопланктон распределён равномерно.

Стогов И.А., Мовчан Е.А. Продукция мейобентоса оз. Могильное (о.Кильдин, Баренцево море)

В июле 2007 - 2008 гг. для оценки биотического баланса озера Могильное был собран биологический материал и рассчитаны продукционные характеристики основных экологических групп гидробионтов различных трофических уровней.

В составе мейобентоса отмечены малощетинковые черви, нематоды и веслоногие ракообразные. Общая численность в литоральной зоне на глубинах 0,5 - 1 м изменялась от 74 до 163 тыс.экз./м², общая биомасса – от 7,2 до 10,4 г/м². По численности преобладали харпактициды и нематоды, по биомассе – олигохеты. На глубинах 3 - 4 м при сходной структуре сообществ величины обилия были существенно ниже, так, общая численность мейобентоса изменялась от 10 до 13 тыс.экз./м², биомасса – от 1,1 до 2,1 г/м². По численности преобладали харпактициды и нематоды, по биомассе – олигохеты. На глубинах 6 - 7 м у перемычки, отделяющей озеро от Баренцева моря, мейобентос отсутствовал, но был отмечен у противоположного берега, где был представлен только нематодами, при этом величины обилия были низки - общая численность изменялась от 0 до 5 тыс.экз./м², биомасса – от 0 до 0,1 г/м². На глубинах 8 - 9 м организмы мейобентоса не отмечены.

Таблица. Биомасса (В, г/кв.м) и продукция (Р, г/кв.м год) мейобентоса оз. Могильное

Группа	горизонт, м							
	0,5 - 1		3 - 4		6 - 7		8 - 9	
	В	Р	В	Р	В	Р	В	Р
Harpacticoida	2,7	32,0	0,2	2,1	0	0	0	0
Cyclopoida	1,0	11,9	0	0	0	0	0	0
Nematoda	0,6	5,3	0,1	1,2	0,1	0,6	0	0
Oligochaeta	5,1	35,3	1,3	9,2	0	0	0	0
общая	9,3	84,5	1,6	12,5	0,1	0,6	0	0

Продукция мейобентоса в прибрежной зоне составила 84,5 г/м² за год (таблица), на горизонте 3 - 4 м – 12,5 г/ м² за год, на горизонте 6 – 7 м – 0,5 г/м² за год, на глубинах 8 - 9 м – 0. Средневзвешенная продукция мейобентоса в озере Могильном с учетом относительных площадей,

занимаемых участками дна с разными глубинами, составила 50,2 г/м² за год, что соответствует 5,4 тонн сырого органического вещества за год. Таким образом, озеро Могильное характеризуется важной ролью мейобентоса в биотическом балансе водоема, вполне сопоставимой с таковой организмов макробоентоса, которыми создается 8,7 тонн сырого органического вещества за год (Стогов и др., 2010).

Авторы выражают благодарность Н.Н.Шунатовой и П.П.Стрелкову за помощь в организации исследований. Работа поддержана грантом РФФИ 07-04-01734-а.

Старков А.И., Полякова Н.В. Ракообразные *Harpacticus uniremis* солоноватоводных наскальных ванн Кандалакшского залива Белого моря

Солоноватоводные наскальные ванны островов Керетского архипелага характеризуются достаточно специфическим видовым составом зоопланктона. Основную роль в сообществах играли веслоногие ракообразные, и лишь в отдельные периоды времени наблюдались вспышки численности коловраток. Из 13 отмеченных видов копепод пять имели встречаемость больше 50%, причем четыре из них – виды п/отр Harpacticoida. Наибольшая частота встречаемости указана для *Harpacticus uniremis* (79%). В ряде ванн это единственный вид, причем численность его могла достигать 800 экз./л. Так же в ваннах постоянно присутствовали *Mesochra rapiens* и *Nitocra spinipes*, но их доля в численности обычно невелика. В ваннах, продолжительное время связанных с морем, распространен также единственный встреченный нами истинно планктонный вид из этой группы - *Microsetella norvegica*.

Сезонные изменения численности и биомассы зоопланктонных сообществ в ваннах находились в прямой зависимости от колебаний этих показателей у доминирующих форм - в большинстве случаев это ракообразные *H. uniremis*. Однако одинаковых тенденций в сезонных изменениях показателей обилия данного вида в разных ваннах не наблюдалось. Поэтому было интересно проследить за сезонными изменениями в отдельных ваннах размерной структуры популяций *H. uniremis*. Такие наблюдения осуществлены летом 2006 г. В 5 литоральных ваннах на лудах Керетского архипелага Белого моря, где *H. uniremis* был отмечен в достаточных количествах: одна на севере луды Седловатая, четыре - на севере луды Медянка. В каждый момент наблюдений в отдельных ваннах измерено до 186 особей, общим числом около 2500. При анализе структуры популяции *H. uniremis* взрослых

(половозрелых) особей выделяли по наличию яйцевых мешков, как правило, их размер превышал 0,9 мм. Рачки меньших размеров относили в ювенильную группу.

На протяжении вегетационного сезона в динамике размерной структуры популяции *H. uniremis* можно отметить две основные закономерности. В двух ваннах на луде Медянка мономодальное размерное распределение сменялось бимодальным, что обусловлено изменением соотношения взрослых и ювенильных особей. В двух других водоемах отмечено только мономодальное распределение (ванны л. Седловатая и л. Медянка), но при этом происходила смена возрастных групп. До середины лета преобладали взрослые особи, затем формировалось новое поколение, и мы могли наблюдать с середины июля смещение модальных групп по размерной оси.

В основном, до первой половины июля в водоемах не встречались особи размерами менее 0,9 мм. На основании этого мы можем предполагать, что они представляют прошлогоднюю генерацию. В 4 из 5 ванн происходит увеличение доли ювенильных особей от начала съемок к концу сезона. Причем в двух случаях максимум доли молодежи приходится не на конец, а на середину августа. К концу августа вновь происходит возрастание доли взрослых особей. Можно предположить, что именно эта генерация перезимует, и мы увидим её в начале следующего сезона в качестве единственной в водоеме.

Изменения средних размеров некоторых модальных групп между отдельными наблюдениями позволили оценить суточный прирост массы тела рачков. Необходимым условием является то, что мы наблюдаем единую модальную группу, т.е. не может быть уменьшения средних размеров за счет пополнения. Рассчитанная скорость весового роста составила $C_w=0,0045$ для группы взрослых особей и $C_w=0,0217$ для копеподитов 2 - 4 стадий. Это более чем на порядок (в 20 - 50 раз) ниже, чем показано для гарпактикоид в Черном море, и, возможно, связано с нестабильностью абиотических параметров, в первую очередь, сильными колебаниями солености и температуры.

Таким образом, основные сезонные изменения показателей обилия *H. uniremis* были обусловлены изменением соотношения взрослых и ювенильных особей, причём резкое увеличение численности этих животных обычно сопровождалось увеличением доли взрослых особей в ваннах. Высокие величины обилия ракообразных *H. uniremis* в наскальных ваннах в течение всего сезона позволяют исследовать его размерную структуру, продукционные и прочие функциональные характеристики.

Шатских Е.В., Лайус Д.Л., Иванова Т.С., Иванов М.В.

Распределение трехиглой колюшки в прибрежной зоне Белого моря и долговременные изменения ее численности

Белое море для трехиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus* является северо-восточным краем ареала. Любые изменения условий на краю ареала могут приводить к серьезным колебаниям численности. Численность трехиглой колюшки в Кандалакшском заливе в настоящее время быстро возрастает. Поскольку известно, что распределение колюшки в Белом море неравномерно (Мухомедияров, 1966), ее много в Мезенском, Кандалакшском и Двинском заливах, меньше – в Онежском, то для оценки ее численности была проведена экспедиция в Онежский и Кандалакшский заливы в период нереста колюшки (15 - 22 июня 2010 г).

Исследование показало, что численность вида максимальна вдоль Карельского побережья в южной и в центральной части Кандалакшского залива – в районе губы Чупа – около 20 экз./м², Гридино - 12 экз./м², Лесозаводский - 7 экз./м²). В кутовой части Кандалакшского залива, несмотря на то, что условия размножения сходны с теми, которые наблюдаются на южном побережье залива, численность производителей в несколько раз ниже (до 1,5 экз./м²).

На северном берегу Кандалакшского залива (в районе р. Черная и р. Сальница) численность колюшки составляла 0,5 - 1 экз./м². В этом районе условия размножения вида явно неблагоприятны ввиду сильной подверженности побережья действию волн. Повторные исследования в августе показали полное отсутствие молоди на данных станциях, что говорит о неэффективности нереста. Вдоль западного берега Онежского залива биотопы, в целом, не очень благоприятны для нереста колюшки из-за отсутствия водной растительности, а также прибойности берега. Численность производителей здесь соответственно низка. Наличие сравнительно большого количества колюшки в нерестовом состоянии в данных районах, при отсутствии подходящих нерестилищ, наводит на мысль, что характер макро-распределения производителей лишь отчасти объясняется наличием подходящих условий для нереста. Скорее всего, распределение колюшки во время нереста зависит также от мест зимовки и нагула, о которых пока известно очень немного.

Данных о численности колюшки в Белом море в прежние годы очень мало. Тем не менее, как нам удалось установить ранее, для этой рыбки характерны выраженные изменения численности за последние 120 лет. Первые упоминания в литературе относятся к 1891 году, когда И. К. Тарнани, описывая рыболовство Соловецкого монастыря писал: «колюшка попадает в очень большом количестве, в один раз пудов десять». В следующем упоминании (Сент-Илер, 1911) отмечались

значительные скопления колюшки. В период с 1915 по 1936 гг. численность колюшки была особенно высокой, например, в районе деревни Черная речка (Карельский берег) численность рыб составляла около 250 экз./кв.м (Чернавин, 1999; Иванова, Лайус, 2008). Последующее сокращение численности колюшки исследователи заметили далеко не сразу. В 1952 году сотрудники Кандалакшского заповедника отметили сокращение численности колюшки, и считают, что это повлияло на численность крачек (Летопись природы Кандалакшского заповедника за 1948 - 1953 год. Кандалакша, Кандалакшский государственный природный заповедник, 1954, С. 35-42). С тех пор численность снизилась до практически полного «исчезновения» (не регистрировалось нерестового подхода). Небольшой всплеск численности колюшки наблюдали в 1974-76 гг, но затем упоминания нерестовых подходов колюшки снова исчезли из летописей заповедника на 20 лет. С 1997 года численность колюшки постепенно увеличивалась, а за последние пять лет наблюдается быстрый рост численности колюшки (примерно в 25 раз в районе о. Горелый, губа Чула) (Иванова и др., 2010). По-видимому, в настоящий момент численность колюшки в Кандалакшском заливе близка к таковой в 1950-е годы (В.В.Бианки, личное сообщение).

Для 1950-х гг имеются данные по промыслу колюшки. Исследователи Гридинской биологической станции Карельского филиала АН СССР вели статистику уловов всех беломорских рыбозаводов, которая сохранилась в архивах станции. Анализ показал, что колюшку в основном ловили на Кандалакшском и Терском берегу, в вершине Кандалакшского залива, меньше в Чуле и Сонострове. В Гридино и в Онежском заливе колюшку не ловили вовсе. Годовые уловы на Терском берегу варьировали от 0,4 до 7 т (3 рыбозавода), в вершине Кандалакшского залива – от 0,5 до 46 т (1 рыбозавод), на Кандалакшском берегу – 1,8 до 75 т (8 рыбозаводов), на Карельском берегу – 0,5 – 12 т (2 рыбозавода) (рис. 2). С 1950 по 1960 гг добыча во всех рыбозаводах снижалась. Коэффициент корреляции Спирмена по усредненным уловам всех заводов с порядковым номером года составляет -0,66 ($p > 0,05$). При этом для каждого отдельного рыбозавода коэффициенты были недостоверны, но во всех случаях отрицательные. Применение критерия знаков позволяет говорить о том, что для всего региона уловы достоверно снижались в 1950-е годы ($p < 0,05$). Это, скорее всего, связано со снижением численности колюшки.

Далее мы исследовали связь между уловами колюшки в 50-е годы и ее численностью в настоящее время, с целью определить, зависит ли промысел колюшки от ее пространственного распределения, полагая, что в целом оно сходно с распределением в настоящее время.

В Кандалакшском заливе такой зависимости обнаружено не было. Там, где в настоящее время численность колюшки высока (Карельский берег), в 1950-х годах промысел был небольшой или не велся совсем. При этом в вершине Кандалакшского залива, где был отмечен интенсивный промысел, количество колюшки в настоящее время относительно невелико. В Онежском заливе промысла колюшки не было. По результатам опроса рыбаков это было связано с ее низкой численностью. В настоящее время численность колюшки в этом районе также очень низка.

Отсутствие связи между уловами в 1950-е годы и распределением колюшки в Кандалакшском заливе в настоящее время может быть обусловлено разными причинами. (i) Промысел колюшки вели не только в окрестностях рыбозаводов, но и в более отдаленных районах. (ii) Распределение колюшки в 1950-е годы было иным, чем в настоящее время. (iii) Величина уловов колюшки зависит не только от ее обилия, но и от других факторов, таких как интенсивность ее лова.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, гранты 09-04-01357-а и 10-04-10066-к.

Кранивин В.А. Фауна симбионтов *Mytilus edulis* (L) литорали и верхней сублиторали губы Чупа Кандалакшского залива Белого моря

Двустворчатые моллюски служат хозяевами различным симбиотическим организмам. Симбиофауна некоторых видов характеризуется значительным видовым разнообразием (Hopner, Petersen, 1984, Rayuan et. al., 2004, Mastitsky et. al., 2008). Разные особи широко распространенных видов двустворчатых моллюсков могут существенно отличаться по составу и представленности комплекса симбионтов в зависимости от конкретных мест обитания. Это позволяет вычленять «физиологическую» и «экологическую» компоненты в формировании систем симбионт – хозяин.

Мидия *Mytilus edulis* (L) – удобный модельный объект для изучения внутривидовых комплексов симбионтов, ассоциированных с двустворчатыми моллюсками. Эти моллюски встречаются в сравнительно широком диапазоне глубин (от средней литорали до глубины 50 м (Старобогатов, Наумов, 1987)). Это позволяет изучать особенности зараженности мидий многоклеточными симбионтами в поселениях на разных горизонтах литорали и различных глубинах в сублиторали.

Материал настоящего исследования был собран в сентябре 2010 г. в двух поселениях мидий в районе МБС СПбГУ. Одно, расположенное на корге в эстуарии р. Кереть (поселение 1), целиком находится в сублиторали (от 0 глубин до 3 м); другое – на о. Большой Горелый (поселение 2) – простирается от среднего горизонта литорали до глубин порядка 12 м. В поселении 1 взято три пробы по 40 моллюсков на глубинах 3, 1 и 0 м; в поселении 2 - 6 проб по 20 моллюсков на глубинах 12, 3, 1 м, а также на нижней границе литорали (у 0 глубин), в поясе макрофитов (нижняя литораль) и на средней литорали. Сбор половозрелых одноразмерных моллюсков производили вручную (в сублиторали – при помощи водолазного снаряжения). Собранных мидий содержали в холодильнике и вскрывали в течение нескольких дней после сбора.

Облигатные симбионты представлены метацеркариями трех видов трематод. Это *Cercaria parvicaudata* Stunkard, 1930 (сем. Rencolidae), *Himasthla* sp. (Rudolphi, 1802) (сем. Echinostomatidae), *Gymnophallus* sp. (сем. Gymnophallidae). Кроме того, к облигатным симбионтам, по-видимому, относится и турбеллярия, часто встречающаяся на жабрах и ротовых лопастях мидий (предположительно – *Urostoma cyprinae*, Graff

1913). Организмы, по всей видимости, случайно затянутые в мантийную полость представляют факультативный компонент симбиофауны. Среди них отмечены нематоды, изоподы (*Jaera* sp.), различные Copepoda, науплиусы, морские клещи Halacaridae, личинки Chironomidae. Наличие большой доли моллюсков, содержащих таких необлигатных сожителей (например, экстенсивность инвазии нематодами до $25 \pm 13,42$ % (здесь и далее указан доверительный интервал при $p=0,05$), копеподой *Microsetella norvegica* (Voeck) – до $28 \pm 20,69$ %), говорит о том, что последние попадают в мантийную полость мидий достаточно регулярно.

Мидии, обитающие на разной глубине, значительно различаются по экстенсивности и интенсивности инвазии симбиотическими турбелляриями. В обоих поселениях доля моллюсков с турбелляриями выше всего на максимальной глубине (для поселения 1: $\chi^2 = 44,2$, $p < 0,01$, для поселения 2: $\chi^2 = 4,3$, $p = 0,04$); при этом в последнем случае на литорали эти симбионты встречаются не выше нижней части пояса макрофитов. Метацеркарии *Gymnophallus* sp. обнаружены только в сублиторальных пробах. Значимых различий литоральных и сублиторальных мидий по экстенсивности инвазии церкариями *Cercaria parvicaudata* не обнаружено (в сублиторали – от 0 до $20,0 \pm 17,53$ % , на литорали – от $30,0 \pm 20,08$ до $40,0 \pm 21,47$ %). Интенсивность инвазии этим паразитом несколько выше на литорали (до $10,5 \pm 5,4$ экз. в среднем горизонте), чем в сублиторали (на разных глубинах от 0 до $1,5 \pm 0,6$ экз.). Экстенсивность инвазии метацеркариями *Himasthla* sp. в среднем горизонте литорали выше ($75 \pm 18,97$ %), чем в сублиторали (до $30,0 \pm 20,08$ %) ($\chi^2 = 17,3$; $p < 0,01$). В распределении по глубине других организмов, найденных в моллюсках, не удалось выявить четких закономерностей. Возможно, причина в том, что представители крупных систематических групп, таких как Nematoda, которые в сублиторали и на литорали могут быть представлены разными видами, были рассмотрены без видовой идентификации (в настоящее время этот материал находится на стадии определения).

Таким образом, некоторые облигатные симбионты, ассоциированные с *M. edulis*, демонстрируют разные предпочтения в отношении глубины: турбеллярий чаще можно встретить в сублиторали на глубине 3-12 м, метацеркарий *Himasthla* sp. – на литорали. Кроме того, интересно отметить, что, хотя окончательными хозяевами всех трех встреченных нами видов трематод являются птицы (Чубрик, 1956), некоторое количество моллюсков, зараженных метацеркариями, было обнаружено даже на максимальной глубине обитания мидий в исследованном районе (12 м).

Крупенко Д. Ю. Особенности организации кожно-мышечного мешка в районе вентральной впадины у нескольких видов трематод

Одним из механизмов фиксации у трематод, как у взрослых особей гермафродитного поколения, так и у личинок, является прикрепление при помощи вентральной впадины. В этом случае всё тело червя или определённая его часть используется в качестве присасывательной поверхности и имеет ложковидную форму. Наличие вентральной впадины характерно для представителей семейств Notocotylidae, Echinostomatidae, Strigeididae и др. (Ошмарин, 1960; Гинецинская, 1968). Дорсо-вентральные мышцы трематод, имеющих вентральную впадину, хорошо развиты. Считается, что они функционируют аналогично радиальным мышечным волокнам в присосках (т.е. создают сильное отрицательное давление в полости вентральной впадины) (Ястребов, 1997). Однако каких-либо особенностей расположения других групп мышц в связи с наличием вентральной впадины ранее отмечено не было. Поиск такого рода особенностей является целью данной работы. Задачами стали описание и анализ расположения мышечных элементов кожно-мышечного мешка в районе вентральной впадины у церкарий *Paramonostomum alveatum* (сем. Notocotylidae), *Himasthla militaris* (сем. Echinostomatidae) и метацеркарий *Microphallus pygmaeus* (сем. Microphallidae).

У церкарий *P. alveatum*, как и у всех нотокотилид, отсутствует брюшная присоска. Фиксация может осуществляться только при помощи двух присасывательных бугорков на заднем конце туловища и вентральной впадины, охватывающей всю брюшную поверхность. Церкарии *H. militaris* имеют хорошо развитую брюшную присоску, однако вентральная впадина, занимающая локомоторный отдел тела, может предоставлять дополнительную возможность для прикрепления. Метацеркариям *M. pygmaeus* органы прикрепления необходимы только тогда, когда они попадают в кишечник окончательного хозяина. Они используют для фиксации парные железистые органы на заднем конце тела и вентральную впадину. Последняя, по-видимому, является основным прикрепительным образованием на стадии мариты. Вентральная впадина *M. pygmaeus* занимает всю брюшную поверхность, а брюшная присоска развита слабо.

Материал собран летом 2008, 2009 и 2010 годов на побережье Белого моря (пролив Сухая салма и корга в устье губы Левин-наволоок, губа Чупа, Кандалакшский залив). Церкарий *H. militaris* и *P. alveatum* получали из брюхоногих моллюсков *Hydrobia ulvae*, метацеркарий *M. pygmaeus* – из

Littorina saxatilis. Все объекты были зафиксированы 4%-ным раствором параформальдегида в фосфатном буфере и окрашены TRITC-фаллоидином по стандартной методике. Препараты просматривали на конфокальном сканирующем лазерном микроскопе Leica TCS SPE.

Особенно интересным и функционально связанным с работой вентральной впадины оказалось расположение продольных мышц на брюшной стороне тела рассмотренных трематод. У церкарий *P. alveatum* и метацеркарий *M. pugnax* продольные мышечные волокна, идущие по бокам вентральной поверхности, на заднем конце тела поворачивают к его средней линии и там соединяются перед отверстием экскреторной поры (т.е. расположены U-образно). Таким образом, они фактически отграничивают полость вентральной впадины. На переднем конце тела эти группы продольных мышц присоединяются к бокам ротовой присоски. У церкарий *H. militaris* концы латеральных групп продольных мышц на брюшной стороне немного изгибаются в сторону медианной линии и присоединяются к брюшной присоске (сзади) и к ротовой (спереди).

У церкарий *H. militaris* и *P. alveatum* также отмечена дифференциация продольных волокон кожно-мышечного мешка на вентральной стороне тела. Волокна медианной группы расположены достаточно часто и равномерно (расстояния между ними составляют 0,5 - 1 мкм), не образуют пучков. Продольные волокна латеро-медианных групп у *H. militaris* расположены немного реже (в отдельных случаях расстояния достигают 1,5 мкм), однако сами они толще в два раза. У *P. alveatum* продольные волокна латеро-медианных групп собраны в пучки по 2 - 3 шт. (расстояния между пучками не превышают 0,8 мкм). Именно эти группы волокон ограничивают вентральную впадину по бокам. Для метацеркарий *M. pugnax* подобная дифференциация продольных волокон не отмечена, они одинаково хорошо развиты на всей вентральной поверхности тела.

Каких-либо особенностей расположения кольцевых и диагональных волокон, связанных с наличием вентральной впадины, нам обнаружить не удалось.

В целом, можно заключить, что у рассмотренных трематод продольная мускулатура по бокам брюшной поверхности тела реорганизована так, чтобы отграничивать вентральную впадину. Также возможно, что эти продольные мышцы в некоторой степени играют роль сфинктера вентральной впадины, т.е. при прикреплении с их помощью происходит обжимание субстрата, на котором фиксируется паразит. Плотный слой продольных мышц в полости вентральной впадины, очевидно, необходим для её укрепления – без этого она не могла бы работать, как присоска.

Кузнецов И.Б., Корсун С.А. *Protelphidium niveum* (Lafrenz) – новый для Белого моря вид фораминифер семейства Elphidiidae

Фораминиферы семейства Elphidiidae широко распространены на шельфах арктических морей. Они обладают многокамерной планоспиральной раковинной из карбоната кальция и обитают как в нормальных морских условиях открытого шельфа, так и в прибрежных мелководных зонах с сезонным опреснением и перепадами температур. В Белом море эльфииды многочисленны и встречаются от литорали до максимальных для бассейна глубин более 300 м.

В ходе исследований в акватории Керетского архипелага в период с 2008 по 2010 гг. нами было обнаружено 10 видов эльфиид, один из которых не был ранее зарегистрирован в Белом море. Мы провели морфологическое исследование его раковины методами светооптической и сканирующей электронной микроскопии. Ряд признаков позволил предварительно идентифицировать вид как *Protelphidium niveum* (Lafrenz, 1963), это: (1) заполнение умбиликальной области длинными, перекрывающимися и частично слитыми отростками фолиумов, несущими папиллы; (2) неглубокие межкамерные пространства, открытые на всем протяжении и начинающиеся между фолиумами; (3) добавочные устья между фолиумами камер, сообщающие полости фолиумов с межкамерными пространствами; (4) длинные конические папиллы.

Закругленный периферический край раковины и открытые межкамерные пространства *Protelphidium niveum* указывают на его принадлежность к экологической группировке эльфиид, населяющих мягкие осадки. Вдавленная умбиликальная область, в которую открываются устья фолиумов, позволяет аккумулировать частицы осадка и клетки диатомовых водорослей по бокам раковины. Вероятно, диатомовые – один из компонентов рациона *Protelphidium niveum*; яркая окраска цитоплазмы может свидетельствовать о способности к клептопластии или, как минимум, о наличии в клетке пигментов фагоцитированных водорослей. В районе исследований *Protelphidium niveum* был зарегистрирован в двух станциях: на макрофитах с глубины 1 - 2 м и в мелкозернистом песке с глубины 2 - 6 м.

Находка *Protelphidium niveum* дополняет список видов семейства Elphidiidae, отмеченных в Белом море. Вместе с тем, нельзя не признать и возможную дискуссионность произведённой нами видовой идентификации, т.к. в литературных источниках существуют описания морфологически сходных видов, причисляемых к родам *Porosonion*, *Elphidium* и *Haunesina*, синонимика запутана, а взгляды разных авторов на критерии выделения этих видов различаются.

Максимович А.Н., Гранович А.И. Особенности динамики численности модельных популяций *Littorina obtusata* в Кандалакшском заливе Белого моря

Littorina obtusata (L.) традиционно используется в качестве модельного объекта для популяционно-экологических исследований. Это обусловлено высокой плотностью поселений вида, легкостью сбора материала. Однако главным достоинством *L. obtusata*, с точки зрения популяционных исследований, является малая подвижность особей и отсутствие планктонной личинки в жизненном цикле. Таким образом, поселение вида на каждом участке береговой линии может рассматриваться как в значительной степени изолированное от других, расположенных на расстоянии десятков метров (несколько радиусов индивидуальной активности особей вида). Это позволяет анализировать преемственность популяционной динамики вида при анализе поселения одного и того же участка литорали на протяжении последовательных лет. Работа посвящена изучению многолетней динамики *L. obtusata* в двух модельных поселениях Кандалакшского залива Белого Моря. В работе использованы данные мониторинга, который проводился с 1982 по 1997 годы (Granovitch et al., 2000); ее основная задача – описание закономерностей изменения плотности поселения *L. obtusata* в целом и в частях, связанных с различными горизонтами пояса макрофитов.

В работе использован материал серий количественных сборов, собиравшихся ежегодно по одинаковой методике в двух точках литорали (корга в устье губы Левин-наволок в губе Чупа и западная коса Южной губы о. Ряжков в Северном архипелаге). Для исследования динамики численности использована серия регрессионных моделей, где в качестве независимой переменной фигурирует численность *L. obtusata* в пробе в данный год, а список независимых переменных включает в себя: этаж пояса макрофитов, прошлогоднюю численность особей вида, массу макрофитов в пробе, возрастную категорию, популяцию и взаимодействие возрастной категории и горизонта.

В целом плотность популяций характеризуется достаточно резкими изменениями в последовательные годы (от 15 до более 50 экз./м²). Периоды длительных (в течение нескольких лет) однонаправленных трендов отсутствуют. В результате анализа моделей показано, что обилие литорин в пробе сильно положительно связано с массой макрофитов. Эта связь отражает использование моллюском талломов бурых водорослей в качестве основного местообитания. Плотность поселения данного года сильно коррелирует с плотностью поселения прошлого года ($p < 0,0001$). Однако аналогичной связи с плотностью поселения позапрошлого года выявить не удалось. Это еще раз подчеркивает

отсутствие однонаправленных трендов изменения плотности поселения, проявляющихся в течение ряда лет. Анализ коррелятивных связей частей популяции *L. obtusata* из разных этажей пояса макрофитов показал, что значимая «преемственность» плотности поселения наблюдается для поселения из нижней части пояса фукоидов. Для поселений из среднего и верхнего этажей подобной закономерности не наблюдается. Более того, численность литорин в среднем и верхнем этажах значимо положительно связана с прошлогодним обилием моллюсков в нижней части. Все это позволяет предположить, что основная часть популяции, которая определяет ее стабильное воспроизводство, локализуется именно в нижней части литорали (для этого участка отмечена преемственность плотности поселения). Кроме того, именно эта часть популяции определяет плотность поселения в верхней части пояса макрофитов на будущий год. Таким образом, мы предполагаем, что наиболее важной частью популяции с точки зрения ее функционирования как целостной системы является ее часть, связанная с нижним этажом пояса макрофитов. Именно с этой частью, по-видимому, связано основное воспроизводство популяции. Возможно, эта часть имеет важнейшее значение и для переживания всей популяцией зимнего периода. Части популяции, локализующиеся в верхнем и среднем этажах пояса макрофитов, имеют, таким образом, статус зависимых поселений.

Работа частично поддержана грантами РФФИ №№ 09-04-01728-а и 10-04-10039-к.

Раилкин А.И., Шилова О.А.¹, Ефимова Л.Н.¹, Чикадзе С.З., Маньлов О.Г., Гагаринова Н.Г. Эффективность противoadгезионных веществ в растворах и в покрытиях

¹Институт химии силикатов (ИХС) имени И.В. Гребенщикова РАН

В настоящем кратком сообщении рассмотрены результаты исследований по проблеме создания экологически безопасной противoadгезионной защиты от обрастания. Экспериментально было установлено, что ионы-антагонисты кальция и некоторые другие вещества обратимо подавляют прикрепление обрастателей (табл. 1), что подтверждает нашу гипотезу о кальций-зависимом механизме прикрепления (Раилкин и др., 2010).

Для изучения противообрастательного действия антиадгезионных веществ были разработаны гибридные органо-неорганические силикатные покрытия на основе этоксисилана (ТЭОС). С этой целью использовались самополирующиеся покрытия на основе поливинилового матрицы с добавками эпоксидных компонентов и канифоли сосновой, которая была модифицирована алкоксисоединениями и их производными. Были

исследованы возможности оптимизации состава поливинилсилоксановых покрытий, содержащих вещества, препятствующие прикреплению обрастателей. Оптимизация покрытий определялась условиями золь-гель синтеза кремнезоля и состава противoadгезионного вещества на кроющую способность и противообрастательные свойства покрытий. Трехмесячные испытания синтезированных модельных покрытий, выполненные в МАК, показали (табл. 2), что лучшими свойствами как по прочности, так и по защитному эффекту от обрастания обладали покрытия с низкой концентрацией ТЭОС и большим сроком созревания (варианты 6 и 7).

Пятимесячные испытания покрытий (с оксидами лантана, кобальта, марганца и железа) в МАК на модельных экосистемах, включавших беломорские бентосные организмы (бурые водоросли *Fucus vesiculosus*, гидроиды *Gonothyrea loveni*, усоногие раки *Semibalanus balanoides*, моллюски *Mytilus edulis*, морские звезды *Asterias rubens*, гастротрихи и нематоды в песке) и нектонные организмы (трехиглые колюшки, O+), показали отсутствие каких-либо заметных токсических эффектов, что свидетельствует в пользу экологичности покрытий.

Таблица 1. Подавление прикрепления обрастателей ионами-антагонистами кальция и другими агентами

Обрастатели	Вещества	Концентрации, мМ	Подавление прикрепления	
			время, мин	%
Циприсы <i>Semibalanus balanoides</i>	Хлористый лантан	5	180	100
	Хлористый кобальт	250	120	100
		500	60	100
Педивелигеры <i>Mya truncatella</i>	Хлористый лантан	2,5	3	100
	Хлористый кобальт	25	90	100
Педивелигеры <i>Mytilus edulis</i>	Хлористый лантан	1	1-3	100
	Хлористый кобальт	100	30	100
Молодь <i>Mytilus edulis</i> (O+, длина 1-2 мм)	5,5-	200	5-30	100
	диэтилбарбитуровая к-та	250	1-5	100
	Бензойная кислота			
Споры <i>Laminaria saccharina</i>	Хлористый лантан	1	30	60
	Хлористый кобальт	250	30	96
	Хлористый марганец	250	15	93
	Хлористое железо	10	15	67

Таблица 2. Результаты испытаний противoadгезионных покрытий

Условия синтеза покрытий			Противо-адгезионные вещества		Характеристика обрастания		Механич. прочность покрытия
Кон-ция ТЭОС	Сроки сушки	Диатомовые водоросли			Гетеротрофные жгутиконосцы		
1	10	3 ч	La ₂ O ₃		---	+++	хорошая
2	30	3 ч		CoO	-	-	средняя
3	10	7 дн	La ₂ O ₃		+	+++	хорошая
4	30	7 дн	La ₂ O ₃		+	+	средняя
5	50	7 дн		CoO	---	---	низкая
6	10	3 мес		CoO	---	-	хорошая
7	30	3 мес	La ₂ O ₃		---	-	средняя

Примечание. Концентрация ТЭОС дана в массовых %%; ч – часы, дн – дни, мес – месяцы; +++ очень много, + много, - мало, --- практически не встречаются.

Работа поддержана грантами РФФИ №№ 08-04-01007-а и 10-04-10075-к.

Сказина М.А., Кузьмин А.А., Хайтов В.М.¹ Микроскульптура периостракума как определительный признак беломорских астартид

¹Кандалакшский государственный природный заповедник, Кандалакша; кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ, Санкт-Петербург

При изучении структуры популяций моллюсков семейства Astartidae большую сложность составляет видовая идентификация молодых моллюсков. Признаки, приведенные в опубликованных ключах, пригодны только для определения взрослых особей. Вместе с тем, по данным С. Г. Денисенко (2000), астартид можно четко различать по микроскульптуре периостракума.

Проведенный нами анализ коллекций из разных частей Белого моря показал, что признаки, предложенные С. Г. Денисенко, надежно работают при видовой идентификации астартид. У *Elliptica elliptica* микроскульптура периостракума представлена правильными шестиугольниками, образующими сеточку, у *Tridonta borealis* и *Nicania montagui* периостракум покрыт плотно расположенными точечными углублениями, которые по нашим наблюдениям у *T. borealis* сливаются в трещинки, а у *N. montagui* остаются точками. Вместе с тем, работают ли эти признаки на мелких моллюсках, до сих пор не было известно. Целью нашей работы стало разработать надежные видовые маркеры для представителей Astartidae Белого моря на морфологическом (строение

периостракума) и на молекулярном уровне. В рамках данной цели нами были поставлены следующие задачи:

1) выяснить, прослеживаются ли признаки микроскульптуры периостракума, используемые для различения взрослых астартид на молодых экземплярах;

2) определить, наблюдаются ли отличия в последовательности нуклеотидов ДНК D1-D2 рРНК большой рибосомальной субъединицы у двух видов астартид (*Tridonta borealis* и *Elliptica elliptica*);

3) проверить, совпадают ли результаты определения видов с помощью разных методов – морфологических и молекулярных.

Для нашего исследования в августе 2009 года были взяты пробы в проливе между островами Ряжков и Куричок (Кандалакшский залив Белого моря, территория Кандалакшского государственного природного заповедника). Так как при сборах не было обнаружено *N. montagui*, в последующем анализе использовались только *T. borealis* и *E. elliptica*.

В этих пробах были найдены как взрослые астартиды двух видов, так и их молодь. Анализ микроскульптуры периостракума молодежи показал, что среди них можно выделить две группы: первая обладает сетчатым периостракумом, а вторая складчатым. Предположительно первая группа молодежи относится к виду *E. elliptica*, а вторая – к *T. borealis*.

Чтобы получить независимый признак для проверки валидности определения по строению периостракума, было решено проанализировать изменчивость по вариабельному участку D1-D2 гена рРНК большой субъединицы рибосомной ДНК. В анализе использовали моллюсков из групп с разным типом периостракума. Общая длина ПЦР-продукта составила 1084 п.н., из которых для трёх взрослых представителей каждой из двух групп было отсеквенировано 1025 п.н. По результатам секвенирования различия между «видовыми» группами обнаружены лишь по трем нуклеотидным позициям (583, 712 и 716 от начала ПЦР-продукта).

С целью видовой диагностики различия в нуклеотидных последовательностях беломорских астартид оказалось возможным анализировать с помощью рестрикционного анализа. Для всех трех различающихся позиций были подобраны рестриктазы, специфически узнающие сайты с нуклеотидными заменами. Для предварительного анализа изменчивости было выбрано два из трех изменчивых сайта: 712 и 716, распознаваемые рестриктазами Mlu I и BstH2 I соответственно. Ожидаемые фрагменты рестрикции для Mlu I составляют для *T. borealis* 380, 710 п.н., а для *E. elliptica* – 80, 370, 630 п.н. Для рестриктазы BstH2 I – 1080 (*T. borealis*) и 80, 1000 (*E. elliptica*). По результатам электрофореза выяснилось, что картина рестрикционных фрагментов соответствует ожидаемой для «видовых» групп.

Очевидно, что морфологические признаки (строение периостракума) на исследованном материале скоррелированы с независимым молекулярным признаком. Это является значительным свидетельством валидности признаков строения периостракума для видовой идентификации астартид вне зависимости от размеров особей. Таким образом, по результатам данного исследования мы можем сделать следующие выводы:

1. Характеристики микроскульптуры периостракума, выявленные у взрослых особей, прослеживаются и на молодых моллюсках;
2. Обнаружены различия между *E. elliptica* и *T. borealis* по независимому молекулярному признаку (участок D1-D2 рРНК).

Работа поддержана грантом РФФИ № 08-04-01315 а.

Тамберг Ю.Ю., Шунатова Н.Н., Яковис Е.Л. Пищевые взаимодействия камптозоев *Loxosomella nordgardi* и мшанок *Tegella armifera* in situ и в эксперименте

Изучение межорганизменных взаимодействий в сообществах бентосных фильтраторов представляет собой сложную, но исключительно интересную задачу. Настоящая работа посвящена изучению пищевого аспекта межвидовых взаимодействий в ассоциации бентосных сестонофагов: одиночных камптозоев *Loxosomella nordgardi* (эпибионт) и морских хейлостоматных мшанок *Tegella armifera* (базибионт). Взаимоотношения между участниками носят комплексный характер и представляют собой факультативный комменсализм.

Одиночные камптозои – мелкие животные, создающие относительно слабые фильтрационные токи. Мшанки, напротив, более крупные колониальные животные, они создают сильные и сложные токи воды, приносящие пищу. *Loxosomella nordgardi* поселяется на поверхности колоний небольшого количества видов морских мшанок и приурочена лишь к определенным участкам колоний хозяина. Рационы обоих видов отчасти перекрываются. Кроме того, будучи фильтраторами, хозяева и эпибионты неизбежно вступают в гидродинамические взаимодействия, облегчая либо затрудняя питание друг другу. Мы рассмотрели пищевой аспект их взаимодействий, сопоставив размер и количество частиц, потребляемых фильтраторами in situ и в условиях эксперимента.

Материал был собран в сентябре 2009 - 2010 г. в окрестностях МБС СПГУ. С борта весельной лодки кошкой собирали талломы красных водорослей, на которых поселяется *T. armifera*. Из встреченных колоний отбирали полностью свободные от эпибионтов и те, на поверхности которых находилось не менее десяти особей *L. nordgardi* (в среднем 30).

В 2009 г. 20 свободных и 20 заселенных колоний были зафиксированы 4% раствором формалина в лодке, сразу после сбора. Из них мы извлекали по 11 полностью сформированных полипидов (из заселенных колоний мы брали те полипиды, на поверхности цистидов которых находились локсозомеллы) и изготавливали индивидуальные временные препараты - мазки кишечника. На них мы измеряли длину и ширину, и подсчитывали количество створок диатомовых.

В 2010 г. мы работали с живыми колониями в лаборатории, термостатированной на +10°C. Перед началом экспериментов колонии голодали в течение 24 часов. Затем их помещали в проточную систему, заполненную профильтрованной морской водой, и добавляли суспензию силиконовых шариков диаметром 6, 10, 15, 25, 35 и 45 мкм, в концентрации 2 частицы каждого размера на 1 мл. Скорость течения поддерживалась на уровне ~0,15 м/сек. Каждый эксперимент продолжался 45 - 60 минут, после чего колонии фиксировали 70 % спиртом. Из каждой колонии извлекали, в среднем, по 50 полностью сформированных полипидов и изготавливали индивидуальные временные препараты, на которых подсчитывали количество проглоченных шариков. Всего мы провели 40 экспериментов: 20 со свободными и 20 с заселенными колониями.

Среднее количество диатомовых в кишечниках полипидов из свободных и заселенных колоний не различается ($9,4 \pm 1,79$ и $9,1 \pm 1,80$ экз., соответственно). Размерные спектры диатомовых, проглоченных полипидами из свободных и заселенных колоний, также совпадает (U-тест $p = 0,27$). По размеру и пропорциям такие диатомовые образуют две хорошо очерченные группы: "мелкие округлые" (до 15 мкм, 42% рациона) и "крупные удлиненные" (15 - 70 мкм, 58%). Доля водорослей длиной около 15 мкм в кишечниках животных оказалась неожиданно низкой по сравнению с другими размерными классами.

Результаты экспериментов позволили нам лучше объяснить это явление. Между размерными спектрами диатомовых, проглоченных в естественных условиях, и шариков, уловленных полипидами свободных колоний в эксперименте, нет значимых различий (U-тест $p = 0,26$). Однако при анализе данных из заселенных колоний мы обнаружили достоверные различия ($p = 0,0377$). В эксперименте заселенные колонии *Tegella armifera* улавливали больше частиц диаметром 15 мкм, чем в естественных условиях ($21,8 \pm 1,53$ и $11,6 \pm 0,17$ экз., соответственно), а так же больше чем свободные колонии ($14,3 \pm 1,84$ и $12,6 \pm 0,14$).

Мы предположили, что недостаток частиц размером около 15 мкм в кишечниках полипидов из свободных колоний может быть обусловлен конструктивными и/или функциональными особенностями лофофоров тегеллы: возможно, улавливать частицы этого размерного класса мшанкам

сложнее, чем более крупные и более мелкие частицы. В присутствии эпибионта гидродинамические условия питания тегелл изменяются, и доля таких частиц в кишечниках последних растет.

Однако доля диатомовых длиной ~15 мкм, проглоченных *in situ*, не различается у свободных и заселенных колоний. Вероятно, концентрация диатомовых данного размера в толще воды невелика по сравнению с другими пищевыми частицами – спорами макрофитов, жгутиконосцами и т.п., вклад которых мы не могли учесть.

Таким образом, мы считаем, что влияние одиночных *Kamptozoa* на колонии *Tegella armifera* присутствует как в области пищевых, так и гидродинамических взаимодействий, и может быть трактовано как положительное.

Хайтов В.М¹, Бильская Д.С.² Влияние мидий на заселение литорали

¹Кандалакшский государственный природный заповедник, Кандалакша; кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ, Санкт-Петербург; ²Лаборатория экологии морского бентоса (гидробиологии), ЭБЦ «Крестовский остров», Санкт-Петербург

В жизни литорального макробентоса периодически случаются события, приводящие к частичному или полному его истреблению (дефаунации). Так, например, грунт илисто-песчаных литоральных пляжей вместе с животными может быть заморожен в лед и в период ледохода вынесен за пределы пляжа. Механизмы последующего восстановления сообщества практически не изучены. Мы решили смоделировать подобный процесс и при этом выяснить, влияет ли на процесс восстановления сообщества такой ключевой литоральной эдификатор как *Mytilus edulis*.

Полевой эксперимент был проведен в период с 27 июля по 16 августа 2010 г. на литорали Южной губы острова Ряжков (территория Кандалакшского государственного природного заповедника). Были заложены 24 площадки, на которых в грунт вдавливалась стальная квадратная рамка 16x16 см. С площади, ограниченной рамкой, вынимался весь грунт на глубину 10 см. Грунт был промыт через сито с размером ячеей 0,5 мм и возвращен в полость, ограниченную стенками рамки. По углам рамки мы втыкали стальные колышки длиной 20 см и диаметром 3 мм, которые служили для закрепления дели с экспериментальным материалом. На 6 площадках типа «М» между колышками был натянут квадратный лоскут (10x10 см) рыболовной дели (ячейя 8 мм), на который было высажено 25 живых мидий размером 25 - 35 мм. На 6 площадках «D» на аналогичных лоскутах дели были закреплены муляжи, соответствующие по размеру и количеству живым мидиям

(створки моллюсков, скрепленные цементным раствором). На 6 площадках «Z» дель была оставлена пустой. Шесть площадок типа «O» содержали только промытый грунт. Поверх экспериментального материала каждой площадки типа «M» и «D», а также пустых сеток на площадках «Z» были натянуты дополнительные лоскуты дели, предотвращающие смыв материала. Перед началом эксперимента было взято 5 проб (рамка 1/245 м²) в фоновом сообществе (далее «V_{before}»). Этим же пробоотборником было взято 6 проб в фоновом сообществе в конце эксперимента («V_{after}»). При взятии проб на площадках «M», «D» и «Z» аккуратно отделялась верхняя страховочная дель, организмы, представленные на ней, не учитывались. После этого нижний лоскут дели вместе со всем содержимым помещался в пластиковый пакет. Сразу после отделения дели, под ней была взята проба (рамка 1/245 м²). На площадках типа «O» сразу бралась проба грунта. Все пробы были промыты через сито с размером ячеек 0,5 мм и разобраны под биноклем. Обилие организмов, отмеченных на лоскутах дели, было приведено к площади пробоотборника и суммировано с обилием в пробах грунта под делью.

В фоновом сообществе только *Hydrobia ulvae* продемонстрировали достоверное изменение обилия в пробах V_{after} по сравнению с V_{before} (ANOVA p<0,05). Это связано с оседанием моллюсков в этот период. По результатам дисперсионного анализа все организмы можно разделить на следующие группы: (1) Виды, чье обилие в фоновом сообществе резко преобладает над обилием в экспериментальных площадках (*Fabricia sabella*, *Polydora quadrilobata*, *Pygospio elegans*, *Tubificoides benedeni*). Эти виды не вселились в дефаунированный грунт площадок вследствие малоподвижного образа жизни. (2) Организмы более обильные в фоновом сообществе, но также обильно вселившиеся на площадки типа «O» (*Microspio theeli*). Этот вид, в отличие от спионид из предыдущей группы, не строит постоянных трубок и может заселять освободившиеся участки, избегая при этом любых предметов, расположенных на поверхности грунта. (3) Организмы равномерно заселившие все площадки, при этом их обилие не отличается от обилия в фоновом сообществе (*Capitella capitata*, взрослые и сеголетки *Hydrobia ulvae*, взрослые и сеголетки *Macoma balthica*, *Scoloplos armiger*). Эти подвижные формы не реагируют на присутствие экспериментального материала. (4) Организмы, равномерно заселившие экспериментальные площадки, но не отмеченные в фоновом сообществе (личинки Chironomidae). (5) Организмы наиболее обильные на площадках типа «D» но малочисленные в окружающем грунте и на площадках типа «O» (молодь *Littorina* sp.). (6) Организмы заселившие преимущественно площадки типов «M» и «D» и практически не встречающиеся в окружающем грунте (Nemertea). Для этих животных, вероятно, важно наличие любой структурированности грунта за счет

твердых включений, будь то муляжи или живые мидии. (7) Организмы заселившие преимущественно площадки типа «М» и практически не отмеченные в окружающем грунте (*Jaera* spp., *Littorina saxatilis*, спат *Mytilus edulis*). Эти формы продемонстрировали высокую зависимость от присутствия именно живых мидий. Первые два вида подвижны и способны самостоятельно перемещаться во взрослом состоянии, достигая скоплений живых мидий. В то же время молодь мидий не способна преодолевать по дну большие расстояния. Это даёт основание предполагать существование некоего механизма привлечения личинок, готовых к оседанию, в скопления взрослых мидий.

Таким образом, лишь немногие литоральные организмы демонстрируют сильную взаимосвязь с присутствием мидий в процессе заселения дефаунированных участков. Однако их реакция за столь короткий промежуток времени говорит о наличии каких-то мощных факторов, взаимосвязывающих эти формы с мидиями.

Работа поддержана грантом РФФИ № 08-04-01315 а.

Хайтов В.М.¹, Зайчикова А.А.², Католикова М.В., Стрелков П.П.

О возможности применения морфологических признаков для дискриминации популяций *Mytilus edulis* и *Mytilus trossulus* в Белом море

¹Кандалакшский государственный природный заповедник, Кандалакша; кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ, Санкт-Петербург; ²Лаборатория экологии морского бентоса (гидробиологии) ЭБЦ «Крестовский остров», Санкт-Петербург

В серии работ было показано, что в нескольких участках Белого моря сформировались популяции тихоокеанской мидии (*Mytilus trossulus*). Доказательства этого базируются на результатах генотипирования, которое может быть применено лишь к небольшому количеству экземпляров и, вследствие дороговизны, не может быть проведено с высокой пространственной разрешающей способностью. В связи с этим, актуальной становится задача поиска морфологических признаков, позволяющих проводить разграничение поселений, сформированных исходным для Белого моря видом *M. edulis* и вселенцем *M. trossulus*.

Нами было проведено сопоставление морфологического признака раковины мидий, предложенного в работе А.А. Кепеля и А.В. Озолиньша (1992), с генотипом особей. Признак характеризуется долей длины лигамента, на протяжении которой он контактирует с перламутровым слоем раковины. Методами дисперсионного анализа доказана достоверная взаимосвязь этой величины с генетическим статусом особей. Раковины мидий, имеющих в своем генотипе от 4 до 8 аллелей, характерных для *M. trossulus*, имеют перламутровый слой, который контактирует с

внутренней поверхностью лигамента не более, чем на 30% длины последнего. На раковинах мидий, имеющих в своем генотипе от 0 до 3 аллелей (соответственно от 8 до 5 аллелей, характерных для *M. edulis*), перламутровый слой контактирует с внутренней поверхностью лигамента на протяжении 30 - 100% длины последнего.

Нами было изучено четыре поселения мидий, расположенных в разных частях Кандалакшского залива Белого моря (табл. 1).

Таблица 1. Популяционная структура разных литоральных поселений мидий по данным генотипирования и по данным изучения морфологических признаков

Поселение	Доля (%) особей с перламутровым слоем, занимающим более 30% длины лигамента	Доля (%) особей, несущих аллели, характерные для <i>M. edulis</i>
Поселение на литорали о. Олений (Северный архипелаг)	19	5,7
Эстуарий реки Нива	47	6,2
Мидиевая банка в Лувеньгском архипелаге	65	19,4
Поселение в эстуарии реки Кереть	93	86,3

Мы учитывали соотношение численности особей с длиной перламутрового слоя, контактирующего не более чем на 30% длины лигамента и численности особей, у которых перламутровый слой контактирует с лигаментом более, чем на 30% своей длины. В этих поселениях также было проведено изучение соотношения аллелей, характерных для *M. edulis* и *M. trossulus*. Оказалось, что соотношение частот генотипов, характерных для *M. trossulus* и *M. edulis*, высоко коррелирует с соотношением частот различных форм, выделенных на основе изучения морфологии раковины.

Работа поддержана РФФИ (грант № 08-04-01315а) и Министерством образования и науки РФ (контракт № 02.740.11.0875).

Хайтов В.М.¹, Куркилевич А.Ю.² Реакция *Macoma balthica* на химические сигналы от хищника

¹Кандалакшский государственный природный заповедник, Кандалакша; кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ, Санкт-Петербург; ²Лаборатория экологии морского бентоса (гидробиологии) ЭБЦ «Крестовский остров», Санкт-Петербург

Сравнительно недавно было показано, что двустворчатые моллюски *Macoma balthica*, способны реагировать на химические сигналы, испускаемые конспецификами, подвергшимися атаке со стороны эпибентосных хищников (крабов). Этот поведенческий паттерн можно рассматривать как реакцию бегства, так как он выражается в более глубоком зарывании моллюсков в грунт, что делает их недоступными для хищников. В данной работе мы попытались выяснить проявляется ли у маком реакция бегства в ответ на химические сигналы, исходящие от моллюсков, подвергшихся атаке со стороны морских звезд (*Asterias rubens*), которые часто питаются макомами в зоне нуля глубин.

Для лабораторного эксперимента мы использовали *Macoma balthica*, собранных на литорали о. Ряжков (Кандалакшский залив Белого моря, территория Кандалакшского заповедника). Для сбора моллюсков мы промывали грунт через сито с диаметром ячеей 10 мм. Были использованы только те моллюски, которые остались на сите. К правой створке каждого моллюска цианокрилатным клеем-гелем «Контакт» была приклеена леска диаметром 0,25 мм. Леска была ориентирована в сторону сифонального края раковины и ее длина составляла 100 мм.

Мы использовали 15 контейнеров (14x10x6 см) из пластика, пригодного для хранения пищевых продуктов. Каждый контейнер был на 5 - 5,5 см заполнен литоральным грунтом, просеянным через сито с диаметром ячеей 0,5 мм. Над грунтом располагался слой морской воды толщиной 0,5 – 1 см. Все контейнеры были размещены в неотопливаемом помещении при уличной температуре. В каждый контейнер было посажено по 15 маком с наклеенными лесками.

После первых суток, вода в контейнерах была заменена на кондиционированную воду (КВ), в которой в течение двух суток содержались морские звезды. При этом мы рассматриваем два типа КВ. КВ1 – вода из контейнеров емкостью 2,3 л, в которых содержалось по 5 морских звезд, находившиеся до начала эксперимента без доступа к пище в специальном отсаднике в течение нескольких дней. КВ2 – вода из контейнеров той же емкости, но в них, помимо 5 звезд, в течение двух суток находилось 20 особей *Macoma balthica*. Во всех случаях при

создании KB2 большая часть моллюсков за двое суток была съедена морскими звездами. При создании KB все звезды использовались однократно. Для контроля (KBK) была использована морская вода, в которой не содержались ни звезды, ни макомы.

При проведении эксперимента (на второй день после посадки маком) в пять контейнеров была добавлена KBK, в другие пять – KB1 и в третьи – KB2. Контейнеры трех типов были расставлены в линию в случайном порядке. Далее, каждый день производилась замена воды на свежую порцию KB того же самого типа, которая была добавлена изначально. Ежедневно у каждой макомы мы измеряли длину лески, находящейся над поверхностью грунта (точность измерения 1 мм).

Для каждого дня эксперимента была вычислена средняя глубина закапывания в каждом из контейнеров. Эти средние далее мы рассматривали как характеристику глубины закапывания в каждом из контейнеров. Таким образом, для каждого дня мы рассматривали три типа выборок (KBK, KB1 и KB2), в каждой из которых было по пять значений. Примененный дисперсионный анализ (фактор «тип KB» иерархически встроенный в фактор «День эксперимента») показал достоверное влияние типа KB на глубину закапывания маком ($F_{14,84}=2,31$; $p=0,0097$). При KB2, на четвертый день эксперимента, макомы зарывались достоверно глубже (табл. 1), чем при KBK. Тенденция к увеличению глубины закапывания была и при KB1, но достоверные отличия от KBK были получены лишь в один из дней эксперимента.

Таблица 1. Средняя глубина (мм) закапывания маком (\pm SE) при разной кондиционированной воде. Апостериорные сравнения проведены с помощью LSD теста Фишера (* - $p<0,1$; ** - $p<0,05$)

День эксперимента	KBK	KB1	KB2	Достоверность различий
1	17,4 \pm 1,70	19,4 \pm 1,32	19,1 \pm 1,37	
2	16,8 \pm 1,17	17,8 \pm 1,75	19,8 \pm 1,91	
3	20,1 \pm 1,17	18,1 \pm 1,51	23,5 \pm 1,85	KB2-KB1 **
4	16,0 \pm 1,05	20,4 \pm 1,85	22,3 \pm 1,36	KB2-KBK** KB1-KBK *
5	17,8 \pm 1,95	21,7 \pm 2,23	22,7 \pm 1,84	KB2-KBK *
6	17,2 \pm 2,79	20,9 \pm 1,08	24,5 \pm 2,02	KB2-KBK**
7	18,6 \pm 1,70	21,8 \pm 1,40	24,6 \pm 2,75	KB2-KBK **

Таким образом, присутствие КВ, содержащей сигналы от хищника, атакующего жертву, индуцируют закапывание моллюсков. КВ, содержащая сигналы от голодного хищника, вызывает менее выраженную реакцию бегства у жертвы. Это может считаться доводом в пользу того, что реакцию бегства вызывает не сам хищник, а сигналы от атакованных конспецификов.

Хайтов В.М.¹, Лоскутова Т.В.² Оценка возрастной структуры поселений мидий по данным анализа размеров моллюсков

¹Кандалакшский государственный природный заповедник, Кандалакша; кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ, Санкт-Петербург; ²Лаборатория экологии морского бентоса (гидробиологии) ЭБЦ «Крестовский остров», Санкт-Петербург

Важнейшим показателем при описании структуры популяций организмов является возрастная структура. Однако возраст организмов далеко не всегда доступен для изучения или его определение сопряжено с большими погрешностями. Так, например, разные авторы по-разному определяют возраст мидий на одном и том же экземпляре. Более простая для определения размерная структура поселения мидий несет меньше информации. В данной работе мы попытались проанализировать возможность перевода данных по размерной структуре мидиевых банок в данные по их возрастной структуре.

В работе был использован материал, собранный в 1997 и 2010 гг. на трех литоральных мидиевых банках Вороней губы (Кандалакшский залив Белого моря). На каждой банке в 1997 г. было взято по 6 проб, а в 2010 г. по три пробы. Использовался пробоотборник с площадью 1/182 м². У мидий была измерена длина раковины и подсчитаны кольца остановки роста. Полученные данные позволили построить частотные распределения возрастов для каждой пробы в отдельности.

На материале 2010 г. было проведено определение параметров уравнения Бергаланфи, отражающего зависимость размера от возраста моллюсков. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры уравнения Бергаланфи для мидий из разных поселений

Поселение	L_{∞}	t_0	K
Банка №1	56	2,15	0,07
Банка №2	43	1,70	0,05
Банка №3	53	3,14	0,01
Среднее по всем банкам	51	2,30	0,04

С помощью этих параметров мы построили уравнения, отражающие зависимость возраста от размера (обратное уравнение Берталанфи). По этим уравнениям мы перевели размеры моллюсков в каждой пробе в возраст. При вычислении возраста мы использовали две модели: модель 1 – для определения возраста были использованы уравнения, полученные для каждой банки по отдельности; модель 2 – для определения возраста во всех пробах было использовано единое уравнение, содержащее в качестве параметров средние для всех банок значения (табл.1). Таким образом, нами были получены два модельных частотных распределения возрастов в каждой из проб 2010 г. Эти же параметры были применены для материала 1997 г., где также для каждой пробы было получено два модельных распределения. Таким образом, пробы 2010 и 1997 гг. были охарактеризованы тремя частотными распределениями: одним реально наблюдаемым и двумя модельными. Для сравнения модельных и реальных распределений мы применили процедуру ANOSIM, результаты которой приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты сравнения реальных и модельных частотных распределений с помощью процедуры ANOSIM

Год	Реальное vs Модельное 1	Реальное vs Модельное 2
1997	R=0.057, p=0.088	R=0.284, p=0.01
2010	R= 0.122, p=0.065	R=0.165, p=0.021

При использовании параметров, вычисленных для каждой банки в отдельности (Модель 1), не наблюдается достоверного различия между наблюдаемой возрастной структурой и модельной. При этом параметры, полученные в 2010 г., применимы и для материала, оценка возраста которого проводилась в 1997 г. Низкое значение R, полученное в 1997 г., говорит о том, что параметры уравнения, полученные в 2010 г., даже лучше работают на материале 1997 г., чем на материале 2010 г. Однако при использовании усредненных параметров различия оказываются значимыми как в 2010, так и в 1997 гг. Это говорит о том, что реконструкцию возрастной структуры на основе размерной структуры можно проводить только с использованием параметров уравнения роста, полученных для данного конкретного поселения. При этом параметры, видимо, оказываются применимыми и для описания возрастной структуры в данном поселении вне зависимости от времени получения данных по размерной структуре.

На основе полученных результатов, мы сделали следующие выводы:

1. Обратное уравнение Бергаланфи позволяет получить результаты, сопоставимые с результатами прямого определения возраста.

2. Для преобразования размерной структуры в возрастную необходимо подбирать параметры уравнения Бергаланфи для каждого конкретного поселения.

Работа поддержана грантом РФФИ № 08-04-01315 а.

Хайтов В.М.¹, Шилов А.И.² Влияние мидий на рост литоральных зеленых водорослей

¹Кандалакшский государственный природный заповедник, Кандалакша; кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ, Санкт-Петербург; ²Лаборатория экологии морского бентоса (гидробиологии) ЭБЦ «Крестовский остров», Санкт-Петербург

Известно, что биогены, образующиеся в результате жизнедеятельности двустворчатых моллюсков, в том числе мидий, могут стимулировать рост как планктонных, так и бентосных продуцентов. Так, например, в местах массового скопления мидий на литорали Белого моря отмечается и массовое разрастание мата зеленых нитчатых водорослей. В данной работе мы решили экспериментально проверить, существует ли зависимость роста биомассы водорослей от биомассы мидий, и наблюдается ли в природных условиях эта зависимость.

Летом 2010 г. на литорали острова Ряжков (территория Кандалакшского заповедника), были выставлены 52 контейнера четырех типов. В первом типе контейнеров находилось по 30 живых мидий (размером 25 - 35 мм), во втором 15 живых мидий и 15 муляжей (створки мидий того же размерного класса, что и живые мидии, скрепленные цементным раствором), в третьем — 7 живых и 23 муляжа, и в четвертом находилось 30 муляжей. В каждый контейнер было добавлено по небольшому пучку зеленых водорослей (преимущественно *Enteromorpha*) весом от 3,1 до 3,8 г (перед взвешиванием пучок обсушивали на фильтровальной бумаге до прекращения появления влажных пятен). Каждый контейнер был закрыт делью с ячейей 6 мм. Контейнеры экспонировались на литорали со 2 по 16 августа. После окончания экспозиции водоросли были вновь высушены и взвешены. Далее в качестве величины, используемой в статистическом анализе, рассматривалось отношение конечного веса водорослей к начальному весу (далее «прирост водорослей»).

Однофакторный дисперсионный анализ выявил достоверную взаимосвязь величины прироста с типом содержимого контейнера. Однако последующее сравнение средних показало, что прирост водорослей был

достоверно меньше в контейнерах, содержащих только муляжи, чем в контейнерах, содержащих живых мидий. Различия в приросте между контейнерами, содержащими любое количество живых мидий, были недостоверны. Таким образом, результаты эксперимента говорят о том, что кумулятивного эффекта от увеличения обилия мидий не наблюдается, то есть интенсивность роста водорослей зависит лишь от наличия мидий, но не от их биомассы. Это позволяет предположить, что при высокой биомассе мидий рост водорослей по каким-то причинам подавляется.

Для сравнения результатов эксперимента с природными процессами мы использовали данные многолетних наблюдений над проективным покрытием водорослей на пяти мидиевых банках, расположенных в Вороньей губе и в Лувеньгском архипелаге. На банках ежегодно, начиная с 2006 г., производилась фотосъемка случайно выбранных участков площадью около 1 м² (от 8 до 20 кадров). На полученных цифровых снимках производилась оценка проективного покрытия водорослей. В качестве меры покрытия мы использовали отношение количества пикселей на участках кадра, занятых водорослями, к общему количеству пикселей на всем кадре. Далее эти данные были усреднены для каждой из банок. Съемка производилась в начале вегетационного сезона (конец мая – начало июня) и в его конце (первая половина августа). Помимо этого в августе каждого из годов наблюдений были взяты количественные пробы (шесть проб рамкой 1/182 м²), позволившие оценить биомассу водорослей и мидий. Далее мы сопоставили биомассу водорослей и их проективное покрытие. Была выявлена достаточно четкая взаимосвязь между этими величинами, выражающаяся следующей формулой:

$$B=57,6 e^{0,0323C} (R^2 = 0,5749),$$

где В – биомасса водорослей (г/м²), С – проективное покрытие водорослей (%).

По полученной формуле была оценена биомасса водорослей на каждой банке в июне и в августе, а также было определено отношение конечной биомассы к начальной. Полученные величины находятся в слабой отрицательной взаимосвязи с биомассой мидий (таблица 1).

Таблица 1. Коэффициенты корреляции между биомассой мидий (оцененной в августе) и показателями обилия водорослей

Показатель обилия водорослей	Коэффициент корреляции
Биомасса в июне	-0,19 (p=0,420)
Биомасса в августе	-0,42 (p=0,056)
Отношение биомассы в августе к биомассе в июне	-0,33 (p=0,15)

Таким образом, мы наблюдаем тенденцию, согласующуюся с полученными в эксперименте результатами: повышение биомассы мидий не приводит к увеличению интенсивности прироста водорослей. Присутствие мидий, по-видимому, является важным фактором, стимулирующим рост водорослей, однако при высокой биомассе моллюсков рост водорослей не усиливается.

Работа поддержана грантом РФФИ № 08-04-01315 а.

Шуныкина К.В., Островский А.Н. Реконструкция жизненного цикла хейлостомной мшанки *Cribrillina annulata* (Bryozoa: Gymnolaemata) на талломах ламинарии

Мшанка *Cribrillina annulata* – один из самых широкораспространенных в Белом море видов хейлостомных мшанок, освоивший различные типы субстратов – от камней и талломов красных водорослей до талломов ламинарии. Несмотря на то, что различные аспекты строения, астогенеза и экологии данного вида изучены достаточно хорошо (Ostrovsky, 1998; Ягунова, 2005; Шуныкина, Ягунова, 2008; Yagunova & Ostrovsky, 2008, 2010), данные о его жизненном цикле (сроках и последовательности закладки гонад, их функционировании и деструкции, рециклизации полипидов, сроках созревания и оседания личинок, продолжительности жизни колоний и наличии поколений) отсутствуют. В целом, такая ситуация характерна для подавляющего большинства видов Bryozoa.

Для исследования жизненного цикла *C. annulata* было выбрано поселение на талломах ламинарии (*Laminaria spp.*), расположенное в проливе Средняя салма на глубине 5 - 10 м. Материал был собран в 2008 - 2010 гг. Сбор талломов осуществлялся при помощи кошки, все колонии фиксировались спиртом или жидкостью Буэна вместе с субстратом. Сборы колоний проводились каждые 3 - 7 дней. Часть колоний была использована для изготовления тотальных препаратов (колонии декальцинировались, осветлялись и заливались в смолу Эпон 812). Дополнительно были изготовлены полутонкие срезы колоний.

Для того, чтобы охарактеризовать состояние колоний в сезонной динамике, нами были выделены 4 категории зооидов: 1) зооиды с эмбрионами/яйцеклетками; 2) зооиды с функциональными полипидами; 3) зооиды с регенерирующими/дегенерирующими полипидами; 4) зооиды с пустыми цистидами. Для каждой из категорий зооидов была определена их доля для каждой даты сбора.

По результатам проведенного исследования было охарактеризовано состояние колоний в поселении в отдельные месяцы. В середине мая

поселение представлено крупными перезимовавшими колониями. В это время колонии активно восстанавливают полипиды у части периферических зооидов и приступают к питанию и формированию гонад и овицелл. Именно в это время должен начинаться вымет спермиев и оогенез. В некоторых колониях уже в середине мая на срезах удалось обнаружить сперматогенную ткань (семенники), а также спермии, внедрившиеся в оварию.

В июне продолжается размножение колоний, активно осуществляются гонадогенез и вынашивание личинок. Семенников на срезах не обнаружено. Происходит оседание колоний раннего летнего (второго) поколения. Доля зооидов с функциональными полипидами в колониях достигает 30%.

В июле начинается постепенная деградация перезимовавших колоний, снижается число питающихся зооидов (их остается около 15%, как и в самом начале сезона). Размножение, тем не менее, продолжается. В колониях нового (летнего раннего) поколения к этому времени успевают сформироваться гермафродитные зооиды с овицеллами. Такие колонии включаются в процесс размножения, участвуя в июльском пике выхода и оседания личинок.

В конце июля – начале августа идет массовое оседание личинок и формирование молодых колоний как летнего позднего (второго), так и третьего поколений. В этот период у таких колоний очень высок процент питающихся зооидов – он составляет около 70%. В это же время продолжается деградация колоний перезимовавшего поколения. Лишь изредка в них можно встретить ооциты или эмбрионы в овицеллах.

В сентябре количество зооидов с функциональными полипидами в перезимовавших колониях сокращается до 10%. В молодых колониях постепенно замедляется рост: число зооидов с функциональными полипидами снижается, соответственно возрастает число зооидов с дегенерировавшими полипидами.

К октябрю окончательно исчезают колонии перезимовавшего поколения, которые отмирают вместе с разрушающимися участками талломов ламинарии. В это же время увеличившиеся в размерах молодые колонии готовятся к зимовке. Происходит активная дегенерация полипидов. Кроме того, на анатомических срезах в базальной части зооидов нами были обнаружены крупные скопления клеток, ассоциированных с фуникулярными тяжами. Предположительно, это своего рода запасная «ткань», обогащенная запасными питательными веществами.

Зимой колонии, по-видимому, находятся в неактивном состоянии. Возможно, что незначительная доля полипидов сохраняются, обеспечивая минимальное снабжение колонии питательными веществами.

Таким образом, наши наблюдения показали, что, в среднем, колонии

крибриллины живут на талломах ламинарии около года. В течение репродуктивного сезона популяция представлена тремя поколениями: (1) перезимовавшим, (2) летним, состоящим из двух частей – летнего раннего (размножающегося) и летнего позднего (уходящего на зимовку), и (3) потомками летнего раннего поколения (также уходящими на зимовку).

Кроме того, нам удалось обнаружить связь некоторых этапов жизненного цикла *Cribrillina annulata* и динамики развития талломов ламинарии. Массовое оседание в конце лета осуществляется преимущественно на новую (проксимальную) часть таллома ламинарии, а осенняя деградация колоний перезимовавшего поколения предшествует разрушению старой (дистальной) части пластины, на которой они расположены.

Физиология и биохимия растений

Маслов Ю.И., Тараховская Е.Р. Исследование газообмена ряда листоватых лишайников побережья Белого моря

В течение летнего полевого сезона 2010 г. были проведены исследования интенсивности фотосинтеза и дыхания ряда листоватых лишайников (*Peltigera aphotosa*, *P. malacea*, *P. neopolydactyla*, *P. praetextata*, *P. scabrosa*, *P. canina*, *Cladonia crispata*, *Hypogymnia physodes*, *Nephroma arcticum*, *Platismatia glauca*), населяющих побережье Белого моря. Материал собирали на островах Керетского арх. в районе расположения МБС СПбГУ из местообитаний с разной степенью естественной освещенности. Измерение газообмена по углекислому газу производили с помощью инфракрасного газоанализатора ГИАМ 5 с использованием проточной камеры, в которую помещали испытуемый образец лишайника. Проток воздуха через камеру обеспечивали при помощи воздушного насоса; контроль скорости протока осуществляли при помощи 2 ротаметров – на входе в камеру и на входе в измерительную кювету газоанализатора. Температуру протекающего воздуха измеряли на входе в камеру. Площадь освещаемой поверхности образцов определяли на цифровых фотографиях с использованием пакетов программ Photoshop и Matlab.

Зависимость углекислотного газообмена лишайников от освещенности (световые кривые) рассчитывали методом наименьших квадратов с использованием модели Михаэлиса-Ментен. При этом были определены такие параметры, как максимальная скорость фотосинтеза, темновое дыхание и интенсивность освещения, обеспечивающая половину максимальной скорости фотосинтеза (K_m).

Максимальная скорость фотосинтеза для разных объектов варьировала от 22 до 144 $\mu\text{м CO}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{ч})$, темновое дыхание – от 6 до

51 мкм CO₂/(дм²*ч) и Км – от 370 до 7800 лк. Световые кривые лишайников показали достоверную корреляцию: а) между естественной освещенностью изученных образцов и освещенностью, обеспечивающей половину максимальной интенсивности фотосинтеза; б) между естественной освещенностью изученных образцов и их темновым дыханием.

Значимая, хотя и несильная, корреляция обнаружена между освещенностью объектов в местах обитания, с одной стороны, и Км и темновым дыханием, с другой стороны (коэффициенты корреляции, соответственно, 0,7275 и -0,6584). Отсутствие значимой корреляции между освещенностью и максимальным фотосинтезом, вероятно, объясняется значительными физиологическими различиями изученных видов, в частности – различным составом фотобионтов лишайников. Физиология ассимиляционного аппарата представителей разных систематических групп этих организмов в настоящее время мало изучена и, несомненно, требует дальнейших исследований.

Авторы выражают благодарность ассистенту кафедры ботаники Е.С. Кузнецовой за неоценимую помощь в определении видового состава изученных объектов.

Цитология, Гистология

Адонин Л.С.¹, Найден А.В., Матвеев И.В.¹, Подгорная О.И.¹, Шапошникова Т.Г. Иммуноцитохимическое исследование пластинки контакта ооцита *Aureli aurita* (Cnidaria)

¹Институт Цитологии РАН, Санкт-Петербург

Представители типа Кишечнополостные (Coelenterata или Cnidaria) – низшие многоклеточные животные, тело которых образовано двумя эпителиальными слоями (эпи- и гастродермой), между которыми расположена прослойка мезоглеи. Ранее среди полипептидов мезоглеи сцифоидной медузы *Aurelia aurita* выявлено несколько мажорных белков. Одним из них является белок с молекулярной массой 47 кДа – **мезоглеин**. При помощи антител (RA47), полученных к мезоглеину, удалось определить его локализацию: в специфических гранулах мезоглеальных клеток и в составе «эластических» волокон межклеточного матрикса мезоглеи зрелых медуз. Также на парафиновых срезах тканей гонад самок *A. aurita* методом непрямого иммунофлуоресцентного мечения показано связывание антител из сыворотки RA47 со специфической структурой на анимальном полюсе зрелого ооцита *A. aurita*. На более ранних этапах созревания ооцита антитела связываются с компонентами специфических гранул, локализованных в периферической цитоплазме. Вероятно, антительная сыворотка RA47 содержит большой пул антител против

ZP-домена, входящего в состав мезоглеина и занимающего более половины аминокислотной последовательности последнего.

Задачей настоящего исследования являлось выявление локализации антигенов, локализованных в гранулах и пластинки контакта ооцита сцифомедузы *A. aurita* на ультраструктурном уровне. Среди гранул, локализованных в периферической цитоплазме ооцита медузы, выделено два типа, оба из которых связывают антитела. Позднее, при созревании ооцита, оба типа гранул скапливаются на анимальном полусе ооцита и образуют описанную ранее на светооптическом уровне структуру - пластинку контакта. Материал последней также связывает антитела против мезоглеина. В ходе формирования пластинки средняя интенсивность связывания антел с антигеном не изменяется. На конечном этапе созревания ооцита – VII стадии – пластинка контакта локализована вне ооцита.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, гранты 07-04-10086-к, 09-04-01145-а, а также при финансовой поддержке правительства Санкт-Петербурга, грант 2.6/4-05/85.

Авторы признательны коллективу Беломорской биологической станции Картеш Зоологического Института РАН за теплый прием и постоянную поддержку, к.б.н. с.н.с. Института Цитологии РАН Почукалиной Г.Н. за ценные замечания и консультации.

Баженова М.А., Сухачев А.Н.¹, Трулев А.С.¹, Кудрявцев И.В.¹

Влияние лектинов на интенсивность адгезии различных фракций целоμοцитов морской звезды *Asterias rubens*

¹ НИИ экспериментальной медицины СЗО РАМН, Санкт-Петербург

Реакции врожденного иммунитета всех животных основаны на наличии циркулирующих фагоцитов, способных к распознаванию широкого спектра патогенов. В сравнительно иммунологических исследованиях для изучения набора распознаваемых структур, равно как и для типирования циркулирующих клеток беспозвоночных широко применяются лектины. В ходе собственных исследований был разработан метод оценки спектра распознаваемых целоμοцитами *A. rubens* углеводных детерминант, основанный на изучении интенсивности адгезии клеток к субстратам, опсонизированным лектинами различной углеводной специфичности.

В качестве объекта исследования была выбрана морская звезда *Asterias rubens* (*Echinodermata, Asteroidea*). Сбор экспериментальных животных производили в июне - июле 2010 года на базе ББС ЗИН РАН. Забор целомиической жидкости с клетками проводили по стандартной

методики, для предотвращения коагуляции использовали раствор ЭДТА в финальной концентрации 15мМ. Для получения фракций целоμοцитов клеточную суспензию в объёме 1 мл наносили на заранее приготовленные и охлаждённые до $t \approx 0^\circ$ фазы диатризоата натрия (MP Biochemicals Inc, США, MW=635,9). Градиент формировали за счет последовательного наложения рабочих растворов диатризоата натрия с концентрациями 20, 15, 12,5 и 10% (в порядке наложения) на искусственной морской воде (2, 4 г NaCl в 100 мл дистиллированной воды) в стерильных полистироловых пробирках объемом 10 мл. Центрифугирование осуществляли при 200 g в течение 5 мин в центрифуге СМ-6 с бакетным ротором (Elmi, Латвия). Первая фракция целоμοцитов, формировалась на интерфазе целомицелая жидкость – 10% р-р диатризоата натрия, вторая была обнаружена на границе градиентов 10% и 12,5%, а третья – на границе 12,5%–15% диатризоата натрия. Морфологический анализ показал, что основным типом клеток первой фракции (до 95%) были амебоциты с высоким ядерно-цитоплазматическим отношением, во второй фракции преобладали амебоциты с небольшими гранулами (73 - 80%), равномерно распределенными по цитоплазме, а в третьей – крупные амебоциты с высоким содержанием крупных гранул и вакуолей (75 - 85%). Полученные фракции целомоцитов снимали с интерфаз градиента, дважды отмывали раствором Дальбекко без Ca^{2+} и Mg^{2+} (с осмотичностью, доведенной до 24‰) и использовали для исследования интенсивности адгезии.

Для изучения интенсивности адгезии целомоцитов на дно лунок 96-луночных планшетов с высокой сорбцией (Sarstedt, Германия) были нанесены следующие лектины (для опсонизации лунок планшета все лектины применялись в концентрации 1 мг/мл, ConA и РНА производства Sigma-Aldrich, США, остальные - Львовский НИИ гематологии и переливания крови, Украина): арахиса (PNA, специфичный к βDGal), завязей пшеницы (WGA, специфичный к $\text{NAc}\alpha\text{DGlc}$), конканавалин А (ConA, специфичный к αDMan), лектин улитки (HPA, специфичный к $\text{NAc}\alpha\text{DGal}$), фитогемагглютинин (PHA, специфичный к $\text{NAc}\alpha\text{DGal}$), сои (SBA, специфичный к NAcDGal), гороха (PSA, специфичный к αDMan), бузины черной (SNA, $\alpha\text{NAcNANA}(2 \rightarrow 6)\text{Gal}/\text{NAcGal}$), лимской фасоли (LBA, специфичный к NAcDGal), бузины красной (SRA, специфичный к NANA), клубней картофеля (STA, специфичный к олиго GlcNAc) и чечевицы (LCA, полиспецифичный к Man/Glc), а также липополисахарид *S.typhimurium*. В качестве контролей использовали изотонический раствор

и бычий сывороточный альбумин в концентрации 1 мг/мл. Клеточную суспензию ($2,5 \times 10^5$ целомоцитов в 1 мл изотонического раствора, содержащего ионы Ca^{2+} и Mg^{2+}) вносили в объеме 200 мкл. По завершении часовой инкубации лунки планшетов трижды отмывали искусственной морской водой и фиксировали раствором параформальдегида (4% на искусственной морской воде). Для учета использовали инвертированный микроскоп Obzerver D1 (Carl Zeiss, Германия), число наблюдений по каждой точке – не менее 8.

В случае нефракционированных клеток было показано, что предобработка лунок РНА и ConA приводила к достоверному увеличению числа осевших и распластавшихся клеток с 14 ± 5 в контроле до 112 ± 14 и 49 ± 9 клеток в поле зрения, соответственно. Было отмечено, что такие лектины как PSA и SRA блокировали посадку клеток на дно лунок (3 ± 2 и 2 ± 1 клеток в поле зрения, соответственно). Аналогичным эффектом обладал липополисахарид *S.typhimurium*. При анализе спонтанной интенсивности адгезии целомоцитов различных фракций было отмечено постепенное увеличение данного параметра от клеток первой фракции к третьей (9 ± 2 , 20 ± 4 и 35 ± 12 клеток в поле зрения, соответственно). В случае клеток первой фракции достоверное увеличение интенсивности адгезии было отмечено при использовании субстратов, покрытых РНА и SBA, специфичных к $\text{NA}\alpha\text{DGal}$ (70 ± 22 и 28 ± 3 , соответственно). Целомоциты второй фракции более эффективно распластывались на подложке, содержащей WGA (48 ± 9), РНА (67 ± 21) и НРА (71 ± 22), тогда как в клетках третьей фракции интенсивность адгезии достоверно возрастала лишь только в присутствии РНА (73 ± 13 клеток в поле зрения). Также было отмечено, что использование PSA достоверно понижало интенсивность адгезии всех фракций целомоцитов, тогда как SRA – только клеток фракций 2 и 3. Полученные результаты позволяют предполагать наличие на целомоцитах адгезионных молекул, способных к дифференциальному распознаванию лектинов, что может быть в дальнейшем использовано для типирования циркулирующих клеток морских звезд при помощи методов проточной цитометрии и флуорохром-меченых лектинов. При этом ключевое место отводится распознаванию лектинов, специфичных к ацетилированным остаткам глюкозы и галактозы, но не маннозе или сиаловым кислотам.

Авторы выражают искреннюю благодарность руководству и сотрудникам ББС им. акад. О.А.Скарлато "Картеш" ЗИН РАН за создание оптимальных условий для работы. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, грант №08-04-00111а.

Обухов Д.К., Обухова Е.В., Пущина Е.В.¹, Мартынова О.В.
Сравнительный анализ цитоархитектоники конечного мозга лососеобразных рыб

¹Институт биологии моря им. А.В.Жирмунского ДВО РАН, Владивосток

Лучеперые рыбы занимают среди других групп позвоночных особое положение, поскольку их конечный мозг развивается по особому типу – эвертированному. В результате этого процесса в полушариях конечного мозга формируется только медиальный мозговой желудочек, а топография мозга значительно отличается от таковой у других позвоночных, у которых конечный мозг развивается по инвертированному типу, и полушария имеют латеральные мозговые желудочки. (Обухов, 1999; Обухов и др, 2008, Nieuwenchuys, Meek, 1990; Northcutt, 2008). В связи с этим встает проблема гомологии структур полушарий этих двух типов мозга. Недостаток знаний о структуре, эволюции и функции конечного мозга Лучеперых рыб привел к созданию нескольких, подчас противоречивых, схем эволюции и гомологии мозга рыб и других позвоночных животных (Northcutt, 2008, Medina, 2009).

Нейроморфологические методы, в частности исследование цитоархитектоники мозга, являются одним из подходов в получении тех или иных данных, позволяющих проводить сравнение структур мозга у разных групп животных.

В работе представлены результаты исследования цитоархитектоники конечного мозга нескольких видов рыб из отряда Salmoniformes (Лососеобразных): *Coregonus peled* (G), *Coregonus nassus* (P) – сем. Сиговые; *Oncorhynchus nerca* (W), *Oncorhynchus gorbuscha* (W), *Parasalmo mykiss* (W) - сем. Лососевые. У большинства этих видов рыб структура конечного мозга не изучена. Использовались классические нейроморфологические методы (окраска метиленовым синим по Нисслю и галлоцианином по Эйнарсону). Количественные измерения и статистический анализ данных проводились с помощью автоматизированной телевизионно-микроскопической системы Видео-Тест 4.

Основная задача работы – провести сравнительный анализ топографии основных зон полушарий у этих видов рыб, получить качественные и количественные данные о нейронных популяциях полушарий с целью выявления элементов эволюционной пластичности в одноименных отделах полушария. Получение таких данных и составление цитоархитектонических карт полушарий является первым шагом в дальнейшем изучении внутренней структуры и функций конечного мозга в этой группе рыб.

При изучении мозга мы использовали общепринятую топографическую классификацию зон полушария у Лучеперых рыб (Nieuwenchuys, Meek, 1990).

Конечный мозг всех изученных в данной работе видов построен по единому плану и разделяется на две области – дорсальную (D) и вентральную (V), которые разделяется на ряд зон. Степень дифференцировки той или иной области полушарий отражает, с одной стороны, общий уровень дифференцировки мозга у данного вида, с другой стороны – показывает имеющиеся межгрупповые и межвидовые различия, сложившиеся в процессе эволюции лососеобразных рыб.

Проведенный анализ цитоархитектоники полушарий конечного мозга данных видов лососеобразных рыб и сравнение с имеющимися в литературе данными по ряду других видов из этой группы рыб позволил сделать ряд общих выводов:

1. Общий уровень дифференцировки полушарий у лососеобразных рыб превосходит таковой у костных и хрящевых ганоидов (осетрообразные) и уступает таковому у высших костистых рыб. Это выражается в большем количестве зон, выделяемых в составе дорсальной и вентральной областей полушария.

2. Картина дифференцировки полушария всех изученных видов имеет четкий росто-каудальный градиент. Наиболее сложно в цитоархитектоническом отношении построены полушария в средних отделах, где выделяется наибольшее количество цитоархитектонических зон и районов.

3. Выявлены значительные межгрупповые различия в структуре полушарий. Наиболее дифференцированный мозг отмечается у форели - *Parasalmo mykiss* (W) и нерки - *Oncorhynchus nerca* (W). В пределах семейства различия в общей структуре мозга минимальные.

4. Имеются значительные межвидовые и межгрупповые различия в количественных параметрах нейронных популяций одноименных областей и зон полушария, которые, как мы предполагаем, связаны с различиями в экологии и поведении данных видов. Свой вклад в эволюционную пластичность мозга внес и сложный путь эволюции лососевых и сиговых рыб, что, без сомнения, и привело к серьезным изменениям в процессе формирования структурно-функциональной организации ЦНС представителей этих групп рыб.

5. Полученные данные послужат основой для дальнейшего изучения организации ЦНС рыб и свидетельствуют о необходимости более адресного отношения к интерпретации различных данных, получаемых на разных представителях той или иной систематической группы организмов (даже и близкородственных).

Соловьева А.И., Подгорная О.И¹, Галактионов Н.К.¹ Метод Транспозон Дисплея как инструмент выявления генетического полиморфизма

¹Институт Цитологии РАН, Санкт-Петербург

Transposon Insertional Display (TID) - метод, базирующийся на ПЦР, - используется для поиска генетического полиморфизма у эукариот, связанного, как правило, с сайтами инсерций транспозонов (Waugh et al., 1997). Использование данного метода позволило установить наличие внутри- и межпопуляционной вариабельности у *Orseolia oryzae* (Insecta; Diptera) (Susanta K. Behura et al., 2001), выявить полиморфизм сайтов инсерций транспозонов двух видов *Arabidopsis* (Stephen I. Wright et al., 2001), а также проанализировать частоту мутаций, вызванных инсерциями транспозонов в линии W138 *Petunia hybrida* (Viridiplantae; Magnoliophyta) (Dirk Van den Broeck et al., 1998). Таким образом, TID позволяет детектировать наличие полиморфизма на различных систематических уровнях. Однако остается не ясным, позволяет ли данный метод проводить анализ родственных геномов, таких как партеногенетические личинки трематод. Также работы, выполненные с применением метода Transposon Display, проведены лишь на объектах с известными последовательностями транспозонов, в которых выбирают соответствующие сайты рестрикции. Это существенно сужает круг организмов, для которых может быть использован TID. В случаях, когда геном исследуемого объекта неизвестен, в качестве маркера изучения вариабельности удобно выбрать наиболее распространенные в других геномах последовательности. Такой последовательностью в настоящем исследовании послужил мобильный элемент ДНК *mariner*, принадлежащий широко распространенному среди эукариот семейству транспозонов *Tc1/mariner*. Накопленные данные о его активности в геномах различных представителей растений и животных дают основание полагать, что этот элемент может служить фактором генетической вариабельности организмов.

Объектом для проверки метода TID на уровне клональных популяций была выбрана трематода *Himasthla elongata*, один из самых распространенных паразитов птиц Белого моря. Наличие транспозона *mariner* в геноме *H. elongata* было ранее показано в нашей группе (Galaktionov et al., 2009). Сбор и первичная обработка материала проводилась на ББС ЗИН РАН "Картеш". В качестве источника ДНК были использованы партеногенетические личинки рений и клоны церкарий. Для их получения зараженных моллюсков рассаживали в емкости с морской водой, которые выдерживали на открытом воздухе при дневном освещении в течение 2 часов. Церкарий собирали, промывали для предотвращения контаминации с тканями хозяина и выделяли ДНК при

помощи СТАВ, позволяющего очистить материал от мукополисахаридов. Для постановки TID с клонами церкарий *H. elongata* геномную ДНК обрабатывали рестриктазой *HindIII*, имеющей сайт узнавания в консервативной, на уровне генома, 5'-фланкирующей ген транспозазы области, затем по сайтам разрезания были лигированы олигонуклеотидные адаптеры, комплементарные меченным с 5'-конца $\gamma^{33}\text{P}$ dATP праймерам для последующей амплификации. Разделение полученных ПЦР-продуктов проводили с помощью электрофореза в 5% полиакриламидном геле. Гель экспонировали на рентгеновскую пленку при -70°C в течении 10 суток.

Для проведения реакции были выбраны четыре пробы ДНК, выделенные из разных пулов церкарий. Тем не менее, читаемой картины удалось добиться только в двух пробах. В качестве отрицательного контроля использована обработанная *HindIII* ДНК *H. elongata* не несущая адаптерных последовательностей. Контролем реакции служила проба, не содержащая ДНК. Результатом реакции стала картина распределения в геноме последовательностей, фланкированных ДНК транспозоном *mariner*. Действительно, пробы 1 и 2 содержат гомологичные мажорные продукты с длинами 700 н.п., 650 н.п., 500 н.п. и 100 н.п. Однако выявлены и мажорные продукты, присутствующие лишь в одной пробе. Так проба 2 содержит продукт ~ 400 н.п., отсутствующий в пробе 1. Также отмечена и разница в накоплении большего числа продуктов реакции в пробах. При этом, если наличие/отсутствие продуктов можно объяснить как автономными, так и репликативными транспозициями *mariner* в геноме *Himasthla elongata*, то объяснить разницу в накоплении продуктов реакции представляется затруднительным. Наиболее вероятным объяснением такой картины кажется различное количество копий транспозона *mariner* в геномах церкарий, что может быть результатом различий в активности транспозонов в исследованных геномах.

Шакирова А.И., Иванова Т.И.,¹ Кудрявцев И.В.² Использование методов световой микроскопии и проточной цитометрии в изучении путей гибели эритроцитов миног (*Lampetra fluviatilis*) в преднерестовый период

¹Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург; ²Научно-исследовательский институт экспериментальной медицины Северо-Западного отделения РАМН, Санкт-Петербург

Активные формы кислорода, ионизирующая радиация, некоторые противоопухолевые препараты, прекращение действия факторов роста, и, особенно, снижение содержания в цитоплазме метаболитических веществ и АТФ являются причиной снижения способности клеток адаптироваться к

условиям стресса. Дефицит метаболитов и энергии, служит индуктором аутофагии как компенсаторного механизма, с помощью которого клетки выживают. При исчерпании возможностей компенсаторного механизма, аутофагия на финальных этапах может завершиться как некроз, либо проходит по механизму апоптоза. Пути гибели клеток, как правило, исследуются на моделях с индуцированными теми или иными факторами аутофагией или апоптозом. В отличие от таких моделей, ядерные эритроциты (RBC) преднерестовых миног могут служить моделью изучения способов гибели клеток, не индуцированных никакими внешними факторами. Это связано с тем, что RBCs миног на протяжении всего преднерестового периода в силу эволюционно сложившихся анатомических и экофизиологических особенностей (в преднерестовый период миноги не питаются и утрачивают кишечник с очагом кроветворения в его стенке) живут в условиях энергетического и метаболического стресса, используя метаболиты, запасенные в клетках печени и соматической мускулатуры. В результате чего, по нашим предварительным данным, полученным методами световой микроскопии гематологически окрашенных мазков фракций RBCs, и при исследовании этих же эритроцитарных фракций методом проточной цитометрии, общее число RBCs в периферической крови уменьшается, растет количество апоптозных эритроцитов и дедбриса. При этом сами клетки на разных сроках преднерестового периода обнаруживают морфологические изменения, сравнимые с таковыми при некомпенсированной аутофагии и апоптозе.

Шарлаимова Н.С., Зенин В.В., Шабельников С.В., Петухова О.А.¹

Субпопуляции клеток целомического эпителия морской звезды *Asterias rubens* L., характеризующаяся высоким ядерно-цитоплазматическим отношением

¹ Институт цитологии РАН, Санкт-Петербург

В предыдущих исследованиях был описан новый тип малых клеток целомического эпителия (ЦЭ) с высоким ядерно-цитоплазматическим отношением, характеризующихся способностью включать бромодезоксиуридин (0,1%) и окрашивающиеся антителами на НЗ-фосфогистон, который является маркером митотических клеток. Показано, что клетки этого типа составляют около 50% субпопуляции клеток ЦЭ, которая может быть выделена без дополнительной ферментативной обработки.

В настоящей работе была исследована локализация малых клеток в составе ЦЭ. Анализ полутонких срезов ЦЭ после окрашивания метиленовым синим показал, что ЦЭ имеет мозаичное строение – участки

ресничного цилиндрического эпителия чередуются с участками, составленными клетками другой морфологии. Показаны два варианта локализации малых клеток ЦЭ – одиночные клетки располагаются в толще соединительной ткани, в то время как группы этих клеток обнаруживаются в участках эпителия, не содержащих ресничных клеток. Окраска препаратов whole mount антителами к тубулину и DAPI подтвердила результаты гистологического окрашивания. Малые клетки ЦЭ могут мигрировать из ЦЭ дорзальной части луча в целомическую жидкость.

Анализ субпопуляции клеток ЦЭ методом проточной цитометрии после окраски пропидий йодидом демонстрирует наличие двух групп клеток, различающихся по размеру. В группе клеток меньшего размера присутствуют клетки на стадиях G1 и G2 клеточного цикла.

Малые клетки окрашиваются антителами к транскрипционному фактору Oct-4, который является маркером стволовых клеток.

Полученные данные свидетельствуют в пользу того, что малые клетки ЦЭ обладают характеристиками, свойственными стволовым клеткам.

Авторы благодарят ББС ЗИН РАН за предоставление условий для работы. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ грант #7852.2006.4

Эмбриология

Состина Д.М.¹, Новикова Е.Л., Кулакова М.А. Динамика каудальной регенерации у нереидных полихет при декапитации

¹ Академическая гимназия (АГ) СПбГУ, Санкт-Петербург

Способность к осевой регенерации выражена у представителей типа Annelida в разной степени, от почти отсутствующей (подкласс Hirudinea) до чрезвычайно высокой (класс Polychaeta). Нереидные полихеты *Alitta (Nereis) virens* и *Platynereis dumerilii* – благодатный объект для изучения каудальной регенерации, поскольку способны в течение трёх дней после ампутации туловищных сегментов восстанавливать терминальную структуру – пигидий, и новую зону роста. Через неделю после операции оба вида формируют несколько новых сегментов.

Динамика регенерационных событий у билатеральных животных разных эволюционных ветвей в большинстве изученных случаев сильно зависит от иннервации. Отмечено, что на регенеративные процессы у позвоночных влияют секретируемые аксонами нейротрофические факторы, хорошими кандидатами на роль которых, могут оказаться fgf-2 и Ggf -глиальный ростовой фактор (Stocum, 1995b; Yokoyama, 2008). Регенерационная бластема, состоящая из дедифференцированных,

активно делящихся клеток, быстро дегенерирует (апоптирует) в денервированной конечности (Bryant et al., 2002). В нескольких работах прошлого века (Hofmann, 1966; Golding, 1967) показана принципиальная важность головного ганглия, как вероятного источника нейротрофического фактора, для осевой регенерации нервид.

A. virens и *P. dumerilii* – морфологически сходные полихеты с приблизительно равными регенерационными потенциями, с близкими сроками восстановления пигидия и зоны роста при ампутации туловищных сегментов. Оба вида не восстанавливают утраченные ларвальные сегменты и голову. В нашем исследовании зависимость каудальной регенерации от нейротрофических факторов, выделяемых головным ганглием, определялась на декапитированных червях. Пигидий с зоной роста и несколькими молодыми сегментами отделялись у *P. dumerilii* последовательно через 24, 48, 72, 96 часов, и 1 неделю после первой операции, соответственно. В случае *A. virens*, в опыте использовались черви только после суточной декапитации. Фиксация материала осуществлялась через неделю после второй операции для всех точек *P. dumerilii* и более подробно для *A. virens*.

Мы обнаружили, что срок жизни биполярных регенератов ограничен в случае *P. dumerilii* приблизительно неделей. Регенераты *A. virens* живут значительно дольше (до 20 суток). У обоих исследованных видов при декапитации нарушается динамика восстановительных процессов и морфология структур, сформировавшихся *de novo*. Согласно предварительным данным, *A. virens* после суточной декапитации восстанавливает зону роста, пигидий, и даже образует несколько сегментов. По отношению к контролю (не декапитированные черви) рост и скорость формирования этих сегментов замедлены, а морфология пигидиальной лопасти аномальна. На всех исследованных сроках регенерации *A. virens* наблюдается экспрессия ParaНох-гена *Nvi-Cad*, который маркирует позицию зоны роста. Подопытные черви *P. dumerilii* формируют отчётливо аномальный пигидий, не образуют новых сегментов и утрачивают способность к осевой регенерации после недельной декапитации. Мы полагаем, что при видимом сходстве каудальной регенерации *A. virens* и *P. dumerilii*, дефицит «головного» фактора (вероятно, факторов) может в разной степени сказываться на восстановительных способностях у этих двух видов.

Авторы выражают благодарность сотрудникам ЦКП «Хромас», обеспечивших техническую поддержку этой работы. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, грант 09-04-01322-а.

Халаман В.В.¹, Мухина Ю.И. Оседание личинок губки *Halichondria panicea* (Pallas) под воздействием экскреторно-секреторных продуктов некоторых организмов-обрастателей

¹ Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

Halichondria panicea – широко распространенный и массовый вид, банальный компонент эпибентосных сообществ Белого моря. Обладает высокой скоростью соматического роста (Thomassen, Riisgard, 1995), способностью интенсивно обрастать другие седентарные организмы, а также токсическими свойствами (Althoff et al., 1998; Kobayashi, Kitagawa, 1998; Dobretsov et al., 2005). Однако захвата губкой большей части пригодных субстратов не происходит. Помимо сезонного характера развития колоний *H. panicea* (Иванова, 1981; Barthel, 1986; Thomassen, Riisgard, 1995), одним из факторов, сдерживающих экспансию данного вида, может служить негативное воздействие взрослых особей седентарных организмов на выживаемость, оседание и метаморфоз личинок *H. panicea*. Проверке данной гипотезы посвящена настоящая работа.

Работа выполнена на Беломорской биологической станции Зоологического ин-та РАН «мыс Картеш». Личинки *H. panicea* получены от животных, собранных с обрастаний искусственных субстратов. Активно плавающих личинок рассаживали в чашки Петри объемом 15 мл по 20 - 30 особей в каждую. В опытные чашки предварительно наливали кондиционированную воду, а в контрольные – чистую морскую. Кондиционированная вода – морская вода, в которой предварительно в течении двух суток содержали взрослых особей одного из шести видов (*Styela rustica*, *Molgula citrina*, *Hiatella arctica*, *Mytilus edulis*, *Halichondria panicea*, *Laminaria saccharina*) из расчета 100 г живого веса на 1 л воды. Эти организмы составляют основу многолетних сообществ обрастания в Белом море (Ошурков, 2000; Максимович, Морозова, 2000; Халаман, 2001).

Продолжительность эксперимента (7 дней) была выбрана с таким расчетом, чтобы личинки заведомо приступили к оседанию, но этот процесс не был бы завершён всеми особями. Число повторностей для каждого варианта эксперимента и контроля составило – 15 чашек Петри. По окончании эксперимента в каждой чашке фиксировали количество свободноплавающих, прикрепившихся, прошедших метаморфоз, а также погибших особей.

В результате проведенного исследования было установлено, что экскреторно-секреторные продукты (ЭСП) бурой водоросли *Laminaria saccharina* значительно стимулируют оседание и метаморфоз личинок *Halichondria panicea*, тогда как вещества, выделяемые колониями своего

вида, являются для них губительными. ЭСП асцидий *Styela rustica* и *Molgula citrina* существенно тормозят как оседание, так и метаморфоз личинок *H. panicea*. Влияние ЭСП мидии *Mytilus edulis* на эти процессы также оказалось негативным, но несколько более слабым, чем у ЭСП обоих видов асцидий. Вещества, выделяемые во внешнюю среду двустворчатым моллюском *Hiatella arctica*, не оказывают достоверного влияния на количество прикрепившихся личинок, но тормозят их метаморфоз.

Таким образом, ЭСП наиболее массовых солитарных животных, образующих основу многолетних сообществ обрастания в Белом море, негативно воздействуют на оседание и метаморфоз личинок *H. panicea*, что в свою очередь может свидетельствовать о способности этих организмов препятствовать широкой экспансии данного вида губок. Возможно также и то, что личинки *H. panicea* избегают оседать в местах скопления таких интенсивных фильтраторов, какими являются мидии или асцидии, снижая тем самым риск быть уничтоженными. Высокая концентрация ЭСП этих животных может служить для личинок *H. panicea* сигналом о потенциальной опасности. Вместе с тем *L. saccharina*, по-видимому, облегчает инвазию *H. panicea* в эпибентосные сообщества. Это хорошо согласуется с натурными наблюдениями. *H. panicea* часто поселяется на ризоидах ламинарий, произрастающих как на естественных грунтах, так и на искусственных субстратах. Более того, внутри многих колоний этой губки можно обнаружить ризоиды данного растения, когда сам лист уже отсутствует.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, грант 10-04-00310а.

Участники XII научной сессии МБС СПбГУ

<i>Автор</i>	<i>Организация</i>	<i>Электронная почта</i>	<i>Стр.</i>
<i>Адонин Л.С.</i>	Институт цитологии РАН	leo.adonin@gmail.com	72
<i>Аристов Д.А.</i>	Зоологический институт РАН	amauropsis@gmail.com	11
<i>Баженова М.А.</i>	Кафедра цитологии и гистологии СПбГУ	bazhenova_m@mail.ru	73
<i>Басова Л.А.</i>	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ	lbasova@hotmail.com	12
<i>Бахмет Е.И.</i>	Кафедра гистологии и цитологии СПбГУ	evgbakhmet@gmail.com	9
<i>Бильская Д.С.</i>	Лаборатория экологии морского бентоса (гидробиологии) ЭБЦ «Крестовский остров»		59
<i>Борисова Е.А.</i>	Кафедра гистологии и цитологии СПбГУ	hellen.borisova@gmail.com	10
<i>Вайнола Р.</i>	Музей естественной истории университета Хельсинки	risto.vainola@helsinki.fi	26, 28
<i>Гагаринова Н.Г.</i>	Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ	nut24@mail.ru	53
<i>Галактионов Н.К.</i>	Институт цитологии РАН	nikolai.galaktionov@gmail.com	78
<i>Ганцевич М.М.</i>	Кафедра зоологии беспозвоночных МГУ	mgantsevich@mail.ru	12, 26, 28
<i>Генельт-Яновский Е.А.</i>	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ	eugene_genelt-ya@mail.ru	14
<i>Герасимова А.В.</i>	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ	agerasimova64@mail.ru	37
<i>Горбушин А.М.</i>	Институт эволюционной физиологии и биохимии РАН	agorbushin@gmail.com	9, 10
<i>Гранович А.И.</i>	Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ	granovitch@mail.ru	52
<i>Деревщиков А.В.</i>	Мурманский Государственный Технический Университет	exArlekino@yandex.ru	15
<i>Дядичко В.Г.</i>	Одесский филиал Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины	wasilij_d@mail.ru	18
<i>Ершов П.Н.</i>	Зоологический институт РАН	peteryershov@yandex.ru	19
<i>Ефимова Л.Н.</i>	Институт химии силикатов (ИХС) имени И.В. Гребенщикова РАН	olgashilova@bk.ru	53
<i>Зайчикова А.А.</i>	Лаборатория экологии морского бентоса (гидробиологии) ЭБЦ «Крестовский остров»		68
<i>Зеленников О.В.</i>	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ	oleg_zelennikov@rambler.ru	21

Зенин В.В.	Институт цитологии РАН	vvzenin@yandex.ru	80
Иванов М.В.	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ	ivmisha@gmail.com	23, 44
Иванова А.Н.	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ	negativ_net@hotmail.com	12
Иванова Т.С.	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ	tut2000@gmail.com	23, 44
Иванова Т.И.	Институт эволюционной физиологии и биохимии им, И.М. Сеченова РАН	ivanova@iephb.ru	79
Ивлев К.В.	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ	Kirill_ivlev@inbox.ru	21, 40
Католикова М.В.	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ	katolikova@mail.ru	26, 28, 63
Киркилевич А.Ю.	Лаборатория экологии морского бентоса (гидробиологии) ЭБЦ «Крестовский остров»	kirkilevich.nusha@yandex.ru	63
Кокорева А.В.	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ	koko_s@list.ru	30
Корсун С.А.	Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ	s_korsun@mail.ru	51
Кравец П.П.	Кафедра биологии, Мурманский Государственный Технический Университет	ppkravec@mail.ru	15, 35
Крапивин В.В.	Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ	bidlodaos@mail.ru	47
Крупенко Д.Ю.	Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ	midnightcrabb@gmail.com	49
Кудрявцев И.В.	Научно-исследовательский институт экспериментальной медицины Северо-Западного отделения РАМН	igorek1981@yandex.ru	73, 79
Кузнецов И.Б.	Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ	allogromia@gmail.com	51
Кузьмин А.А.	Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ	jaera@yandex.ru	55
Кулакова М.А.	Кафедра эмбриологии СПбГУ	iribus@rambler.ru	81
Лайус Д. Л.	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ	dlajus@gmail.com	23, 44
Лоскутова Т.В.	Лаборатория экологии морского бентоса (гидробиологии) ЭБЦ «Крестовский остров»	rudawen@gmail.com	65
Максимович А.Н.	Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ	maximovich@bio.pu.ru	52
Максимович Н.В.	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ	maximovich@bio.pu.ru	32

Маньлов О.Г.	Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ	turbanella@yahoo.com	53
Мартынова О.В.	Кафедра цитологии и гистологии СПбГУ		76
Маслов Ю.И.	Кафедра физиологии и биохимии растений СПбГУ	yimas@yandex.ru	71
Матвеев И.В.	Институт цитологии РАН	imatveev12@nm.ru	72
Машнин А.А.	Мурманский Государственный Технический Университет	alexandermashnin@gmail.com	35
Медведчук А.П.	Биолого-почвенный факультет	sashe_@mail.ru	37
Мовчан Е.А.	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ	movchan_ekaterin@mail.ru	39, 41
Мухина Ю.И.	Кафедра эмбриологии СПбГУ	juliamuchina@gmail.com	83
Найден А.В.	Кафедра цитологии и гистологии СПбГУ	chudo-child@yandex.ru	72
Новикова Е.Л.	Кафедра эмбриологии СПбГУ	ranunculus1@yandex.ru	81
Обухов Д.К.	Кафедра цитологии и гистологии СПбГУ	dkobukhov@yandex.ru	76
Обухова Е.В.	Кафедра цитологии и гистологии СПбГУ	eobukhova@mail.ru	76
Островский А.Н.	Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ	oan_univer@yahoo.com	69
Петухова О.А.	Институт цитологии РАН	petukhova@yandex.ru	80
Плотников М.А.	ЭБЦ «Крестовский остров» СПбГДТЮ	msanich@gmail.com	11
Подгорная О.И.	Институт цитологии РАН	opodg@yahoo.com	72, 78
Полякова Н.В.	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ		39, 40, 42
Пущина Е.В.	Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН	puschina@mail.ru	76
Раилкин А.И.	Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ	railkin@yandex.ru	53
Сказина М.А.	Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ	artacama@gmail.com	55
Соловьева А.И.	Кафедра цитологии и гистологии СПбГУ	soloveyz@mail.ru	78
Состина Д.М.	Академическая гимназия СПбГУ	Vatary@yandex.ru	81
Старков А.И.	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ	aist606@gmail.com	42
Стогов И.А.	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ		30, 39, 41
Стрелков П.П.	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ,	p_strelkov@yahoo.com	12, 26, 28, 61

Сухачев А.Н.	Отдел иммунологии НИИ экспериментальной медицины СЗО РАМН	ovechka21@yandex.ru	73
Тамберг Ю.Ю.	Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ	yutamberg@gmail.com	57
Тараховская Е.Р.	Кафедра физиологии и биохимии растений СПбГУ	elena.tarakhovskaya@ gmail.com	71
Трулев А.С.	Отдел иммунологии НИИ экспериментальной медицины СЗО РАМН	trulioff@gmail.com	73
Филиппова Е.А.	Биолого-почвенный факультет СПбГУ	filippova-liza@list.ru	37
Филиппова Н.А.	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ	hydro@bio.pu.ru	32
Хайтов В.М.	Кандалакшский государственный природный заповедник, Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ	polydora@rambler.ru	26, 28, 55, 59, 61, 63, 65, 67
Халаман В.В.	Зоологический институт РАН	VKhalaman@gmail.com	83
Чикадзе С.З.	Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ	chikadzes@yandex.ru	53
Шабельников С.В.	Институт цитологии РАН	buddasvami@gmail.com	80
Шакирова А.И.	Кафедра цитологии и гистологии СПбГУ	Alyona.I.Shakirova@ gmail.com	79
Шапошникова Т.Г.	Кафедра цитологии и гистологии СПбГУ	tsh.spb@gmail.com	72
Шарлаимова Н.С.	Институт цитологии РАН	nashar@yandex.ru	80
Шатских Е. В.	Кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ	onebat@yandex.ru	44
Шилов А.И.	Лаборатория экологии морского бентоса (гидробиологии) ЭБЦ «Крестовский остров»	shiloman@mail.ru	67
Шилова О.А.	Институт химии силикатов (ИХС) имени И.В. Гребенщикова РАН	olgashilova@bk.ru	53
Шошина Е.В.	Кафедра биологии, Мурманский Государственный Технический Университет	shoshinaev@gmail.com	15, 35
Шунатова Н.Н.	Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ	natalia.shunatova@ gmail.com	57
Шунькина К.В.	Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ	keyelastic@gmail.com	69
Яковис Е.Л.	Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ	yakovis@rbcmail.ru	57
Яковлева Н.В.	Институт эволюционной физиологии и биохимии РАН	nyakovleva@gmail.com	9, 10