УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
БИОЛОГИИ И ПОЧВОВЕДЕНИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА

VII НАУЧНАЯ СЕССИЯ
МОРСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

9 февраля 2006 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Санкт-Петербург
2006

Оргкомитет VII сессии МБС СПбГУ от лица всех участников благодарит руководство и сотрудников Учебно-научного центра биологии и почвоведения 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 ФЦП «Интеграция Высшей школы и Российской Академии наук», программы «Университеты России – Фундаментальные Исследования», Российского Фонда Фундаментальных Исследований.

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

VII научная сессия МБС СПбГУ. Тезисы докладов. СПб., 2006. 106 с.
Редакторы: И.А.Стогов, А.И.Раилкин

© Учебно-научный центр биологии и почвоведения СПбГУ, 2006.

Уважаемые друзья и коллеги!

Научные сессии Морской биологической станции Петербургского университета начали проводиться с 2000 г. и стали своеобразным ежегодным отчетом о научных исследованиях, ведущихся на МБС. Первая сессия проходила на кафедре ихтиологии и гидробиологии, вторая – на кафедре зоологии беспозвоночных, третья – на кафедре ботаники, четвертая – на кафедре эмбриологии, пятая – на кафедре генетики, шестая – на кафедре цитологии и гистологии. Все они имели большой общественный резонанс и, по единодушному мнению участников, проходили интересно и с большой пользой, создав условия для свободного обмена идеями и мнениями и обеспечив возможности для публичного представления результатов исследований в сборниках тезисов и журнале «Вестник Санкт-Петербургского университета».

В работе нынешней сессии, завершающей 7-летний цикл прохождения по всем «морским» кафедрам биолого-почвенного факультета университета, состоявшейся на кафедре биохимии 9 февраля 2006 г. и организованной сотрудниками кафедр биохимии и микробиологии СПбГУ, приняли участие около 150 специалистов, представивших более 70 докладов от кафедр и лабораторий УНЦБиП, работающих по беломорской проблематике.

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

Председатель Оргкомитета, д.б.н. А.И.Раилкин

Содержание

Раилкин А.И., Осипов Д.В., Чикадзе С.З. Реализованные принципы устойчивого функционирования континентального морского аквариального комплекса Биологического НИИ СПбГУ 8

Биохимия

Кокряков В.Н., Алешина Г.М., Краснодембский Е.Г. Антимикробные пептиды некоторых представителей беспозвоночных Белого моря 10

Краснодембская А.Д., Кокряков В.Н., Краснодембский Е.Г. Исследование функциональных свойств новых антимикробных пептидов ареницинов 11

Кулева Н.В., Миронова А.П. О механизмах адаптивного ответа мерцательного эпителия мидий (с позиций молекулярной и популяционной биологии) 12

Ботаника

Гимельбрант Д.Е., Кузнецова Е.С. Лишайники карбонатных каменистых субстратов Керетского архипелага (Karelia Keretina) 14

Нестерович А.С., Балашова Н.Б. Диатомовые водоросли пресноводных водоемов острова Средний (Керетский архипелаг, Белое море) 15

Генетика

Дукаревич М.М., Дукельская А.В., Барабанова Л.В., Магомедова З.М. Частота хромосомных нарушений у беломорских *Jaera* sp. как показатель экологического состояния водной среды 16

Магомедова З.М., Барабанова Л.В., Дукаревич М.М. Полиморфизм окраски и рисунка тела *Jaera albifrons*, обитающих в разных экологических условиях Белого моря 17

Стариков И.Ю. Анализ изменчивости некоторых признаков у гвоздики пышной *Dianthus superbus* побережья Кандалакшского залива Белого моря 19

Чунаев А.С., Кузнецов И.Б., Иванюкович А.А., Латкин Д.С., Бодров С.Ю., Артемьева А.К., Амосова А.П., Шевченко К.Г., Шишарина М.А., Козлова М.А., Смирнов П.Д., Юрова М.Н., Цыбатова Е.В., Медведева В.П. Корреляция между приростом таллома и длиной рецептакул у *Fucus vesiculosus* 20

Гидробиология, Ихтиология

Андерсон Е.А., Мовчан Е.А. Фитопланктон нижнего течения р. Кереть 21

Андерсон Е.А., Мовчан Е.А. Структурные характеристики зоопланктона и зообентоса нижнего течения реки Кереть в 2005 г. 22

Андреев В.М, Мовчан Е.А. Водная растительность озер севера Карельского побережья Белого моря 23

Болотов А.Е., Иванова Т.С., Полякова Н.А, Лайус Д.Л. Долговременная динамика численности трехиглой колюшки Белого моря 24

Герасимова А.В., Задевалова М.И., Максимович Н.В., Чужекова Т.А. О количественном учете бокоплавов в условиях беломорской литорали 26

Герасимова А.В., Максимович Н.В., Мартынов Ф.М. Линейный рост *Mya arenaria* L. в литоральной зоне Керетского архипелага (Кандалакшский залив, Белое море) 27

Задевалова М.И., Герасимова А.В. Структура поселений массовых видов бокоплавов (отр. Amphipoda, п/отр. Gammaridea) и их роль в литоральных сообществах макрозообентоса в районе Керетского архипелага (Кандалакшский залив, Белое море) 29

Иванов М.В., Галеева В.Р. Заросли беломорских ламинарий при различных гидродинамических условиях 30

Иванова Т.С., Мовчан Е.А., Андерсон Е.А., Болотов А. Е., Задевалова М.И., Родэ Л.Ю. Озеро Горелое (о.Горелый, Керетский архипелаг Белого моря) как модельный объект учебной гидробиологической практики 32
Иванова Т.С., Мовчан Е.А., Шатских Е.В. Питание окуня оз. Кривое (Карельский берег Белого моря) 34
Спетницкая Н.А., Гогорев Р.М., Иванов М.В. Качественная и количественная оценка фитопланктона губы Никольская (Кандалакшский залив, Белое море) 35
Старков А.И., Полякова Н.В., Мовчан Е.А, Стогов И.А. Структурные показатели планктона и бентоса беломорских литоральных ванн 37
Старков А.И., Полякова Н.В. Распределение биоты в литоральной ванне пролива Сухая Салма Кандалакшского залива Белого моря 38
Стогов И.А., Мовчан Е.А. Зоопланктон наскальных ванн островов Кемь-Луды Кандалакшского залива Белого моря 39
Стогов И.И., Шатских Е.В., Иванова Т.С. К оценке роли личинок сем. Megaloptera в малых водоемах Карельского побережья Белого моря 40
Сухих Н.А., Кошелева А.Н., Полякова Н.В. Восстановление биоты наскальных ванн после экспериментального загрязнения дизельным топливом 41
Филиппова Н.А., Филиппов А.А. Адаптивные способности беломорских *Arctica islandica* L. (Bivalvia) к изменению солености среды обитания 42
Юрцева А.О., Лайус Д.Л., Махров А.А., Артамонова В.С., Титов С.Ф., Студенов И.И. Изменчивость остеологических признаков молоди атлантического лосося (*Salmo salar* L.) северо-запада России 44

Гидрология, Гидрохимия

Морозов Е.А., Примаков И.М. Моделирование гидродинамических процессов в некоторых губах Карельского берега Кандалакшского залива 45
Петровский П.П., Морозов В.Ю., Арбенин А.Ю., Раилкин А.И. Предварительные результаты исследования влияния зарослей ламинарии на химический состав придонного слоя 46
Примаков И.М., Раилкин А.И. Особенности гидрологического режима в проливе Подпахта (Кандалакшский залив, Белое море) 47

Зоология беспозвоночных

Аристов Д.А. Количественное изучение системы *Amauropsis islandica* (*Naticidae*) – *Macoma balthica* (*Tellinidae*) на основании садковых наблюдений в куту губы Южной о. Ряжкова (вершина Кандалакшского залива Белого моря) 49
Анцулевич А.Е. Фауна гидроидов Белого моря и ее место в арктической фауне 50
Гагаринова Н.Г., Чикадзе С.З., Раилкин А.И. Опыт длительного содержания беломорских актиний *Metridium senile senile* 52
Ганжа Е.В. Строение пениальных желез у самцов видов-двойников рода *Littorina* северной Атлантики 53
Ганжа Е.В. Возрастные и сезонные изменения строения пениальных желез моллюсков *Littorina saxatilis* (Olivi, 1792) 54
Генельт-Яновский Е.А., Шунькина К.В., Полоскин А.В. Включение *Cerastoderma edule* (L.) в щетки *Mytilus edulis* (L.) на литорали Мурманского побережья Баренцева моря 56
Герасимова Е.И., Ересковский А.В. Репродуктивные стратегии губок семейства Halichondriidae в Белом море 57
Дякин А.Ю., Паскерова Г.Г. Строение покровов *Urospora travisiae* и *Urospora ovalis* - грегарин с разным типом движения 59
Козминский Е.В., Лезин П.А. Формирование фоновой окраски раковины у полиморфного моллюска *Littorina obtusata* (Gastropoda: Prosobranchia) 60

Комендантов А.Ю., Бахмет И.Н., Смуров А.О., Халаман В.В. Влияние изменения солености среды на частоту сердечных сокращений у беломорского моллюска *Hiatella arctica* L. 62

Крупенко Д.Ю., Знаменская О.С. Экспериментальный анализ активности здоровых и зараженных партенитами трематод моллюсков *Littorina saxatilis*: реакция на световые и температурные стимулы 63

Лоскутова З.И. Экологическая структура популяции беломорского моллюска *Onoba aculeus* (Gould, 1841) 64

Мухина Ю.И., Раилкин А.И., Гагаринова Н.Г., Чикадзе С.З., Ефремова С.М. Содержание беломорских губок в Морском аквариальном комплексе БиНИИ СПбГУ и наблюдения за их размножением и поведением личинок 66

Николаев К.Е., Зайцева М.А. Исследование зависимости восприимчивости беломорской мидии (*Mytilus edulis*) к заражению церкариями *Himasthla elongata* (Trematoda, Echinostomatidae) от размера хозяина 67

Николаева М.А., Шунатова Н.Н., Халаман В.В., Беляева Д.В., Яковис Е.Л. О выборе субстрата личинками асцидий *Styela rustica* (L.) 68

Островский А.Н. Основные этапы эволюции полового размножения мшанок отряда Cheilostomata (Bryozoa: Gymnolaemata) 69

Раилкин А.И., Бесядовский А.Р. Экспериментальная модификация химической структуры придонного слоя 70

Раилкин А.И., Гагаринова Н.Г. Оседание бентосных организмов и пополнение сообществ в придонном слое с модифицированной турбулентностью 72

Раилкин А.И., Гагаринова Н.Г., Дашко О.Ю. Корреляции между весом детрита и плотностью обрастания на экспериментальных пластинах 73

Слюсарев Г.С., Манылов О.Г. Нервная система *Loxosomella marisalbi* (Entoprocta = Kamptozoa) 74

Старунов В.В., Тихомиров И.А. Развитие постларвальных параподий *Nereis virens* (Sars, 1835) 75

Федоров Г.К. Морские клещи (Acari, Halacaridae) губы Чупа Кандалакшского залива Белого моря 76

Хайтов В.М., Теровская Е.В. Морфологические различия между самками равноногих раков разных видов рода *Jaera* – возможное решение старой проблемы 77

Халаман В.В., Беляева Д.В., Николаева М.А., Шунатова Н.Н., Яковис Е.Л. Субстратные предпочтения одиночных асцидий *Styela rustica* (Linneus) 79

Яковис Е.Л. Пространственная структура агрегаций *Balanus crenatus* Bruguiere (Crustacea, Cirripedia) в окрестностях Соловецких островов (Онежский залив, Белое море) 80

Зоология позвоночных

Березанцева М.С., Слюсарев С.Г. Орнитофауна о.Средний (МБС СПбГУ) 81

Елисеева Е.А. Ластоногие губы Чупа Кандалакшского залива Белого моря в летне-осенний нагульный период 83

Микробиология

Бухвалов Ю.О., Вербицкая А.Н., Стогов И.А. К оценке влияния беломорской горбуши на микрофлору вод нижнего течения и эстуария р. Кереть 85

Воробьев К.П., Андронов Е.Е., Мигунова А.В., Квитко К.В. Разработка метода прямой идентификации экотипов зоохлорелл в *Paramecium bursaria* по интронам в гене 18S РНК 86

Квитко К.В., Андронов Е.Е., Воробьев К.П., Гапонова И.Н., Мигунова А.В. Интроны в гене 18S рРНК как таксономический признак свободноживущих и симбиотических *Chlorella* sp. 88

Петрова Е.А., Мигунова А.В., Полоскин А.В., Квитко К.В. Одноклеточные зеленые водоросли *Choricystis sp.*, паразитирующие на беломорских мидиях *Mytilus edulis* в Кандалакшском заливе Белого моря 89

Физиология и биохимия растений

Тараховская Е.Р., Маслов Ю.И. Влияние фитогормонов на метаболический контроль ассимиляционного аппарата *Fucus vesiculosus* L. 91

Цитология, Гистология, Эмбриология

Бакаленко Н.И., Кулакова М.А., Новикова Е.Л., Михайлова К.А., Нестеренко А.Ю., Андреева Т.Ф. Hox гены Nereis virens: генетический контроль становления передне-задней оси тела нектохеты и взрослого животного 92

Дьячков И.С., Кудрявцев И.В., Могиленко Д.А., Харазова А.Д., Полевщиков А.В. Анализ эффективности клеточных реакций врожденного иммунитета и механизмов их кооперации у иглокожих 93

Костюченко Р.П., Цыбатова Е.В., Дондуа А.К. Экспрессия генов тубулина при формировании прототроха у зародышей и личинок полихет сем. Nereidae 95

Кудрявцев И.В., Дьячков И.С., Галактионов Н.К., Зайцева М.А., Сухачев А.Н., Харазова А.Д., Галактионов К.В., Полевщиков А.В. Влияние поверхностных антигенов трематод *Hymastla elongata* на функциональную активность гемоцитов *Mytilus edulis* 96

Кудрявцев И.В., Дьячков И.С., Могиленко Д.А., Харазова А.Д., Полевщиков А.В. Влияние лектинов на продукцию активных форм кислорода целомоцитами *Asterias rubens* в условиях *in vitro* 97

Михайлова К.А. Применение в исследованиях источников роста полихет метода BrdU и анализ полученного сигнала на конфокальном микроскопе 98

Могиленко Д.А., Кудрявцев И.В., Дьячков И.С., Харазова А.Д., Полевщиков А.В. Выделение нового члена семейства α2-макроглобулина у морской звезды *Asterias rubens* 99

Мухина Ю.И., Мухачёв Е.В., Футикова Т.И. Исследование метаморфоза личинок беломорской губки *Halisarca dujardini* (Demospongiae, Halisarcida) методом иммунохимического маркирования клеток 101

Нестеренко А.Ю., Андреева Т.Ф. Адаптация метода РНК-интерференции для анализа функционального значения Hox генов *Nereis virens* и *Platynereis dumerilii*. 102

Обухов Д.К., Жеребцова Ю.В. Структурная организация центральной нервной системы беломорской трески *Gadus morhua maris-albi* D. 103

Шапошникова Т.Г., Адонин Л.С., Матвеев И.В., Подгорная О.И. Определение заряда мажорного белка p45/47 мезоглеи сцифомедузы *Aurelia aurita* (Cnidaria) 104

Участники VII Научной сессии МБС СПбГУ 106

Раилкин А.И., Осипов Д.В., Чикадзе С.З. Реализованные принципы устойчивого функционирования континентального морского аквариального комплекса Биологического НИИ СПбГУ

Цели создания морских аквариальных комплексов (МАК) весьма разнообразны. К ним следует отнести: просветительскую и воспитательную, учебную и научную деятельность, музейные экспозиции, коммерцию, включая экскурсии и другие. По удаленности от морей и океанов можно выделить два типа МАК: прибрежные проточные аквариальные, получающие воду непосредственно из моря, и континентальные, удаленные от моря, основанные на замкнутом цикле с регенерацией морской воды.

Основная проблема создания и функционирования континентальных МАК заключается в необходимости обеспечения на их базе бесперебойного устойчивого поддержания жизнедеятельности искусственных биоценозов в условиях ограниченности возможностей поставок живого материала и морской воды, периодического контроля ее параметров, постоянной регенерации и периодической замены воды в аквариумах и бассейнах, создания надежно работающих систем технического обеспечения жизнеспособности МАК. Дополнительные трудности возникают в случае создания низкотемпературных МАК. Общие принципы длительного поддержания искусственных морских экосистем до настоящего времени недостаточно разработаны.

В Биологическом научно-исследовательском институте Санкт-Петербургского государственного университета в Старом Петергофе на базе лаборатории морских исследований уже в течение года (с декабря 2004 г.), после завершения монтажных и пуско-наладочных работ успешно функционирует холодноводный МАК, укомплектованный специальным фирменным оборудованием, холодовыми генераторами, аквариумами разной емкости, в которых содержится около 6 тонн природной морской воды.

С учетом широты тематик НИР Биологического НИИ СПбГУ, а также разнообразия образовательных программ Биолого-почвенного факультета Санкт-Петербургского университета для содержания и разведения в МАК были специально подобраны около 40 видов литоральных и сублиторальных беспозвоночных, 10 видов водорослей и 2 вида рыб из Белого моря.

Уже на стадии формирования технического задания и проектирования МАК был использован положительный 10-летний опыт, накопленный при создании Центра коллективного пользования (ЦКП) «Хромас» Биологического НИИ, получившего высокую оценку на Всероссийской конференции «Центры коллективного пользования: состояние и перспективы развития», прошедшей в санкт-Петербурге в 2004 г.

Нами были сформулированы основные технические, научные, в том числе экологические, и организационные принципы устойчивого функционирования МАК как некоммерческого ЦКП. Одним из ключевых технических принципов обеспечения устойчивого функционирования континентальных МАК является профилактика и контроль исправной работы технического оборудования, в особенности холодовых агрегатов, водяных помп, систем подачи воздуха в

аквариумы, а также дублирование основных технических систем жизнеспособности.

Научные принципы организации устойчивого функционирования МАК включают: обеспечение очистки и биологической регенерации морской воды, регулярный контроль ее качества и состояния биологических объектов, разработку оптимальных приемов их содержания и выращивания; следование экологическим принципам аквариумного содержания гидробионтов. Контроль состояния морской воды включает регулярное (1 раз в 2 недели) определение основных параметров морской воды: температуры, солености, освещенности, проточности, кислорода, pH, жесткости воды, содержания в ней кальция, нитратов, нитритов, аммиака и фосфатов.

Основные экологические принципы заключаются в выборе оптимального рациона и частоты кормления, подборе для совместного содержания биологически совместимых видов, в выборе эврибионтных и резистентных видов, в разработке биологических приемов управления процессами роста и размножения аквариумных гидробионтов.

К организационным принципам следует отнести: нормативную базу, включающую регламент функционирования МАК, утвержденный Ученым Советом БиНИИ; должностные инструкции работников МАК; подбор и обучение обслуживающего инженерно-технического персонала; двухуровневое сопровождение при решении всех организационных текущих и перспективных вопросов работы МАК со стороны руководства лаборатории и администрации института. Работа МАК обеспечивается штатом специалистов высокой квалификации, в том числе: 1 доктор биологических наук, 2 кандидата биологических наук, инженер с более чем 30-летним опытом работы в научных лабораториях института.

Накопленный опыт содержания беломорских беспозвоночных и водорослей в МАК показал, что следование указанным принципам позволяет обеспечить достаточно длительное содержание и спонтанное размножение ряда беломорских беспозвоночных (губок, актиний, гидроидных полипов, моллюсков) и водорослей (*Ectocarpus sp*.). В настоящее время поставлены эксперименты по оптимизации кормления, проточности аквариумов и контролируемому размножению некоторых беломорских видов.

Опыт работы в МАК сотрудников и студентов Санкт-Петербургского университета показывает, что созданный ЦКП является надежной гарантией обеспечения выполнения фундаментальных исследований морских объектов и позволит обеспечить конкурентоспособность проводимых научных работ в области морской биологии, экологии, биологии развития и других направлений, а также в многоуровневой подготовке студентов и аспирантов.

Кокряков В.Н., Алешина Г.М., Краснодембский Е.Г. Антимикробные пептиды некоторых представителей беспозвоночных Белого моря

Антимикробные пептиды и белки являются эффекторными молекулами в реакциях врожденного иммунитета, мобилизуемых животными в первые минуты и часы взаимодействия хозяин-паразит. Именно эти неотложные (экстренные) механизмы защиты от микроорганизмов, формирующие врожденный иммунитет, предшествовали в эволюции животных появлению механизмов приобретенного иммунитета, представленных в развитой форме только у позвоночных. Изучение функциональных особенностей антимикробных белков и пептидов животных, находящихся на разных уровнях эволюционного древа, важно как для понимания закономерностей становления и развития молекулярных основ иммунитета в эволюции животных, так и для разработки новых подходов в профилактике и терапии инфекционных заболеваний, основанных на использовании пептидных антибиотиков.

В настоящее время известно несколько сотен структур антимикробных пептидов, но не проводилось систематического изучения этих соединений у некоторых животных беломорской акватории. Нами впервые выделены антибиотические пептиды из целомоцитов морского кольчатого червя (пескожила) *Arenicola marina* и из мезоглеи сцифоидной медузы *Aurelia aurita*.

Из целомоцитов пескожила *Arenicola marina* выделены два катионных пептида, обладающие антимикробной активностью. Пептиды, названные нами ареницинами, содержат по 21 аминокислотному остатку и являются гомологами, различающимися одним аминокислотным остатком в положении 10. Каждый из пептидов содержит по 2 остатка цистеина, образующих одну дисульфидную связь. Пептиды проявляют микробоцидную активность в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий, а также низших грибов. Определена первичная аминокислотная последовательность выделенных пептидов. Проведен анализ функциональных свойств антимикробной активности ареницинов, показано, что они могут выступать в качестве хемоаттрактантов для целомоцитов пескожила. Выделенные пептиды принадлежат к новому структурному классу пептидных антибиотиков и могут быть использованы для разработки препаратов для борьбы с возбудителями болезней грибкового и бактериального происхождения.

Из мезоглеи сцифоидной медузы *Aurelia aurita* выделен антимикробный пептид, активный в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий. Пептидное секвенирование и установленная на его основании аминокислотная последовательность пептида, названного нами аурелитином, позволяет отнести этот пептид к суперсемейству дефенсинов, так как он содержит три дисульфидные связи и является осно́вным по своей электрохимической природе.

Таким образом, нашим коллективом из тканей и клеток беломорских животных различных таксономических групп выделены новые антимикробные пептиды (ареницины, аурелитин), изучены их структурные и функциональные

свойства. Следует обратить внимание на то, что первичные структуры этих антимикробных пептидов различаются в зависимости от видового источника, но в то же самое время эти молекулы представляют собой положительно заряженные (осно́вные) соединения, что является общим физико-химическим свойством для всех выделенных веществ рассматриваемого класса. Именно данное свойство антимикробных пептидов лежит в основе их высокой антибиотической активности и обеспечило их отбор в процессе эволюции в качестве защитных молекул многоклеточных животных от губок до человека.

Краснодембская А.Д., Кокряков В.Н., Краснодембский Е.Г. Исследование функциональных свойств новых антимикробных пептидов аренициновъ

В последнее время все большее значение приобретает изучение механизмов врожденного иммунитета животных. Важнейшими молекулярными компонентами системы врожденного иммунитета являются антимикробные пептиды (АМП). Эти вещества являются древнейшими факторами защиты всех видов живых организмов и обнаруживаются в органах и тканях, для которых наиболее вероятен контакт с внешним патогеном (поверхностные и слизистые эпителии, гранулы фагоцитарных клеток, гемолимфа и целомическая жидкость). Изучение новых АМП важно не только с фундаментальной, но и с практической точки зрения. Как антимикробные агенты АМП весьма перспективны для разработки на их основе новых лекарственных препаратов, «антибиотиков животного происхождения». Антимикробные пептиды лишены многих недостатков свойственных традиционно применяемым антибиотикам: не вызывают формирования резистентности к ним со стороны микробов, способны связывать ЛПС и тем самым предотвращать эндотоксемию и септический шок; не вызывают анафилактического шока. С другой стороны АМП представляют собой сформировавшиеся в процессе эволюции молекулярные матрицы, естественные для организмов, и будучи факторами проницаемости, усиливают действие других антибиотиков. Многие АМП обладают широким спектром антимикробной активности, включая воздействие на грибковые инфекции и штаммы бактерий, резистентные к конвенционным антибиотикам.

Ранее при изучении антимикробных пептидов из целомоцитов (фагоцитов) морского кольчатого червя пескожила *Arenicola marina* нами были выделены и охарактеризованы новые антимикробные пептиды аренициньи (Краснодембская и др., 2001). Определение первичной структуры показало, что эти пептиды не имеют гомологии ни с одним из известных АМП и могут быть отнесены к новому структурному семейству (Ovchinnikova et al., 2004). Аренициньи можно кратко охарактеризовать, как небольшие амфипатические циклические молекулы, несущие большой положительный заряд. Обычно такая структура является очень стабильной, устойчивой к воздействию протеаз, и должна придавать молекуле сильные мембраноактивные свойства. Пептиды, имеющие подобный тип строения (например, протегрины (Kokryakov et al., 1993)) характеризуются широким спектром действия, сильной эффективностью,

устойчивостью к изменению условий среды, в частности к солености, а так же существенной гемолитической активностью.

В настоящей работе было проведено подробное изучение антимикробной (в частности, механизма бактерицидного действия) и гемолитической активности ареницина-1.

Определение минимальных ингибирующих концентраций (МИК) ареницина-1 в отношении целого ряда микроорганизмов (грамотрицательных, грамположительных бактерий, грибов) показало, что ареницин-1 является эффективным антибиотическим веществом с широким спектром действия, его МИК во всех случаях не превышала 1 мкМ. Изучение влияния на антимикробную активность ареницина-1 различных факторов среды показало, что антибактериальная активность ареницина-1 остается стабильной в широком диапазоне условий (повышенной ионной силы, изменения pH, присутствия в среде двухвалентных катионов, уровня метаболизма микробной клетки). Ареницин-1 способен к быстрому увеличению проницаемости цитоплазматической мембраны *E.coli* и, по-видимому, повреждение оболочек бактерии является ключевым в процессе гибели клетки под воздействием ареницина. Показано, что хотя ареницин-1 способен вызывать гемолиз эритроцитов человека, но гемолитическая активность начинает проявляться при высоких концентрациях пептида, намного превышающих минимальные ингибирующие концентрации, установленные в отношении микроорганизмов. Присутствие в среде сыворотки крови резко снижает гемолитическую активность ареницина, не влияя на его антимикробные свойства. Все эти качества делают ареницины перспективным объектом дальнейших прикладных исследований в области разработки новых антибиотических препаратов.

Кулева Н.В., Миронова А.П.* О механизмах адаптивного ответа мерцательного эпителия мидий (с позиций молекулярной и популяционной биологии)

* ЦИН РАН

Экологически важным показателем физиологического состояния клетки является ее устойчивость к повреждающим воздействиям. Критерием устойчивости может быть время сохранения той или иной функциональной активности в тестирующих (повреждающих) условиях. Ранее, при использовании статистических методов для оценки изменчивости физиологической реакции на уровне популяции нами было показано, что увеличение устойчивости клеток под действием субтоксических концентраций химических веществ (адаптивный ответ) определяется исходным уровнем реакции. Наблюдали отрицательную корреляцию между исходным уровнем и адаптивным ответом. Нарушение нормального функционирования клетки приводило к нарушению этой корреляции. Эта закономерность была установлена при действии этанола, хлоралгидрата и динитрофенола на сократительную активность портняжных мышц травяной лягушки, а также при действии этанола на двигательную активность ресничек мерцательного

эпителия беломорских мидий (Миронова, 2003; Миронова, Кулева, 2004). Далее было показано, что возможный механизм адаптивного ответа на этанол у мерцательного эпителия зависит от продукции окиси азота (Кулева, Миронова, 2005). Согласно данным литературы продукция NO может определяться концентрацией свободного кальция в среде. В связи с вышеизложенным, задачей настоящей работы является изучение влияния изменения концентрации свободного кальция во внеклеточной среде на адаптивный ответ выборки из популяции беломорских мидий.

Критерием устойчивости служило время сохранения мерцательной активности ресничек эпителия в 11% этаноле. За мерцанием ресничек следили с помощью светового микроскопа. Адаптивный ответ вызывали преинкубацией клеток в 2% этаноле. Для связывания свободного кальция использовали этиленгликольтетраацетат (ЭГТА) в концентрации 1мМ. Контрольной средой была морская вода комнатной температуры. Исходный средний уровень устойчивости составлял 36,5 мин (n=18). Он не изменялся после 30 мин выдерживания в морской воде. После 30 мин выдерживания в 2% этаноле он увеличивался на 18%. Добавление в эту среду ЭГТА приводило к увеличению устойчивости на 51%. Добавление ЭГТА без этанола изменений устойчивости не вызывало.

Таким образом, связывание кальция внеклеточной среды через 30 мин инкубации вызывало значительное увеличение устойчивости мерцательного эпителия. Если принять NO-зависимый механизм адаптивного ответа, то увеличение устойчивости можно связать с увеличением продукции NO. Согласно современным представлениям (Hess et al., 2005), увеличение продукции NO, приводящее к нитрозилированию многих клеточных белков, представляет собой путь передачи внутриклеточных сигналов и механизм регуляции функций клетки. Для мерцательного эпителия в настоящее время не получено экспериментальных данных о том, какой конкретно белок нитрозилирует NO. Однако известно, что один из белков динеинового комплекса, осуществляющего движение ресничек, легкая цепь 8 kDa, является белковым ингибитором нейрональной формы NO-синтазы (PIN). Он может также взаимодействовать с проапоптическим белком Bim, влияющим на устойчивость клетки к апоптозу (Lajoix et al., 2004). Эти молекулярно-биологические данные со временем позволят понять, как формируется адаптивный ответ.

Что же касается данных, полученных методами популяционной биологии, то в наших опытах была показана положительная корреляция между увеличением устойчивости к 11% этанолу через 30 мин инкубации в 2% этаноле и исходным уровнем устойчивости и отрицательная – между увеличением устойчивости после инкубации в 2% этаноле и 1мМ ЭГТА и уровнем устойчивости после инкубации в 2% этаноле. Таким образом, включение клеткой адаптационных механизмов, определяемых на молекулярно-биологическом уровне, приводит к запуску в них реакций, проявляющихся на уровне популяции.

Гимельбрант Д.Е., Кузнецова Е.С.* Лишайники карбонатных каменистых субстратов Керетского архипелага (Karelia Keretina)

* КФ ТИГ ДВО РАН

Карбонат-содержащие субстраты естественного происхождения относятся к числу редких в Карелии и на Севере Европейской России в целом. Их присутствие является одним из факторов, заметно увеличивающих разнообразие биоты региона. С такими субстратами и соответствующими им местообитаниями обычно связан комплекс редких специфических видов различных групп организмов, в том числе лишайников. На Керетском архипелаге и прилегающих участках материкового побережья карбонатные субстраты естественного происхождения отсутствуют (Разнообразие…, 2003), однако местами встречаются их антропогенные аналоги – бетонные конструкции и шифер. На многих островах и на материке сохранились остатки топогеодезических триангуляционных знаков постройки 1959 г. с небольшой бетонной пломбой в центре их основания, на о. Луда Плоская – фундамент навигационного знака, на территории МБС СПбГУ (бывший лесозавод Кереть) на о. Средний – фундаменты и стены бывших и существующих зданий различных годов постройки. Кроме задачи изучения состава и разнообразия лихенофлоры этих субстратов мы стремились оценить ее специфичность и связь с лихенофлорой карбонатных субстратов естественного происхождения.

В исследовании использованы материалы, собранные в полевые сезоны 1997-2005 гг. Лишайники на бетонных конструкциях и шифере обнаружены в пределах 14 из 135 заложенных пробных площадей (10,4%). Пробные площади расположены на 6 из 34 обследованных островов архипелага. Всего на таком типе субстратов выявлено 20 видов лишайников, что составляет 4,2% известной нам лихенофлоры островов (478 видов). В алфавитном списке латинские названия видов лишайников приведены по Santesson с соавт. (2004), звездочкой отмечены новые для Karelia Keretina виды: **Aspicilia moenium* (Vain.) G. Thor & Timdal, **Caloplaca flavovirescens* (Wulfen) Dalla Torre & Sarnth., **C. holocarpa* (Hoffm. ex Ach.) A.E. Wade, *C. verruculifera* (Vain.) Zahlbr., **Candelariella aurella* (Hoffm.) Zahlbr., **Lecanora dispersa* (Pers.) Sommerf., **Lecidella stigmatea* (Ach.) Hertel & Leuckert, *Phaeophyscia endococcina* (Körb.) Moberg, **P. orbicularis* (Neck.) Moberg, *P. sciastra* (Ach.) Moberg, **Physcia adscendens* H. Olivier, *P. caesia* (Hoffm.) Fürnr., *P. dubia* (Hoffm.) Lettau, *P. tenella* (Scop.) DC., **Verrucaria muralis* Ach., **V. nigrescens* Pers., *V.* sp., *Xanthoria candelaria* (L.) Th. Fr., *X. elegans* (Link) Th. Fr., *X. parietina* (L.) Th. Fr.

Почти все перечисленные виды обитают на бетоне, только *Phaeophyscia endococcina* предпочитает шифер. Шифер заселяют 10 видов лишайников. В пределах пробной площади отмечено от 2 до 12 видов, их разнообразие и состав зависят от доступной площади поверхности субстрата и освещенности (пломбы триангуляционных знаков часто зарастают мохообразными и сосудистыми растениями), а также от посещаемости местообитания птицами. Наиболее разнообразными оказались лишайниковые сообщества на о. Луда

Плоская и на территории МБС (о. Средний) (крупные экспонированные элементы фундаментов), где обнаружено 12 и 11 видов соответственно. Чаще других отмечены *Lecanora dispersa* (11 пробных площадей), *Candelariella aurella* и *Physcia dubia* (по 10), несколько реже *Caloplaca holocarpa* и *Physcia caesia* (по 8). Единично встречены *Caloplaca flavovirescens*, *C. verruculifera*, *Verrucaria nigrescens* и *V.* sp. Стенотопными для карбонатных субстратов на Керетском архипелаге являются 5 видов (25% обитателей этих субстратов) – *Aspicilia moenium*, *Caloplaca flavovirescens* и все 3 вида рода *Verrucaria*, что можно считать высоким показателем специфичности. Остальные виды способны заселять и другие субстраты, от мертвой древесины до силикатных камней и коры деревьев. Перечисленный комплекс видов и состав доминантов являются типичными для обсуждаемых антропогенных субстратов Севера Европы, однако некоторые виды могут также входить в состав сообществ природных карбонатных субстратов. Виды, предпочитающие исключительно карбонатные субстраты естественного происхождения, на архипелаге не обнаружены.

Бетонные конструкции на открытых участках побережий привлекательны для морских птиц. К орнитокопрофильному элементу сообщества мы относим 8 видов, высокое обилие которых на архипелаге приурочено именно к таким местообитаниям: *Caloplaca verruculifera*, *Phaeophyscia orbicularis*, *P. sciastra*, *Physcia caesia*, *P. dubia* и все 3 вида рода *Xanthoria*. *Caloplaca verruculifera*, кроме того, относится к числу характерных приморских лишайников.

Нестерович А.С., Балашова Н.Б. Диатомовые водоросли пресноводных водоемов острова Средний (Керетский архипелаг, Белое море)

Диатомовые водоросли являются одной из наиболее широко распространенных групп водорослей. Они встречаются в водоемах всех типов, нередко количественно преобладая над представителями других отделов водорослей. Комплексы диатомей часто служат надежным индикатором экологических условий.

На о. Средний были проведены серьезные исследования, в основном, солоноватоводных диатомовых водорослей (Уланова, 1998, 2003; Губелит, 2002). Сведения о диатомеях пресных вод немногочисленны (Киселев, 2004).

В июне 2004 года на острове было собрано 20 проб из Большого, Водозаборного и Казанского озер, из ручья, впадающего в Большое озеро, и из болота на северо-западе от этого озера. Все пробы представляли собой выжимки из мхов и другой погруженной в воду растительности. В 8 пробах было отмечено наибольшее качественное разнообразие и количество диатомовых водорослей, и они были признаны удачными для дальнейшего исследования. В результате обработки проб выявлено 66 видов (79 видов и внутривидовых таксонов) из 26 родов отдела *Bacillariophyta*, подавляющее большинство которых относится к пеннатным формам (65 видов).

Наибольшим качественным разнообразием характеризуется род *Eunotia* Ehr. – 16 видов (22 вида и внутривидовых таксона), что составляет более 25%

от общего количества найденных водорослей. Представители этого рода встречаются во всех пробах, но каждая точка сбора характеризуется своим собственным составом видов, общие виды практически отсутствуют.

Вторым по разнообразию оказался род *Pinnularia* Ehr. – 11 видов (12 видов и внутривидовых таксонов), что составляет более 16% от общего количества найденных водорослей. Во всех местах сбора отмечена *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehr.

Представленный незначительным количеством видов род *Frustulia* Rabenh. (1 вид, 2 внутривидовых таксона), тем не менее, входит в число доминирующих форм во всех изучаемых водоемах. Особенно это относится к *Frustulia rhomboides* (Erh.) D.T. var. *saxonica* (Rabenh.) D.T. Высокими оценками обилия характеризуются и виды рода *Tabellaria* Erh. – *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz. и *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz. Они также отмечаются во всех обследованных водоемах.

Самая разнообразная по составу флора диатомовых водорослей отмечена в Большом озере – 42 вида и внутривидовых таксона диатомей, причем 23 из них отмечены только в данном водоеме. В этом же озере обнаружены и редко встречаемые во флоре водоемов диатомеи – *Achnantes kryophila* Boye P., *Peronia fibula* (Bréb.) R. Ross и *Stenopterobia curvula* (W. Smith) Krammer.

Как показал анализ географического распространения видов, большинство встреченных водорослей характерно для местообитаний северных широт и альпийских территорий. Флора диатомовых водорослей носит ярко выраженный пресноводный характер – по отношению к солености преобладают олигогалобы. Обращает на себя внимание тот факт, что многие из встреченных диатомей являются ацидофилами, т.е. характерными обитателями кислых вод (особенно это относится к представителям родов *Eunotia* Ehr. и *Pinnularia* Ehr., доминирующих в обследованных водоемах).

Генетика

Дукаревич М.М., Дукельская А.В., Барабанова Л.В., Магомедова З.М. Частота хромосомных нарушений у беломорских *Jaera sp.* как показатель экологического состояния водной среды

Представители отряда Isopoda являются одними из многочисленных и широко распространенных обитателей литоралей Атлантического побережья, в том числе, Белого моря. Равноногие рачки, в частности, йеры, привлекают внимание исследователей с точки зрения их видового разнообразия, а также наличия у них ярко выраженного полиморфизма окраски и рисунка тела. В то же время, способность йер существовать в широком диапазоне условий среды позволяет рассматривать их как удобный тест-объект в экологическом мониторинге. Особую значимость данного объекта определяет также наличие большого количества митотически активно делящихся клеток на эмбриональной стадии развития. Данная особенность позволяет применять

цитогенетический анализ для оценки стабильности генетического материала на хромосомном уровне при разной степени экологической нагрузки.

Материалом для данной работы послужили *Jaera albifrons*, собранные летом 2004 и 2005 годов в районе Морской биологической станции СПбГУ. Места сбора выбирали по контрастности действия факторов окружающей среды, таких как тип литорали, соленость, температурный режим. Готовили давленые препараты митотически делящихся клеток эмбрионов, окрашенных ацетоорсеином. На стадиях анафазы-телофазы митоза анализировали аномалии расхождения хромосом. К аномалиям митотических делений относили отставшие хромосомы, мосты и фрагменты хромосом. Рассчитанная частота хромосомных нарушений служила критерием степени дестабилизации генетического материала в ответ на действие экологических факторов.

Сравнительный анализ частоты хромосомных аберраций в митотически делящихся клетках эмбрионов йер выявил значительное варьирование рассчитываемого показателя в зависимости от условий местообитания рачков. В частности, для *J.albifrons*, обитающих в оптимальных для беломорских популяций условиях, частота хромосомных нарушений составила 6,6 - 10,4 %. В то время как, для популяций йер, находящихся в местах загрязнения водной среды нефтепродуктами, данный показатель достоверно повышался до 19,2±1,4%. При сравнении частот нарушений митотических делений в популяциях йер 2004 и 2005 годов была обнаружена положительная динамика частоты хромосомных аберраций в местах сбора материала с повышенной антропогенной нагрузкой. Так, в бухте Ноговица в 2005 году учитываемый показатель составил 15,7±1,4 % по сравнению с 8,2±0,7 % в предыдущем году. Выявленная пространственно-временная динамика частоты хромосомных нарушений свидетельствует о чувствительности генетического материала к повреждающему действию факторов окружающей среды.

Таким образом, проведенные цитогенетические исследования позволяют рассматривать предлагаемый критерий как один из адекватных показателей экологического состояния водной среды.

Магомедова З.М., Барабанова Л.В., Дукаревич М.М. Полиморфизм окраски и рисунка тела *J.albifrons*, обитающих в разных экологических условиях Белого моря

Генетический полиморфизм имеет большое значение в создании и поддержании биологического разнообразия. Богатство морских беспозвоночных животных Белого моря, таких как моллюски, ракообразные, иглокожие, представляет уникальную возможность изучения у них полиморфизма в отношении целого ряда признаков. Наиболее широко у беспозвоночных животных представлены разнообразные типы окраски и распределения пигмента.

Группа видов *Jaera albifrons* является удобным объектом генетических исследований благодаря их многочисленности, повсеместному распространению на литоралях Белого моря и яркой выраженности признака

окраски и рисунка тела. Широкое варьирование сочетаний типа и характера пигментации позволяет осуществлять сравнительный фенотипический анализ популяций равноногих рачков. С целью оценки адаптивной значимости исследуемого признака были проанализированы популяции йер, обитающие в различных экологических условиях.

Сбор рачков и последующий анализ полиморфизма их окраски осуществляли в районе Морской биологической станции, выбирая места обитания животных, контрастно различающиеся по действию ряда факторов. В качестве фиксированных факторов среды были выбраны факторы солености, радиационного фона, а также ряд почвенных характеристик. В анализируемых выборках были выделены следующие фенотипические классы: в зависимости от типа пигментации – черная, серая, рыжая окраски; по характеру пигментации – равномерная окраска с пятном и без пятна, двуполосость, латеральная депигментация. В разных местах сбора проводили подсчет числа особей в каждом из перечисленных фенотипических классов.

Проведенный анализ влияния выбранных факторов показал, что радиационный фон в пределах проанализированных точек сбора практически не изменялся и составлял от 0,08 до 0,15 мЗв/час. В отношении фактора солености воды были выявлены контрастные условия обитания рачков. В то время, как показатель оптимальной солености воды в районе МБС составляет 16-20‰ и большинство проанализированных точек укладывались в эти пределы, были обнаружены места сбора, характеризующиеся величиной солености, варьирующей от 0 до 14,5 промилле. Рассчитанные характеристики почвенных образцов выявили различия по содержанию органического вещества: во всех проанализированных пробах углерод отсутствовал за исключением пробы грунта из Сухой Салмы. Содержание углерода в данной пробе составило 0,252%. Анализ показателей кислотности почвы показал наличие слабощелочной среды в трех местах сбора (Юшковская губа, Узкая Салма, остров Матренин) и слабокислой – в двух (Ноговица, Сухая Салма). Среди проанализированных точек сбора были выделены места, различающиеся по типу литорали: каменистые участки, илисто-песчаные, песчаные, илистые и илисто-каменистые.

Анализ полиморфизма окраски и рисунка тела у йер в зависимости от типа литорали показал, что при наличие песчаного грунта фены черной и серой окраски преобладают и встречаются в равном соотношении, в то время как на каменистой литорали значительную долю составляют особи с серой окраской тела. На илистых грунтах регистрируется более широкий спектр морф рисунка тела. Несмотря на значительное варьирование фактора солености в исследуемых точках сбора не обнаружено его влияния на распределение фенов окраски и рисунка.

Таким образом, предварительный анализ полиморфизма типа и характера пигментации тела у равноногих рачков *J.albifrons* позволяет предположить его адаптивный характер. Дальнейшие исследования с расширением зоны обследования и увеличением объемов выборок открывают перспективы раскрытия механизмов поддержания существующего разнообразия.

Стариков И.Ю. Анализ изменчивости некоторых признаков у гвоздики пышной *Dianthus superbus* побережья Кандалакшского залива Белого моря

Гвоздика пышная *Dianthus superbus* – обычный вид приморских торфяников Северной Карелии и Мурманской области, относится к первичной орнитогенной растительности островов Белого моря. Растение встречается почти на всех островах Кандалакшского залива площадью более 1000 м² (Бреслина, 1987). В более южных регионах вид культивируется как декоративный. Для большинства мест произрастания гвоздик можно выделить две фенотипически различных группы растений. К первому типу относятся экземпляры с нормально развитыми цветками. Растения второго типа характеризуются наличием выраженных недоразвитых тычинок, размер которых составляет менее одной трети от нормальных. Часть растений подвергается заражению спорами патогенных грибов (класс *Hyphomycetes*), при этом организм поражается целиком, включая все цветки и бутоны. Такое явление типично для данного вида (Mikulík, Sedlářová, Vinter, 2002).

Исследования качественных признаков морфологической изменчивости цветков *Dianthus superbus* проводились в июле – августе 2001–2002 гг. Материал был собран с 15 островов залива и двух удалённых друг от друга площадках на материке. Территория обследовалась равномерно, расстояние между растениями, с которых собирали материал, было принято не менее 1 м. Всего было исследовано 2017 растений. Мы разделили места произрастания гвоздик на две группы. Первая: антропогенные (5 площадок, n=722) – расположенные в непосредственной близости от построек, в окрестностях МБС СПбГУ, ББС ЗИН РАН «мыс Картеш», деревни Кереть, и испытывающие определённую рекреационную нагрузку. Вторая: естественные (12 площадок, n=1295) – ряд островов Керетского архипелага, губы Чупа и губы Кив. Параллельно анализировалась частота встречаемости растений, поражённых грибными спорами.

Полученные данные показали преобладание нормально развитых растений на всей изучаемой территории. Количество растений с недоразвитыми тычинками варьирует от 0 (пять островов) до 27,9% (остров Средний). Преимущественно они встречаются в местообитаниях с антропогенной нагрузкой – в среднем 14,0%, в естественных местообитаниях они составляют 4,9%. Растения с поражёнными цветками обнаружены на 11 площадках. Чаще всего они встречаются на Плоской Луде, где их количество достигает 8,3%. В целом по биотопам соотношение оказалось обратным – в антропогенных местообитаниях число поражённых растений составляет 1,8% против 4,0% в естественных. Характерно, что все выявленные поражённые растения имеют нормально развитые тычинки. Также на 5 площадках обеих категорий отмечено незначительное число растений с аномальными шестилепестными цветками, исключительно с нормально развитыми тычинками (у типичных цветков *Dianthus superbus* пять лепестков), большая их часть отмечена на острове Плоская Двинская Луда (1,8%). Проверка по критерию хи-квадрат выявила с высокой достоверностью (p=0,01) различия между двумя группами местообитаний по частоте встречаемости, как экземпляров с недоразвитыми

тычинками, так и заражённых. Это указывает на изменение частот фенотипов растений *Dianthus superbus*, произрастающих в условиях антропогенного воздействия, по сравнению с естественной средой.

Чунаев А.С., Кузнецов И.Б., Иванюкович А.А., Латкин Д.С., Бодров С.Ю., Артемьева А.К., Амосова А.П., Шевченко К.Г., Шишарина М.А., Козлова М.А., Смирнов П.Д., Юрова М.Н., Цыбатова Е.В., Медведева В.П. Корреляция между приростом таллома и длиной рецептакул у *Fucus vesiculosus*

Особенностью проведения летней практики по генетике на МБС СПбГУ является демонстрация внутривидовой изменчивости в природных популяциях обитателей литорали. В частности, у фукуса пузырчатого (*Fucus vesiculosus* L.) студенты измеряют во время отлива прирост таллома и длину рецептакул. В 2005 году в четырёх учебных группах студенты в качестве темы самостоятельных работ выбирали изучение корреляции между приростом таллома и длиной рецептакул у *F. vesiculosus*. В обосновании выбора темы присутствовала как генетическая составляющая (возможность выявления различий в реализации программ развития вегетативных и генеративных органов), так и экологическая составляющая (изучение взаимодействия в природе как между организмами и факторами среды, так и в развитии органов у организмов одного вида). Общим методическим отличием этих работ от учебных задач было присвоение номера каждой паре измерений длины рецептакулы и прироста таллома под ней, а также сбор рецептакул в индивидуальные ёмкости для последующего определения пола в аудитории. Двое из нас (И.Б.Кузнецов и А.С.Чунаев) провели определение пола у фукуса пузырчатого непосредственно на литорали Сухой Салмы с помощью бинокля с 40-кратным увеличением, достаточным для обнаружения оогониев на срезах рецептакул женских растений. В выборках из 50 веточек с рецептакулами, измеренными у индивидуальных растений, не было выявлено достоверной корреляции между длинами прироста таллома и длинами рецептакул ни у мужских, ни у женских особей. При измерении длины одной рецептакулы и соответствующего показателя прироста таллома у 50 растений в различных местообитаниях в ряде случаев была обнаружена достоверная корреляция между приростом таллома и длиной рецептакул. М.А.Козлова и П.Д.Смирнов обнаружили достоверную положительную корреляцию между длиной рецептакул и приростом таллома в нижней зоне литорали бухты Юшковка острова Средний Чупинской губы Белого моря как у мужских, так и у женских растений. В то же время в верхней, прибрежной, зоне той же литорали достоверная корреляция между изучаемыми признаками отмечалась лишь у мужских особей, но не у женских. Несколько групп студентов также отмечали достовернаую положительную корреляцию между изучаемыми мерными признаками только у мужских растений в Узкой Салме. В других местообитаниях эта положительная корреляция наблюдалась либо только у мужских, либо и у мужских и у женских растений. В 2002 году М.Н.Юрова, Е.В.Цыбатова и В.П.Медведева в своей самостоятельной работе дополнительно

измеряли число концептакул на одной рецептакуле. Этот счётный признак достоверно коррелировал с длиной рецептакул у женских, но не у мужских растений, собранных на литорали Узкой Салмы.

Таким образом, корреляция между приростом таллома и длиной рецептакул у *F.vesiculosus* не наблюдается при анализе индивидуальной изменчивости, однако она имеет место в популяциях. Эта корреляция наблюдается либо и у мужских, и у женских растений, либо только у мужских растений, и это можно объяснить различием генетических программ вегетативного и генеративного развития у женских растений *F.vesiculosus*. Обнаруженные различия исследованных показателей в разных местообитаниях, вероятно, связаны с действием экологических факторов, таких как опреснение, пересыхание и т. д.

Гидробиология, Ихтиология

Андерсон Е.А., Мовчан Е.А. Фитопланктон нижнего течения р. Кереть

Реки Белого моря, в том числе Кереть, имеют важное значение для сохранения лососевых рыб, численность которых в последнее время заметно сократилась. На территории Карелии и Кольского полуострова широко распространены озерно-речные системы, характеризующиеся низкой минерализацией, незначительным содержанием биогенных элементов, а также довольно высоким таксономическим разнообразием и невысокой продуктивностью фитопланктона.

Целью настоящей работы являлась оценка структурных характеристик фитопланктона р.Кереть. Пробы объемом 1 литр отбирали из поверхностного слоя воды в августе 2004 г. в нижнем течении р. Кереть, где она, расширяясь, образует проточное озеро Заборное, на 4 станциях: у берега и в центральной части оз.Заборное в 200 м выше рыбо-учетного заграждения (далее РУЗ), в районе РУЗ, а также в месте впадения реки в море.

В фитопланктоне отмечено 40 видов и разновидностей водорослей, относящихся к отделам Chlorophita и Bacillariophyta, отмечены озерные и болотные формы. На отдельно взятой станции число видов не превышало 10. По видовому разнообразию и плотности преобладают диатомовые, обычно составляя более 60% общей численности и биомассы, доминировали диатомовые *Tabellaria flocculosa*. В целом, численность и биомасса фитопланктона низки (см. таблицу).

станция	численность, тыс. кл/л	биомасса, мкг/л
центр оз. Заборное	3,3±0,3	120±70
зарослевая литораль озера	41,4±2,0	380±170
РУЗ	3,4±1,6	70±35
Устье	10,0±2,3	210±50

Максимальная численность (41 тыс. кл./л) была отмечена на прибрежной станции озера Заборного в зарослях водной растительности. При этом численность *T. flocculosa* достигала 33,5 тыс.кл./л. Минимальная численность была отмечена в районе РУЗ и составляла 3,4 тыс.кл./л. Биомасса колебалась от 67 мкг/л (устьевая станция) до 384 мкг/л (прибрежная станция оз. Заборное).

Низкие величины обилия и олигомиксный монодоминантный характер фитопланктона, видимо, определяются низкой минерализацией вод р.Кереть - менее 100 мг/л (Комулайнен, 2005).

На основе видового состава фитопланктона проведена оценка качества воды нижнего течения р.Кереть с использованием индексов сапробности. Преобладали бета-мезосапробные формы, на долю которых приходилось около половины числа видов-индикаторов.

Авторы благодарят сотрудника БИН РАН к.б.н. Р.М.Гогорева за консультации и помощь в определении водорослей, а также сотрудников Лоухской инспекции рыбоохраны и лично П.И.Резанцева за содействие в проведении работ.

Андерсон Е.А., Мовчан Е.А. Структурные характеристики зоопланктона и зообентоса нижнего течения реки Кереть в 2005 г.

Кереть, известная семужья река беломорского бассейна, давно находится в сфере интересов человека и испытывает его воздействие. Прямое (излюбленные туристами Керетские пороги) и опосредованное (попытка акклиматизации в Белом море горбуши) антропогенное влияние должно было бы способствовать изучению этой реки, однако с гидробиологической точки зрения Кереть исследована явно недостаточно. Здесь выполнены отдельные работы по исследованию планктонных и донных сообществ, а также по питанию и развитию лососей в речной период.

Материал собран в районе МБС СПбГУ в нижнем течении р.Кереть в июне 2005 года. Было выбрано 7 станций, верхняя - в 3 км выше устья, нижняя – в 1 км выше устья, где Кереть, расширяясь, превращается в проточное оз.Заборное. Пробы отбирали, фиксировали и обрабатывали по стандартной методике.

Зоопланктон беден, обнаружено 14 видов организмов, характерных для рек Карельского побережья Белого моря, в том числе Rotifera - 2, Cladocera - 10, Copepoda - 2. На центральных станциях средняя численность чрезвычайно мала и составила 30±5 экз./куб.м, биомасса - 0,13±0,04 мг/куб.м. На прибрежных станциях максимальная численность достигала 10 тыс.экз./куб.м, биомасса - 17 мг/куб.м.

В донных сообществах отмечено 22 вида беспозвоночных, в том числе 14 видов личинок комаров сем. Chironomidae. Личинки хирономид отмечены на всех станциях, их вклад в общую численность составлял от 9 до 67 %, а в общую биомассу - до 50%. В 78% случаев встречались Oligochaeta. Численность макрозообентоса изменялась от 420 до 2600 экз./кв.м, биомасса - от 0,77 до 30 г/кв.м.

На основе видового состава зоопланктона проведена оценка качества воды с использованием индексов сапробности. На долю олигосапробных и β-мезо-олигосапробных форм пришлось по 43% числа видов-индикаторов.

Андреев В.М, Мовчан Е.А. Водная растительность озер севера Карельского побережья Белого моря

Малые лесные озера типичны для побережья Белого моря и с середины 80-х годов 20-го века изучаются специалистами кафедры ихтиологии и гидробиологии СПбГУ. При этом водная растительность и ее роль в биотическом балансе озер исследована в наименьшей степени. В августе 2005 г. были обследованы 7 озер в районе МБС СПбГУ для определения видового состава, выделения экологических групп и оценки продукционных характеристик массовых видов макрофитов в период максимального развития водной растительности.

Площадь зарастания составила от 5% до 15% у довольно крупных озер (озера Кривое, Нижнее Летнее, Старушечье) до 40% у небольших ламбин (озера Никольское, Горелое, Верхняя Летняя и Нижняя Летняя ламбы).

На основе проведенных исследований составлен флористический список, отмечено 42 вида сосудистых растений, относящихся к 27 родам. Наибольшее количество видов принадлежит родам *Carex* (8 видов) и *Potamogeton* (6 видов). По 2 вида обнаружено для родов *Equisetum*, *Myriophyllum* и *Sparganium*. Остальные рода представлены 1 видом.

макрофиты	Старушечье	Кривое	Нижн.Летняя ламба	Верх.Летняя ламба	Ниж.Летнее	Горелое	Никольское
Nuphar lutea	60,9±1,8	-	35,5±30,6	20±4,4	16,7±1,2	18,9±5,5	14±0,8
Carex acuta	-	94,9±34,6	143,2±6,6	135,5±10,7	10,4±0,8	76,8±1,4	-
Carex vesicaria	95,5±19,8	147,9±12,7	188,4±9,9	78,2±1,7	102,3±4,2	74,7±0,8	78,5±7,7
Sparganium emersum	7,4±4,9	-	8,3±,8	2,6±0,9	6,8±0,6	-	2,8±0,6
Potamogeton perfoliatus	13,2±1,8	13±6,2	16,4±1,9	13,4±2,3	-	-	3,1±1
Menyanthes trifoliata	20,6±0,7	13,1±0,5	26,4±1,3	-	-	158,5±23,5	27,6±10,6
Equisetum fluviatele	36,8±9,9	-	103,5±3,5	70,9±39	26,8±1,9	-	-
Phragmites communis	165,2±121,4	121±15,3	-	-	-	-	-

Видовой состав макрофитов изученных озер беден, при этом их экологический состав довольно разнообразен: обнаружено 17 видов гидрофитов, 15 видов гигрофитов и 10 видов гелофитов. Среди гидрофитов наиболее обычны *Nuphar lutea, Potamogeton perfoliatus, Myriophyllum alterniflorum* и *Sparganium emersum*. Среди гигрофитов – несколько видов рода *Carex и Menyanthes trifoliata*. Среди гелофитов - *Carex acuta, Carex vesicaria, Equsetum fluviatile, Phragmites communis и Naumburgia thyrsiflora*. По обилию и биомассе на сравнительно крупных озерах преобладают гелофиты, для мелководных озер характерно преобладание гидрофитов.

Абсолютно-сухой вес (г/м^2) основных макрофитов исследованных озер представлен в таблице.

Болотов А.Е., Иванова Т.С., Полякова Н.А., Лайус Д.Л. Долговременная динамика численности трехиглой колюшки Белого моря

Трехиглая колюшка *Gasterosteus aculeatus* L. является одной из наиболее обычных рыб Белого моря. Последние годы наблюдается рост численности колюшки и, соответственно, увеличение ее роли в прибрежных экосистемах. В настоящей работе предпринята попытка обобщить имеющиеся данные по динамике численности трехиглой колюшки в Белом море.

По литературным данным, нерест колюшки начинается в конце мая. Мы наблюдали нерест колюшки в губе Чупа Кандалакшского залива в 2004 г. в конце июня-июле. Гнезда строятся на мелководье между стеблями макрофитов или непосредственно на них. Средняя плодовитость колюшек составляет от 100 до 320 икринок (при варьировании от 65 до 580) (Кузнецов, 1960; Расс, 1971). Развитие икры продолжается от восьми дней до двух недель. Благодаря заботе о потомстве процент выживания мальков очень велик. Возраст наступления половозрелости и продолжительность жизни колюшки составляет от 1 года, причем после этого наблюдается массовая гибель (Кузнецов, 1960), до 3-4 лет (Расс, 1971).

Колюшка является важным объектом питания многих рыб (трески, сельди), птиц (в первую очередь, полярной крачки), тюленей и медуз. Колюшка всеядна, она питается водорослями, планктонными и донными беспозвоночными, воздушными насекомыми, часто поедает икру и личинок других видов рыб (Абдель-Малек, 1963).

Численность колюшки в Белом море испытывает значительные колебания. Первые сведения на этот счет, обнаруженные нами в литературе, относятся к 1934 г., когда в конце июня - начале июля у берегов Кандалакшского залива в губе Ковда появились «несметные стаи колюшки» (Сент-Илер, 1934). Необходимо отметить, что в своей более ранней работе 1906 г. К.К.Сент-Илер при обзоре ихтиофауны Двинского залива вообще не упоминает колюшки, что, возможно, следует расценивать как свидетельство ее низкой численности в начале XX века.

Во время Великой Отечественной войны колюшку вылавливали в огромных количествах. Ее добывали для приготовления рыбной муки и

вытапливания жира, который широко применялся и высоко ценился в медицине (Мухомедияров, 1966). В послевоенный период колюшка практически не вылавливалась, хотя численность ее оставалась высокой, и «… в период массового подхода колюшки вода буквально чернеет от сплошной массы рыбок, толпящихся у берега» (Расс, 1971). Ф.Б.Мухомедияров (1966) оценивал биомассу колюшки в Кандалакшском заливе Белого моря в 5-6 кг на 1 м береговой полосы в местах массового подхода рыб. Со второй половины 1950-х гг. численность колюшки, по сообщениям сотрудников Кандалакшского государственного заповедника, сильно сократилась (Кузнецов, 1960), и к концу 1960-х гг. она перестала быть массовым видом. В губе Чупа Кандалакшского залива последние значительные подходы колюшки наблюдались в 1969 г. (П.И.Рязанцев, личное сообщение). В начале 1970-х гг. наблюдалось незначительное возрастание численности колюшки, но в 1980-90-х гг. ее численность опять снизилась. Летом 1986 г. в желудках трески отмечалось полное отсутствие колюшки, хотя она являлась традиционной пищей трески в этот период года (Парухина, 2004). Начиная с конца 1990-х гг. численность колюшки постепенно возрастает.

Нами была проведена оценка численности колюшки в акватории Керетского архипелага Кандалакшского залива (район МБС СПбГУ). Отлов проводили в третьей декаде августа 2005 г. равнокрылым неводом (длина – 35 м, ячея 3 и 8 мм) на трех участках в прибрежной зоне. В уловах присутствовала только молодь средней длиной 16 ± 0,2 мм (от 12 до 22 мм) и массой 58 ± 2 мг. Средняя численность составляла около 100 экз./м береговой линии, в отдельных местах достигая 300 экз./м. При этом распределение было очень неравномерным, в некоторых местах молодь отсутствовала вовсе, что, возможно, связано с ее приуроченностью к ассоциациям макрофитов.

Снижение численности колюшки в 1960-е гг. и ее возрастание в последние годы, возможно, связано с соответствующими изменениями распространения морской травы *Zostera marina*, т.к. откладка икры, строительство гнезд и развитие молоди обычно происходит в зарослях именно этой травы. Вслед за колюшкой понизилась численность питающихся ею хищников, в первую очередь трески и полярной крачки.

Подводя итог, можно сказать, что колебания численности колюшки тесно взаимосвязаны с популяционной динамикой других видов, что говорит о ее большой роли в сообществах. При этом систематического изучения колюшки до сих пор не проводилось, а имеющиеся данные по ее биологии часто плохо согласуются друг с другом. Для понимания факторов, влияющих на численность трехиглой колюшки и оценки ее роли в прибрежных экосистемах Белого моря необходимы комплексные исследования жизненного цикла, питания, популяционной структуры и временно́го и пространственного распределения рыб этого вида.

Герасимова А.В., Задевалова М.И., Максимович Н.В., Чужекова Т.А. О количественном учете бокоплавов в условиях беломорской литорали

Методы количественного учета водных организмов весьма разнообразны, постоянно обновляются в угоду специфики объектов исследования, и, тем не менее, часто оказываются несостоятельными при описании популяционных характеристик многих даже массовых видов гидробионтов. Особенно остро встает вопрос надежности количественных оценок популяционных характеристик таких подвижных организмов как формы нектобентоса. При этом при количественном анализе распределения организмов бентоса речь идет не столько о надежности той или иной методики сбора материала, сколько о том, как относится к результатам, полученным согласно классическим или общепринятым процедурам. Так, например, как традиционный способ количественного учета бентосных организмов на литорали следует рассматривать использование учетных площадок (рамок) разного размера, в зависимости от цели анализа и размерных показателей объекта учета. С помощью таких орудий лова обычно удается с относительно высокой надежностью (точностью учета до 10 - 20%) оценить показатели обилия массовых форм сессильных и малоподвижных организмов, например, таких как двустворчатые моллюски, многощетинковые черви, усоногие раки и т.п. Однако насколько подобные методы сбора адекватны при количественном учете весьма подвижных и массовых организмов? Сопоставимы ли характеристики обилия сессильных и подвижных форм, полученные в ходе стандартной гидробиологической бентосной съемки? В Белом море к таким формам относятся бокоплавы - одни из самых распространенных обитателей осушной зоны. Во время отлива они обычно концентрируются в наиболее влажных местах, а наиболее часто просто под кустами фукусов. Поскольку в осушной зоне сборы обычно проводятся именно в период отлива, возникает вопрос: сохраняют ли и залитые водой кусты фукусов ту же аттрактивность для бокоплавов? Проверка этого обстоятельства и составила предмет данного предварительного изыскания.

Исследования проведены в июле 2005 года на участке илисто-песчаной с камнями литорали в проливе Подпахта (губа Чупа, Кандалакшский залив). Сбор материала в отлив произведен с помощью выборочных площадок размером 0,25 м^2 (всего 8 проб). В среднюю воду (когда литораль залита водой (высота столба воды не менее 0,5 м)) пробы собирались с помощью стеклянного цилиндра с площадью захвата 0,05 м^2 и высотой 80 см (всего 8 проб). При этом исследователь осторожно накрывал цилиндром куст фукуса, вдавливая его нижний край в грунт, предотвращая, таким образом, бокоплавам возможность ускользнуть из пробы. После этого все организмы из ограниченного объема изымались. При обработке материала видовая идентификация не произведена для бокоплавов размером менее 5-6 мм, такие особи были объединены в общую размерную группу (ювенильная группа).

Всего на участке было обнаружено два вида амфипод: *Gammarus setosus* (Dementieva, 1931) и *G. oceanicus* (Segerstrale, 1947). Основную долю численности бокоплавов (независимо от метода сбора материала) составили

ювенильные особи (от 62 % (учет в отлив) до 72 % (сбор в среднюю воду)). Достоверных отличий в показателях обилия бокоплавов, полученных при сборе материала разными орудиями лова, не обнаружено. Наименее различались численности взрослых особей *Gammarus setosus* и *G.oceanicus* (размерами более 6 мм). Так, плотность поселения *Gammarus setosus* при сборе в отлив составила 51 экз./м^2 (точность учета около 27 %), в среднюю воду – 50 экз./м^2 (точность учета около 30 %). Для *G.oceanicus* аналогичные показатели составили 40 экз./м^2 (точность учета около 40 %) и 47,5 (точность учета около 50 %) экз./м^2 соответственно. Не наблюдалось существенных смещений и в размерной структуре поселений этих видов, построенной по результатам сборов амфипод обоими методами. Наиболее отличались показатели обилия ювенильных особей: во время отлива плотность их поселения составила около 150 экз./м^2, в среднюю воду – около 240 экз./м^2. При этом ошибка сбора молоди амфипод была весьма высока – 40-50%.

Несомненно, что проведенный анализ недостаточен для уверенного суждения о закономерностях распределения бокоплавов в местообитаниях литорали в период полной воды, а полученные нами результаты нуждаются в проверке в ходе более широких исследований. Тем не менее, на данном этапе исследований как рабочую гипотезу можно принять следующее предположение. В отлив при учете показателей обилия и других популяционных характеристик бокоплавов в местообитаниях осушной зоны с помощью выборочных площадок мы получаем количественные оценки, в среднем корректно отражающие популяционную структуру и роль данной систематической группы в описываемом сообществе.

Герасимова А.В., Максимович Н.В., Мартынов Ф.М. Линейный рост *Mya arenaria* L. в литоральной зоне Керетского архипелага (Кандалакшский залив, Белое море)

Песчаные ракушки *Mya arenaria* L. благодаря специфике образа жизни (глубокое закапывание в грунт) оказываются удобными модельными объектами в популяционном анализе: их особи практически лишены способности перемещаться и относительно мало доступны для хищников. Следует ожидать, что популяционные показатели этого вида (в частности, особенности роста) в локальных местообитаниях в наиболее адекватной степени должны отвечать именно данным условиям жизни моллюсков. Цель настоящей работы состоит в изучении неоднородности ростовых характеристик песчаных ракушек в разных местообитаниях.

Поселения моллюсков располагались на четырех участках литоральной зоны Керетского архипелага, наблюдения за которыми проводятся с 1980 (участки 3 и 4) - 2000 гг. (участки 1 и 2): 1 - средняя литораль у о. Большой Горелый (песчаный заиленный пляж), 2 - средняя литораль губы Яковлевой у о. Кишкин (песчаный с небольшой примесью ила пляж), 3 - бухта Лебяжья (нижний и средний горизонты осушной зоны, глинисто-песчаный заиленный пляж) и 4 - пр. Сухая Салма (нижний и средний горизонты осушной зоны,

глинисто-песчаный заиленный пляж). Для сравнительного анализа скорости линейного роста моллюсков в каждом местообитании были отобраны пятилетние особи *M. arenaria*: от 22 до 111 особей в местообитании (участки 1, 2 - использованы сборы 2004 года, участки 3 и 4 - 1993 года). Возраст моллюсков оценен по числу меток зимних остановок роста на раковине. Закономерности роста моллюсков изучены по индивидуальным (анализ внутригрупповой вариации) и групповым (сравнительный анализ разных поселений) возрастным рядам. Выравнивание возрастных рядов осуществлено с использованием уравнения Берталанфи. Сравнение возрастных рядов осуществлено в ходе анализа остаточных дисперсий относительно кривых роста (Максимович, 1989) по индексу F/Fкр, как меры расстояния между возрастными рядами. В статистическом анализе принят 5% уровень значимости нулевой гипотезы ($\alpha < 0,05$).

Размеры пятилетних особей *M. arenaria* различались в пределах местообитаний в 2-3 раза (например, в среднем горизонте литорали б.Лебяжья моллюски в этом возрасте имели длину от 14 до 43 мм). В результате формальной процедуры была выявлена на статистическом уровне внутренняя неоднородность исследованных поселений по ростовым показателям особей. В отдельных поселениях *M. arenaria* выделено от 2 (средний горизонт литорали б.Лебяжья) до 8 групп моллюсков (песчаный пляж у о. Горелый), достоверно различающихся по характеру линейного роста. Как наиболее существенная причина такой неоднородности ростовых показателей мий в пределах локальных местообитаний рассмотрено влияние на среднюю скорость роста в онтогенезе размера, которого моллюски достигают в первый сезон роста (Максимович, Лысенко, 1986). В частности, статистически значимой оказалась корреляционная зависимость размеров раковины, достигаемых моллюсками к первой зимней остановки роста и к концу первого года жизни (коэффициент парной корреляции r=0.72-0,88).

В целом скорость группового роста мий в изучаемой акватории - 16 – 31 мм за 5 лет, близка к разнообразию аналогичного показателя во многих популяций вида, обитающих в акваториях бореальной зоны Атлантического океана (Warvick, Price, 1975; Evans, Tallmarc, 1977; Brousseau, 1979; Commito, 1982; Winther, Gray, 1985; Appeldorn, 1995). Нами показано отсутствие или наличие относительно слабых различий ростовых характеристик мий в разных горизонтах литорали одного и того же участка. Тем не менее, даже в пределах столь небольшой акватории средняя скорость роста пятилетних моллюсков достоверно различалась во всех четырех местообитаниях. Наиболее резко контрастирует высокая скорость роста у *M. arenaria* песчаного пляжа в губе Яковлевой по сравнению с особями из поселения на песчаном заиленном участке литорали у о. Большой Горелый. Здесь даже у особей в возрасте двух лет наблюдались достоверные отличия в скорости роста, а к пятилетнему возрасту отмечена уже двукратная разница средних размеров моллюсков (30,5±1,1мм против 15,6±0,5 мм). На данном этапе исследований как наиболее вероятную причину различий в характере роста мий в изученных местообитаниях можно выделить весьма вероятные локальные особенности

гидродинамики, которые в первую очередь определяют условия питания седиментаторов.

Тем не менее, уже сейчас можно сказать, что характер роста песчаных ракушек оказывается очень чувствительным показателем. Это обстоятельство позволяет рассматривать групповой характер роста особей в локальных популяциях *M. arenaria* также как удобный тест при сравнительном анализе условий обитания организмов бентоса.

Задевалова М.И., Герасимова А.В. Структура поселений массовых видов бокоплавов (отр. Amphipoda, п/отр. Gammaridea) и их роль в литоральных сообществах макрозообентоса в районе Керетского архипелага (Кандалакшский залив, Белое море)

Amphipoda составляют типичный компонент литоральных сообществ Белого моря. Однако количественное распределение, особенности структуры поселений бокоплавов, их роль в донных сообществах исследованы явно недостаточно. Цель данной работы – анализ структуры литоральных поселений массовых видов амфипод в осушной зоне акваторий Керетского архипелага.

Материал собран в июле 2005 года в нижнем горизонте литорали в трех местообитаниях, расположенных в районе Морской Биологической станции СПбГУ: каменистая литораль о-ва Матренин в условиях сильных приливо-отливных течений (1), илисто-песчаная с камнями литораль в открытой прибойной зоне о-ва Кереть (2) и закрытый участок песчаной литорали с примесью ила в губе Яковлева (3). Для сбора макрозообентоса в местообитаниях применяли пирамиду выборочных площадок размером от 0,01 до 0,25 м^2. Всего на каждом участке взято 20 проб. Организмы макрозообентоса определены в большинстве случаев до вида, взвешены и посчитаны. Видовая идентификация не произведена для бокоплавов размером менее 5-6 мм, такие особи были объединены в общую размерную группу (ювенильная группа).

В составе изученных сообществ макрозообентоса обнаружено 11 таксонов, 9 из которых являлись общими для трех участков. При этом обнаружено только два вида амфипод: *Gammarus setosus* (Dementieva, 1931) и *G. oceanicus* (Segerstrale, 1947). Оба таксона относятся к наиболее распространенным в литоральной зоне анализируемой акватории (Цветкова, 1985). Более 90 % суммарной биомассы макрозообентоса во всех биотопах приходилось на двустворчатых моллюсков *Mytilus edulis*. По численности в местообитаниях 1 и 2 также преобладали представители эпифауны: мидии (около 40 % суммарной численности макрозообентоса) и брюхоногие моллюски, представленные *Littorina* sp. и *Hydrobia ulvae*: от 52 % суммарной численности макрозообентоса на участке 1 до 37% на участке. На участке 3 (закрытый участок илисто-песчаной литорали) кроме выше названных таксонов значительной численности достигали олигохеты (около 25 % суммарной численности макрозообентоса).

Во всех анализируемых сообществах бокоплавы заметно уступали по численности и биомассе представителям других групп животных. Лишь на

участке 2, расположенном на открытом побережье илисто-песчаной с камнями литорали, амфиподы занимали третье место по плотности поселения (около 16% суммарной численности макрозообентоса), в остальных анализируемых биотопах их доля не превышала 3% общей численности сообществ. Максимальные величины обилия амфипод также отмечены в местообитании 2 (около 460 экз./м^2), на двух других участках численность этих ракообразных слабо различалась (около 90-95 экз./м^2). Значимость бокоплавов в создании суммарной биомассы сообществ весьма незначительна на всех участках - не более 1%.

Большую часть поселений амфипод составили ювенильные особи с преобладающим размером 3-4 мм (от 73 % на участке 1 до 98 % на участке 2). Достоверных отличий в показателях обилия особей *Gammarus setosus* и *G.oceanicus* размером более 6 мм не обнаружено.

Наибольшего размера *G. setosus* достигали в закрытом участке песчаной с примесью ила и камней литорали (участок 3) - 19 мм. Размерная структура поселений данного вида и заметно различалась на участках. На участке 1 наблюдалось отчетливое смещение в сторону преобладания самых крупных особей (13-14 мм), на участке 3 доминировали в основном амфиподы длиной от 6 до 12 мм. На участке 2 поселение представлено почти исключительно особями размерами 9-11 мм, однако количество их весьма незначительно - около 4 экз./м^2.

Близкая картина размерного распределения отмечена и для *G.oceanicus*. Особи наибольшего размера (19 мм) отмечены на участке 1, в поселении преобладали бокоплавы размерами от 8 до 13 мм. Наиболее близка к бимодальному типу размерная структура поселения *G.oceanicus* на участке 3, где доминировали особи размером 6-10 мм и 12-14 мм. В местообитании 2 размерная структура поселения данного вида практически аналогична размерной структуре предыдущего таксона – доминировали амфиподы 8-11 мм.

Преобладание в поселениях бокоплавов на всех анализируемых участках в июле неполовозрелых особей (размерами до 5-6 мм) вполне согласуется с литературными данными (Цветкова, 1985). Отмеченные различия в показателях обилия амфипод, размерной структуре их поселений в разных местообитаниях могут быть связаны с абиотическими условиями участков - открытое или закрытое побережье, характеристики донных отложений и т.п., и их анализ составит предмет ближайших исследований авторов.

Иванов М.В., Галеева В.Р. Заросли беломорских ламинарий при различных гидродинамических условиях

Заросли бурых водорослей преобладают в мелких каменистых прибрежных зонах холодноводных морей Мирового океана. Экосистемы бурых водорослей включают собственно водоросли и связанную с ними многочисленную биоту. Все это образует одни из самых разнообразных и продуктивных экосистем в мире (Steneck et al., 2002). Водоросли, как правило, прикрепляются к крупным камням, раковинам или же растут на донных

породах. Наиболее характерным условием обитания для зарослей бурых водорослей является среда с достаточной подвижностью воды. На каменистых грунтах сублиторали Белого моря массовое распространение имеют два вида ламинарий - *Laminaria saccharina* и *Laminaria digitata*, произрастающие в широком диапазоне гидродинамических условий. В зависимости от изменений этого фактора могут изменяться как характеристики самих зарослей ламинарий, так и характеристики сообществ, входящих в биоценоз ламинарии. Целью нашего исследования было оценить влияние гидродинамических условий на структурные характеристики биоценоза *L. saccharina* и *L. digitata* в условиях Кандалакшского залива Белого моря.

Для работы нами были выбраны три участка зарослей ламинарий в районе МБС СПбГУ о. Средний (Кандалакшский залив, Белое море). Участки характеризовались сходными глубинами 3-5 м, но сильно различались по скоростям приливно-отливных течений. Скорость течения измеряли в течение суток через каждые 2 часа океанологической вертушкой на глубине 1 м. На участке 1 (станция №1, N 66º 17,932'; E 33º 36,793'), расположенном на входе в пролив Подпахта, среднесуточная скорость течения составила 2 м/сек. На участке 2 (станция №2, N 66º 18,544'; E 33º 37,675'), расположенном в проливе между губой Чупа и Большим Керетским Рейдом напротив о. Матренин, среднесуточная скорость течения составила 0,84 м/сек. На участке 3 (станция №3, N 66º 17,787'; E 33º 36,731'), расположенном в проливе Подпахта, среднесуточная скорость течения составила 0,25 м/сек.

При описании структуры биоценоза ламинарии учитывали следующие параметры: биомассу ламинарий, численность и биомассу животных использующих растения ламинарии как субстрат, численность и биомассу макрозообентоса в зарослях ламинарий. Пробы собирали водолазным методом, с использованием рамок 1х1 м и 0,2х0,2 м. На каждой станции отбирали 2 пробы макрофитов с площади 1 м^2 и 4 пробы макрозообентоса с площади 1/25 м^2. У ламинарий определяли сырой вес и раздельно собирали организмы, обитающие на разных частях растения (пластины, черешок и ризоиды). Пробы макрозообентоса промывали через сито с ячеей 0,5 мм. Определение проводили до вида. Значения численности и биомассы приведены для кв.метра дна.

Распределение биомассы ламинарий на станциях выглядит следующим образом: станция 1 – 900 г/м^2, станция 2 – 2950 г/м^2, станция 3 – 340 г/м^2. Видно, что максимальная биомасса ламинарий наблюдается на станции со средней гидродинамической активностью.

Всего на растениях ламинарии было обнаружено 24 вида макрозообентоса. На станции 1 – 11 видов, станции 2 – 15 видов и на станции 3 – 9 видов. Общими для всех трех станций оказались всего четыре вида: *Asterias rubens*, *Littorina saxatilis*, *Mytilus edulis*, *Nereis pelagica*. Наблюдаются различия и между населением разных частей ламинарий. Общий вид, встреченный на всех трех частях растений, один – *M. edulis*. В наибольшей степени отличается население ризоидов. Из 10 видов макрозообентоса обнаруженных на этой части растения, кроме *M. edulis*, только *N. pelagica* и *Stiella rustica* были найдены на пластине и черешке соответственно. Население пластин (13 видов) и черешков (13 видов) гораздо более сходно – 9 общих видов. Оценивая биомассу

макрозообентоса на ламинариях можно говорить, что на станциях 1 и 2 они близки: 17 г/м^2 и 16,5 г/м^2. На станции 3 биомасса несколько меньше - 10,5 г/м^2.

В грунтовых пробах макрозообентоса обнаружили 34 вида. Наиболее длинным видовым списком отличалась станция 2 – 21 вид, за ней следовала станция 1 – 19 видов, менее всего видов нашли на станции 3 – 11 видов. Оценка видового разнообразия по индексу Шеннона дает сходное распределение: 2,6; 2,2; 1,8 бит$^{-1}$ на станциях 2, 1, 3 соответственно. Наибольшая биомасса макрозообентоса на станции 1 – 500 г/м^2. Связано это с резким доминированием относительно крупных моллюсков – *M. edulis*, *Littorina littorea* и поимкой одного большого экземпляра *Buccinum glaciale*. На станции 2 биомасса составила 230 г/м^2, с доминированием *S. rustica*, *Tonicella marmorea* и *Tridonta boreales*. На станции 3 самая низкая биомасса макрозообентоса – 24 г/м^2, доминирующими формами являлись *Eliptica eliptica*, *Macoma baltica* и *N. pelagica*.

Сравнивая видовые списки макрозообентоса грунта и обитателей ламинарий, надо отметить, что население ризоидов в наибольшей степени сходно с населением донных осадков. Из 10 видов 8 встречается в грунтовых пробах макрозообентоса. У населения пластин и черешков это сходство меньше.

Исходя из полученных нами данных, можно предварительно говорить о различиях в структурных характеристиках биоценозов ламинарии развивающихся при различных скоростях течений. Видимо, существует некая оптимальная скорость течения (в нашем случае около 1 м/сек), при которой наблюдается максимальное развитие самих ламинарий, а также таксономическое разнообразие биоценозов этих макрофитов.

Авторы приносят искреннюю благодарность Н.Н.Шунатовой и С.В.Багрову за проведение водолазных сборов.

Иванова Т.С., Мовчан Е.А., Андерсон Е.А., Болотов А. Е., Задевалова М.И., Родэ Л.Ю. Озеро Горелое (о.Горелый, Керетский архипелаг Белого моря) как модельный объект учебной гидробиологической практики

Важнейшими задачами гидробиологической практики, проводимой на МБС СПбГУ, является обучение студентов планированию и проведению комплексных научно-исследовательских работ и освоение ими методик количественного учета гидробионтов. В этой связи важен выбор модельного водоема, который должен удовлетворять множеству критериев. В 2005 году в рамках летней практики студентов кафедры были начаты мониторинговые исследования одного из многочисленных малых озер, расположенных в районе МБС СПбГУ. Водоем, получивший условное название «озеро Горелое», расположен менее чем в 0,5 км от МБС на острове Горелый Керетского архипелага Белого моря, редко посещается людьми и имеет небольшие размеры. Озеро удобно для отработки разнообразных гидробиологических методик и освоения студентами современных приборов контроля параметров среды. Комплексный характер работ в рамках гидробиологической практики не

только делает необходимым сбор и анализ данных, но и позволяет обобщить материалы в виде публикаций.

В задачи настоящей работы, выполненной в середине июня 2005 г., входило описание морфометрических характеристик водоема, оценка структуры сообществ планктонных и донных беспозвоночных, а также ихтиоцена. Картирование береговой линии, батиметрическую съемку и оценку морфометрических характеристик озера проводили с использованием GPS-навигатора «Garmin». На трех станциях (прибрежной №1 с глубиной 1,5 м; №2 с глубиной 2,5 м - в зарослях растительности у истока ручья; №3 - в центральной части с глубиной 4,0 м), измеряли прозрачность воды по диску Секки, сетью Джеди из сита №50 отбирали пробы зоопланктона, дночерпателем Петерсена 0,025 кв.м с последующей промывкой через сито 0,25 кв.мм отбирали макрозообентос. Отлов рыб проводили на двух участках равнокрылым мальковым неводом длиной 35 м, ячея 3 и 8 мм. Площадь облова составляла около 1000 м^2. В одном из участков проводили серию из двух повторных притонений для определения коэффициента уловистости невода.

Площадь поверхности оз.Горелого составляет 1,78 Га, длина береговой линии 570 м. Максимальная глубина водоема 6 м, средняя 3 м, прозрачность воды - около 1 м. Зоопланктон беден и представлен 10 видами. Численность невелика (1,6-7,6 тыс.экз/куб.м), максимальные величины (13 тыс.экз./куб.м) отмечены в центральной части водоема, на всех станциях преобладали коловратки (34-52% общей численности) и копеподы (44-56%). Доминировали Copepoda, составляя более 94-99% общей биомассы, не превышающей, впрочем, 100 мг/куб.м. Зообентос также беден и представлен 7 видами донных беспозвоночных. Преобладали личинки Chironomidae, составляя более 70% численности и биомассы. На глубинах 1,5-2,5 м численность составила около 1100 экз./кв.м. Максимальная биомасса (до 18 г/кв.м) отмечена на станции 1, где преобладали личинки *Chironomus salinarius* (?), составляя 60% общей численности и 90% общей биомассы зообентоса. На станции 2 отмечены только личинки *Chironomus annularius*. Во всех трех дночерпательных пробах, взятых на станции 3, донных беспозвоночных не обнаружено, что, возможно, говорит о заморных явлениях в придонном горизонте центральной части оз.Горелое.

Ихтиофауна представлена единственным видом - трехиглой колюшкой *Gasterosteus aculeatus* L.. Связь длины и веса рыб может быть описана уравнением $W(г) = 0{,}07 \cdot L(мм)^{3{,}19}$. Коэффициент уловистости невода в данном водоеме равен 0,65. Численность колюшек в среднем составляла 10000 ± 4000 экз./Га, биомасса - 1,64 ± 0,79 кг/Га.

В дальнейшем планируется превратить оз.Горелое в постоянный полигон для комплексной гидробиологической практики студентов кафедры ихтиологии и гидробиологии СПбГУ и существенно расширить круг работ - оценить основные гидрохимические показатели, определить величины первичной продукции, провести исследование размерно-возрастной структуры и питания массовых видов беспозвоночных и рыб.

Иванова Т.С., Мовчан Е.А., Шатских Е.В. Питание окуня оз. Кривое (Карельский берег Белого моря)

Данная работа является частью комплексного гидробиологического исследования оз. Кривое, расположенного поблизости от ББС ЗИН РАН, проводимого совместно сотрудниками кафедры ихтиологии и гидробиологии СПбГУ и лаборатории пресноводной и экспериментальной гидробиологии ЗИН РАН, и посвящена характеристике питания окуня (*Perca fluviatilis* L.) (одного из массовых представителей ихтиоцена данного водоема) в летний период. Задачами работы являлось: изучение сезонной динамики интенсивности питания окуня и изменчивости данного показателя у разноразмерных рыб; характеристика спектра питания окуней и изучение динамики его качественных и количественных показателей в течение сезона.

Материал собирали 3 раза за сезон 2004 г.: 11 июня, 30 июня и 3 августа. Отлов рыб проводили ставными жаберными сетями с комбинированной ячеей (12, 18, 24, 30 и 36 мм). Рыб разделяли на несколько размерных групп: 1 группа – рыбы массой менее 50 г (33 экз. за весь период), 2 группа – 50 – 100 г (26 экз.), 3 группа – 100 – 150 г (10 экз.), 4 группа – 150 – 200 г (6 экз.), 5 группа - более 200 г (3 экз.). В пределах каждой размерной группы (от 2 до 7 экз.) изучали питание групповым методом.

Был проведен анализ изменчивости индекса наполнения желудков окуня (ИН, мг/г = Wпищевого комка, мг / Wрыбы, г), его сезонной динамики и связи с размерами рыб. Показано, что индекс наполнения желудков за весь исследованный период не имеет значимых различий у рыб разных размерных групп. Однако этот показатель существенно меняется в течение сезона. Так в начале июня интенсивность питания окуней низкая (ИН = 3,5 ± 0,7 мг/г), что можно связать с нерестом рыб. В этот период отмечено достаточно большое количество (около 40% самок) не отнерестившихся рыб. После окончания нереста интенсивность питания существенно возрастает и достигает максимального на исследованный период значения (ИН = 11 ± 2,3 мг/г). Далее к началу августа интенсивность питания снижается, и индекс наполнения желудков составляет 2 ± 1 мг/г. При этом сезонная динамика интенсивности питания сходна у разных размерных групп окуней.

За весь исследованный период в желудках окуня были отмечены представители 24 таксонов. Следует отметить, что на протяжении периода наблюдения пищевой спектр существенно расширился. Так в начале лета в желудках были встречены представители 8 таксонов, далее спектр расширился до 11 и ко второй половине лета пищевой спектр был представлен 16 таксонами. Об увеличении разнообразия спектра питания окуня также свидетельствует и изменение индекса Шеннона, который в июне составлял 0,3 – 0,6 бит$^{-1}$, а в начале августа увеличился до 2,6 бит$^{-1}$.

Основу рациона окуня оз. Кривое составляет *Gammarus lacustris* Sars. В начале и конце июня гаммарус составляет более 90% от общего количества съеденных организмов. Все размерные группы окуней в целом предпочитают гаммарусов со сходными размерными характеристиками. Так, исследованные размерные группы окуней избегают питания гаммарусами менее 4 мм и

появляющаяся во второй половине лета молодь ракообразных этими рыбами в пищу не используется. Предпочитаемые размеры гаммарусов от 10 – 11 мм и выше. При этом в начале лета более мелкие окуни охотно поедают гаммарусов меньших размеров, а во второй половине лета все изученные размерные группы рыб предпочитают крупных гаммарусов.

Во второй половине лета гаммарусы уступают свою доминирующую позицию до 25% и в питании окуня начинают в больших относительных количествах встречаться другие организмы. Возрастает встречаемость личинок Chironomidae (11%). Следует так же отметить, что в начале августа в питании окуня значимую роль играют куколки Diptera (27%), а так же личинки Trichoptera (7%), которые практически отсутствовали ранее.

Таким образом, интенсивность питания окуней в течение исследованного периода (11 июня – 3 августа) меняется, и наибольшую интенсивность питания наблюдали в конце июня, что, по всей видимости, связано с окончанием нерестового периода. Ко второй половине лета интенсивность питания окуней всех размерных групп снижалась на фоне существенного расширения спектра питания. Основой рациона окуня оз. Кривое является гаммарус, составляя более 90 % численности съеденных организмов в начале лета и около 25% во второй половине лета.

Спетницкая Н.А., Гогорев Р.М.*, Иванов М.В. Качественная и количественная оценка фитопланктона губы Никольская (Кандалакшский залив, Белое море)

* БИН РАН

В настоящее время аквакультура – одно из наиболее востребованных направлений прикладной биологии, призванное обеспечить потребности увеличивающегося населения Земли в продуктах питания. Одним из важнейших объектов марикультуры являются животные - фильтраторы. Биотехнологии, применяемые при культивировании таких организмов, основаны на обеспечении их пищевых потребностей за счет ресурсов акватории. Объем воды, проходящий через хозяйство марикультуры, определяет потенциально доступные пищевые ресурсы для выращиваемых гидробионтов. Основу культивируемых фильтраторов составляют двустворчатые моллюски. В Белом море существует опробованная и отработанная в течение последних десятилетий биотехнология культивирования съедобных мидий *Mytilus edulus*. Исходя из этой биотехнологии, хозяйства по выращиванию мидий в Белом море размещают в относительно изолированных прибрежных акваториях. Важной проблемой является расчет количества мидий, которые можно выращивать в таких акваториях. Одним из основных ограничений может выступать наличие доступной пищи. Существенной частью рациона моллюсков фильтраторов (в том числе, мидий) являются планктонные водоросли. Работы по изучению качественных и количественных характеристик фитопланктона, их сезонной и многолетней динамики – необходимое условие успешной марикультуры.

Целью работы являлась оценка качественных и количественных характеристик сообщества фитопланктона в акватории, потенциально пригодной для разведения мидий. Для этого были поставлены следующие задачи: оценить скорость и объем поступления и убыли воды через проливы, соединяющие акваторию с открытым морем; определить видовой состав, численность и биомассу организмов фитопланктона в поверхностном (до 5 м) слое воды.

Сбор материала проведен в губе Никольская Кандалакшского залива Белого моря 11 августа 2005 г., на двух станциях, расположенных в самых узких местах двух проливов, соединяющих г. Никольскую с морем. Пробы воды отбирали с интервалом в 2 часа (всего 6 съемок) батометром объемом 1 л с глубин 0 м, 2 м и 5 м. Всего в районе исследований отобрано 19 проб фитопланктона. Скорость течения измерялась на тех же станциях океанологической вертушкой ВМ. С помощью эхолота была измерена глубина на разрезе проливов через станции.

В результате предварительной обработки проб обнаружено 47 видов фитопланктона. Большинство из них относились к отделу Bacillariophyta. Интересно, что большинство найденных видов являются бентосными. Это может быть связано со штормами, либо присутствие бентосных форм в планктоне – закономерное явление в этот сезон для данной акватории. В среднем, в поверхностном 5 м слое воды численность фитопланктона составляла около 130 тыс. экз./л. Доминирующими по численности видами являлись: *Synedra tabulata* (55%), *Fragilaria virescens var. oblongella* (53 %). Из редких и (или) встреченных в малом количестве видов фитопланктона можно отметить *Nitzschia maeotica* (глубина 2 м), *Synedra kamchatica* (2 м), *Navicula forcipata* (5 м). Наибольшую численность фитопланктона наблюдали на глубине 2 м, на глубине 5 м численность начинает снижаться. Изменение видового состава фитопланктона с глубиной не отмечено.

В поверхностном 5-метровом слое воды биомасса организмов фитопланктона в среднем составляла 220 мг/м³. По биомассе доминировали: *S. tabulata*, *F. virescens var. oblongella*, *Ceratium fusus*, их биомассы на разных горизонтах составляли до 50 % от общей.

Средние скорости приливного и отливного течений в верхнем 5-метровом горизонте составляли около 3 см/сек, максимальные доходили до 5 см/сек. Площадь сечения верхнего 5-метрового горизонта в первом проливе около 1650 м^2, во втором 950 м^2. Таким образом, при средней скорости течения 3 см/сек и суммарной площади сечения 2600 м^2 во время прилива в г. Никольскую поступает около $1{,}1*10^6$ м^3 воды. Вместе с этой массой воды в губу вносится более 200 кг фитопланктона, потенциально доступного для организмов фильтраторов.

Старков А.И., Полякова Н.В., Мовчан Е.А, Стогов И.А. Структурные показатели планктона и бентоса беломорских литоральных ванн

Литораль морей с давних пор привлекает внимание исследователей. При этом т.н. литоральным ваннам, своеобразным дериватам, имеющим лишь периодическую связь с морем, традиционно уделялось меньше внимания, несмотря на их широкое распространение.

Материал для данной работы собран в июле-августе 2004 года в районе МБС СПбГУ в водоемах, расположенных на литорали острова Медянка, пролива Сухая Салма и губы Лебяжьей. Всего было исследовано 11 водоемов. Пробы зообентоса брали зубчатым дночерпателем площадью 1/20 кв.м, цилиндром площадью 1/300 кв.м, либо соскабливанием с камней с последующим определением их площади. Планктонных беспозвоночных учитывали фильтрацией до 100 литров воды через мельничный газ №70, либо вертикальной протяжкой от дна до поверхности планктонной сетью площадью входного отверстия 1/100 кв.м из сита №49.

Исследованные водоемы имеют площадь от 0,3 кв. м до 3,5 га и глубины от 0,1 до 4 м, расположены на высоте от 0,5 (бухта Лебяжья) до 3 метров (о. Медянка) над нулем глубин. Соленость изменяется от 0 до 22 промилле.

В планктоне были обнаружены представители 36 таксонов, в том числе Rotifera – 11, Cladocera – 7, Copepoda – 14, а также пелагические личинки донных беспозвоночных. Число видов планктонных беспозвоночных в отдельных литоральных ваннах изменялось от 1 до 16, индекс видового разнообразия Шеннона изменялся в пределах 0,9-2,8. Более половины форм характеризуются низкой встречаемостью и отмечены в 1-2 ваннах. Только ветвистоусые *Chydorus sphaericus* отмечены в 8 из 11 исследованных водоемов. Для солоноватоводных ванн характерно наличие Harpacticoida, не достигающих высоких величин обилия, обычны истинно планктонные *Microsetella norvegica*.

В изученных водоемах обнаружены представители 16 таксонов макрозообентоса (в том числе Polychaeta – 2, Bivalvia – 6, Gammaridae – 2, Chironomidae – 5), в отдельных ваннах количество видов колебалось от 1 до 10. Величины индекса видового разнообразия Шеннона крайне низки и во всех водоемах не превышают 1,00. Большинство организмов отмечены в 1-2 водоемах, при этом ни одна из форм не достигает встречаемости более 50%. Обычны *Gammarus duebeni*, *Hydrobia ulvae* и *Littorina saxatilis*, эвригалинные формы, хорошо приспособленные к своеобразным условиям литоральных ванн.

Сопоставление полученных результатов с литературными данными позволяет заключить, что видовой состав планктонных и, особенно, донных беспозвоночных характеризуется бедностью, как по сравнению с пресноводными супралиторальными и наскальными ваннами, так и с морской литоралью.

Старков А.И., Полякова Н.В. Распределение биоты в литоральной ванне пролива Сухая Салма Кандалакшского залива Белого моря

Для большей части побережья Белого моря характерно наличие развитой литорали, где обычны углубления, заполненные водой даже во время отлива. Своеобразие физико-химических и биологических характеристик позволяют рассматривать их в качестве своеобразных облигатных водоемов, получивших в литературе название литоральных ванн.

Материал собран в июле – августе 2004-05 гг. в одной из литоральных ванн около о.Матренин в проливе Сухая Салма Кандалакшского залива Белого моря. В водоеме площадью 3,5 Га, максимальной глубиной 4 м и соленостью на поверхности около 22 промилле на 4 станциях по стандартной методике собраны и обработаны пробы зоопланктона и макрозообентоса. В 2005 году были также взяты пробы зоопланктона непосредственно в проливе Сухая Салма.

В составе зоопланктона отмечено 32 вида планктонных беспозвоночных. В 2004 году основную роль в сообществе играли веслоногие *Eurytemora hirundoides* и молодь Harpacticoida, тогда как в 2005 году около 90% от общей численности зоопланктона составляли взрослые копеподы *Acartia longiremis*. При этом общая численность по годам практически не отличалась, составив в среднем за сезон около 30 тыс.экз./м^3. В июле численность планктонных беспозвоночных на 3 станциях изменялась незначительно – от 33 до 39 тыс.экз./м^3 с ошибками 14-44%, однако на станции с глубиной 1 м была существенно выше, составив 71±3 тыс.экз./м^3. При этом на всех станциях величины обилия превышали таковые в проливе Сухая Салма (14±4 тыс.экз./м^3). При этом в море преобладали *Oithona similis, Microsetella norvegica* и личинки двустворчатых моллюсков и полихет. В августе общая численность зоопланктона в литоральной ванне снижалась с сохранением отмеченной тенденции слабо выраженной неоднородности.

В донных ценозах по численности преобладали брюхоногие *Hydrobia ulvae* и личинки комаров рода *Chironomus.* Гидробии вместе с другими двустворчатыми моллюсками *Macoma balhtica* и *Mytilus edulis* определяли довольно высокую общую биомассу макрозообентоса (до 300 г/м^2). Структурные показатели макрозообентоса литоральной ванны соответствуют показателям, характерным для морской литорали этого района. Межгодовые различия по всем параметрам практически не выражены. Неоднородность распределения макрозообентоса по глубине выражена довольно хорошо. На глубинах около 0,5 м доминировали брюхоногие моллюски *Hydrobia ulvae*, определяя высокую численность донных беспозвоночных, доходящую до 7 тыс.экз./м^2, общая биомасса здесь составляла 65 г/м^2. На глубинах 1-2,5 м численность составляла около 3 тыс.экз./м^2, биомассы максимальны и достигают 300 г/м^2 за счет агрегаций мидий *Mytilus edulis*. При поднятии дночерпателей с глубины 4 м ощущался явный запах сероводорода, а организмы макрозообентоса практически отсутствовали.

Стогов И.А., Мовчан Е.А. Зоопланктон наскальных ванн островов Кемь-Луды Кандалакшского залива Белого моря

В рамках многолетнего мониторинга беломорских наскальных ванн, проводимого на базе МБС СПбГУ с 1990 г. (Стогов и др., 1992; 1996; 2002; Мовчан и др., 2000; 2004) в начале сентября 2005 г. была предпринята попытка расширить наши представления об организации биоты этих своеобразных водоемов и собран материал на островах Бол.Асафьев (9 ванн) и Гусиный (5 ванн) архипелага Кемь-Луды, а также безымянном острове к северо-западу от островов Илейки (5 ванн), в трудах Беломорской экспедиции Московской гимназии на Юго-Западе обозначенного как «Большая Одинокая луда».

Пробы зоопланктона отбирали фильтрацией 2-10 л воды через планктонное сито №70, последующая фиксация и обработка материала проведена по стандартной методике. Одновременно со сбором зоопланктона оценивали площадь, максимальную глубину и высоту расположения водоемов над уровнем моря (в отлив), а также электропроводность воды.

Интересно, что видовой список планктонных беспозвоночных, отмеченных нами во вновь изученных наскальных ваннах, включающий 18 форм, в том числе 5 коловраток, 7 ветвистоусых и 6 веслоногих ракообразных, типичен и для наскальных ванн островов более южного архипелага Кандалакшского залива - Керетского - и представляет собой обедненную копию последнего. В большинстве пресноводных ванн обычны ветвистоусые ракообразные *Chydorus sphaericus* (встречаемость 58%), *Daphnia magna* (58%), *Daphnia pulex* (42%) и *Scapholeberis mucronata* (32%).

остров	ванны	N, тыс.экз/м^3	B, г/м^3	доминанты
Бол.Асафьев	BA1	84,6	3,876	*Daphnia magna, Ceriodaphnia affinis*
	BA2	8,7	0,069	*Eurytemora affinis*
	BA3	0,1	0,003	*Ectinosoma abrau*
	BA4	23,3	2,219	*Daphnia pulex*
	BA5	105,0	13,020	*Daphnia pulex*
	BA6	58,0	0,644	*Eurytemora affinis*
	BA7	21,4	1,343	*Daphnia magna*
	BA8	1,1	0,082	*Daphnia pulex*
	BA9	21,2	0,227	*Bosmina longirostris*
Гусиный	G1	529,6	69,440	*Daphnia magna*
	G2	24,0	2,484	*Daphnia magna*
	G3	22,6	1,651	*Daphnia magna*
	G4a	10,8	2,146	*Daphnia magna*
	G4b	155,8	29,988	*Daphnia magna*
Большая Одиночная луда	BOL1	141,6	26,316	*Daphnia magna*
	BOL2	121,6	21,888	*Daphnia magna*
	BOL3	16,8	0,332	*Daphnia pulex*
	BOL4	7,1	0,192	*Eurytemora affinis*
	BOL5	46,2	8,472	*Daphnia pulex*

Структурные показатели зоопланктона приведены в таблице. Олигомиксный характер планктонных сообществ (в отдельных водоемах отмечено от 2 до 7 форм) и довольно неоднородные, от низких до чрезвычайно высоких, величины обилия, отмеченные в наскальных ваннах островов Бол.Асафьев, Гусиный и Большой Одиночной луды, по всей видимости, типичны для беломорских водоемов подобного типа. Во всех пяти исследованных водоемах о.Гусиный доминировали ветвистоусые *Daphnia magna*, численность которых достигала 500 тыс. экз. /куб.м, а биомасса - 70 г/куб.м. Зоопланктон наскальных ванн о.Бол.Асафьев и Большой одиночной луды более разнообразен. Если в пресноводных водоемах, как правило, расположенных выше 4-5 м над уровнем моря, обычно доминировали ветвистоусые ракообразные *Daphnia magna*, *Daphnia pulex* и *Bosmina longirostris*, то в водоемах, расположенных на уровне 3-4 м над уровнем моря и подверженных штормовым забрызгам, обычно преобладали веслоногие ракообразные - копеподы *Eurytemora affinis* или харпактициды *Ectinosoma abrau*.

Стогов И.И., Шатских Е.В., Иванова Т.С. К оценке роли личинок сем. Megaloptera в малых водоемах Карельского побережья Белого моря

Надежный количественный учет хищных водных беспозвоночных, к которым относятся и личинки насекомых сем. Sialidae (Megaloptera), в связи с крупными размерами и невысокой встречаемостью, при гидробиологических исследованиях непрост. Численность этих беспозвоночных в водоемах во многом зависит от воздействия позвоночных хищников, прежде всего рыб, для которых крупные личинки насекомых, зачастую, являются излюбленным компонентом питания. В свою очередь, основными объектами питания сиалид являются личинки хирономид и другие мелкие животные. Несмотря на их значимость в биотическом балансе водоемов различного типа, материалов, характеризующих функциональные показатели личинок этих насекомых, в литературе немного. В монографии С.М.Голубкова (2000), посвященной продукционным характеристикам личинок амфибиотических насекомых, сведения о сиалидах базируются на материалах, полученных на озерах Кривое и Круглое (Финогенова, Алимов, 1975) и немногочисленных северо-американских источниках.

Целью настоящей работы является предварительная оценка роли личинок Sialidae в малых озерах Карельского побережья Белого моря. Основой послужили материалы, собранные студентами и сотрудниками кафедры ихтиологии и гидробиологии СПбГУ, с середины 80-х годов прошлого века изучающих малые водоемы Карельского побережья Белого моря, в летние вегетационные сезоны 2003-2005 гг. на озерах Кривое, Тростяное и Летняя ламба, расположенных в районе МБС СПбГУ.

Вислокрылки, в изученных водоемах представленные личинками рода *Sialis*, довольно обычны в литоральной зоне исследованных водоемов, их встречаемость в дночерпательных пробах по станциям составляет от 50 до 70

%. Выраженной приуроченности к определенным ассоциациям водной растительности в литоральной зоне личинки, как правило, не проявляют. Показатели обилия колеблются в довольно широких пределах: численность изменяется от 3 до 200 экз./кв.м, биомасса – от 0,1 до 3,6 г/кв.м. Максимальные показатели обилия обычно отмечаются на грунте в зарослях кубышки и ежеголовника, существенно превышая численность и биомассу личинок на листьях и побегах.

Предварительное исследование роли личинок *Sialis* в питании окуня (*Perca fluviatilis* L.) оз. Кривое показало, что в желудках окуня они, как правило, встречаются единично, хотя у некоторых рыб их количество достигало 9-10 экземпляров. В начале июня встречаемость личинок сиалид в желудках составляла не более 6 %, однако к середине августа этот показатель возрастает до 33 % от общего числа изученных рыб, что, видимо, связано с достижением личинками определенного размера. Размеры съеденных окунями личинок сиалид варьируют от 10 до 25 мм, в среднем составляя 16 ± 1 мм. При этом личинки *Sialis* обычно встречаются в желудках окуней длиной более 135 мм.

Сухих Н.А., Кошелева А.Н., Полякова Н.В. Восстановление биоты наскальных ванн после экспериментального загрязнения дизельным топливом

Наскальные ванны Керетского архипелага Белого моря являются объектом долговременного мониторинга, начатого специалистами кафедры ихтиологии и гидробиологии СПбГУ в 1990 г. Наряду с исследованиями структурно-фунциональных показателей проводится оценка реакции биоты этих своеобразных водоемов на экспериментальное загрязнение.

В начале августа 2004 года в 3 ванны луды Песочная, а в 2005 г. в 2 ванны о.Медянка (Керетский архипелаг Белого моря) было внесено дизельное топливо в количестве, приблизительно соответствующее 6 ПДК. В 2005 году на опытных водоемах луды Песочная был собран материал для оценки степени восстановления биоты. Отбор проб зоопланктона и зообентоса, фиксация и обработка биологического материала проведена по стандартной методике.

В планктоне исследованных водоемов отмечено 8 видов беспозвоночных, в том числе: 2 - Rotifera, 5 - Cladocera и 1 – Copepoda. По численности преобладали ветвистоусые ракообразные *Daphnia pulex*, *Alonella nana* и *Chydorus sphaericus*.

Показано отрицательное воздействие дизельного топлива на зоопланктон, причем реакция во всех водоемах двух островов в 2004-2005 гг. была сходной. Уже через сутки общая численность зоопланктона резко снизилась (с 330 до 50 экз./л), на 3-5 сутки в планктоне отмечались лишь единичные особи, а через 1 месяц численность зоопланктона несколько возросла. Ракообразные рода *Daphnia* оказались наиболее чувствительны, они исчезли первыми и так и не появились в течение 30 дней после экспериментального загрязнения. Несколько более устойчивы оказались Chydoridae, которые присутствовали в течение всего периода наблюдений, хотя их плотность не превышала 10 экз./л.

В 2005 г. в ваннах, подвергнутых загрязнению, показатели обилия и видовой состав зоопланктона в целом и отдельных таксонов были близки к среднему многолетнему состоянию. Так, дафнии, исчезнувшие в 2004 году, в 2005 году присутствовали во всех водоемах с численностью до 70 экз./л, обычной для ванн островов Керетского архипелага. В пробах отмечена молодь и большое количество партеногенетических самок, что свидетельствует о нормальных условиях в водоемах.

В бентосных пробах отмечено большое количество донных беспозвоночных, преобладали личинки хирономид п/сем. *Orthocladiinae*, численность которых достигала 12 тыс.экз./кв.м. Необходимо отметить бóльшую устойчивость бентосных организмов к экспериментальному загрязнению – нами не показано изменение структуры донных ценозов в опытных водоемах.

Таким образом, воздействие дизельного топлива в количествах менее 10 ПДК не приводит к необратимым последствиям для биоты наскальных ванн - уже через 1 месяц отмечена тенденция к восстановлению, а через 1 год структурные показатели зоопланктона и зообентоса соответствовали норме.

Филиппова Н.А., Филиппов А.А.* Адаптивные способности беломорских *Arctica islandica* L. (Bivalvia) к изменению солености среды обитания

* ЗАО «ЭКОПРОЕКТ»

Оценка возможности соленостной адаптации (или границы потенциального толерантного диапазона) водных беспозвоночных достаточно проблематична, поскольку требует постановки длительных экспериментов. Для решения проблемы можно использовать то обстоятельство, что на границе ареала границы потенциальной толерантности примерно соответствуют границам толерантности, которые, в свою очередь, определить достаточно просто. В Белом море, характеризующемся пониженной соленостью, многие морские организмы живут на границах своих ареалов. Поэтому граница их соленостной толерантности (в области пониженной солености) должна быть близка к границе потенциальной толерантности (т.е. должна отражать возможности соленостной адаптации). Цель исследования – оценить возможности соленостной адаптации беломорских двустворчатых моллюсков *Arctica islandica* L. В ходе работы мы попытались найти границы потенциального диапазона путем определения толерантности неакклимированных особей.

Экспериментальные работы проводили в июле-августе 2005 г. на Морской Биологической станции СПбГУ (Белое море, губа Чупа, о. Средний). В работе использовали арктик с размером раковины 13-20 мм. Моллюсков для экспериментов собирали при солености около 16 ‰ и температуре около 11°С. Было проведено два опыта – первый при температуре 11°С, и второй - при 17°С. В первом опыте моллюсков рассаживали в емкости с водой соленостью 6.6‰, 9‰ и 15.7 ‰, во втором – в 4.8‰, 6‰, 9.3‰, 15.3‰ и 21 ‰. В каждый резервуар помещали 7 экз. подопытных животных, около 0,5 л воды нужной

солености и небольшой (1.5-2 см толщиной) слой грунта. Через 1 сутки подсчитывали количество моллюсков, закопавшихся в грунт, которое принимали за показатель активности. Смену воды и специальное кормление подопытных животных в течение всего периода эксперимента не проводили.

Полученные данные формализовали с помощью сигмоидальной кривой дозы-отклика

$$Y = a + \frac{(b-a)}{1+10^{(c-x)k}},$$

где a – минимальное значение функции отклика (в обоих случаях 0), b – максимальное значение функции отклика (в первом опыте 6.5, а во втором 6), c – логарифм концентрации 50 %-ного отклика (Log EC_{50}), k – коэффициент наклона. В качестве показателя, характеризующего отношение организмов к солености, был выбран 50 %-ный отклик. Соленость, соответствующую активности 50 % особей (EC_{50}), считали границей толерантности.

В первом эксперименте (при температуре 11°C) EC_{50} составило 8,6‰ (с 95% доверительным интервалом от 8,0 до 9,2). Во втором эксперименте (при температуре 17°C) значение EC_{50} составило 13,0‰ (95% доверительный интервал от 11,9 до 14,2).

Результаты проведенных экспериментов существенно и достоверно различались. При 11°C моллюски отличались большей устойчивостью к пониженной солености, чем при 17°C. Таким образом, температура оказывала заметное влияние на устойчивость к неблагоприятной солености. Очевидно, что низкая температура была более благоприятной для исследованных моллюсков, и, кроме того, соответствовала условиям их обитания.

Результаты свидетельствуют о том, что граница соленостной устойчивости неакклимированных моллюсков составляет примерно 8.6‰. Вероятно, эта величина близка к нижней границе потенциальной толерантности исследованного вида. Можно утверждать, таким образом, что *A.islandica*, вопреки широко распространенному мнению, является достаточно эвригалинным видом.

Сравнение полученных в эксперименте границ толерантности арктики с таковыми других видов, обитающих в данном районе, показывает, что моллюски *A.islandica* гораздо менее устойчивы к опреснению, чем *Macoma balthica* или *Mytilus edulis*, но переносят большее распреснение, чем *Hiatella arctica*.

Соленость в месте сбора моллюсков непосредственно в море и граница толерантности, определенная в эксперименте, оказались существенно ниже нижней соленостной границы распространения моллюсков, приводимых в справочной литературе.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 04-04-49801-а.

Юрцева А.О., Лайус Д.Л., Махров А.А.*, Артамонова В.С.*, Титов С.Ф.**, Студенов И.И.*** Изменчивость остеологических признаков молоди атлантического лосося (*Salmo salar* L.) северо-запада России

*Институт общей генетики РАН, Москва; **ГосНИОРХ, Санкт-Петербург;
***СевПИНРО, Архангельск

Изучена морфологическая изменчивость 8 выборок молоди атлантического лосося из популяций рек Кереть, Умба, Мезенская Пижма (бассейн Белого моря), Кола, Верхняя Печора, Унья, Илыч (бассейн Баренцева моря) и Шуя (бассейн Балтийского моря). Изучали 10 счетных и 62 мерных признака 13 костей черепа. Размер выборок составлял 30 особей, кроме выборок из Верхней Печоры (21 особь), Уньи (20 особей) и Илыча (15 особей).

Анализ главных компонент и кластерный анализ позволили разделить выборки по форме костей черепа на две группы. Первая группа включает в себя выборки из притоков Печоры (Верхняя Печора, Унья, Илыч), вторая – все остальные выборки. Во второй группе выборок наибольшее сходство наблюдается между выборками из рек Керети, Умбы и Колы. Сходная картина наблюдается и по совокупности счетных признаков. Можно отметить, что молодь из р. Колы (бассейн Баренцева моря) проявляет большее сходство с лососем из р. Шуи (бассейн Балтийского моря), чем с лососем из р. Печоры (бассейн Баренцева моря). Поскольку по особенностям генетической структуры популяции лосося Баренцева моря более сходны друг с другом, чем с популяциями Балтийского моря (Казаков, Титов, 1998), можно говорить о том, что наблюдаемые морфологические различия в значительной степени определяются условиями среды.

Флуктуирующая асимметрия представляет собой случайные отклонения от полной билатеральной симметрии, и является проявлением нестабильности развития, часто возрастая в условиях стресса. При сравнении уровня флуктуирующей асимметрии оказалось, что как по счетным, так и по мерным признакам он более высок в выборках лосося из притоков р. Печоры – Уньи, Илыча и Верхней Печоры. Этот показатель был заметно ниже в выборках из рек, расположенных западнее. Было обнаружено, что чем ниже средняя температура воздуха января, тем выше уровень асимметрии счетных признаков ($r=-0.817$; $p<0.05$). Мы полагаем, что повышение уровня флуктуирующей асимметрии у лосося из притоков р. Печоры по сравнению с лососем из рек, расположенных западнее, является следствием суровых условий в зимний период в реках на склонах Уральских гор.

Морозов Е.А.*, Примаков И.М. Моделирование гидродинамических процессов в некоторых губах Карельского берега Кандалакшского залива
* Российский Государственный Гидрометеорологический Университет

Несмотря на то, что Белое море – одна из наиболее изученных акваторий в России, количество исследований, посвященных распределению планктонной фауны мелкомасштабных эстуарных акваторий, гидрологический режим которых имеет выраженную приливную составляющую, невелико. Большая часть исследований такого рода проведена в бассейнах рек Северной Америки. Исследования поведения эстуарного зоопланктона показали, что помимо суточных миграций, связанных с изменением освещенности и влиянием пресса хищников, все группы зоопланктона, населяющие приливные эстуарии, осуществляют миграции, ориентированные на прилив. Это делает задачу изучения закономерностей распределения планктонных организмов в условиях значительной пространственно-временной изменчивости гидрологического режима еще более сложной. Отсутствие работ, посвященных проблеме распределения зоопланктона в приливных беломорских эстуариях, связано с недостаточной изученностью гидродинамического режима этих районов.

Основным методом решения различных прикладных задач гидродинамики прибрежной зоны и внутренних водоемов в настоящее время является математическое моделирование. При решении широкого класса таких задач используются трехмерные уравнения движения в гидростатическом или длинноволновом приближении и следующие из них уравнения мелкой воды. В круг явлений, которые описываются этими уравнениями, входят дрейфовые течения, штормовые нагоны, течения в реках, приливы, цунами, сейши и т.д.

Характерной особенностью беломорских мелководных губ является впадение в их кутовую часть рек или ручьев, создающих приток пресной воды. Вследствие этого наблюдается устойчивая стратификация вод с наличием достаточно узкого слоя скачка, что позволяет рассматривать динамику данных акваторий как динамику двухслойной жидкости. Верхний слой испытывает воздействие атмосферных процессов. Нижний слой испытывает возмущения, формирующиеся под действием приливных волн. При этом предполагается, что губа не имеет в себе узлов, таким образом можно задавать приливную силу, как изменение уровня на входе в губу.

Разработка модели гидродинамического режима проводилась с помощью интегрированной моделирующей программной системы «CARDINAL» (Coastal Area Dynamics Investigation Algorithm) и была выполнена для губ Чупа, Кереть и Никольская Кандалакшского залива Белого моря. Для этого в трехмерном приближении были построены криволинейные сетки с гранично-зависимыми координатами, так как для столь мелкомасштабной расчетной области возможность учета особенностей очертания береговой линии во многом позволяет достичь более адекватных результатов. Для моделирования длинноволновой динамики исследуемых акваторий использовались уравнения мелкой воды, интегрируемые в пределах вертикальных слоев, количество и

толщина которых определялись априорно. Шаг по пространству составлял 150-200 м, разрешение по вертикали – 10 слоев. Шаг по времени (8 сек) определялся соотношением Куранта-Фридриха-Леви. Глубины в расчетной области колебались от 5 до 173 м, при этом площадь мелководной зоны (менее 20 м) составляла около 50-60 %.

Для расчета стоковых течений задавались следующие расходы или граничные условия: кут губы Чупа – 2.5 $м^3/с$, река Пулоньга – 5.5 $м^3/с$, река Кереть - 22 $м^3/с$, ручьи в губе Никольская – 0.8 и 0.1 $м^3/с$. На открытой границе было задано значение уровня воды 0 м. На большей части акватории стоковое течение имело значения порядка нескольких мм/с, хотя в устье реки Кереть и в губе Кереть наибольшие значения скорости стокового течения достигали 50 мм/с. На акватории губы Чупа течения были распределены равномерно, при приближении к открытому морю смещаясь под действием силы Кориолиса вправо. Течение, вызванное стоком реки Кереть, практически полностью распространялось на юго-восток, оставляя участок акватории между островами Кереть и Пежостров почти не затронутым стоковым течением.

Второй этап проведенных исследований – расчет совместного влияния стокового течения и приливно-отливных колебаний. Для создания приливных колебаний уровня на открытой границе задавались граничные условия соответствующие правильному полусуточному приливу с амплитудой 0.5м: $H=0.5м \cdot sin(2\pi \cdot 12часов)$. Расчет показал, что максимальные значения скорости суммарных течений наблюдались в губе Чупа в фазы смены вод (до 40 см/с на приливе и до 25 см/с на отливе). В открытой части акватории и в губах Кереть и Никольская модуль скорости течения за весь приливно-отливный период колебался от 5 до 12 см/с.

По сравнению со стоковым течением, формирующимся на данной акватории при задании среднегодового многолетнего расхода рек, суммарное приливно-отливное и стоковое течение в 10 и более раз интенсивней. Лишь в губе Кереть скорости суммарного течения и чистого стокового течения сопоставимы, что вероятно и сказывается на увеличении суммарного течения в фазу отлива в данном районе до 15 см/с.

Полученная гидродинамическая модель является основой для дальнейших расчетов переноса пассивных примесей (в том числе организмов зоопланктона) по акваториям изучаемых губ.

Петровский П.П., Морозов В.Ю.*, Арбенин А.Ю., Раилкин А.И.
Предварительные результаты исследования влияния зарослей ламинарии на химический состав придонного слоя

* Государственный технологический институт

Летом 2005 г. в проливе Подпахта губы Чупа (Кандалакшский залив Белого моря) с использованием водолазной техники был проведен отбор проб воды на приливе перед зарослями бурых водорослей ламинарий (преимущественно *L. saccharina*) и в самих зарослях. Целью работы являлся

количественный анализ проб на содержание свободных аминокислот и соединений фенольного ряда.

Анализ проб воды проводился спектрофотометрическим методом, основанным на сравнении интенсивностей окраски анализируемых проб и серии стандартных растворов. Погрешность методики составляла около 2,5%.

По первоначальной оценке (по окраске железных комплексов) соединений фенольного ряда не было обнаружено. Нингидринная реакция проб первоначально также не дала результатов. Однако при кипячении проб в течение 30 минут и повторном проведении нингидринной реакции после реакции гидролиза в них было обнаружено и количественно определено содержание аминокислот (таблица). Это указывает на то, что до гидролиза содержание свободных аминокислот в пробах было очень низким, и большая их часть находилась в связанном состоянии в виде полипептидов. Обнаруженные почти двухкратные различия в содержании аминокислот в пробах воды, отобранных до зарослей ламинарии и в зарослях этой водоросли (см. таблицу), вероятно, можно предварительно интерпретировать как влияние сообщества ламинарии на химическую структуру придонного слоя.

Номер пробы	Место взятия пробы	Содержание аминокислот (ммоль/л)
1	до зарослей ламинарии	0,0117
2		0,0112
3		0,0075
4	в зарослях ламинарии	0,0137
5		0,0256
6		0,0200

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 05-04-48072-а.

Примаков И.М., Раилкин А.И. Особенности гидрологического режима в проливе Подпахта (Кандалакшский залив, Белое море)

В настоящее время внимание многих специалистов направлено на изучение структурно-функциональных характеристик водных сообществ в комплексе с гидрологическими и гидрохимическими условиями среды.

В августе 2005 года (8.08.05) была проведена суточная съемка в проливе Подпахта в местах расположения двух опытных установок для изучения биообрастания. Точки пробоотбора располагались на расстоянии приблизительно 50 м друг от друга и были разделены небольшим островком: станция 1 (φ=66°17.72′ с.ш.; λ=33°36.90′ в.д.) располагалась восточнее островка ближе к острову Малый Горелый (глубина 2.5-4 м); станция 2 (φ=66°17.72′ с.ш.; λ=33°36.78′ в.д.) находилась западнее, недалеко от входа в бухту Лебяжья (глубина 4-6 м). Дискретность наблюдений по времени была привязана к приливно-отливному циклу и составляла около 3-х часов.

Температура воды определялась по показаниям глубоководных термометров типа ТГ, укрепленных в гильзах рамы морского опрокидывающегося батометра БМ-48 которым осуществлялся отбор воды. Пробы воды на станции 1 отбирались с придонного, а на станции 2 – с придонного и поверхностного горизонтов. Кроме показаний температуры и солености, в пробах воды определялось содержание растворенного кислорода, аммонийного азота и таких биогенных элементов, как кремний, фосфаты, нитраты и нитриты.

За время исследования были проведены 23 измерения температуры, собрана 21 проба на соленость и биогенные элементы и 14 проб на кислород. Обработка материала осуществлялась на Беломорской Биологической станции имени академика О.А.Скарлато Зоологического института РАН (мыс Картеш).

Отличительной особенностью гидрологического режима пролива Подпахта является отделенность этой акватории от Керетской и Чупинской губ мелководными порогами, препятствующими проникновению в пролив глубинных вод. Приливы в Подпахте обусловлены входящей приливной волной и морфометрическими особенностями. Преобладающая роль в формировании приливов принадлежит полусуточным волнам. Величины приливов составляют приблизительно 1.5 м в квадратуру и 2.0 м в сизигий. Анализ изменений направлений течений показал, что во время прилива заход воды осуществляется как со стороны Большого Керетского рейда (БКР), так и со стороны Керетской губы. В периоды смены вод происходит перемешивание, а в фазу отлива скатывание воды осуществляется в обратных направлениях. Таким образом, основная масса воды перемещается перпендикулярно поперечному сечению пролива. При этом более холодные, соленые и хорошо аэрированные воды поступают со стороны БКР, а со стороны Керетской губы идут более теплые распресненные воды.

Наиболее полно о границах и перемещениях различных водных масс и особенно вод, обогащенных речным стоком, можно судить по данным о солености и содержании кремния. Поскольку в речных водах концентрация кремния значительно выше, чем в морских, изменения в содержании кремния позволяют судить об изменениях в режиме вод эстуариев и заливов с положительным пресным балансом. Действительно, по данным наших наблюдений изменения солености и концентрации кремния носили синусоидальный характер с 6-ти часовым циклом, но находились в противофазе. Коэффициент корреляции между соленостью и концентрацией кремния на станции 1 составил –0.58, а на станции 2 достигал –0.82.

Судя по полученным данным, особенности водообмена в проливе Подпахта можно представить в следующем виде.

1. Первый прилив (4:33): поступление опресненных вод на станцию 1 с реки Кереть ([Si]=46.08 мкмоль/л; S=18.0 ‰) и на станцию 2 с Большого Керетского рейда ([Si]=27.67 мкмоль/л; S=22.9 ‰)
2. Полная вода (6:57) – перемешивание ([Si]=35.37±5.79 мкмоль/л; S=22.2±0.0 ‰).
3. Отлив (10:33): через станцию 2 идут распресненные воды из бухты Лебяжья ([Si]=50.12 мкмоль/л; S=19.7 ‰).

4. Второй прилив (16:34): при нагонном северо-восточном ветре происходит поступление соленых вод на станции 1 и 2 с БКР ([Si]=14.38±0.89 мкмоль/л; S=21.7±0.5 ‰).

5. Полная вода (19:01) – заток пресных вод на станцию 2 с реки Кереть ([Si]=57.36 мкмоль/л; S=16.4 ‰).

Таким образом, в безветренную погоду, в фазу прилива станция 1 наиболее подвержена влиянию вод, поступающих из Керетской губы, а станция 2 – с Большого Керетского рейда (БКР). В зависимости от направления ветра эта картина может меняться: при ветрах восточных и северо-восточных направлений создается нагон более соленых вод с БКР, которые подпирают воды, поступающие через южный пролив из Керетской губы. Также можно предположить, что при южном ветре в проливе Подпахта преобладают опресненные воды из Керетской губы. В фазы полной или малой воды, когда течения минимальны, происходит перемешивание и трансформация поступившей в пролив воды. При отливе в пролив Подпахта поступают воды из бухты Лебяжья оказывающие наибольшее влияние на прилегающую к ней станцию 2.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 05-04-48072-а.

Зоология беспозвоночных

Аристов Д.А.* Количественное изучение системы *Amauropsis islandica* (*Naticidae*) – *Macoma balthica* (*Tellinidae*) на основании садковых наблюдений в куту губы Южной о. Ряжкова (вершина Кандалакшского залива Белого моря)

* Лаборатория экологии морского бентоса (гидробиологии) ГОУ СПбГДТЮ

Изучение многовидовых систем типа «хищник-жертва» зачастую сопряжено с известными затруднениями, заключающиеся в том, что исследователю приходится констатировать наличие специфических взаимоотношений лишь по изменению численностей входящих в систему видов. Особо интересными в этих случаях являются ситуации, при которых хищник оставляет на инертных структурах жертвы характерные следы, позволяющие идентифицировать причину гибели особи.

Брюхоногий моллюск *Amauropsis islandica* (*Naticidae*: Prosobranchia) – хищник-малакофаг, просверливающий раковину своих жертв. Основной жертвой хищника на нижней литорали Кандалакшского залива является мелкая двустворка *Macoma balthica* (Аристов, Полоскин, 2003). Изучить количественные особенности взаимодействия этих видов и примерно оценить рацион хищника на основе садковых наблюдений и стало целью настоящей работы.

Материалом для данной работы послужили результаты садковых наблюдений, проводившиеся по следующей схеме: в июне-июле 2004 года в районе нуля глубин в куту г. Южной о. Ряжкова устанавливались садки 12x22x7,5 см, обтянутые сеткой с диаметром ячеи 1 мм. В садки помещался просеянный грунт, по 1 особи *A. islandica* и *M. balthica* в избыточной

плотности. Сроки экспозиции составили 1 и 2 месяца для двух серий садковых наблюдений. Уровень потребления *M. balthica* определялся исходя из размеров найденной просверленной ракуши, для выяснения биомассы использовался коэффициент, предложенный Н.В.Максимовичем с коллегами (Максимович, Герасимова, Кунина, 1993). Всего нами было проанализировано содержимое 20 садков.

В среднем уровень потребления *A. islandica* можно охарактеризовать как низкий (0,64±0,15 г мягких тканей *M. balthica* за 30 дней в пересчете на 1 особь хищника). Любопытно отметить, что нами не было обнаружено достоверных отличий в уровне потребления *M. balthica* за 1 месяц экспозиции и за более продолжительный срок (0,46±0,15 г мягких тканей жертвы за 2 месяца экспозиции). Однако, в ходе изучения питания *A. islandica* в естественных условиях нами получены еще более низкие значения уровня потребления - 0,47±0,08 г мягких тканей *M. balthica* в пересчете на 1 особь хищника за весь сезон наблюдения. Предполагается при этом, что накопление створок идет только с начала лета, таким образом, приблизительный срок питания составляет 2,5 месяца. По видимости, столь низкий уровень потребления связан с дополнительной затратой времени на поиск добычи, сведенной в садках к минимуму.

Ранее нами была доказана избирательность *A. islandica* в отношении маком разного размера (Аристов, 2005). Проанализировав предпочтения *A. islandica* разного размера в садках, можно отметить тенденцию к снижению размерных предпочтений при увеличении длины раковины хищника.

Нами не было обнаружено корреляции между размером *A. islandica* и размером потребляемых ими маком. В то же время, между длиной раковины *A. islandica* и оставляемыми ими отверстиями сверления наблюдается достоверная положительная связь ($r=+0,77$, $p<0.05$). Это дает возможность приблизительного восстановления размерной структуры хищников, исходя из найденных на литорали просверленных раковин маком. Проведенное для 2004 года подобное исследование хорошо соотносилось с реально наблюдаемой в 2004 году размерной структурой *A. islandica*.

В заключение автор благодарит администрацию Кандалакшского государственного природного заповедника за предоставление возможности работы на заповедных территориях, участников Беломорских экспедиций ЛЭМБ (гидробиологии) СПбГДТЮ, а также Е.Л.Яковиса и Н.В.Максимовича за ценное обсуждение и предоставление необходимых сведений.

Анцулевич А.Е. Фауна гидроидов Белого моря и ее место в арктической фауне

История исследований гидроидов российских морей начинается именно с Белого моря - с посещения его академиком И.И.Лепехиным в 1772 г. (Lepechin, 1781). На основании накопленных литературных данных, имеющихся коллекций (г.о. ЗИН РАН), собственных данных, ревизии и критической оценки материалов составлен список гидроидов Белого моря с указанием

встречаемости по традиционно выделяемым районам моря. Для сравнительного анализа использовались ревизованные фаунистические списки других российских морей Арктики, а также неопубликованные данные автора, полученные при обработке сборов экспедиции 2004 г. на НИС «Профессор Хромов» (сб. Б.И.Сиренко) в Чукотском море.

Фауна гидроидов Белого моря насчитывает 85 видов, что составляет 60 % от фауны морей российской Арктики вместе с Центральным полярным бассейном, где их насчитывается 141 вид (Наумов, 1960; Анцулевич, 1989; 1991; Степаньянц, 1989; 2001). По видовому разнообразию гидроидов среди наших арктических морей Белое море занимает второе место после Баренцева (130 видов, 92 % фауны российской Арктики). Установлено, что в Белом море нет эндемичных видов гидроидов, а также ни одного вида, который не встречался бы в Баренцевом море (Анцулевич, 1989; 1991; Пантелеева, 2001). Иначе говоря, беломорская фауна является 100% подмножеством фауны Баренцева моря и единственной ее особенностью оказывается обедненность, что К.М.Дерюгиным было названо «отрицательными чертами» фауны Белого моря. Для класса Hydrozoa она выражается в полном отсутствии в Белом море представителей подкласса Siphonophora (в Баренцевом море 5 видов), отсутствии представителей группы семейств, объединенных Наумовым (1960) под названием Plumulariidae (в Баренцевом море 8 видов). Среди 45 видов гидроидов, составляющих разность между богатой фауной Баренцева моря и обедненной беломорской, имеются как представители тепловодного атлантического комплекса, так и арктические виды, как океанические, так и мезогалинные, как верхнесублиторальные, так и глубоководные, т.е. в той или иной степени стенобионтные по тому или иному фактору.

Видовое разнообразие Баренцева моря резко падает при продвижении на юг (Белое море), на север (архипелаг Земля Франца-Иосифа) и восток (Карское море). Несмотря на то, что беломорская фауна является подмножеством баренцевоморской, наибольшее фаунистическое сходство с ней обнаруживает фауна Карского моря. Как и беломорская фауна, она обладает очень близким общим число видов гидроидов (81 вид), крайне низкой самобытностью (97 % включения в фауну Баренцева моря), сильной обедненностью по отношению к соседней фауне Баренцева моря. Незначительное различие между фауной Белого моря и Карского составляют несколько видов атлантического происхождения, а различие в обратном направлении – несколько арктических видов.

При дальнейшем продвижении на восток в моря Лаптевых (73 вида гидроидов), Восточно-Сибирское (66 видов) и Чукотское (58 видов) связь их с фауной Баренцева моря (и, во многом, с фауной Белого моря) сохраняется огромной, а влияние тихоокеанских элементов, вопреки ожиданиям, оказывается ничтожным. Фауны гидроидов этих морей слабее изучены, но также почти целиком включаются в богатую фауну Баренцева моря и обнаруживают высокую степень сходства с беломорской фауной. После выхода в свет фундаментального труда «Фауна Белого моря и условия ее существования» (Дерюгин, 1928) сформированные представления о беломорской фауне гидроидов были уже близки к современным, а восточные

арктические моря оставались почти неизученными. В последующие десятилетия произошел «прорыв» в фаунистических исследованиях восточной Арктики, благодаря которому сейчас можно производить фаунистические сравнения «на равных». На Белом же море, напротив, интенсивность фаунистических исследований резко упала. Между тем, фауна моря не может быть изучена раз и навсегда. Качественный состав фауны – ее важнейшая характеристика, но изменения в нем можно заметить, лишь проводя экспедиционные фаунистические исследования.

Гагаринова Н.Г., Чикадзе С.З., Раилкин А.И. Опыт длительного содержания беломорских актиний *Metridium senile senile*

Актинии *Metridium senile senile*, привезенные с Белого моря в 2002 году, живут в Биологическом институте СПбГУ уже в течение трех лет. Наблюдение за их биологией и поведением в аквариумах показало следующее. Находясь при температуре воды +7-8 ^{o}C, они могут без каких-либо заметных отрицательных последствий переносить повышение температуры до +18 ^{o}C в течение, по крайней мере, 7 дней. Так же они выдерживают пребывание во влажной среде, но без воды в течение суток.

При повышении температуры воды до +12-13 ^{o}C в течение нескольких дней актинии переходят к бесполому размножению путем лацерации. Для этого они перемещаются на границу воды и воздуха, после чего широко распластывают подошву по стеклу аквариума. Затем они сокращают подошву так, что от ее края отрываются кусочки в форме полосок, а сама актиния после этого обычно возвращается в воду, опускаяси вниз. Оставшиеся полоски подошвы делятся на более мелкие фрагменты. Сначала они имеют неправильную форму. К концу первой недели фрагменты постепенно округляются и формируют собственную прикрепительную структуру, аналогичную по внешнему виду соответствующей структуре взрослой особи. В дальнейшем на апикальном конце появляются щупальца. Все это время молодые полипы остаются на границе воды и воздуха, периодически омываемые водой. Когда заканчивается формирование щупалец, они покидают воздух, и перемещаются в глубину аквариума. При таком размножении одна взрослая актиния может давать от 4 до 13 молодых особей. Подобный способ размножения (лацерация) наблюдался и у актиний, обитающих в толще воды. Но у них отпочковывание молодых актиний не было связано с перепадами температуры и никогда не носило массового характера. Обычно в этом случае от материнской особи отделялось по одной молодой актинии в течение довольно большого промежутка времени.

Молодые полипы, имеющие возраст до полугода, обладают положительной реакцией на свет. В дальнейшем, имея размеры от 0,5 до 2,0 см, они держатся в местах с более интенсивным течением, а крупные актинии величиной от 5 до 10-15см, напротив, предпочитают условия медленного течения. Молодые особи весьма подвижны. Они могут до нескольких раз в

неделю менять свое местоположение, оставаясь почти всегда с расправленными щупальцами.

Крупные актинии обычно неподвижны и переползают с места на место не чаще одного раза в месяц при неизменных внешних условиях (течении и температуре). Периоды активности у них регулярно сменяются периодами покоя, когда даже самые крупные актинии высотой 10-15 см с расправленными щупальцами сокращаются до 1 см и перестают питаться. Такое состояние может длиться у них до нескольких месяцев. Крупные актинии становятся активными при перемене внешних условий: повышении температуры воды, замене части воды на свежую, изменении течений. Частичная замена воды обычно вызывает выход актиний из состояния покоя. Повышение температуры воды на 1-2 ^{o}C активизирует их питание. При достижении +11-12 ^{o}C они приступают к размножению.

Мелкие актинии хорошо растут, питаясь науплиусами артемий, при частоте их кормления около 3 раз в неделю. Рацион крупных актинии состоит из науплиусов артемии, а также из мяса мидии, рыбы и мотыля при чередовании их 2-3 раза в неделю, что дает необходимое разнообразие питания и способствует их длительному и устойчивому существованию в аквариальных условиях.

Ганжа Е.В. Строение пениальных желез у самцов видов-двойников рода *Littorina* северной Атлантики

Комплексы видов-двойников широко распространены в различных группах беспозвоночных. Среди североатлантических литторин можно выделить два комплекса видов-двойников: 1) группа «saxatilis», которая включает в себя виды *Littorina saxatilis* (Olivi, 1792), *Littorina arcana* Hannaford Ellis, 1978 и *Littorina compressa* Jeffreys, 1865; 2) группа «obtusata», состоящая из видов *Littorina obtusata* (Linnaeus, 1758) и *Littorina fabalis* Turton, 1825.

При сохранении сходства большинства внешних морфологических признаков, дивергенция видов-двойников зачастую связана с изменением строения органов половой системы, в частности мужских половых органов. Гистологический анализ строения копулятивных органов моллюсков рода *Littorina*, в частности, строения пениальных желез до сих пор не проводился, хотя логично предположить, что именно здесь можно найти видоспецифичные особенности функционально связанные с репродуктивной изоляцией в комплексах близких видов.

Сбор материала проводили в июле-августе 2004 года и июле 2005 года на Белом море (губа Чупа Кандалакшского залива) и Баренцевом море (бухта Оскара, губа Ярнышная). Для исследования использовали половозрелых незараженных самцов, копулятивный орган которых фиксировали жидкостью Буэна. Изготовление серийных срезов выполняли по стандартной методике; препараты окрашивали гематоксилин-эозином.

У представителей шести изученных видов литторин (*L. saxatilis, L. obtusata, L. fabalis, L. littorea, L. arcana, L. compressa*) выявлен сходный

принцип строения пениальных желез. В каждой железе можно выделить две части: железистую и мышечную. Железистая часть представлена секреторными клетками. Мышечная часть представлена открывающейся на вентральной стороне пениса капсулой, стенка которой состоит из мышечных волокон, ограничивающих резервуар, выстланный ресничным эпителием. Железистые клетки собраны в кластеры, каждый из которых ограничен собственной мышечной оболочкой. Каждая железистая клетка формирует собственный проток; сближенные протоки клеток одного кластера, общим стволом впадают в мышечную капсулу, пронизывая ее мышечную стенку. Все кластеры железистых клеток, принадлежащих одной капсуле, объединяются под общей мышечной оболочкой. Она толстая и четко разделяет железистые кластеры разных пениальных желез (*L. saxatilis, L. arcana, L. compressa, L. fabalis)* или представлена тонкими мышечными волокнами, так что отдельные кластеры разделены едва заметно (*L. obtusata, L. littorea*). Толщина мышечной оболочки может характеризовать также отдельные виды внутри выделенных групп. Кластеры располагаются сверху и сбоку от мышечной капсулы, вплотную примыкая к ней. Относительная высота кластеров железистых клеток сильно отличается даже у наиболее близких видов. Так, у *L. fabalis* она намного больше, чем у *L. obtusata* (1/2 и 1/5 высоты мышечной капсулы соответственно). Внутри группы «saxatilis» это соотношение составляет 1/2 у *L. saxatilis*, 1/3 у *L. arcana* и 1/4 у *L. compressa*.

Капсула состоит из продольных и кольцевых мышечных волокон. Отдельные кольцевые мышечные пучки могут располагаться равномерно по всей длинной оси капсулы между продольными (*L. saxatilis, L. arcana, L. compressa, L. littorea*) или формировать скопление мышечных пучков в средней части капсулы (*L. obtusata, L. fabalis*). Изнутри просвет капсулы выстлан ресничным эпителием, клетки которого содержат мелкозернистый секрет. Цилиндрический ресничный эпителий с базальным расположением ядер выстилает просвет капсулы. У *L. saxatilis, L. arcana, L. compressa* и *L. littorea* эпителиальная выстилка дальней от протока части просвета капсулы характеризуется сильно увеличенными, заполненными секретом клетками, расположение ядер которых теряет упорядоченное положение.

В целом различия в гистологическом строении пениальных желез могут характеризовать отдельные виды рода *Littorina*. Очевидных признаков строения железистого аппарата копулятивного органа, однозначно маркирующих комплексы «saxatilis» и «obtusata», не обнаружено.

Ганжа Е.В. Возрастные и сезонные изменения строения пениальных желез моллюсков *Littorina saxatilis* (Olivi, 1792)

Литоральные моллюски *Littorina saxatilis* раздельнополы и характеризуются внутренним оплодотворением. В беломорских популяциях размножение характеризуется строгой сезонностью и происходит ежегодно, начиная с двухлетнего возраста в июне-августе. Строение копулятивного аппарата самцов литторин – важнейший диагностический признак, который

позволяет идентифицировать близкие виды рода *Littorina*. В частности, у *L.saxatilis* пенис уплощенный в дорсо-вентральном направлении с однорядным расположением пениальных желез. Железы копулятивного аппарата хорошо заметны начиная с двухлетнего возраста. Размер пениса увеличивается с ростом моллюска, размер желез при этом остается относительно постоянным.

Выполненное нами гистологическое исследование железистого аппарата копулятивного органа позволило установить план строения и видоспецифичные признаки для каждого вида североатлантических литторин. Данные по возрастным особенностям и по оценке сезонных изменений строения пениальных желез, которые могли бы быть сопоставлены с репродуктивным циклом моллюсков, отсутствуют. Именно эти вопросы составили цель предлагаемой работы. Объектом же служили представители беломорских популяций *L.saxatilis*.

Материал собирали в июле 2005 года в окрестностях МБС СПбГУ (Белое море, губа Чупа Кандалакшского залива) на литорали острова Средний. Для исследования были использованы по два самца каждой возрастной группы в интервале 2 - 5 лет, из них один (4 года) в момент сбора участвовал в копуляции. Помимо этого исследованы два половозрелых моллюска (5 лет), собранные в сентябре. Для каждого моллюска получены полные серийные срезы копулятивного аппарата толщиной 10 мкм, которые окрашены гематоксилин-эозином.

Все моллюски 3-5 лет, собранные в июле, характеризуются сходным строением пениальных желез. Они состоят из двух функциональных частей: железистой (секреторные клетки, собранные в кластеры) и мышечной (мышечная капсула, выстланная ресничным эпителием). Комплекс кластеров одной железы объединяется под общей мышечной оболочкой. Важно отметить, что у всех моллюсков этой группы весь объем секреторных клеток заполнен зернистым секретом, включая их длинные отростки, пронизывающие мышечную оболочку капсулы и входящие в состав внутреннего эпителия капсулы. Мышечный слой капсулы толстый (треть ее ширины). Высота кластеров составляет примерно третью часть длины мышечной капсулы. Указанные особенности характеризуют и состояние железистого аппарата копулирующего самца, который отличается от всех остальных лишь несколько большей относительной высотой железистых кластеров (половина длины мышечной капсулы).

Двухлетние моллюски характеризуются наличием всех вышеперечисленных особенностей. Их пениальные железы отличаются тем, что секреторные клетки компактны, не заполняют всего объема кластера, ограниченного мышечной оболочкой. Гранулы секрета имеются лишь в их дистальной части и в отростках. Цитоплазма проксимальной часть клетки, где находится ядро, прозрачна и равномерно окрашена. Относительный размер кластеров – треть длины капсулы.

Половозрелые моллюски, собранные в сентябре имеют хорошо развитые капсулы пениальных желез, однако собственно железистая часть практически не выражена. Не удается обнаружить железистые клетки; мышечная обкладка

их кластеров формирует достаточно мелкую сеть мускульных волокон над резервуаром.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что моллюски, достигшие репродуктивного возраста, в период размножения (июль) имеют одинаковое строение пениальных желез. Гистологические данные подтверждают наступление половозрелости у двухлетних моллюсков, поскольку, с одной стороны их железистые клетки еще не полностью заполнены секретом, с другой – этот секрет уже имеется и поступает в отростки железистых клеток и в резервуар железы. Существенные отличия строения пениальных желез у половозрелых моллюсков, собранных в сентябре, позволяют предположить, что может происходить ежегодная динамика выработки секрета пениальных желез (и перестройка их строения), связанная с сезонностью размножения. Для подтверждения этих предположений необходим анализ дополнительного материала.

Генельт-Яновский Е.А., Шунькина К.В., Полоскин А.В. Включение *Cerastoderma edule* (L.) в щетки *Mytilus edulis* (L.) на литорали Мурманского побережья Баренцева моря

Mytilus edulis (L.) образует плотные поселения на литорали Баренцева моря. Одной из форм таких поселений являются небольшие агрегации на илисто-песчаном грунте, называемые друзами или щетками. За счет биссусообразовательной активности мидий в щетки включаются различные моллюски, в т.ч. *Cerastoderma edule* (L.). Целью данной работы было изучение некоторых аспектов взаимодействия между *C.edule* и *M.edulis* на индивидуальном и популяционном уровнях.

Материал собирался в 2004-2005 гг. в ходе Совместной Баренцевоморской Экспедиции Секции Естественнонаучного Образования СПбОЕ, Лаборатории Экологии Морского Бентоса СПбГДТЮ и Кафедры зоологии беспозвоночных СПбГУ. На выбранном участке литорали (между изогипсами +0.7 и +1.5 м) проводились количественные учеты (серией проб с площади 1/10 кв.м. каждая) *C.edule*, щеток мидий с *C.edule* в них (всего 46 щеток). Кроме того проводилась оценка популяционной структуры *C.edule* и *M.edulis* на всей отмели. В дальнейшем все моллюски измерялись, также у *C.edule* измерялись длины годовых приростов, определялся пол и состояние гонады, отмечалось наличие следов биссуса на раковине.

Размерная структура *M.edulis* в щетках в изученной части Дальнего пляжа является отражением всей структуры поселения. Так, в 2004 г. произошло оседание молоди мидий, что в 2005 г. отразилось на размерной структуре мидий в щетках (повысилась доля моллюсков, относящихся к размерному классу 0-5 мм).

Частота встречаемости *C.edule* в щетках составила 0-10 %, при этом, как правило, в щетке встречался только один экземпляр *C.edule*. Особи *C.edule* в щетке могут занимать как центральное, так и краевое положение. Следует отметить, что во всех щетках сердцевидки располагались над поверхностью

грунта. У 27 % моллюсков, не включенных в щетки, были обнаружены следы прикрепления биссуса. Средние значения линейных размеров раковины *C.edule*, встреченных вне щеток со следами биссуса и без них, не различаются 30,4±1,62 и 28,6±0,86 мм соответственно. Это может быть свидетельством того, что часто имеет место уход церастодерм из щетки, возможно, при нарушении целостности агрегации.

В щетки включаются *C.edule*, возраст которых превышает 3 года. Наиболее высока встречаемость моллюсков, возраст которых составляет 5-7 лет. Значения средних размеров *C.edule*, включенных в щетку, больше чем у живущих в грунте (длина раковины 30,1±0,81 и 20,2±0,72 мм соответственно). При этом, значение последнего годового прироста раковины *C.edule*, встреченных в щетке, оказывается ниже по сравнению с таковым у моллюсков, обнаруженных вне щеток. Это согласуется с результатами полевых экспериментов, проводившихся на литорали Ваттового Моря (Ramon, 1996) и показавших возможность существования негативных взаимоотношений между этими двумя видами в совместных поселениях.

Соотношение полов *C.edule* в щетках близко к 1:1, с незначительным преобладанием самок (54,8% самок и 45,2% самцов). Вымет половых продуктов у *C.edule*, включенных в щетки несколько задерживается по сравнению с нерестом особей, встреченных вне щеток – доля отнерестившихся моллюсков вне щеток составила 59,6 %, в щетках – 31,0%.

Низкая доля встречаемости *C.edule* в щетках может объясняться невысокими значениями плотности поселения этого вида на Мурмане (Генельт-Яновский, Полоскин, 2004). Возможно, крупные *C.edule* выполняют роль первичного твердого субстрата для образования новых щеток *M.edulis* на илисто-песчаной литорали. Мидии оказывают негативное влияние на физиологические процессы сердцевидок, такие как рост и развитие гонады. По-видимому, значительная часть *C.edule* может покидать щетки и продолжать жить вне щеток.

Герасимова Е.И., Ересковский А.В. Репродуктивные стратегии губок семейства Halichondriidae в Белом море

Исследования жизненных циклов мелководных губок арктического региона позволяют выявлять репродуктивные адаптации этих примитивных многоклеточных к нестабильной среде обитания. Губки семейства Halichondriidae широко распространены, достигая высокой биомассы в бореальных и арктических районах. Они представляют собой удобный объект для эколого-эмбриологических исследований. Целью настоящей работы является изучение гаметогенеза и эмбриогенеза в период гидрологического лета у трех видов семейства Halichondriidae в Белом море – *Halichondria panicea* (Pallas, 1766), *Halichondria sitiens* (Schmidt, 1870) и *Vosmaeria crustacea* Fristedt, 1885. Сбор губок производился ежедекадно в районе МБС СПбГУ в период с июня по сентябрь в 2004-2005 гг. *H. panicea* собирали с ризоидов *Laminaria saccharina* и со скал на глубинах 2-6 м, *H. sitiens* собирали с глубин 8-

12 м, главным образом, со скал и асцидий. *V. crustacea* собирали с глубин 10-18 м со смешанных грунтов. Фрагменты губок фиксировали жидкостью Буэна и обрабатывали по стандартным гистологическим методикам для изучения репродуктивных элементов. Оба вида *Halichondria* характеризуются живорождением и асинхронным гаметогенезом – как на индивидуальном, так и на популяционном уровне. Большая часть изученных экземпляров содержала либо женские, либо мужские гаметы, однако, отмечено несколько гермафродитных особей. В начале июня в хоаносоме *H. panicea* обнаружены превителлогенные ооциты и ооциты в начале вителлогенеза. Вителлогенные ооциты окружены слоем амебоцитов, богатых фагосомами, которые исчезают к моменту созревания яйца. В середине июля наряду с вителлогенными ооцитами появляются дробящиеся зародыши. К концу июля сформированные личинки концентрируются вокруг крупных водоносных каналов. Выход личинок происходит приблизительно в течение недели в конце июля - начале августа. Мужские гаметы на разных стадиях зрелости обнаруживаются с начала июня до начала августа. Морфология половых элементов *H. sitiens* сходна с таковой у *H. panicea*, однако, существенно отличаются сроки прохождения аналогичных стадий развития. Так, начало оогенеза и сперматогенеза регистрируется в конце июня. Зрелые ооциты появляются в конце июля, а дробящиеся зародыши наблюдались в период с начала августа до середины сентября, когда были проведены последние сборы. Выход личинок, по-видимому, происходит в конце сентября – начале октября. Гаметогенез *V. crustacea* имеет совершенно иной характер. Развитие гамет в пределах одной особи происходит синхронно, репродуктивные элементы распределяются в теле губки более или менее равномерно. В середине июня обнаружены молодые ооциты на стадии цитоплазматического роста. В июле – августе происходит вителлогенез. Вителлогенез существенно отличается от такового у *Halichondria*: вокруг ооцитов не наблюдается скопления специализированных амебоцитов. Сперматогенез проходит в августе. В середине сентября зрелые, заполненные желточными гранулами ооциты обнаруживаются возле крупных выносящих каналов. Характер оогенеза и сперматогенеза указывает на то, что представители этого вида являются яйцекладущими губками. Таким образом, существуют заметные различия в репродукции трех изученных нами видов. У относительно близких видов *H. panicea* и *H. sitiens* это различия в тактике, заключающиеся в разных сроках и скоростях прохождения гаметогенеза. Описанные различия, вероятно, связаны с особенностями распространения этих двух видов. *H. panicea* - широко распространенный бореальный вид, а *H. sitiens* – высокобореально-арктический вид. В то же время, *V. crustacea* характеризуется принципиально иной репродуктивной стратегией.

Работа поддержана грантом "Университеты России" № УР. 07.01.325.

Дякин А.Ю., Паскерова Г.Г. Строение покровов *Urospora travisiae* и *Urospora ovalis* - грегарин с разным типом движения

Для большинства грегарин характерно наличие в жизненном цикле внеклеточной питающейся стадии - трофозоита. При трансформации из спорозоита трофозоит сохраняет способность к движению. Оно осуществляется без видимого изменения формы тела, и поэтому его обозначают как скользящий тип движения. Скольжение становится возможным благодаря характерному и консервативному строению кортикальной зоны трофозоита. Пелликула альвеолярного типа формирует на поверхности клетки многочисленные пелликулярные гребни, которые армируются сложной системой внутриклеточных микротрубочек и микрофибрилл.

Однако некоторые грегарины приобретают иной тип движения или утрачивают подвижность. В первую очередь это характерно для представителей семейств Monocystidae и Urosporidae. На ультраструктурном уровне моноцистидах показано, что с изменением характера движения изменяется и структура кортикальной зоны (Фролов, 1991; Warner, 1968; Miles, 1968; MacMilan, 1973; Landers, Leander, 2005; Dyakin, Simdyanov, 2005 и др.).

Целью настоящего исследования является изучение при помощи сканирующего электронного микроскопа структуры кортикальной зоны двух грегарин, принадлежащих к сем. Urosporidae и обладающих разным типом движения (*Urospora travisiae* - скользящее движение и *Urospora ovalis* - метаболирующий тип движения).

Исследования проводили на МБС СПбГУ в период с 2003-2005 гг. Сбор полихет *Travisia forbesi* осуществлялся на верхних границах сублиторали губы Яковлева. Полихет вскрывали под бинокуляром без анестезии. Прижизненные наблюдения за грегаринами также проводили при помощи бинокуляра. Фотографирование осуществляли при помощи фотоаппарата Nikon CoolPix 4500. Для сканирующей электронной микроскопиии отдельные клетки грегарин обоих видов фиксировали глютаровым альдегидом, обезвоживали и высушивали методом критической точки (critical point drying), с последующим напылением платиной.

При вскрытии, в целомической полости полихет довольно часто обнаруживаются оба вида грегарин *U.travisiae* и *U.ovalis*. Однако наиболее многочислены трофозоиты *U.travisiae*. Они обладают V-образной формой, прикрепляясь вершиной к тканям хозяина, и непостоянным углом между лучами; концевые участки имеют выраженные перетяжки. В неприкрепленном состоянии эта грегарина демонстрирует скользящее движение, при этом лидирует либо один, либо другой луч, либо оба сразу. *U.ovalis* имеет овальную форму со слегка оттянутыми концами. Трофозоиты этой грегарины не прикрепляются к внутренним поверхностям тела полихеты, а свободно перемешаются в полости. Для этих грегарин характерен метаболический тип движени, который, в ряде случаев, напоминает амебоидное движение.

Сканирующая электронная микроскопия показала, что поверхность трофозоитов обеих грегарин несет пелликулярные гребни. Эти гребни располагаются параллельно оси клетки, или оси луча. У *U.travisiae* гребни

простираются на протяжении всей длинны луча, т.е. не прерываются в зоне дистальных перетяжек. В области угла, или перегиба лучей, гребни идущие по внутренней стороне переходят с одного луча на другой. Напротив, гребни идущие по внешней стороне, упираются в зону прикрепления.

У трофозоитов *U.ovalis* пелликулярные гребни располагаются на вторичных продольных складках покровов. Эти складки, также как и гребни, простираются от одного полюса клетки до противоположного. На каждой складке располагается до полутора десятков пелликулярных гребней.

Подобные примеры обнаруживаются и у моноцистид. К примеру, трофозоиты *Nematocystis magna* обладают метаболирующим типом движения, при котором вдоль вытянутого тела проходят перистальтические волны. При этом на поверхности клетки формируются вторичные продольные складки, и в значительной степени модифицируется кортекс (MacMillan, 1973).

Таким образом, среди представителей сем. Monocystidae и Urosporidae мы обнаруживаем примеры параллельной эволюции. Различные виды освоили сходные условия в различных хозяевах и приобрели сходные приспособления, максимально эффективные для паразитирования.

Козминский Е.В.*, Лезин П.А.* Формирование фоновой окраски раковины у полиморфного моллюска *Littorina obtusata* (Gastropoda: Prosobranchia)

* ББС ЗИН РАН

Изучено формирование окраски раковины у беломорских моллюсков *L.obtusata*. Установлено, что фоновая окраска раковины является результатом взаимодействия окрасок внешней и внутренней частей остракума и, в меньшей степени, гипостракума.

Окраска призматического слоя может быть моно- и дихроматической. В последнем случае, внешняя и внутренняя части остракума окрашены различно. Внешняя и/или внутренняя части остракума могут иметь пурпурную, оранжевую, желтую, белую и зеленоватую окраску, причем на практике встречается только часть возможных сочетаний. Из девяти возможных комбинаций пурпурной, оранжевой и желтой окраски частей остракума встречаются только восемь: сочетания пурпурной окраски внешней части остракума с желтой окраской внутренней не обнаружено. Зеленоватая окраска характерна для внешней части остракума и всегда ассоциирована с пурпурной окраской внутренней части раковины. Белая окраска встречается очень редко и обнаружена только во внешней части призматического слоя. Внутренняя часть остракума и гипостракум у таких особей окрашены в пурпурный цвет.

Внешняя или внутренняя части остракума могут быть депигментированы. Депигментация внутренней части призматического слоя обнаружена у литторин с пурпурной, оранжевой и желтой внешними частями остракума. Депигментация внешней части призматического слоя отмечена только у моллюсков с пурпурной окраской внутренней части остракума.

Наряду с окраской различных частей призматического слоя, на формирование фоновой окраски раковины влияют также общая толщина раковины, соотношение ралично окрашенных частей остракума и интенсивность их окраски.

Окраска эмбриональной раковины у всех особей одинакова. Различия по фоновой окраске становятся заметны по достижении моллюсками диаметра 1.8 - 1.9 мм, но особенности распределения пигментов и дифинитивный фенотип можно уверенно определить только у литторин с диаметром раковины 2.2 - 2.3 мм. Распределение пигментов в толще раковины не изменяется на протяжении всей жизни моллюсков, но отмечены изменения в интенсивности окраски и соотношении толщины различно окрашенных частей остракума.

Гипостракум может быть окрашен в пурпурный цвет или быть депигментированным. Иногда наблюдается чередование окрашенных и депигментированных участков. Однозначной связи с окраской частей остракума не обнаружено, но можно говорить об определенных тенденциях. Если внутрення часть остракума желтая или оранжевая, гипостракум, как правило, депигментирован. Если она пурпурная, то и гипостракум, как правило, окрашен в пурпурный цвет. В случае депигментации внутренней части остракума, у моллюсков с оранжевой и желтой окраской внешней части призматическог слоя гипостракум обычно бесцветный, а у моллюсков с пурпурной окраской – пурпурный.

Роль гипостракума в формировании фоновой окраски раковины невелика и сводится к общему потемнению окраски у литторин со светлоокрашенным призматическим слоем.

За фоновую окраску у литторин отвечают, по-видимому, четыре пигмента – пурпурный (вероятно, меланин), оранжевый и желтый (вероятно, каротиноиды) и белый (возможно, гуанидин). Зеленоватая окраска является, вероятно, результатом смешения желтого и пурпурного пигментов.

Анализ полученных данных показывает, что формирование окраски раковины находится под контролем нескольких групп генов. К первой относятся гены, отвечающие за синтез различных пигментов. Их мутации приводят к депигментации частей остракума. Ко второй относятся гены, отвечающие за неравномерное распределение пигментов в толще раковины. В нужный момент они запускают соответствующие программы синтеза и включения пигментов в формирующуюся раковину. К третьей группе относятся гены, плейотропно влияющие на окраску раковины, в частности, - гены-ослабители окраски.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 05-04-48056).

Комендантов А.Ю.*, Бахмет И.Н.**, Смуров А.О., Халаман В.В.*
Влияние изменения солености среды на частоту сердечных сокращений у беломорского моллюска *Hiatella arctica* L.
* ЗИН РАН; **Институт биологии КарНЦ РАН, Петрозаводск

Важным вопросом при изучении акклимации двухстворчатых моллюсков к какому-либо фактору среды является выбор тестируемой функции организма. Исследуемая функция должна быть не слишком трудоемкой для регистрации и закономерно меняться в процессе акклимации. Традиционно используемые методы (степень выдвинутости сифона, активность фильтрации, интенсивность биссусообразования) не всегда применимы для конкретного объекта. Мы апробировали возможность применения оценки сердечной активности при изучении соленостной акклимации *H.arctica*.

Частоту сердечных сокращений (ЧСС) моллюсков исследовали при помощи методики дистантной регистрации изменения объема сердечной мышц (плетизмограмма). Она основана на излучении инфракрасного света в область расположения сердца и записи отраженных лучей (Depledge, Andersen, 1990). ЧСС измерялась в количестве сердечных сокращений в минуту (сс/мин). Рассчитывались средние арифметические значения и их средние квадратические ошибки.

Эксперименты выполнялись по следующей схеме. В 5 аквариумов объемом 5 л поместили по 7 моллюсков с заранее приклеенными датчиками. Через сутки была начата регистрация ЧСС. Затем в 4 аквариумах (опыт) вода нормальной для Белого моря солености (25 ‰) сменялась на 4 варианта солености – 15, 20, 30 и 35 ‰, соответственно. Условия содержания в пятом аквариуме (контроль) оставались прежними. Регистрация ЧСС производилась сразу после изменения солености и далее через каждые 6 ч.

ЧСС моллюсков в контроле составила, в среднем, 11.2±0.5 сс/мин. За 14 дней эксперимента наблюдалась тенденция к понижению сердечной активности животных от 12.2 до 11.1 сс/мин, однако достоверных изменений не отмечено. ЧСС у моллюсков в контроле варьировала в широких пределах - от 7.1 до 16.0 сс/мин.

Помещение H. arctica в воду солености 15 ‰ и 35 ‰ вызвало резкое, на 85 % и 63 % соответственно, падение ЧСС. При этом у части моллюсков наблюдалась остановка сердечных сокращений, что никогда не отмечалось в стандартных условиях. В дальнейшем, в процессе акклимации, ЧСС подопытных моллюсков достигают уровня контроля на 8 и 9 сутки при соленостях 15 и 35 ‰ соответственно.

Вода, солености 20 и 30 ‰, оказала сходный эффект на сердечную активность H. arctica, однако понижение ЧСС происходило постепенно и достигло своего максимума только через сутки после воздействия. Степень понижения сердечной активности моллюсков была в 2 раза меньше, чем при соленостях 15 и 35 ‰. У части животных также отмечалось прекращение сердечной активности, однако этот эффект продолжался только в течение суток. Возврат ЧСС *H.arctica* к контрольному уровню происходил на 5-ые

сутки эксперимента, то есть на 3 суток раньше, чем при больших соленостях переноса.

В дальнейшем сердечная активность у животных, находящихся в воде при солености 20 ‰, не изменялась. Однако, в случае с соленостью 30 ‰ ЧСС моллюсков на 9 сутки эксперимента достоверно ($p<0,05$) превысила контрольный уровень на 15%.

Таким образом, ЧСС ведет себя также как и другие ранее применявшиеся показатели активности при изучении моллюсков (Бергер, 1986) и могут быть применены при изучении разнообразных физиологических воздействий на эти организмы.

Работа поддержана грантами РФФИ № 04-04-49801-а и № 03-04-49701-а.

Крупенко Д.Ю., Знаменская О.С. Экспериментальный анализ активности здоровых и зараженных партенитами трематод моллюсков *Littorina saxatilis*: реакция на световые и температурные стимулы

Литоральные беломорские моллюски *Littorina saxatilis* (Olivi) в природных популяциях характеризуются значительной неравномерностью пространственного распределения в зависимости от зараженности трематодами *Microphallus piriformes* и *M.pygmaeus*. Литторины, несущие спороцисты с инвазионными метацеркариями, в отличие от здоровых особей во время отлива локализуются преимущественно на поверхности камней и макрофитов, максимально подвергаясь воздействию факторов обсыхания и перегрева. Несмотря на то, что указанные особенности распределения многократно отмечались ранее, конкретный механизм, который мог бы его обеспечивать, остается неизвестным. Нами выдвинута гипотеза, в соответствии с которой различия в распределении здоровых и зараженных особей связываются с изменением поведения зараженных особей при повышении температуры. Предполагается, что по мере ухода воды и увеличения температуры в условиях прямого солнечного света, зараженные моллюски становятся менее подвижными, в отличие от здоровых, которые в этих условиях обычно перемещаются в более «закрытые» местообитания. Для проверки этой гипотезы предпринято экспериментальное исследование активности здоровых и зараженных особей *L.saxatilis* в условиях различного температурного режима и режима освещенности.

Моллюсков *Littorina saxatilis* собирали на корге у Левин-наволока (губа Чупа Кандалакшского залива Белого моря) с макрофитов и поверхности камней. До проведения эксперимента моллюсков содержали в аквариумах при температуре 18ºС. в течение 2-5 дней. Реакцию на свет тестировали в кювете с тонким слоем влажного грунта. Источник света (лампа накаливания, 60W) обеспечивал направленный световой пучок вдоль длинной оси кюветы. В каждом опыте, продолжительностью 5 минут измеряли длину трека каждого моллюска. Для обеспечения определённой температуры использовались два нагревательных элемента, установленных в наполненном водой контейнере, в котором располагалась кювета. Опыты проводились при температурах 24̊С и

28°С. Кроме того, при тех же температурах был проведён эксперимент, в котором отсутствовало освещение. После опытов моллюсков вскрывали для определения зараженности. В качестве анализируемых параметров были взяты, во-первых, длина траектории, и, во-вторых, частное от деления пройденного пути на длину траектории (оценка кривизны траектории). Для обработки полученных данных был использован двухфакторный дисперсионный анализ, а также критерии Фишера и Стьюдента.

Во всех экспериментах, в которых движение моллюсков стимулировалось светом, показано их преимущественное движение в направлении источника света (средняя доля особей, которые двигались по направлению к источнику света, среди подвижных литторин составила 80% и 55% для 24°С и 28°С соответственно), что подтверждает наличие устойчивого положительного фототаксиса у *Littorina saxatilis*. В то же время выраженность этой реакции различается в условиях разной температуры. Данные показали статистически значимое снижение активности *L. saxatilis* (по параметру длина траектории) при увеличении температуры с 24°С до 28°С ($F=8,1666$; $p=0,00796$). Обнаружены также различия в кривизне траекторий, которая существенно выше у моллюсков, протестированных в темноте по сравнению с особями, двигавшимися в условиях светового стимула ($F=19,05$; $t=4,80$). Однако ни в том, ни в другом случае не выявлено различий в реакциях здоровых и зараженных микрофаллидами группы «pygmaeus» особей.

Полученные результаты подтверждают важность температурных и световых стимулов для определения индивидуальных реакций литторин, но не позволяют принять высказанную гипотезу о роли температуры в формировании пространственной дифференцировки здоровой и зараженной частей популяции *L.saxatilis*.

Лоскутова З.И. Экологическая структура популяции беломорского моллюска *Onoba aculeus* (Gould, 1841)

Onoba aculeus – важный компонент фауны каменистой литорали Белого моря. Популяции этого моллюска характеризуются высокой плотностью поселения (Голиков, 1987). Однако, сведения о его экологии, жизненном цикле и структуре популяций практически отсутствуют. В нашей работе мы представляем начало комплексного исследования популяционной экологии *O.aculeus* на Белом море.

Моллюсков собирали на каменистой литорали небольшого (около 100 м^2) заливаемого приливом островка в районе Левин-наволока (губа Чупа, Кандалакшский залив Белого моря). Все пробы собраны 8.08.2005 во время отлива в верхней части пояса фукоидов. Для определения плотности популяции, анализа некоторых биоценотических связей и размерной структуры *O.aculeus* использовали количественные (0.025м^2) пробы из трех микробиотопов: с открытых участков гравия, с гравия покрытого макрофитами и с талломов макрофитов. Оценка соотношения полов и формы раковины проведена для сборов из двух микробиотопов (открытых участков гравия и с

макрофитов). Для исследования использовали по три пробы с каждого субстрата. Из них (и на фукоидах и на гравии): две пробы находились друг от друга на расстоянии 1 м, а третья - на расстоянии более 5 м от первых двух. Помимо *O.aculeus* в пробах количественно учитывали моллюсков *Hydrobia ulva* (экз.) и *Mythilus edulis* (биомасса, г), а также биомассу фукоидов.

Наибольшая средняя плотность *O.aculeus* отмечена на гравии – 206±108,3 экз./пл. В два раза меньше плотность поселения на гравии под макрофитами (111±31.1 экз./пл.). На талломах макрофитов средняя плотность равна 53±16,21 экз./пл. При анализе биоценотических связей *O.aculeu*s с популяциями других видов моллюсков показано, что значения плотности поселения положительно скоррелированы с биомассой *Mytilus edulis* ($r=0,63$, $p<0,05$). Связь плотности поселения *O.aculeus* и *H.ulvae* отсутствует. Также не выявлено связи между *O.aculeus* и обилием *Fucus vesiculosus*.

Общее соотношение полов в популяции сдвинуто в сторону большего количества самок (74,76% - самок и 25,24% самцов). Однако этот показатель статистически значимо различается в частях популяции, связанных с разными микробиотопами. Так, на гравии доля самцов составляет 15,7%, а в талломах фукоидов - 34,1%.

Размерная структура популяции *O.aculeus*, построенная на основе линейных параметров раковины храктеризуется унимодальностью; распределение высоты и ширины раковины близко к нормальному. Среднее значение высоты раковины 3.62±0.021 мм. Анализ формы раковины *O.aculeus*, обитающих в различных микробиотопах показал, что значения индекса раковины (соотношение ее ширины к высоте) существенно отличаются у моллюсков, собранных на гравии и на фукоидах ($F=12.65$; $p=0.01$). То есть, моллюски с гравия имеют более округлую раковину, а обитаюшие на фукоидах – более вытянутую. Важно, что помимо микробиотопических, обнаружена также значительная изменчивость формы раковины *O.aculeus*, связанная с принадлежностью к конкретной пробе, причем различия индекса раковины, незначимые в близко расположенных пробах, становятся существенными уже на расстоянии нескольких метров.

В целом полученные данные свидетельствуют о том, что поселение O.aculeus на относительно небольшом участке литорали, вероятно, представляет собой систему в значительной степени независимых группировок популяционного ранга. Эти группировки могут иметь свои особенности в различных типах микробиотопов. Даже в сходных местообитаниях структура популяции *O.aculeus* отличается в точках литорали, разделенных расстоянием в несколько метров. Это предположение представляется вполне правдоподобным, учитывая очень небольшой (по-видимому, не более метра) радиус индивидуальной активности особей.

Мухина Ю.И., Раилкин А.И., Гагаринова Н.Г., Чикадзе С.З., Ефремова С.М. Содержание беломорских губок в Морском аквариальном комплексе БиНИИ СПбГУ и наблюдения за их размножением и поведением личинок

В Морском аквариальном комплексе (МАК) Биологического НИИ Санкт-Петербургского государственного университета содержатся несколько видов губок из Белого моря, в том числе: *Polymastia arctica, Halisarca dujardini, Haliclona sp.* и другие. В аквариумах с губками круглогодично поддерживается низкая температура около 7-8 ^{0}С. Качество воды в аквариумах контролируется по 10 показателям, включая pH, соленость, содержание кислорода, соединений азота (нитратов, нитритов, аммония), фосфатов и кальция. Имеется специально разработанная и поддерживаемая высоко квалифицированными специалистами система регенерации морской воды, в технологический блок которой входят: холодовой агрегат, насосы, аэраторы, механический и бактериальный фильтры и пеноотделительная колонка для удаления избытка органических веществ. Периодически по результатам тестов на соединения азота и фосфора, но не реже одного раза в несколько месяцев, осуществляется частичная замена воды в аквариумах.

Более чем годичный опыт содержания губок в МАК показал, что они хорошо переносят условия континентальной аквариальной и периодически спонтанно размножаются бесполым и половым путями. У *Polymastia arctica* неоднократно наблюдалось образование почек размножения. Почки, имеющие размер около 0,5-1,0 мм и шарообразную форму, образуются на концах папилл и связаны с ними тонким тяжем. Почки содержат клеточный материал и выступающие над поверхностью радиально направленные спикулы. По мере созревания почки оказываются слабо связанными с папиллами и механически легко отрываются от них, переходя к самостоятельному существованию. Образование почек происходило через один-несколько месяцев после привоза полимастий с Белого моря.

Широко распространенные в Кандалакшском и Онежском заливах Белого моря представители рода *Haliclona* в начале января 2006 г., после 4-х месяцев содержания в аквариуме, выметали личинок. Свободноплавающие личинки молочно-белого цвета, имеют овальную форму. Их размер составляет около 200 мкм. Плавая, личинки вращаются вокруг передне-задней оси тела по часовой стрелке. Они полностью цилиированы за исключением клеток заднего полюса, где располагается кольцо пигментированных клеток темно-коричневого цвета. Расселительная стадия в условиях МАК длится несколько дней. Личинки предпочитают оседать на вертикальные поверхности. Они массово оседают на стеклянную стенку аквариума на уровне кромки воды. Перед оседанием скорость плавания личинок уменьшается. Они медленно плавают вблизи субстрата, вращаясь вокруг своей оси. Прикрепление осуществляется передним полюсом или переднебоковой поверхностью. Во время прикрепления личинки не вращаются. Однако в процессе прикрепления наблюдается активное согласованное биение жгутиков, которое продолжается около 40-60 мин. Прикрепляясь, личинки распластываются по субстрату и принимают форму диска с пигментированным кольцом в центре.

Губки, содержащиеся в МАК, используются и будут использоваться в научном и учебном процессе УНЦБиП СПбГУ.

Николаев К.Е.*, Зайцева М.А. Исследование зависимости восприимчивости беломорской мидии (*Mytilus edulis*) к заражению церкариями *Himasthla elongata* (Trematoda, Echinostomatidae) от размера хозяина

* ЗИН РАН

На Белом море трематода *Himasthla elongata* относится к числу наиболее широко распространенных паразитов птиц. Жизненный цикл проходит с участием двух промежуточных хозяев, роль первого играют литоральные моллюски р. *Littorina*, а второго – мидии. Заражение мидий метацеркариями *H. elongata* на Белом море велико. На литорали губы Чупа практически невозможно найти популяцию мидий, свободную от инвазии *H. elongata*. Личинки обычно локализуются в тканях ноги, что может нарушать процесс образования биссуса и движение мидий.

Настоящее исследование выполнено на базе Беломорской биологической станции ЗИН РАН им. академика О.А.Скарлато в июне-сентябре 2005 г. Мидии разного размера (длина раковины от 4 до 69 мм), предназначенные для экспериментального заражения церкариями *Himasthla elongata*, были собраны с искусственных субстратов марикультуры в губах Кривозерская и Круглая, где заражение метацеркариями этого паразита отсутствует. В зависимости от длины раковины, моллюски были условно разбиты на 7 размерных классов. Источником церкарий для лабораторных экспериментов послужили естественно зараженные редиями *H. elongata* моллюски *L. littorea*, которые были собраны на литорали в окрестностях ББС. Для получения церкарий, зараженных моллюсков рассаживали в емкости объемом 70 мл с морской водой, которые выдерживали на открытом воздухе при дневной освещенности в течение 2 ч. Выделившихся церкарий при помощи пипетки переносили в кристаллизаторы объемом 300 мл (по 25 экз. церкарий в каждый кристаллизатор), в которые помещали и мидий. Через 1 сутки с начала эксперимента мидий вскрывали, причем предварительно у них измеряли длину раковины. Мягкие ткани моллюсков продавливали между двумя предметными стеклами и просматривали под бинокуляром. При этом производили подсчет числа инцистированных метацеркарий *H. elongata*. При постановке полевого эксперимента мидии, свободные от инвазии *H. elongata*, были помещены в садки, которые были выставлены на участке литорали луды около о. Гусиный (архипелаг Кемь-луды). Ранее было установлено, что в литоральном сообществе этой луды присутствуют литторины (*Littorina saxatilis* и *L. obtusata*), зараженные редиями *H. elongata*. Срок экспозиции садков составил два месяца (с июля по сентябрь). Затем мидии были вскрыты по вышеприведенной методике. По результатам вскрытий мидий в обоих экспериментах подсчитывался индекс обилия (среднее число паразитов в одной особи хозяина) (ИО) для каждого размерного класса моллюсков.

Обнаружена четкая зависимость восприимчивости мидий к заражению церкариями *H. elongata* от размера хозяина. ИО возрастает с увеличением размера мидий, достигая своего максимума для моллюсков с длиной раковины 13-29 мм (15.8±0.5 метацеркарий на особь в лабораторном эксперименте, и 8.4±1.2 метацеркарии на особь в полевом эксперименте). Затем наблюдается непрерывное снижение ИО, и у наиболее крупных мидий (длина раковины 61-69 мм) его значение составляет 0.1±0.06 и 3.4±0.8 метацеркарий на особь, соответственно. Выявленная закономерность в возрастной динамике восприимчивости мидий к заражению церкариями *H. elongata* пока не поддается однозначной трактовке. Она может быть связана с такими зависимыми от размера (и, соответственно, возраста) особенностями жизнедеятельности моллюсков как увеличение скорости тока воды через сифоны, огрубление покровов или усиление реакций иммунного ответа. Работа выполнена в рамках проекта РФФИ 04-04-49439.

Николаева М.А., Шунатова Н.Н., Халаман В.В.*, Беляева Д.В.*, Яковис Е.Л. О выборе субстрата личинками асцидий *Styela rustica* (L.)

* ЗИН РАН

Организация бентосных сообществ, в которых доминируют прикрепленные организмы, подчиняется ряду закономерностей. В частности, для таких систем характерно дифференциальное использование различных (часто биогенных) субстратов разными видами. В основе топической приуроченности лежат неравномерное пополнение или неравномерная смертность. В то же время, сама неравномерность заселения различных субстратов может, особенно в случае если ее демонстрируют виды-эдификаторы, составить основу аутогенной сукцессии.

В ходе многолетних исследований сообщества, связанного с агрегациями балянусов и асцидий в окрестностях Соловецких островов, мы выяснили, что на раковинах *Serripes groenlandicus* (Bivalvia), наиболее распространенном на местных илисто-песчаных грунтах твердом субстрате, доминируют *Balanus crenatus*, а уже на их поверхности часто встречаются асцидии *Styela rustica*. Полевые эксперименты показали, что на субстраты (раковины *Serripes*), устанавливаемые в июле, судя по их состоянию на следующий год, оседают лишь личинки балянусов; молодь асцидий здесь не обнаруживается (в то время как в тот же период ее можно найти в изобилии на балянусах в естественных друзах). В качестве возможных гипотез, объясняющих такую топическую приуроченность, мы рассматривали (1а) предпочтение личинками асцидий свободных от заиления поверхностей, каковыми являются домики балянусов или (1б) предпочтение личинками домиков живых балянусов иным субстратам. Альтернативные гипотезы подразумевали (2) ведущую роль сезонной очередности оседания балянусов и асцидий или (3) дифференциальной смертности асцидий непосредственно после оседания. Настоящая работа посвящена экспериментальной проверке двух вариантов (1а и 1б) первой гипотезы.

Эксперимент был проведен в сентябре 2005 г. на ББС ЗИН РАН (губа Чупа, Кандалакшский залив, Белое море). В лаборатории при постоянной температуре +10°С, в семи аквариумах (20 л) с непроточной морской водой при постоянной аэрации личинкам *S. rustica* предлагали ряд субстратов (в скобках указана средняя суммарная площадь поверхности соответствующего субстрата по 7 опытам): чистые раковины *Serripes* (213±18 см^2), друзы *B. crenatus* (по 2 в каждом аквариуме) на раковинах *Serripes* (средняя площадь не занятой балянусами поверхности 24±10 см^2), включающие живых (145±27 см^2) и домики погибших балянусов (21±13 см^2), и плексигласовые пластины (55 см^2, по 5 на опыт). Вначале в каждый аквариум добавили 100 мл жидкого ила, так что после его оседания на всех субстратах образовался слой толщиной около 2 мм. При этом все живые, активно питающиеся *B. crenatus* смогли очистить дистальные поверхности своих домиков и подвижные таблички от ила. Через сутки в аквариумы добавили оплодотворенные яйца *S. rustica*. После 10 дней экспозиции на субстратах учитывали число осевших личинок.

Дисперсионный анализ показал, что тип субстрата влияет на плотность оседания личинок *S. rustica*. С наибольшей плотностью личинки асцидий оседали на контрольные плексигласовые пластинки (5,57±0,04 экз./см^2, N=35), а из предложенных естественных субстратов предпочитали заиленную поверхность раковин *Serripes*, причем плотность не различалась достоверно на тех из них, на которых обитали балянусы, и чистых раковинах (2,49±0,10 экз./см^2, N=14 и 1,88±0,03 экз./см^2, N=42 соответственно). С меньшей плотностью асцидии оседали на поверхность домиков балянусов (0,32±0,05 экз./см^2, N=28), предпочитая живых (0,45±0,03 экз./см^2, N=28) погибшим (0,19±0,02 экз./см^2, N=28). Важно, что плотность личинок асцидий, осевших на внутреннюю поверхность неподвижных и подвижные таблички живых балянусов, была достоверно выше (0,71±0,08 экз./см^2), чем плотность на других участках домиков живых и погибших балянусов. В то же время, именно такая их локализация предположительно опаснее иных и для асцидий, и для балянусов.

Полученные результаты свидетельствуют, что низкая численность *S. rustica* на заиленных раковинах *Serripes*, наблюдаемая в природе, вероятно, является следствием гипотетических механизмов 2 и 3, но никак не 1а и 1б.

Исследование поддержано РФФИ (гранты 05-04-48927А, 03-04-49701А и 05-04-63041К).

Островский А.Н. Основные этапы эволюции полового размножения мшанок отряда Cheilostomata (Bryozoa: Gymnolaemata)

Комплексное исследование представителей 65 семейств хейлостомных мшанок (включая около 40 видов из состава беломорской фауны), показало, что важнейшей составляющей эволюционного успеха отряда Cheilostomata явилось приобретение ими новых репродуктивных стратегий и, как следствие, лецитотрофной личинки. В ходе эволюции изменились все основные

компоненты полового размножения: (1) оогенез, (2) оплодотворение и (3) вынашивание.

Основой перехода от планктотрофии к лецитотрофии (от 1-й ко 2-й репродуктивной стратегии) явилось изменение характера оогенеза, выразившееся в увеличении размеров ооцитов за счёт аккумуляции большего количества запасных веществ. Другими следствиями этого перехода стали также (1) постепенное уменьшение числа яиц, формируемых зооидом, (2) переход к последовательному созреванию женских половых клеток в оварии, (3) изменение структуры яичника, и (4) сокращение продолжительности эмбриогенеза.

В пределах отряда лецитотрофия и забота о потомстве возникали неоднократно, по крайней мере, 7 раз. Вынашивание же появлялось каждый раз, когда возникала лецитотрофия, компенсируя сокращение числа потомков. Впоследствии в некоторых группах независимо возникло плацентарное питание, в свою очередь, повлекшее за собой изменение оогенеза.

Переходы к лецитотрофии, а также приобретение плаценты, предположительно, были обусловлены внешним фактором – повышением количества пищи (фитопланктона).

В пределах отряда Cheilostomata осуществился переход от внутрицеломического к раннему интраовариальному оплодотворению. Впоследствии интраовариальное оплодотворение стало триггером начала вителлогенеза. Приобретение клеток-нянек также могло быть следствием перехода к раннему оплодотворению, вызвавшему нарушение цитокинеза оогония.

Выводковые камеры у Cheilostomata возникали неоднократно на основе модификации шипов, кенозооидов или из мембраны оплодотворения. Основными тенденциями в эволюции вынашивающих структур Cheilostomata были (1) интеграция зооидов, образующих выводковую камеру (овицеллу), (2) редукция дистального овицеллонесущего зооида, (3) погружение выводковой полости, редукция ооэция и, как следствие, возникновение внутренних выводковых сумок, и (4) изменение способа закрывания отверстия овицеллы.

Раилкин А.И., Бесядовский А.Р.* Экспериментальная модификация химической структуры придонного слоя

* Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

Исследования, выполненные в предшествующие годы при финансовой поддержке РФФИ (гранты №№ 01-04-48822, 02-04-69093, 03-04-63090) показали, что сообщества бентоса могут модифицировать физическую (турбулентную) структуру придонного слоя. Основной целью настоящей работы была проверка гипотезы о возможности модификации бентосными сообществами химической структуры придонного слоя. Идея экспериментального создания придонных слоев с заданной химической структурой, в том числе с химической структурой, отвечающей структуре придонных слоев, населенных массовыми видами бентосных организмов,

состоит в следующем. В качестве источника, задающего химическую структуру придонного слоя («запах») используется бентосное сообщество. Изучается формирование нового сообщества под влиянием «запаха» уже существующего сообщества.

Практически это достигалось следующим образом. На горизонтально расположенные вдоль течения пластины подавался дополнительный поток, несущий условный «запах» массового поселения бентосных организмов.

Этот поток создавался с помощью отклоняющего экрана, находящегося под пластинами на некотором расстоянии от стенда.

Параметры отклоняющего экрана (угол наклона, расстояние его нижнего края от дна и верхнего края от пластин) определялись экспериментально в аэродинамической трубе. Скорость потока в трубе соответствовала характерным скоростям течения в районе исследования. Оптимальным считался вариант, когда дополнительный поток, содержащий «запах», в районе пластин был параллелен основному набегающему потоку. Это достигалось при следующих условиях: угол наклона экрана к горизонту – около 30 градусов, расстояние от дна – 30 см, от пластин – 75 см при длине экрана 50 см.

В модельных экспериментах в качестве бентосных сообществ – источников «запаха» – были использованы моллюски мидии *Mytilus edulis* и зеленые водоросли кладофора *Cladophora fracta*. Эти объекты располагались в нижней части экрана перпендикулярно генеральному течению на горизонтальном лотке с таким расчетом, чтобы по возможности не возмущать поток физически. Таким образом, в экспериментах на пластины подавался «запах» мидий или кладофоры, в контрольном варианте – просто морская вода. Размер пластин составлял 5x10 см, они были изготовлены из химически инертного материала – оргстекла. В каждом эксперименте использовали по 7 горизонтально ориентированных, собранных в стопку пластин, причем соседние пластины отстояли друг от друга на расстоянии 2,0-2,5 см. При определении видового и численного состава крайние пластины (верхнюю и нижнюю) не учитывали, так как условия формирования сообществ на них несколько отличались от других пластин. Эксперименты были поставлены в проливе Оборина салма губы Чупа (Кандалакшский залив, Белое море), рядом со стендом № 3. Длительность опытов составила около полутора месяцев.

Было установлено, что скопление мидий не влияло на оседание. Плотность оседания трех видов моллюсков и асцидий (другие бентосные организмы оседали в единичном числе) в этом варианте и в контрольном случае достоверно не различались. В то же время «запах» кладофоры в несколько раз увеличивал интенсивность оседания двустворчатых моллюсков (*Mytilus edulis*, *Hiatela arctica*, *Heteronomia squamula*), а также асцидии *Molgula citrina* на химически инертные пластины. Таким образом, использованный методический подход позволил химически модифицировать придонный слой, в котором происходило оседание бентосных организмов. Благодаря этому оказалось возможным также выявить сообщество водоросли кладофоры как источник запаха, который существенно влиял на оседание бентосных организмов и формирование сообществ.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 05-04-48072.

Раилкин А.И., Гагаринова Н.Г. Оседание бентосных организмов и пополнение сообществ в придонном слое с модифицированной турбулентностью

Как было показано ранее, придонный слой прибрежных районов Белого моря характеризуется значительной турбулентностью, которая обусловлена как рельефом дна, так и населяющими его бентосными организмами. Погодные условия почти не оказывают влияния на турбулентность и скоростные характеристики придонного слоя. Целью настоящего исследования было изучение оседания и пополнения в условиях искусственно измененной турбулентности, что достигалось экспериментально с использованием специально разработанных и сконструированных гидродинамических решеток, одни из которых (турбулизирующие) усиливали, а другие (ламинаризирующие) ослабляли естественную турбулентность.

Эксперименты были выполнены с 12 июня по 13 августа 2005 г. на стендах №1 и №2 в проливе Подпахта губы Чупа Кандалакшского залива Белого моря. Гидрофлюгеры с горизонтальными пластинами (5х10 см) из оргстекла с решетками или без них (в контроле) были установлены на придонном стенде на расстоянии 1 м от дна с возможностью вращения при изменении направления течения. Средняя скорость течения по результатам суточных гидрологических съемок составляла на стендах №1 и №2 соответственно: 4,0-6,0 и 4,8-6,4 см/с, турбулентность, оцененная коэффициентом горизонтальных турбулентных пульсаций, – 1,4 и 0,7 см^2/с. Анализ частот распределения скоростей течений показал, что динамическая активность вод придонного слоя была выше на стенде №2.

Было установлено, что в отношении динамического (скоростного) фактора прикрепленные бентосные организмы можно разделить на две группы: лучше оседающие в условиях более быстрого течения на стенде №2 или, напротив, – в условиях более медленного течения на стенде №1. К первой группе относятся красные водоросли (доминировали *Polysiphonia sp.*, *Ceramium rubrum*), полихеты, среди которых монопольно доминировала Circeis armoricana, двустворчатые моллюски мидии *Mytilus edulis* и, возможно, мшанки (доминировала *Lichenopora sp.*). Во вторую группу входят бурые водоросли (доминировали *Ectocarpus sp.*, *Pylaliella sp.*), сидячие инфузории фолликулины, гидроидные полипы (доминировала *Gonothyraea loveni*) и брюхоногие моллюски класса гастропода, которые были представлены примерно в равном и незначительном количестве моллюсками *Hydrobia ulva*, *Littorina spp.* и *Epheria vincta*.

В результате проведения экспериментального исследования с использованием гидродинамических решеток, модифицирующих естественную турбулентность, было установлено, что большинство изученных видов предпочитают в большем количестве оседать в условиях естественной или дополнительно усиленной турбулентности. К гидробионтам, лучше оседающим в более турбулентной среде, можно отнести: споры красных и бурых водорослей, инфузорий фолликулин, личинок полихет и моллюсков. Возможно, мшанки (точнее их личинки) в дальнейшем будут выделены в отдельную

группу, представители которой лучше оседают в условиях сглаженной турбулентности и более выраженной ламинарности потока. Однако для решения этого вопроса необходимы дальнейшие исследования. Лучшее оседание многих видов в условиях естественной или повышенной турбулентности хорошо объясняет адаптацию бентосных организмов к обитанию в придонном слое, характеризующимся значительной турбулентностью.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 05-04-48072.

Раилкин А.И., Гагаринова Н.Г., Дашко О.Ю.* Корреляции между весом детрита и плотностью обрастания на экспериментальных пластинах

* Государственный политехнический университет

При изучении обрастания методом экспериментальных субстратов, например, пластин, обычно определяют видовой и количественный состав обрастания, плотность или биомассу. Однако на пластинах всегда в том или ином количестве присутствует детрит, который редко учитывается при изучении микрообрастания и фактически не принимается во внимание при исследовании макрообрастания. Вместе с тем, детрит, в состав которого входят не только отмершие растительные и животные остатки, но также в значительном количестве микроорганизмы (бактерии, диатомовые водоросли, простейшие), коловратки, олигохеты, нематоды, ракообразные и другие организмы может, в свою очередь, становиться одним из факторов обрастания.

Мы изучили корреляцию между количеством детрита и плотностью отдельных видов и групп обрастателей. Эксперименты были выполнены в проливе Подпахта губы Чупа (Кандалакшский залив, Белое море) на стенде № 1 с 12 июня по 7 сентября 2005 г. Пластины размером 5х10 см, изготовленные из оргстекла и матированные наждачной бумагой, экспонировали в горизонтальном положении на гидрофлюгере на глубине 6 м в 1 м от дна. В двух сериях опытов перед пластинами помещали гидродинамические решетки – турбулизирующие, усиливающие естественные турбулентные пульсации, или ламинаризирующие, ослабляющие их. В контрольной серии такие решетки отсутствовали. Количество пластин в каждой серии было равно 7. Однако верхнюю и нижнюю пластины обычно в расчеты не принимали, так как условия формирования на них обрастания несколько отличались от остальных пластин. Количество детрита на пластинах определяли по его сухому весу (высушивание при 105^0С), предварительно тщательно отделяя детрит от макроорганизмов, особенно от моллюсков, наличие которых могло бы существенно увеличить вес детрита. В процессе изучения обрастания делали две съемки: одну – 13 августа, другую – 7 сентября.

В обрастании было обнаружено около 30 видов, из которых массовыми были красные (*Polysiphonia sp., Ceramium rubrum*), бурые (*Ectocarpus sp., Pylaliela sp.*) и зеленые (*Cladophora fracta и C.rupestris*) водоросли, инфузории фолликулины, двустворчатые моллюски (*Mytilus edulis, Hiatella arctica*), полихеты *Circeis armoricana* и мшанки (в особенности *Lichenopora sp.*).

Плотность водорослей и моллюсков была достоверно выше на верхней стороне, а фолликулин, полихет и мшанок – на нижней стороне пластин (P<0,05 или <0,01). Достоверная корреляция между количеством детрита и плотностью обрастателей по ранговому коэффициенту корреляции Спирмена была обнаружена для мидий (rs=+0,626, p<0,0001), красных (rs=+0,587, p<0,01), бурых (rs=+0,741, p<0,0001) и зеленых (rs=+0,551, p<0,01) водорослей. Во всех других случаях положительная корреляция была либо недостоверной, либо отрицательной (для нематод и полихет). Таким образом, между плотностью обрастателей и количеством детрита на экспериментальных пластинах нет однозначной зависимости. Высокая корреляция между этими показателями для мидий и водорослей, вероятно, не случайна. Как было установлено ранее (Раилкин, 2000; Railkin, 2004), мидиевое обрастание в сильной степени зависит от наличия на субстрате микрообрастания, в особенности нитчатых колониальных диатомовых водорослей, таких как *Melosira moniliformis, Berkeleya rutilans, Rhabdonema minutum, Fragilaria spp.* и *Tabellaria fenetrata*. Некоторые из них в массе были встречены в детрите, что, возможно, объясняет обнаруженную корреляцию.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 05-04-48072.

Слюсарев Г.С., Манылов О.Г. Нервная система *Loxosomella marisalbi* (Entoprocta = Kamptozoa)

Нервная система одиночной внутрипорошицевой мшанки *Loxosomella marisalbi* выявлялась методом лазерной конфокальной микроскопии тотальных препаратов, окрашенных антителами к серотонину и FMRF-амиду. Всего исследовано 30 хорошо окрашенных экземпляров. Нервная система *L. marisalbi* имеет отчетливо выраженную билатеральную симметрию. Основным ее элементом является нервное кольцо, расположенное в основании лофофора. Под каждым из 8 щупалец имеется ганглиеподобное расширение кольца. Самые крупные ганглии (фронтальные ганглии нервного кольца) расположены под двумя щупальцами на фронтальной стороне тела. Каждый ганглий включает в себя не менее 12 иммунопозитивных клеток. По бокам от фронтальных ганглиев лежат ганглии меньшего размера (латеральные ганглии нервного кольца). Самые мелкие ганглии расположены на абфронтальной стороне тела под каждым из четырех щупалец. От каждого ганглия отходит нервный ствол, который идет вдоль щупальца, несколько не достигая его конца. От середины фронтального ганглия отходит короткий отросток, направленный к ротовому отверстию. Он раздваивается и его отростки, огибая ротовое отверстие, заканчиваются нервными узлами по углам щелевидного рта. От каждого фронтального ганглия отходит по три нервных отростка, два из которых тянутся во фронто-латеральном направлении и заканчиваются нервными узлами в средней части чашечки. Два самых длинных отростка тянутся в направлении подошвы и вливаются в небольшой ганглий, расположенный на фронтальной стороне тела между чашечкой и ногой. От последнего отходят четыре отростка, которые оканчиваются несколько не

доходя подошвы. Вся нервная система *L. marisalbi* залегает поверхностно под эпителиальными клетками.

Результаты исследования нервной системы Entoprocta не позволяют однозначно охарактеризовать филогенетическое положение этой группы. В частности, план строения их нервной системы не обнаруживает общих черт с таковым мшанок. Специального сходства с нервной системой моллюсков, с которыми в последнее время сближают Entoprocta, также не обнаружено.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 04-04-48214).

Старунов В.В., Тихомиров И.А. Развитие постларвальных параподий *Nereis virens* (Sars, 1835)

Nereis virens (Sars, 1835) – массовый вид беломорской фауны. В настоящее время этот вид стал одним из модельных для изучения процессов развития. Однако, несмотря на столь активное изучение, многие морфологические процессы развития изучены ещё не достаточно. Целью работы было изучение развития постларвальных параподий *Nereis virens* с помощью методов сканирующей электронной микроскопии.

Материал собран летом 2004 года в окрестностях о. Средний (губа Чупа Кандалакшского залива Белого моря). Червей выращивали из личинок, полученных в ходе искусственного оплодотворения в лаборатории. В работе использовали экземпляры, имеющие примерно 50-70 сегментов в составе тела, находящиеся в процессе анаморфного роста. Червей обездвиживали 10% раствором MgCl. Задние концы отрезали, фиксировали глютаровым альдегидом, обезвоживали и высушивали при критической точке. Далее производили напыление золотом. Исследование образцов выполняли с использованием сканирующего электронного микроскопа Jeol JSM 35C.

В туловищном отделе параподии имеют не одинаковое строение. Первые два сегмента отличаются по строению от последующих и, по происхождению, являются ларвальными. Кпереди от пигидия расположена зона роста, в которой закладываются новые постларвальные сегменты. На последних 10-11 сегментах происходит последовательное развитие параподий. Поэтому в этой части тела червя можно наблюдать последовательные стадии развития параподий. Конечности остальных туловищных сегментов имеют принципиально одинаковое строение. Только что образовавшиеся сегменты ещё не имеют зачатков параподий. Граница между сегментами выражена плохо, поэтому точно определить по сканограммам число сегментов в этом отделе тела трудно.

Полученные данные свидетельствуют о том, что сначала на боковых поверхностях сегмента образуются выросты в виде бугорков. Затем на бугорках отрастает спинной усик и обособляется средняя лопасть нотоподии. Далее по мере развития появляются брюшной усик и брюшная лопасть (невроподия). На невроподии вскоре появляется невроподиальный бугорок. Затем на нотоподии формируется спинная лопасть. Чуть позже на невроподиальном бугорке появляются щетинки (неврохеты). Развитие завершается появлением нотоподиальных щетинок (нотохет) и образованием нотоподиального бугорка.

Далее строение параподий остается неизменным, но происходят изменения, связанные с ростом параподии (увеличение размеров и изменение пропорций). Окончательное формирование постларвальных параподий осуществляется за время образования 10-11 новых сегментов в зоне роста.

В онтогенезе постларвальных параподий можно отметить определенную последовательность развития. Спинной усик появляется немного раньше брюшного и растет быстрее последнего. Спинная лопасть формируется гораздо позже спинного усика, примерно тогда, когда он почти достигает дефинитивного состояния. Как отмечалось ранее, параподии первых двух сегментов по своему строению отличаются от всех остальных сегментов тела. Эти сегменты соответствуют второму и третьему ларвальным сегментам метатрохофоры. Параподии этих сегментов имеют редуцированную нотоподию, в то время как невроподия у них развита нормально и соответствует по своему строению невроподиям постларвальных сегментов. Таким образом, у параподий ларвальных сегментов редуцирована та часть, которая в онтогенезе параподий постларвальных сегментов образуется в последнюю очередь. При регенерации заднего конца тела червя наблюдается аналогичная последовательность в формировании параподий туловищных сегментов.

Федоров Г.К. Морские клещи (Acari, Halacaridae) губы Чупа Кандалакшского залива Белого моря

До настоящего времени из Белого моря было известно 2 вида клещей семейства Halacaridae: *Thalassarachna basteri* (Johnston, 1836) и *Copidognathus latus* Viets, 1927. Эти данные принадлежат И.И.Иванову и относятся к 1951 году. В дальнейшем никаких исследований фауны халакарид Белого моря не проводилось. Следует отметить, что при этом мировая фауна халакарид изучена довольно хорошо, и на данный момент насчитывает около семисот видов.

Составляя значительную часть мейобентоса вместе с нематодами, турбелляриями, мелкими моллюсками, халакариды не могут не играть значительной роли в морских биоценозах. По данным В.В.Гальцовой и А.М.Шереметевского (1985) в Белом море численность халакарид может составлять до двух процентов от общей плотности поселений мейобентоса. В некоторых пробах мейобентоса средний вес халакарид может достигать шестидесяти восьми микрограмм, а количество экземпляров колеблется от трех до десяти тысяч экземпляров на квадратный метр, что больше, чем эти же показатели для турбеллярий, олигохет, полихет. Однако при этом халакариды Белого моря остаются очень слабо исследованной группой. В результате работы на МБС СПбГУ в 2005 году получены новые данные, которые позволили расширить список видов халакарид, обитающих в Белом море. Все сборы проводились в акватории губы Чупа на литорали и сублиторали с 17 июня по 7 сентября 2005 года.

Помимо двух упоминавшихся видов, обнаружено еще 6 видов, не указанных ранее для фауны Белого моря. Таким образом, с учетом наших данных, беломорская фауна халакарид насчитывает 9 видов, относящихся к семи родам четырех подсемейств.

Семейство Halacaridae Murray, 1877

Подсемейство Halacarinae Murray, 1877

Halacarellus Viets, 1927

1. *H. balticus* (Lohmann, 1889)
2. *H. floridiarum* (Lohmann, 1889)

Thalassarachna Packard, 1871

3. *Th. basteri* (Johnston, 1836)

Подсемейство Copidognathinae Bartsch, 1983

Copidognathus Trouessart, 1888

4. *C. latus* Viets, 1927

Подсемейство Rhombognathinae Viets, 1927

Rhombognathoides Viets, 1927

5. *Rh. pascens* (Lohmann, 1889)

Rhombognathopsis Viets, 1927

6. *Rh. seahami* (Hodge, 1860)
7. *Rh. seahami var. rhomboides* (Sokolov, 1951)

Подсемейство Lohmannellinae Viets, 1927

Lohmannella Trouessart, 1901

8. *L. falcata* (Hodge, 1863)

Scaptognathus Trouessart, 1889

9. *S. trouessarti* Halbert, 1915.

Хайтов В.М.*,**, Теровская Е.В.** Морфологические различия между самками равноногих раков разных видов рода *Jaera*: возможное решение старой проблемы

* Кандалакшский государственный природный заповедник;

** Лаборатория экологии морского бентоса (гидробиологии) ГОУ СПбГДТЮ

В Северной Атлантике обитает пять близкородственных видов равноногих раков рода *Jaera*, объединяемых в группу «*Jaera albifrons*». В Белом море отмечены три вида этой группы: *J.praehirsuta* (*Jp*), *J.albifrons* (*Ja*) и *J. ischiosetosa* (*Ji*). Особенностью группы «*Jaera albifrons*» является то, что видовая идентификация проводится только при анализе признаков, наблюдаемых у самцов. Считается, что самки видов данной группы морфологически не отличаются.

В предыдущих работах нами было высказано предположение, что между самками данных видов существуют морфологические различия, связанные с параметрами участка тела, названной нами «копуляторная зона» (участок дорзальной поверхности от границы между 4 и 5 торакальными сегментами, где располагаются отверстия дорзальных влагалищ, до заднего края плеотельсона).

Материал был собран в мае-июне 2005 г. на двух участках литорали Южной губы о. Ряжкова (Кандалакшский залив). На каждой станции производился смыв животных с субстратов. На первой станции (расположенной в устье ручья) смыв производился с камней. На второй (расположенной вне зоны действия ручья) – с фукоидов. Видовой состав на первой станции (при анализе самцов): 12% (*Ja*), 88%(*Ji*), 0% (*Jp*); на второй: 47% (*Ja*), 1%(*Ji*), 52% (*Jp*).

Живые особи использовались в экспериментах двух типов: «смесь» и «чистая выборка». В первом типе экспериментов животные, собранные с разных станций, объединялись и помещались в один аквариум, во втором – содержались отдельно. Во время экспериментов (продолжительностью от 24 до 48 часов) были отловлены спаривающиеся особи. Каждая пара была зафиксирована этиловым спиртом в отдельную пробирку. У всех особей была измерена длина тела и длина копуляторной зоны. Кроме того, для самок была определена относительная длина копуляторной зоны (ОДКЗ). Последний параметр рассматривался после φ-преобразования Фишера. У самцов, в каждой из пар был определен вид.

Сравнение с помощью критерия Манна-Уитни выборок из ст.1 и ст.2 («чистая выборка», таблица 1) показало, что самки, выбранные самцами *Ji*, имеют достоверно большее значение медианы ОДКЗ, чем самки *Jp* (пар, образованных самцами *Ja*, получено не было). Аналогично, в экспериментах «смесь» самки, выбранные самцами *Ji*, имели достоверно большее медианное значение ОДКЗ, чем самки, выбранные самцами *Ja* и *Jp*. Различия между ОДКЗ самок, выбранных *Jp* и *Ja*, были недостоверны. Однако сравнение абсолютных значений длины копуляторной зоны показало, что самки, выбранные самцами *Jp*, имеют достоверно большее значение этого параметра, чем самки, выбранные *Ji* и *Ja*.

Таблица. Частотное распределение (частоты выражены в %) ОДКЗ самок, выбранных при спаривании разными видами самцов, в экспериментах двух типов.

Среднеклассовое значение ОДКЗ (φ)	**«Смесь»**			**«Чистая выборка»**	
	Ja	***Ji***	***Jp***	***Ji* (станция 1)**	***Jp* (станция 2)**
81	2	0	0	0	0
83	0	0	3	0	0
85	12	7	17	2	28
87	47	28	26	35	53
89	23	19	23	53	14
91	5	25	29	9	3
93	8	7	3	2	0
95	3	7	0	0	0
97	0	4	0	0	3
99	0	4	0	0	0
Количество пар	60	57	35	55	36

В соответствии с полученными результатами можно предположить, что самки *Ji* имеют большее значение ОДКЗ, по сравнению с самками остальных

видов, самки *Jp* имеют самую большую абсолютную длину копуляторной зоны, а самки *Ja* имеют самые малые относительные и абсолютные значения длины копуляторной зоны.

Халаман В.В.*, Беляева Д.В.*, Николаева М.А., Шунатова Н.Н., Яковис Е.Л. Субстратные предпочтения одиночных асцидий *Styela rustica* (Linneus)

* ББС ЗИН РАН

Сукцессионные процессы во многом зависят от характера заселения субстрата и пополнения существующих поселений молодью того или иного вида (например, Anderson, Underwood, 1997, Beaulieu, 2001). Несмотря на то, что одиночная асцидия *Styela rustica* один из массовых компонентов беломорских сообществ обрастания и бентоса, в этом отношений данный вид практически не изучен. Поэтому целью настоящей работы было выяснение преферендума оседания личинок *S. rustica*.

Эксперименты были проведены в сентябре 2004 и 2005гг. на ББС ЗИН РАН (губа Чупа, Кандалакшский залив, Белое море) в лабораториях при постоянной температуре +10°С, в 20-литровых аквариумах с морской непроточной водой при постоянной аэрации. В эксперименте по выявлению предпочтений личинок *S. rustica* по отношению к поверхностям с разным рельефом в качестве субстратов для оседания личинкам предлагали плексигласовые пластины площадью 11 см^2, на которые был при помощи хлороформа приклеен песок с разным размером частиц (1-3 мм, 0,5-1 мм меньше 0,5 мм), в качестве контроля использовали чистые пластинки той же площади. В каждый из трех аквариумов помещали по 42 пластинки (11 контрольных и по 10-11 экспериментальных каждого типа). В эксперименте по выявлению влияния ила с различным содержанием органики на оседание личинок асцидиям предлагали покрытые и не покрытые илом плексигласовые пластинки (по 15 штук каждого типа в 10 аквариумах). Использовали природный ил двух типов: с низким (7,2±2,4 г Сорг./100г.) и высоким содержанием органических веществ (27,9±9,9 г Сорг./100г.) (по 5 аквариумов). В обоих экспериментах через сутки после размещения субстратов в аквариумы добавляли оплодотворенные яйца *S. rustica*. Через 7 дней экспозиции на субстратах после окраски метиленовым синим учитывали число осевших личинок.

Данные, полученные в эксперименте по оседанию асцидий на субстраты с разным рельефом поверхности, анализировали при помощи дисперсионного анализа. Было выявлено достоверное влияние типа рельефа поверхности на плотность оседания личинок *S. rustica*. При этом наибольшая плотность оседания асцидий наблюдалась на субстратах с наиболее мелким песком, и с увеличением размера песчинок число осевших личинок асцидий уменьшалось. Меньше всего личинок осело на контрольные пластинки, не покрытые песком. Во втором эксперименте плотность оседания *S. rustica* на контрольные пластинки не различалась в аквариумах с разным типом ила. При этом, в аквариумах, в которых был использован ил с повышенным содержанием

органики, на заиленные пластинки личинок осело больше, чем на контрольные, а в аквариумах с обедненным органикой илом наблюдалась обратная ситуация: личинки асцидий с большей плотностью осели на чистые пластинки.

Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что личинки *S. rustica*, как и многих других прикрепленных организмов, предпочитают оседать на слегка шероховатые поверхности. Предпочтение, оказываемое личинками илу богатому органическими веществами, косвенно подтверждает ранее сделанные наблюдения о том, что асцидии *S. rustica* обычно заселяют субстраты, до этого уже освоенные другими макроорганизмами (Халаман, 2001, Халаман, 2005).

Яковис Е.Л. Пространственная структура агрегаций *Balanus crenatus* Bruguiere (Crustacea, Cirripedia) в окрестностях Соловецких островов (Онежский залив, Белое море)

Многие морские организмы во взрослом состоянии ведут прикрепленный образ жизни. В донных сообществах они встречаются не по отдельности, а в составе систем, состоящих из основания (первичного субстрата), представленного живым или косным объектом, и нескольких “этажей” эпибионтов, обитающих на поверхности основания или друг друга. Можно ожидать от сосуществующих здесь видов тесных взаимодействий друг с другом, а от комплексов — стабильности видового состава. Нас интересовали закономерности пространственной организации эпифауны агрегаций (“друз”) *Balanus crenatus*. Подобные комплексы широко распространены в мире и часто встречаются в окрестностях Соловецких островов (Белое море). Предполагалось, что разные виды эпибионтов в составе друз могут быть приурочены к различным микробиотопам.

Материал собирали в июле 1995–1997 г. в Онежском заливе Белого моря к юго-западу от Соловецких островов. Количественно исследовали 79 агрегаций *Balanus crenatus* из 20 дражных станций с глубины 11–40 м. Для каждого прикрепленного представителя макробентоса учитывали тип субстрата (в том числе, такого как домик живого либо погибшего балянуса) и положение на субстрате (для чего поверхность домиков балянусов разбивали на зоны). Еще в 20 дражных станциях описывали только эпифауну *Balanus* без деления на агрегации.

Основанием изученных агрегаций служили камни, гравий, раковины погибших Bivalvia (*Chlamys islandicus*, *Ciliatocardium ciliatum*, *Serripes groenlandicus*); живые *Mytilus edulis* и *Modiolus modiolus*, а также живые и погибшие *Neptunea despecta* (Gastropoda). В каждой друзе встречено до 183 экземпляров *Balanus crenatus*; также доминировали мшанки и проростки красных водорослей. Балянусы обычно занимали не более половины площади поверхности основания агрегации. В друзах 0,52±0,01 всех встреч эпибионтов (кроме самих балянусов) приходится на первичный субстрат. Это соотношение достоверно отличалось для агрегаций из заиленных местообитаний (0,26±0,02) и тех, которые были найдены в промытых биотопах (0,69±0,01). У большинства

доминантов (но не у самих *B. crenatus*) встречаемость на первичном субстрате была достоверно ниже таковой на поверхности домиков балянусов, при этом домики живых усоногих заселялись чаще домиков погибших. Крупные балянусы, в отличие от молоди, значимо чаще встречались на живых представителях своего вида, нежели на погибших.

Прикрепленные организмы в основном селились вдоль карино-ростральной оси балянусов; их обилие на боковых поверхностях было значимо ниже для большинства видов. На тергуме и скутуме были встречены многие массовые виды из числа поселяющихся на *Balanus crenatus*. Более 20% встреч были сосредоточены здесь у мшанки *Porella smitti*, асцидии *Styela rustica* и у багрянок.

Изученные консорции показали во многом закономерную пространственную организацию. Особенности ориентации, роста и питания вида-эдификатора *Balanus crenatus*, по-видимому, в немалой степени определяют размещение связанных с ним организмов, что, в частности, подтверждается различиями в населении домиков живых и погибших балянусов.

Исследование поддержано институтом “Открытое общество” (гранты s96-837 и s97-1711); именной стипендией СПбОЕ (1996), Фондом поддержки молодых ученых при мэрии Санкт-Петербурга (1996-1999) и РФФИ (гранты 02-04-50020А, 05-04-48927А, 04-04-63166К, 03-04-63094К, 02-04-63108К и 05-04-63041К).

Зоология позвоночных

Березанцева М.С., Слюсарев С.Г. Орнитофауна о.Средний (МБС СПбГУ)

Орнитофауна окрестностей МБС практически не изучалась в последние десятилетия. Дипломная работа Н.В.Стоговой, посвященная этому вопросу и защищенная на кафедре Зоологии позвоночных СПбГУ в 1984 г., к сожалению, утеряна и недоступна для читателей. Для полноценного проведения полевых практик необходимо создание полного списка видов. Представленный перечень является началом данной обязательной работы. Приводим список видов птиц зарегистрированных с июня по октябрь 2005 г. на острове Среднем и в его окрестностях.

Gaviiformes
Gavia arctica - Чернозобая гагара
Pelicaniformes
Phalacrocorax carbo -Большой баклан
Anseriformes
Aythia marila - Морская чернеть
Bucephala clangula - Гоголь
Melanitta fusca -Турпан
Anas platyrhynchos - Кряква

Somaateria mollissima - Обыкновенная гага
Mergus merganser - Большой крохаль
Anas crecca -Чирок
Anas penelope - Связь
Anas acuta - Шилохвость
Anas strepera - Серая утка
Accipitriformes
Haliaeetus albicilla – Орлан-белохвост
Galliformes
Bonasia bonasia - Рябчик
Tetrao urogallus - Глухарь
Lyrurus tetrix -Тетерев
Charadriiformes
Haematopus ostralegus - Кулик-сорока
Scolopax rustica - вальдшнеп
Tringa ochropus (glareola?) - Черныш (Фифи)
Actitis lypholeucos - Перевозчик
Larus argentatus - Серебристая чайка
Larus canus - Сизая чайка
Sterna paradisaea - Полярная крачка
Cuculiformes
Cuculus coronatus - Кукушка
Piciformes
Dendrocopus major - Большой пёстрый дятел
Picoides tridactylus - Трёхпалый дятел
Dryocopus martius - Желна
Passeriformes
Delichon urbica - Городская ласточка
Anthus trivialis - Лесной конёк
Anthus pratensis - Луговой конёк
Motacilla alba - Белая трясогузка
Bombycilla garrulus - Свиристель
Corvus corone - Серая ворона
Corvus corax - Ворон
Pica pica - Сорока
Prunella modularis - Лесная завирушка
Acrocephalus dumetorum - Садовая камышовка
Sylvia borin - Садовая славка
Phylloscopus trochilus - Пеночка весничка
Phylloscopus collybita - Пеночка тиньковка
Regulus regulus - Желтоглавый королёк
Muscicapa striata - Серая мухоловка
Oenanthe oenanthe - Обыкновенная каменка
Saxicola rubetra - Луговой чекан
Phoenicurus phoenicurus - Горихвостка-лысушка
Erithacus rubecula - Зарянка

Turdus iliacus - Дрозд-белобровик
Turdus pilaris - Дрозд-рябинник
Turdus philomelos - Певчий дрозд
Parus montanus - Буроголовая гаичка
Parus cinctus - Сероголовая гаичка
Parus major - Большая синица
Fringilla coelebs - Зяблик
Fringilla montifringilla - Юрок
Pyrrhula pyrrhula - Снегирь
Chloris chloris - Зеленушка
Spinus spinus - Чиж
Loxia curvirostra - Клёст-еловик
Carpodacus erythrinus - Чечевица
Acanthis flammea - Чечётка

Елисеева Е.А. Ластоногие губы Чупа Кандалакшского залива Белого моря в летне-осенний нагульный период

В Белом море постоянно живут два вида ластоногих: морской заяц (*Erignatus barbatus*) и кольчатая нерпа (*Pusa phispida*) (отр. Ластоногих *Pinnipedia*, сем. Настоящих тюленей *Phocidae*). В Кандалакшском заливе наиболее часто они встречаются в летне-осенний нагульный период (июнь – сентябрь). В основном предпочитают прибрежные зоны, различные губы, бухты, острова, и в этот период рассредоточены на больших акваториях, не образуя крупных скоплений. Одним из таких мест, малоизученным в отношении ластоногих, является губа Чупа, где в последнее время увеличивается антропогенное влияние на водные экосистемы, в том числе и на тюленей. В связи с этим в данном районе большое значение приобретает наблюдение за ластоногими, изучение их распределения, встречаемости, численности и поведения.

Исследование, запланированное на несколько летне-осенних полевых сезонов, было начато в 2004 г. Проводили периодические еженедельные наблюдения во время рейсов по губе Чупа в июле – сентябре 2004 г. и в августе – сентябре 2005 г., а также периодические ежедневные наблюдения с весельной лодки и с берега в районе о. Средний (МБС СПбГУ) в июле 2004 г. и в районе м. Картеш (ББС ЗИН РАН) в августе–сентябре 2004-05 гг. Регистрировали места и время встреч вынырнувших ластоногих, их вид, количество и надводное поведение.

На основании еженедельных наблюдений показано, что по мере продвижения по губе Чупа от м. Картеш или о. Средний до поселка Чупа (то есть от устьевой до кутовой части губы) частота встречаемости и численность тюленей уменьшалась. Это, вероятно, связано с увеличением фактора беспокойства (рыбаки, туристы), ухудшением кормовой базы и экологической обстановки по мере приближения к поселку Чупа.

Выбор мест для ежедневных наблюдений на лодке был основан на данных опроса, литературных сведениях и собственных наблюдениях о предпочитаемости мест тюленями. Основными местами изучения локальных скоплений ластоногих стали акватории около о.Горелый, о.Кереть (обследовались в июле 2004 г.), а также б.Левая, Иванов Наволок, около о.Иваньков (обследовались в августе – сентябре 2004-05 гг.), где животные держались постоянно и встречались наиболее часто (практически ежедневно до 30 зарегистрированных выныриваний за 2-4 часа наблюдений) и в наибольшем количестве (до 6 особей). Судя по надводному поведению, в указанных местах тюлени кормились (что проявлялось в хаотичном плавании с постоянными выныриваниями и заныриваниями) или отдыхали (медленно плавали у поверхности воды), в то время как в других акваториях их поведение чаще носило миграционный характер, то есть животные целенаправленно перемещались в каком-либо направлении, не задерживаясь на одном месте.

Отмечено, что морские зайцы и кольчатые нерпы держатся одиночно или небольшими группами (2-5 особей) и предпочитают относительно мелководные тихие зоны, укрытые от штормов, где меньше выражен фактор беспокойства, а также наилучшие условия для кормления и отдыха. Особой конкуренции между морскими зайцами и кольчатыми нерпами не наблюдается, что, видимо, связано с низкой численностью ластоногих и разделением кормовой базы: морской заяц питается в основном донными беспозвоночными, в то время как кольчатая нерпа предпочитает стайную рыбу. Результаты еженедельных и ежедневных наблюдений 2004-2005 гг. представлены в таблице.

Максимальное количество	Еженедельные наблюдения, г.Чупа	Ежедневные наблюдения, м. Картеш /о. Средний
выныриваний	3/14	3/30
морских зайцев	2/3	2/2
кольчатых нерп	3/6	3/5

Примечание: в числителе – единовременно, в знаменателе – за наблюдение.

Таким образом, акватории около о. Горелый, о. Кереть, б. Левая, Иванов Наволок, о. Иваньков наиболее предпочитаются тюленями и нуждаются в особой охране, а также дальнейших исследованиях, что и планируется в будущем.

Автор выражает огромную благодарность за помощь в работе зав. ББС ЗИН РАН В.Я.Бергеру и сотрудникам В.В.Халаману, А.Д.Наумову, Н.А.Рыбакову; зав. каф. ихтиологии и гидробиологии СПбГУ Н.В.Максимовичу, сотрудникам А.В.Герасимовой, М.В.Иванову, а также зав. лаб. морских исследований БиНИИ СПбГУ А.И.Раилкину.

Бухвалов Ю.О., Вербицкая А.Н., Стогов И.А. К оценке влияния беломорской горбуши на микрофлору вод нижнего течения и эстуария р. Кереть

Разработка унифицированного подхода, позволяющего оценить степень возможного влияния беломорской горбуши на динамику численности и соотношения различных групп бактерий вод нижнего течения р.Кереть, довольно актуальна, так как может позволить с микробиологической точки зрения подойти к решению вопроса о воздействии организмов-вселенцев на аборигенную фауну и флору. Настоящее исследование, таким образом, открывает новый этап комплексного мониторинга вод в районе МБС СПбГУ (Керетский архипелаг Белого моря).

Бактерии, выделяемые из вод р. Кереть, можно разделить на 3 группы:

1 – автохтонные – преимущественно олиготрофы, постоянно населяющие ее воды; 2 – аллохтонные – развивающиеся при попадании в воды р. Кереть различных экзогенных субстратов (к этой группе относятся сапротрофные бактерии, развивающиеся во время нерестового хода горбуши и ее последующей гибели, приводящей к поступлению в воду большого количества органических веществ); 3 – антропогенные – бактерии, обычно сопутствующие присутствию и деятельности человека (в частности, представители сем. *Enterobacteriaceae*).

Надежная оценка влияния аллохтонных бактерий на микрофлору вод Керетского архипелага возможна только при условии разделения представителей всех трех групп, что может быть осуществлено при использовании различных сред и условий культивирования. Разделение основано на том, что 1 группа объединяет преимущественно олиготрофов, а 2 и 3 группы - эвтрофов. Кроме того, бактерии антропогенного происхождения в лабораторных условиях можно выделить при 37°С.

К настоящему моменту наиболее полно исследована антропогенная микрофлора. Исследования, проводимые на базе МБС СПбГУ под руководством проф. К.В.Квитко, представляют собой более чем 10-летний мониторинг вод Керетского архипелага на присутствие и распределение бактерий, способных к росту на среде Эндо при 37°С. До 2004 года полагали, что данные условия являются селективными именно для энтеробактерий. Однако исследования на биохимическом уровне, проведенные нами в 2004 году, показали, что к бактериям сем. *Enterobacteriaceae* относится не более 20% выделенных таким образом изолятов, а потому использование данной методики позволяет только косвенно судить о численности антропогенной микрофлоры. Учет аллохтонных бактерий требует применения неселективных сред богатого состава, как, например, СПА.

Летом 2005 г. мы провели определение ОМЧ эвтрофных бактерий в исследуемых пробах воды на среде СПА. Для того, чтобы отделить аллохтонную микрофлору от антропогенной, параллельно проводили высев аликвот исследуемых проб воды на среду Эндо. По соотношению титров

бактерий на СПА и среде Эндо можно косвенно судить о присутствии в воде сапротрофной микрофлоры, обычно сопутствующей повышению концентрации в воде органических веществ. Пробы отбирали в трех точках нижнего течения р. Кереть (в 300 м выше рыбоучетного заграждения (РУЗ); в районе РУЗ; в устье р.Кереть ниже порогов), а также в Керетской губе (около 1000 м от устья).

Показано, что разница титров на этих средах составляет 1-2 порядка (3-7 против 50-300 КОЕ/мл на среде Эндо и СПА соответственно). Это позволяет нам не учитывать прямое участие человека в формировании аллохтонной микрофлоры. На возможность отказа от высевов на среду Эндо указывает и то, что в исследуемой акватории в 2004 г. нами не было обнаружено бактерий *E.coli* – прямого санитарного маркера.

Для комплексной оценки влияния нерестового хода горбуши на планктонные и донные ценозы необходим учет автохтонной, фоновой микрофлоры, что требует применения сред бедного состава (например, СПА в 10-кратном разведении с добавлением агара до необходимой концентрации).

Таким образом, на основании проведенных исследований предложена методика оценки возможного влияния нерестового хода горбуши на бактериальные ценозы р.Кереть, суть которой заключается в учете аллохтонной микрофлоры на СПА и автохтонной микрофлоры на 0.1 СПА при 20°С. Поскольку массовый заход горбуши в Кереть происходит с периодичностью 1 раз в 2 года, то, с учетом принятой троекратной повторности данных, мониторинг вод для выявления динамики численности авто– и аллохтонных бактерий необходимо проводить не менее 6 лет, что требует продолжения работ. Анализ соотношения выделенных групп бактерий, на наш взгляд, поможет в оценке возможного влияния беломорской горбуши на гидроэкосистемы нижнего течения р.Кереть и Керетской губы.

Авторы благодарят сотрудников Лоухской инспекции рыбоохраны и лично П.И.Резанцева за помощь в организации исследований.

Воробьев К.П., Андронов Е.Е.*, Мигунова А.В., Квитко К.В. Разработка метода прямой идентификации экотипов зоохлорелл в *Paramecium bursaria* по интронам в гене 18S РНК

* НИИСХМ РАСХН

Одноклеточные зеленые водоросли рода *Chlorella* – часть тройной симбиотической системы *Paramecium bursaria* – *Chlorella* sp. – вирус PBCV (*Chlorovirus*, сем. *Phycodnaviridae*). По ряду культуральных, физиологических и биохимических признаков симбиотические зоохлореллы могут быть отнесены к двум экотипам – северному и южному.

Из-за наличия в симбиотической системе вирусного компонента, убивающего зоохлореллы своего экотипа, которые находятся вне клетки-хозяина инфузории *P. bursaria*, сложно выделить в чистую культуру симбиотические водоросли, что затрудняет идентификацию зоохлорелл. Для

решения этой проблемы был произведен поиск молекулярных маркеров, которые бы позволили легко идентифицировать зоохлорелл.

На основе известной последовательности близкородственной свободноживущей *Ch. kessleri*, были сконструированы две пары праймеров, локализованных в гене 18S рРНК. ПЦР-амплификация с данными праймерами позволила выявить четкие различия между северными, южными и свободноживущими хлореллами (Квитко и др., 2004; Воробьев, 2005). У изученных свободноживущих водорослей рода *Chlorella* интронов не обнаружено, у северного экотипа выявлен один интрон, а у южного экотипа – два интрона.

Полученные результаты позволили нам предложить эволюционную гипотезу, согласно которой сначала в гене 18S рРНК свободноживущих хлорелл появился первый интрон, в результате возник ген северных зоохлорелл, а затем в ген северных зоохлорелл был внесен второй интрон, в результате чего появился ген 18S рРНК южных зоохлорелл.

С целью разработки методов идентификации нами были разработаны интронспецифичные пары праймеров, позволяющие идентифицировать первый и второй интрон в реакции мультиплексной ПЦР, в результате которой мы должны получить один амплифицированный фрагмент у северных зоохлорелл и два – у южных. Использование разработанных нами праймеров, позволило амплифицировать фрагменты только у зоохлорелл южного экотипа, что дало нам возможность предположить, что нуклеотидная последовательность первого интрона различается у штаммов северного и южного экотипов. Для более тщательного анализа мы клонировали и секвенировали фрагмент гена, содержащего первый интрон, у штамма северного экотипа хлорелл. Результаты секвенирования позволили доказать, что и локализация, и нуклеотидная последовательность первого интрона различаются у штаммов северного и южного экотипов. Однако нуклеотидные последовательности первого интрона имеют определенное сходство, что позволило нам выработать новую эволюционную гипотезу, согласно которой появление первого интрона в штаммах северного и южного экотипов явилось результатом независимых процессов, несмотря на его появление из «одного источника» и включение по сходному механизму.

Полученные результаты дали нам материал для конструирования новых пар праймеров для мультиплексной ПЦР, специфичных для интронов северного и южного экотипов.

Для разработки методов прямой идентификации хлорелл без их выделения и культивирования нами была выделена общая ДНК из культуры парамеций, которая, как мы полагаем, должна содержать ДНК как хозяина, так и микросимбионта. Действительно, первые эксперименты показали, что использование данных препаратов ДНК в качестве матрицы для ПЦР с праймерами, специфичными для гена 18S рРНК хлорелл, позволяет амплифицировать фрагмент, специфичный для *Chlorella sp.*, что доказывает принципиальную возможность прямой идентификации экотипа зоохлорелл без изоляции их в виде чистых культур.

Таким образом, полученные к настоящему времени результаты, дают основания полагать, что новый подход к идентификации симбиотических хлорелл без их культивирования будет разработан в ближайшее время. Использование мультиплексной ПЦР даст возможность в одной реакции идентифицировать симбиотические хлореллы северного и южного экотипов, а введение в реакцию мультиплексной ПЦР дополнительной пары праймеров, специфичных для свободноживущих *Chlorella sp.*, позволит, возможно, идентифицировать все *Chlorella sp.*, находящиеся внутри инфузории - хозяина.

Квитко К.В., Андронов Е.Е.*, Воробьев К.П., Гапонова И.Н., Мигунова А.В. Интроны в гене 18S рРНК как таксономический признак свободноживущих и симбиотических *Chlorella* sp.

* НИИСХМ РАСХН

Интроны, не кодирующие, но способные к самовырезанию (сплайсингу после считывания РНК) вставки в гены эукариот, вначале рассматривали как «эгоистичную ДНК», как хлам, накопленный во времени существования таксона. Затем для этих «генетических мобильных элементов» было показано, что они осуществляют по меньшей мере, 6 функций (Fedorov, Fedorova, 2003): они могут быть источниками не кодирующей РНК, носителями регуляционных элементов транскрипции, усилителями рекомбинации внутри гена, могут отвечать за осуществление альтернативного и транс-сплайсинга, могут быть пространством для перетасовки экзонов, сигналами для экспорта мРНК из ядра в цитоплазму. Интроны можно рассматривать с позиций двух теорий (A.de Roos, 2005). Одна из них - “Inron early”, исходит из того, что интроны существовали изначально, но были утрачены, например, у прокариот. Другая - “Inron late theory”, исходит из предположения, что интроны приобретены в эволюции позднее, как вставки в гены эукариот. Мы рассматриваем интроны в гене 18S рРНК как таксономический признак свободноживущих и симбиотических хлорелл. Было установлено (Гапонова, 2004; Gaponova et al., 2006), что ранее описанные нами (Мигунова, 2002; Квитко и др., 2004) штаммы двух экотипов северных и южных зоохлорелл, объединяемые в две группы по ряду признаков, близки по экзонной части гена 18S рРНК к свободноживущим хлореллам (*Chlorella vulgaris, Ch. lobophora, Chlorella sorokiniana*). Вместе с тем, в отличие от свободно живущих хлорелл, у каждой из групп зоохлорелл в этом гене были обнаружены интроны (Гапонова, 2004; Воробьев и др., 2005; 2006). Мы предполагали, что первый интрон, в 5’ участке гена 18S рРНК, идентичен у северных и южных зоохлорелл, а южные позднее приобрели интроны в 3’ участке. Одновременно с нами японские протистологи (Hoshina et al., 2004a,b) описали у шести штаммов японских популяций зоохлорелл (по нашей классификации – южных) идентичность гена 18S рРНК, в том числе, по наличию в нем трех интронов. Два первых интрона, видимо, идентичны описанным нами у южной зоохлореллы NC64A (Гапонова, 2004), а третий интрон лежал в последней области гена 18S рРНК, которую мы не анализировали в 2004 году. Все три интрона позднее были обнаружены нами у

южной зоохлореллы NC64A, а соответствующие участки гена 18S рРНК были выявлены у зоохлорелл, обитателей *Paramecium bursaria* штамма KZ1-III. Северные зоохлореллы имели в первой части гена сходный, но не идентичный южному, интрон (Воробьев и др., 2005; 2006).

Таким образом, полученные нами факты склоняют нас к принятию в качестве исходной гипотезы, первой теории, предполагающей изначальное существование интронов в гене 18S рРНК у экотипов зоохлорелл, не последовательный, а независимый путь эволюции. Конечно, это требует более обширного изучения интронов в рибосомном кластере у двух групп зоохлорелл и у родственных им штаммов свободноживущих *Chlorella vulgaris, Ch. lobophora, Chlorella sorokiniana.*

Такое толкование наблюдаемой изменчивости близко позиции группы Debashish Bhattacharya, (Haugen et al., 2004; 2005) показавшей совпадение изменений в интронах I группы рРНК генов с ходом эволюции Ascomycetes, отделившихся от Basidiomycetes 600 млн. лет тому назад. В пределах аскомицетов группы, разошедшиеся 400 млн лет, четко различались по своим интронам. Вывод был в пользу идеи “Inron early”. Вместе с тем, передача интронов, вероятнее всего, связана с симбиотическими (включая вирусоносительство и паразитизм) взаимоотношениями. Исключения из правила у аскомицетов наблюдались для лихенообразующих аскомицетов, так же как примеры передачи интронов I в митохондрии *Metridium senile* и *Acropora tenuis*.(морских анемон и кораллов) имеющих симбионтов. Таким образом, в изучаемой нами симбиотической системе *Paramecium bursaria* – зоохлорелла и вирус зоохлорелл есть возможность встретиться не только с обнаруженным нами наследованием интронов, но и с передачей их в контакте симбионтов с вирусами, у которых наличие интронов I так же описано (Yamada et al., 1994). Остается только добавить, что, по мнению С.И.Фокина, возраст таксона *Paramecium bursaria* около 50 млн. лет, а это на порядок меньше времени, в течение которого сохранялось наследование интронов в генах рРНК у аскомицетов.

Петрова Е.А., Мигунова А.В., Полоскин А.В.*, Квитко К.В.
Одноклеточные зеленые водоросли *Choricystis sp.*, паразитирующие на беломорских мидиях *Mytilus edulis* в Кандалакшском заливе Белого моря

* Лаборатория экологии морского бентоса СПбГДТЮ

Явление паразитизма зеленых водорослей в беломорских мидиях *Mytilus edulis* изучается сотрудниками кафедры микробиологии СПбГУ с 1984 года (Мигунова и др. 2000). По морфологическим критериям водоросли были отнесены к роду *Choricystis* (отд. *Chlorophyta, Trebouxiophyceae*).

Летом 2005 года было произведено описание зараженности мидий в 24 различных географических точках с учетом экологических условий (температура, соленость воды, тип поселения мидий, наличие опреснения, антропогенного загрязнения) на территории Кандалакшского Государственного Заповедника (Вершина Кандалакшского залива Белого моря и район

Баренцевоморского лесничества), а также в районе биостанции МБС СПбГУ в г. Чупа (Белое море).

Зараженность моллюсков оценивалась визуально при вскрытии. Не зараженные водорослями моллюски измерялись до размерного класса (5 мм), у зараженных измерялась длина раковины с точностью до мм, количество годичных колец остановки роста, определялся пол, оценивалась степень заражения, характер изменений роста раковины. В каждой точке из нескольких зараженных моллюсков были получены изоляты водорослей. Водоросли выделяли из тканей мидии при помощи тонкого капилляра, затем инкубировали в кипяченой морской воде с добавлением эритромицина (0,01 г/л). Далее производился высев на минеральную среду Бристоля с добавлением 0,1%-ного пептона или мидиевого бульона и пенициллина. Отобрано 52 изолята зеленых водорослей из мидий из различных точек Кандалакшского залива Белого моря, в данный момент находящихся на стадии очистки культур.

В вершине Кандалакшского залива Белого моря заражение было обнаружено практически повсеместно, но процент зараженных моллюсков варьировал. Средняя доля зараженных моллюсков была выше в опресненных районах. С наибольшей частотой зараженные мидии встречались в тех местах, где существовал заметный сток воды с суши - особенности рельефа, позволяющие дождевой или талой воде стекать в море через поселение мидий, а также вблизи впадающих в море рек и ручьев.

Среди моллюсков, подвергающихся длительному осушению во время отлива, доля зараженных была значительно меньше. Мы объясняем это тем, что мидии во время отлива закрываются и герметизируют мантийную полость, поэтому выживаемость водорослей в таких животных должна быть ниже, так как они периодически оказываются в условиях анаэробиоза и меньше освещаются.

Размерное и возрастное распределение зараженных мидий, в общем, повторяет распределение здоровых, различно лишь соотношение больных и здоровых мидий в разных условиях. Видимо, как массовое явление встречается только первая стадия заражения, а сильно зараженные моллюски с нарушенным ростом практически не выживают.

Обследован ряд банок на Баренцевом море - под Мурманском и в окрестностях пос. Дальние Зеленцы - всего 5 точек, в каждой из них было обследовано 200-250 моллюсков, но ни одного факта заражения не было зарегистрировано. Обследовано более 200 двустворчатых моллюсков других видов (преимущественно *Cardioidea*), однако зараженных особей не было обнаружено. Была получена серия микрофотографий гемолимфы зараженных мидий с применением УФ микроскопа. Видны отдельные и находящиеся в гемоцитах клетки водорослей – вероятно, первая стадия заражения мидий *Choricystis*. Из других микрофотографий видно, что морфология клеток водорослей, изолированных из географически удаленных точек, колоний разного цвета и локализации в ткани моллюска, на светооптическом уровне не отличается и сходна с морфологией клеток водорослей из коллекционных культур *Choricystis*. Таким образом, паразитизм на уровне организма мидии, на клеточном уровне (взаимоотношения водорослей и гемоцитов мидий)

представляет собой эндосимбиоз, как и в недавно описанном случае симбиоза родственного *Choricystis minor* и инфузории *Paramecium bursaria* (Nakachara et al., 2004).

Физиология и биохимия растений

Тараховская Е.Р., Маслов Ю.И. Влияние фитогормонов на метаболический контроль ассимиляционного аппарата *Fucus vesiculosus* L.

Подавляющее большинство водорослей является миксотрофными организмами; они способны усваивать такие органические субстраты как сахара, спирты, органические кислоты и т.п. Характерной реакцией на присутствие в среде метаболизируемых органических субстратов является частичное подавление фотосинтетических систем клеток водорослей – т. н. анаболическая репрессия – и усиление дыхательных процессов. Мы исследовали действие глюкозы, этанола, маннита и глицерина (0,5%) на содержание основных фотосинтетических пигментов, рибулозо-бисфосфаткарбоксилазы/оксигеназы (Рубиско), интенсивности фотосинтеза и дыхания и активности I и II Фотосистем (ФС) 3-суточных эмбрионов бурой макрофитной водоросли *Fucus vesiculosus* L. Кроме того, изучено совместное действие метаболизируемых субстратов и фитогормонов кинетина и индолил-3-уксусной кислоты (ИУК, 10^{-5}М). Содержание пигментов (хлорофиллы "а" и "c_1"+"c_2" и сумма каротиноидов) рассчитывали после спектро-фотометрирования (СФ-26) 90%-ных ацетоновых экстрактов. Содержание Рубиско определяли путем нативного электрофореза растворимых белков с последующей окраской гелей, сканированием и расчетом количества связанного с белком красителя с помощью комплексов компьютерных программ Adobe Photoshop, Matlab и Microcal Origin. Общее содержание белка в пробах определяли по методу Лоури-Фолина. Интенсивность фотосинтеза, дыхания и работы ФС I и II определяли с помощью кислородного электрода Кларка по скорости выделения или поглощения кислорода в среде.

Реакция водорослей на добавление в среду органических субстратов является видовой характеристикой объекта. Так, фотосинтетический аппарат *F. vesiculosus* подавляется только в присутствии маннита и глицерина. При этом усиливается темновое дыхание эмбрионов и снижается содержание хлорофиллов, Рубиско, интенсивности фотосинтеза и активностей ФС. Особенно значительно (примерно в 2 раза по сравнению с контролем) уменьшается содержание Рубиско при добавлении маннита. Этот сахароспирт является доминирующим растворимым углеводом, основным стабильным продуктом фотосинтеза и субстратом дыхания фукоидов. Глицерин также играет важную роль в метаболизме этих водорослей. Глюкоза и этанол – субстраты, часто использующиеся для культивирования микроводорослей – по-видимому, не усваиваются эмбрионами фукуса и не вызывают анаболической репрессии.

Ранее мы показали, что не только метаболические факторы, но и фитогормоны принимают активное участие в регуляции фотосинтетического аппарата водорослей, включая *F. vesiculosus*. Пути передачи регуляторных сигналов различного происхождения невозможно рассматривать как параллельные, не связанные между собой процессы: для обеспечения баланса различных воздействий необходимо наличие связей и точек пересечения путей трансдукции сигналов. В нашей работе исследовано совместное действие органических субстратов и фитогормонов ИУК и кинетина. Показано, что добавка ИУК либо не модифицирует действие метаболических агентов, либо наблюдается синергический эффект. Кинетин действует как антагонист трофических факторов: репрессия фотосинтетических процессов в присутствии этого гормона снижается на 50-60% (содержание Рубиско) или полностью отсутствует (содержание хлорофиллов). В отсутствии экзогенных органических субстратов этот фитогормон оказывает на фотосинтетический аппарат растений сильный стимулирующий эффект. Примеры совместного синергического или антагонистического действия гормональной и метаболической систем регуляции в растительных организмах пока очень немногочисленны и касаются только высших растений. Полученные нами данные позволяют предположить, что при контроле состава и функционирования фотосинтетического аппарата клеток водорослей также возможны пересечения и взаимодействия различных систем регуляции и путей передачи сигналов.

Цитология, Гистология, Эмбриология

Бакаленко Н.И., Кулакова М.А., Новикова Е.Л., Михайлова К.А., Нестеренко А.Ю., Андреева Т.Ф. Hox гены *Nereis virens*: генетический контроль становления передне-задней оси тела нектохеты и взрослого животного

Гены Hox кластера кодируют семейство транскрипционных факторов, которые участвуют в реализации многих морфогенетических программ. *Hox гены присущи всем Bilateria и консервативны структурно и функционально.* Основная, и, по-видимому, анцестральная функция Hox генов заключается в регионализации тела вдоль передне-задней оси. Закономерности функционирования Hox генов прекрасно изучены на модельных объектах биологии развития – домовой мыши (Deuterostomia) и плодовой мушке (Ecdysozoa). Группе Lophotrochozoa в этом отношении было уделено меньше внимания. В связи с этим наше внимание было обращено на одного из представителей Lophotrochozoa, гомономно сегментированную полихету *Nereis virens*. Онтогенез этого животного включает три различные фазы – трохофорную личинку, нектохетную личинку и постларвальный рост.

Нами было клонировано 11 Hox генов *N. virens* и получены предварительные данные об организации Nvi-Hox кластера. Экспрессия этих генов была проанализирована методом гибридизации in situ на целых

животных. Мы показали, что все гены Hox кластера экспрессируются во время развития нектохетной личинки. Экспрессия генов Hox кластера у *N. virens* происходит в соответствии с правилами экспрессии этих генов, описанными для животных двух других эволюционных ветвей Bilateria - Ecdysozoa и Deuterostomia. Наши данные говорят о том, что с позиций организации генетических программ развития, нектохета нереид соответствует телу взрослых животных с прямым типом развития.

Однако в ходе постларвального роста *Nereis* экспрессия генов Hox кластера подчиняется другим правилам функционирования. Домены экспрессии некоторых проанализированных Hox генов не имеют постоянных передних границ. По мере увеличения числа сегментов передние границы экспрессии Hox генов постоянно смещаются в постериорном направлении. Такие гены формируют постериорно-антериорные градиенты экспрессии (*Nvi-lox5, Nvi-hox7, Nvi-lox4, Nvi-lox2, Nvi-post2*). Протяженность градиента и его крутизна уникальны для каждого Hox гена. Экспрессия затрагивает и эктодерму постларвальных сегментов, и ганглии центральной нервной системы, при этом градиент в ЦНС имеет большую протяженность. Домены экспрессии ряда других Hox генов демонстрируют противоположно направленные антериорно-постериорные градиенты (*Nvi-hox5, Nvi-hox1, Nvi-hox4*). Эти гены не имеют стабильной задней границы, она смещается в постериорном направлении по мере увеличения числа сегментов. Мы предполагаем, что система перекрывающихся градиентов экспрессии различных Hox генов у полихеты *N. virens* в центральной нервной системе определяет позиционные значения положения каждого из многочисленных сегментов. Характер экспрессии Hox генов при регенерации согласуется с этим предположением. Существуют данные по экспрессии в ходе постериорной регенерации *Nereis virens* генов *Nvi-Lox5, Nvi-Post2* и *Nvi-Hox5*. Картина экспрессии этих генов после операции меняется драматическим образом и переопределяет позиционные значения исходных сегментов относительно новой постериорной границы.

Таким образом, согласно нашим предварительным результатам, картины экспрессии Hox генов в ларвальном и постларвальном развитии *N. virens* различны. Это дает основание говорить о различных генетических программах контроля становления плана организации тела нектохетной личинки и взрослого животного.

Дьячков И.С., Кудрявцев И.В., Могиленко Д.А., Харазова А.Д., Полевщиков А.В.* Анализ эффективности клеточных реакций врожденного иммунитета и механизмов их кооперации у иглокожих

* НИИЭМ РАМН

Цели исследований заключались в выявлении основных форм защитных реакций низших вторичноротых животных (на примере иглокожих), исследовании их клеточных и гуморальных механизмов, а также поиске примитивных форм реакций приобретенного иммунитета. Сбор морских звёзд

Asterias rubens производили в конце июня и середине августа 2005 г на базе Беломорской Биологической Станции им. акад. О.А.Скарлато ЗИН РАН. Благодаря новому методу фракционирования пула циркулирующих клеток путем центрифугирования в градиенте плотности диатризоата натрия впервые были получены различные фракции целомоцитов. Подтверждено существование трёх главных субпопуляций целомоцитов – лимфоцито-подобных клеток, агранулярных и гранулярных амёбоцитов.

Для изучения цитотоксической активности суммарного пула целомоцитов и отдельных фракций был разработан новый метод оценки цитотоксичности, являющийся безгелевой модификацией реакции локального гемолиза. Для оценки цитотоксичности целомоциты смешивали в фильтрованной морской воде с подобранным количеством эритроцитов человека, и через 24 ч фотографировали культуры в 24-луночном планшете под бинокуляром Leica на цифровую фотокамеру Canon PowerShot G6 с последующим подсчетом числа зон гемолиза. Параллельно спектрофотометрически оценивали выход гемоглобина из эритроцитов при длине волны 405 нм. Новый метод также дает возможность оценки влияния рекомбинантных иммуноактивных молекул человека на цитотоксичность целомоцитов иглокожих. Для оценки наличия медиаторных молекул у *A.rubens* использовали метод переноса бесклеточной гемолимфы от стимулированных животных группе реципиентов через 3 и 12 ч после стимуляции звезды-донора. Результаты переноса оценивали по изменениям численности циркулирующих клеток у реципиентов и цитотоксической активности этих клеток. Установлено, что фракции целомоцитов различаются по цитотоксической активности, которая минимальна во фракции лимфоцитоподобных клеток и максимальна во фракции гранулярных целомоцитов. При этом цитотоксический эффект, как правило, связан с формированием кластеров целомоцитов, лежащих в центре зон гемолиза. Число зон гемолиза коррелирует с уровнем выхода гемоглобина из эритроцитов в надосадочную жидкость. В то же время целомическая жидкость интактных *A.rubens* не является цитотоксичной для эритроцитов человека. Цитотоксичность целомоцитов нарастает под влиянием рекомбинантных IL-1α, C3a и IFNγ человека.

Регуляция клеточных реакций врожденного иммунитета *A.rubens* осуществляется с участием медиаторных молекул, секретируемых в целомическую жидкость. Установлены различия в эффектах медиаторов, накапливающихся в целомической жидкости через 3 и 12 час. после введения антигена (суспензия зимозана).

Были проведены предварительные исследования способности целомоцитов *A.rubens* к аллогенному распознаванию. Исследования проведены *in vitro* в адаптированной модификации классического цитотоксического теста, в которой целомоциты донора (мишени) проходили предобработку митомицином С, а ответ целомоцитов реципиентов оценивали по накоплению NO в культуральной надосадочной жидкости и по восстановлению красителя клетками (киллерами) в МТТ-тесте на сроках 24 и 96 ч. Выявлено, что целомоциты *A.rubens* способны к аллогенному распознаванию, на что указывает повышенный уровень NO в надосадочной жидкости через 24 ч после

смешивания мишеней и киллеров и прирост показателей МТТ-теста на сроках 24 и 96 часов инкубации.

Таким образом, несмотря на филогенетически низкое положение иглокожих, реакции их врожденного иммунитета уже обладают системой медиаторных сигналов, определяющих стадийность защитных и репаративных процессов. Главная роль в осуществлении цитотоксических реакций принадлежит целомоцитам, которые, по-видимому, способны также к аллогенному распознаванию. Работа поддержана грантами РФФИ № 04-04-49069 и 04-04-49342.

Костюченко Р.П., Цыбатова Е.В., Дондуа А.К. Экспрессия генов тубулина при формировании прототроха у зародышей и личинок полихет сем. Nereidae

Как известно, личинки полихет формируют особый ресничный локомоторный орган, называемый прототрохом, состоящий из клеток первичных, вторичных и добавочных трохобластов. Уже в ходе четвертого раунда дробления у зародышей полихет *Nereis virens* и *Platynereis dumerilii* формируется клеточная линия первичных трохобластов, представленная четырьмя клетками-предшественницами $1a^2$ - $1d^2$ ($1m^2$). Начиная с пятого клеточного цикла, продолжительность митотических циклов для большинства бластомеров увеличивается с 1,5 часов до 2 - 5 часов. На этой стадии делятся клетки $1m^1$, дающие бластомеры $1m^{11}$ и $1m^{12}$. Последние относятся к линии добавочных, или акцессорных трохобластов. Они располагаются между клетками $1m^2$ и вместе с ними создают непрерывное широтное кольцо из восьми клеток. В результате деления клеткок-предшественнниц первичных трохобластов $1m^2$ широтный пояс становится 12-ти клеточным. Теперь он состоит из восьми клеток первичных трохобластов и четырех клеток линии акцессорных трохобластов.

Следующее деление среди восьми клеток линии первичных трохобластов происходит весьма примечательным способом. В каждой паре в пределах квадранта одна клетка делится горизонтально, а другая вертикально. Таким образом, клетки-основательницы линии первичных трохобластов $1m^2$ дают в каждом квадранте по четыре клетки ($1m^{211}$, $1m^{212}$, $1m^{221}$ и $1m^{222}$), из которых три остаются в ряду главных клеток прототроха, а одна лежит вне этого кольца в эписфере и становится, как и акцессорные трохобласты, передней опорной клеткой. К этому времени все клетки линии акцессорных трохобластов $1m^{12}$ выходят из состава главного пояса, состоящего отныне только из 12 клеток первичных трохобластов, которые никогда более не делятся и спустя некоторое время формируют реснички. За счет вторичных трохобластов, берущих начало от микромеров второго квартета, формируется ряд задних опорных клеток

Методом гибридизации на зародышах *P. dumerilii* (whole mount in situ hybridization, WMISH), находящихся на ранних этапах дробления было

показано, что образующиеся в ходе четвертого раунда дробления четыре клетки-предшественницы первичных трохобластов $1a^2$ - $1d^2$ ($1m^2$) не экспрессируют трохобласт-специфичные гены α-и β-тубулина. Первые свидетельства экспрессии этих генов данным методом удается выявить лишь через некоторое время после разделения клеток-предшественниц первичных трохобластов ($1m^2$), во всех восьми клетках линии первичных трохобластов (стадия 6 ч. 20 мин после оплодотворения).

Интересно отметить, что в дальнейшем сильная экспрессия генов как α-, так и β-тубулина продолжается во всех клетках линии первичных трохобластов, независимо от их судьбы. Более того, к 10 часам развития сигнал обоих генов отмечен и в остальных передних опорных клетках, происходящих от акцессорных трохобластов $1m^{12}$, и формируется два кольца клеток, экспрессирующих трохобласт-специфичные гены тубулина, но реснички при этом формируют лишь главные клетки прототроха.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 03-04-48714.

Кудрявцев И.В., Дьячков И.С., Галактионов Н.К., Зайцева М.А., Сухачев А.Н., Харазова А.Д., Галактионов К.В.*, Полевщиков А.В.** Влияние поверхностных антигенов трематод *Hymastla elongata* на функциональную активность гемоцитов *Mytilus edulis*

* ЗИН РАН; ** НИИЭМ РАМН

Проведено исследование влияния поверхностных антигенов трематод *Himasthla elongata* на кислородный метаболизм гемоцитов *M.edulis*, уровень которого оценивали по продукции супероксиданиона и оксида азота NO. Установлено, что поверхностные антигены трематод ингибируют продукцию NO гемоцитами моллюсков-хозяев примерно на 15%, но не влияют на продукцию супероксиданиона.

В ходе экспериментов in vivo оценивали уровень NO в гемолимфе мидий в ответ на заражение церкариями *H.elongata*. В этих экспериментах обнаружен прирост продукции NO в гемолимфе только в течение первых 15 минут после внедрения церкарии. Возможно, что различия между чувствительными и резистентными линиями мидий обусловлены как раз разным уровнем продукции NO на ранних сроках заражения паразитами.

На основании полученных результатов можно предполагать, что разное действие поверхностных антигенов паразита на продукцию супероксиданиона и оксида азота обусловлено разными путями секреции и аккумуляции этих веществ в клетках моллюска-хозяина: как известно, супероксиданион секретируется внутрь фагоцитарной вакуоли и, по-видимому, может использоваться против бактерий и других фагоцитированных живых клеток; в то же время, оксид азота NO выделяется из клетки наружу и поэтому потенциально представляет для паразита гораздо большую опасность. В связи с этим логичной выглядит выявленная в наших экспериментах способность

паразита ингибировать именно выработку оксида азота, но не секрецию супероксиданиона.

При оценке цитотоксических эффектов разных популяций гемоцитов в отношении тканей *H.elongata* установлено, что популяция лимфоцитоподобных клеток обладает самой низкой цитотоксической активностью. Фракция гранулярных амебоцитов обладает самой высокой цитотоксической активностью в отношении антигенов *H.elongata.* Популяция агранулярных амебоцитов занимает по этому признаку промежуточное положение. Цитотоксический эффект носит антиген-специфический характер и направлен именно против поверхностных белков *H.elongata,* нагруженных на эритроциты барана (цитотоксичность в отношении собственных антигенов эритроцитов барана на 30% ниже, чем в отношении антигенов *H.elongata).*

Полученные данные имеют существенное значение для решения проблемы взаимоотношений паразит-хозяин. Работа поддержана грантами РФФИ № 04-04-49069 и 04-04-49342.

Кудрявцев И.В., Дьячков И.С., Могиленко Д.А., Харазова А.Д., Полевщиков А.В.* Влияние лектинов на продукцию активных форм кислорода целомоцитами *Asterias rubens* в условиях in vitro

* НИИЭМ РАМН

Способность к продукции активных форм кислорода (АФК) - один из механизмов врожденного иммунитета, свойственный животным разных таксонов. Предварительные результаты и литературные данные указывают на способность циркулирующих клеток морских звезд к продукции O_2^-, H_2O_2 и $ONOO^-$. Однако, до настоящего времени механизмы регуляции синтеза и уровень продукции АФК в ответ на действие различных агентов остаются неизученными. Целью настоящей работы было исследование продукции АФК *in vitro* в ответ на действие различных лектинов с последующей оценкой уровня супероксиданиона в спонтанном и зимозан-индуцированном НСТ-тесте по общепринятой методике. Сбор морских звезд *A.rubens* производили в конце июня 2005 г. на базе ББС им. акад. О.А.Скарлато ЗИН РАН. Целомоциты после осаждения переводили в среду RPMI-1640 с добавлением NaCl до 24‰ и других компонентов. В лунки планшета вносили по 100 мкл клеточной суспензии (3×10^6 клеток/мл). Для определения спонтанного показателя НСТ-теста в лунки добавляли по 50 мкл фильтрованной морской воды (ФМВ), а для определения индуцированного – равный объем 0,2% суспензии зимозана в ФМВ. Для оценки влияния лектинов растительного и животного происхождения в культуры клеток добавляли по 20 мкл раствора разных лектинов на среде в концентрации 25 мкг/мл ($n\geq15$). После внесения всех реагентов планшеты инкубировали в течение 12 ч при 10°С в атмосфере 3% CO_2. После завершения инкубации образцы фиксировали; полного растворения гранул достигали внесением в лунки 120 мкл 2М КОН и 140 мкл ДМСО. Результат выражали в ед. ОП (λ=620 нм)/3×10^5 клеток.

Инкубация целомоцитов морских звезд с лектином арахиса приводила к увеличению спонтанной и стимулированной продукции АФК на 56,4 и 52,1 % соответственно по сравнению с контролем. Для лектинов завязей пшеницы, бобовника и конканавалина А эти величины составили 40-45% и 38-41% соответственно. Несколько меньшие значения были получены для лектинов виноградной улитки, бузины красной и лимской фасоли. Внесение фитогемагглютинина Р, лектинов сои, бузины красной и гороха мало влияло на активность целомоцитов в спонтанном НСТ-тесте, в то время как лектин картофеля подавлял продукцию АФК в культуре клеток.

Таким образом, при использовании в эксперименте 13 лектинов различной углеводной специфичности, оказалось, что большинство из них (за исключением лектина картофеля) увеличивает не только спонтанную, но и стимулированную зимозаном продукцию АФК *in vitro*. Полученные данные свидетельствуют о способности лектинов к взаимодействию с циркулирующими клетками, что может быть использовано в дальнейшем для определения поверхностных маркеров различных популяций целомоцитов *A.rubens* с привлечением методов проточной цитофлуориметрии.

Лектины	Спонтанный НСТ-тест	Стимулированный НСТ-тест
Арахис	0,749±0,033***	0,853±0,019***
Завязи пшеницы	0,684±0,024***	0,788±0,018***
Робиния ложноакациевая	0,678±0,031***	0,826±0,021***
Конканавалин А	0,675±0,026***	0,824±0,018***
Виноградная улитка	0,621±0,019***	0,804±0,024***
Бузина красная	0,609±0,025***	0,754±0,022***
Лимская фасоль	0,664±0,029***	0,706±0,027***
Фитогемагглютинин	0,529±0,022	0,702±0,029***
Соя	0,514±0,018	0,692±0,038**
Бобовник анагиролистный	0,507±0,013	0,661±0,031**
Бузина красная	0,460±0,027	0,582±0,031
Горох	0,430±0,026	0,563±0,035
Картофель	0,403±0,018**	0,569±0,030
Контроль (среда)	0,479±0,015	0,561±0,019

Работа поддержана грантами РФФИ №04-04-49069 и 04-04-49342.

Михайлова К.А. Применение в исследованиях источников роста полихет метода BrdU и анализ полученного сигнала на конфокальном микроскопе

На сегодняшний день существует лишь несколько работ, выполненных на полихетах с применением метода BrdU (меченого предшественника ДНК –

бромдезоксиуридина) (Габай, Костюченко, 2005а; Габай, Костюченко, 2005б; Müller et al., 2005). Мюллер и коллеги, проводили исследования на *Dorvillea bermudensis* (Polychaeta, Dorvilleidae). Особый интерес представляет применение этого метода для изучения одного из наименее разработанных вопросов - о клеточных источниках роста у полихет.

В качестве модельных объектов нами были выбраны два представителя семейства Nereidae - беломорская полихета *Nereis virens* и средиземноморская *Platynereis dumerilii*. Объекты инкубировали в среде, содержащей BrdU (длительность инкубации варьировалась). После инкубации червей фиксировали и обрабатывали антителами на бром и затем вторичными антителам, мечеными Fitc. Полученные препараты анализировали с помощью флуоресцентного и конфокального микроскопов.

В начале метаморфоза, при переходе к постларвальному развитию в пигидии проявляются крупные, яркоокрашенные ядра клеток. Вероятно, эти клетки составят зону роста и будут служить источником клеточного материала для последующего формирования постларвальных сегментов.

У ювенильных червей метятся:

- зона роста, расположенная в предпигидиальной области, новые сегменты (3 сегмента за 12 часов). В этой зоне видно большое количество ядер, синтезирующих ДНК и включивших бромдезоксиуредин;
- ядра вдоль всей центральной оси тела, предположительно соответствующие клеткам нервной цепочки;
- ядра в основаниях параподий; некоторое количество меченых ядер встречается в пальпах;
- отдельные ядра, содержащие BrdU видны по всему телу.

По степени окрашивания можно сравнивать количество делений пройденных клетками в течение периода инкубации.

Полученные результаты свидетельствует о том, что метод BrdU, с использованием антител, меченых Fitc, может быть использован при изучении экспрессии генов эмбрионального развития полихет *N. virens* и *P. dumerili*, как маркер делящихся клеток.

Могиленко Д.А., Кудрявцев И.В., Дьячков И.С., Харазова А.Д., Полевщиков А.В.* Выделение нового члена семейства α2-макроглобулина у морской звезды *Asterias rubens*

* НИИЭМ РАМН

Система комплемента играет ключевую роль в реакциях врожденного и приобретенного иммунитета высших позвоночных. Центральным и наиболее древним компонентом этой системы является С3 – фактор, участвующий в запуске всех путей активации каскада комплемента. Долгое время считалось, что каскад впервые появился у хрящевых рыб, и его основной функцией был антитело-зависимый бактериолизис. Обнаружение гомологов С3, обладающих опсонизирующей активностью, у асцидий и морских ежей свидетельствует о том, что данный каскад сложился и эффективно функционировал до появления

системы антител, что привело к пересмотру его первичных функций. Наиболее древним представителем семейства α2-макроглобулина у вторичноротых является С3 компонент морских ежей *Strongylocentrotus purpuratus*, получивший название SpC3. Морские звезды отошли от общего предшественника всех иглокожих примерно на 100-150 млн. лет раньше, чем морские ежи, что и послужило основанием для выбора *A.rubens* в качестве объекта для исследования эволюции белков семейства α2-макроглобулина.

Морские звезды были собраны в июне-июле 2005 г. на базе Беломорской Биологической Станции им. акад. О.А.Скарлато ЗИН РАН. В работе были использованы неповрежденные животные с длиной луча не более 7-8 см. Выделение тотальной РНК из целомоцитов *A.rubens* производили с применением набора STAT-60 по общепринятой методике. Клонирование участка кДНК гена *A.rubens*, сходного с С3, осуществляли методом RT-PCR с использованием вырожденных праймеров к консервативным участкам кодирующих последовательностей гена С3 в районе тиоэфирного сайта. Эволюционно консервативные участки в составе С3 анализировали путем выравнивания последовательностей С3 позвоночных с помощью программы ClustalW. В ходе RT-PCR был получен фрагмент размером примерно 220 пар оснований. Последующие секвенирование и анализ последовательности с использованием программы BLAST показало, что клонированный фрагмент гена *A.rubens* кодирует участок из 73 аминокислот, обладающий гомологией с белками семейства α2-макроглобулин/С3/С4/С5. Процент совпадений с последовательностями С3, С4, CD109, α2-макроглобулином и PZP (pregnant zone protein) человека составил 34%, 40%, 42%, 36% и 36% (в случае мыши – 31%, 37%, 42%, 39% и 37% соответственно). Сравнение полученного фрагмента с некоторыми тиол-содержащими белками беспозвоночных выявило 49% гомологии с С3 морского ежа *Strongylocentrotus purpuratus*, аналогичные результаты были получены для комплемент-подобного белка *Carcinoscorpius rotundicauda*. Данный фрагмент также обладал 48% гомологией с С3 ланцетника (*Branchiostoma belcheri*) и 51% гомологией с С3-подобным белком моллюска *Swiftia exserta*. Несколько меньшая гомология была выявлена для белка TEP-1 *Anopheles gambiae* (33%) и геном ZK337.1a *Caenorhabditis elegans* (43%), причем последний в настоящее время претендует на роль древнейшего представителя всего семейства белков, содержащих тиоэфирный домен. У позвоночных в состав тиоэфирного сайта водят 5 аминокислотных остатков (GCGEQ), за которыми следует консервативная пара аминокислот NM, тогда как у асцидии и ланцетника дуплет NM заменен TM. Аналогичная замена была обнаружена и в полученном нами фрагменте, что указывает на эволюционную древность гомолога С3 морской звезды. Следует отметить, что экспрессия данного гена наблюдалась исключительно в циркулирующих клетках, а не в печеночных выростах, что также является весьма архаичным признаком, так как у всех позвоночных животных синтез С3 осуществляется печенью и лишь в незначительном количестве моноцитами и тканевыми макрофагами. Таким образом, полученный фрагмент С3-подобного белка относится к группе тиол-содержащих белков и является древнейшим представителем семейства α2-

макроглобулина вторичноротых животных. Работа поддержана грантами РФФИ №04-04-49069 и 04-04-49342.

Мухина Ю.И., Мухачёв Е.В., Футикова Т.И. Исследование метаморфоза личинок беломорской губки *Halisarca dujardini* (Demospongiae, Halisarcida) методом иммунохимического маркирования клеток

Проблемы клеточной дифференциации и межклеточных взаимодействий во время метаморфоза личинок разных групп губок являются дискуссионными уже более ста лет в связи со сложностью идентификации, в том числе и на ультраструктурном уровне, клеточных типов, составляющих личинку. В нашем исследовании мы предприняли попытку проследить судьбу поверхностных жгутиковых клеток личинки беломорской губки *Halisarca dujardini* (Demospongiae, Halisarcida), используя иммунохимический метод маркирования клеток. В качестве маркера использовали полученные нами поликлональные антитела (АТ) к мажорному белку p68 (68 кД) жгутиковых клеток личинки, в качестве дополнительного маркера использовали моноклональные антитела против тубулина (АТ Т) (Sigma).

В состав паренхимулы губки *H. dujardini* входят несколько типов клеток, однако АТ p68 маркируют только жгутиковые клетки (ЖК), что подтверждает их специфичность для ЖК. Белок p68 в виде гранул концентрируется в апикальной части цитоплазмы ЖК, присутствует в центральной и базальной частях ЖК, и отсутствует в жгутике. АТ Т окрашивают жгутик, базальное тело и элементы субмембранного цитоскелета.

На момент выхода из материнского организма личинка полностью цилиирована. У поздних личинок клетки области заднего полюса жгутиков не имеют. После установления контакта ЖК с субстратом, их апикальные части растягиваются по субстрату и жгутики оказываются погруженными в цитоплазму. Метка АТ p68 равномерно распространяется от периферии личинки к центру. На следующем этапе метаморфоза АТ p68 обнаруживают белок p68 в гранулах хоанобластов и экзопинакоцитов. В конце метаморфоза происходит перераспределение гранул белка p68: он располагается в области микроворсинок воротничков хоаноцитов, занимая положение, характерное для хоаноцитов дефинитивной губки. Вероятно, присутствие p68 в ЖК личинки связано с предшествующей экспрессией и запасанием белка для формирования воротничков хоаноцитов. В экзопинакоцитах на стадии позднего метаморфоза метка отсутствует.

Таким образом, с помощью метода иммунохимического маркирования клеток нами показано, что у беломорской губки *H. dujardini* ЖК личинки участвуют в формировании хоанодермы и экзопинакодермы ювенильной губки.

Представляется, что маркер, полученный для *H. dujardini*, можно успешно использовать для анализа перемещений ЖК во время метаморфоза личинок других групп губок, а также в экспериментальных исследованиях потенций ЖК личинок и хоаноцитов дефинитивных губок.

Нестеренко А.Ю., Андреева Т.Ф. Адаптация метода РНК-интерференции для анализа функционального значения Hox генов *Nereis virens* и *Platynereis dumerilii*

Среди генов, контролирующих морфогенетические процессы, важнейшее место занимают гены Hox кластера. Эти гены определяют позиционную информацию вдоль переднезадней оси билатеральных животных. Hox-гены представителей ветви Lophotrochozoa изучены чрезвычайно мало, при этом разнообразие планов организации тела у этой группы животных удивительно. Полихеты *Nereis virens* и *Platynereis dumerilii* относятся к эволюционной ветви Lophotrochozoa. Они являются гомономно сегментированными животными, что позволяет предполагать их относительно базовое состояние и, как следствие, базовое состояние их генетических программ. Лаборатория экспериментальной эмбриологии изучает Hox-гены этих животных. Ранее экспрессия этих генов была проанализирована в ходе ларвального и постларвального развития. Однако для понимания принципов работы этих генов необходим функциональный анализ, например, с помощью нокаута. Метод РНК интерференции, основанный на клеточном механизме, заключающемся в деградации мРНК при внесении в клетку комплементарной ей двунитевой РНК (днРНК), все шире применяется в современных исследованиях, так как является отностельно дешевым и универсальным методом нокаутирования, существенно превосходя по этим качествам все методы, связанные с генотипическим нокаутом. Работ, использовавших метод нокаута на представителях группы Lophotochozoa, чрезвычайно мало. Поэтому нокаут на полихетах требует разработки метода, в частности, выбора способа доставки днРНК в организм этих животных.

В данной работе анализировался ряд методов доставки днРНК в организм изучаемых животных. Один из таких методов – кормление животных бактериальным материалом, экспрессирующим днРНК. Для этого были созданы генетические конструкции на основе вектора pLL10, несущие фрагменты Hox-генов изучаемых животных. Плазмида pLL10 получена группой F.Kafatos (EMBL, Heidelberg, Германия) из pBluescript и любезно предоставлена нам. Она отличается наличием двух промоторов РНК-полимеразы фага T7 по обоим сторонам полилинкера. Такая ее структура позволяет синтезировать днРНК с фрагментов, клонированых в эту плазмиду, in vitro в одной реакции, а также in vivo в специальных штаммах *E. coli* (HT115(DE3) и другие), несущих ген РНК-полимеразы T7. Нами получены клоны штамма HT115(DE3), несущие плазмиды pLL10, содержащие фрагменты изучаемых Hox-генов. Это дает нам возможность в будущем разработать дешевый и быстрый метод синтеза и доставки днРНК в организм изучаемых животных

В этой работе были проанализированы также и методы доставки днРНК, синтезированой in vitro с полученых на первой стадии плазмид: микроинъецирование взрослых и ювенильных червей и низковольтовая электропорация. С использованием флюоресцентного витального красителя (флюоресцеин-декстран) было показано, что инъецированая жидкость быстро

распространяется по всему целому животного. Это дает нам возможность заключить, что инъекции взрослых и ювенильных животных должны стать приоритетным методом доставки днРНК на начальной стадии исследований, так как такие инъекции просты технически и позволяют получить большое количество инъецированых животных для получения достоверных данных.

Для проверки низковольтовой электропорации использовалась серия генетических конструкций, содержащих EGFP (под промоторами цитомегаловируса млекопитающих, hsp70 *Drosophila melanogaster*, α-тубулина *Patella vulgata*). Электропорация проводилась в среде 0.77 маннитола с напряженностью импульса 125 В/см и продолжительности 20 милисекунд. Резуьтаты этого эксперимента позволяют нам заключить, что зародыши *Platynereis dumerilii* на стадии нектохеты превосходно переживают подобную процедуру. Однако экспрессии репортерного гена зафиксировано не было.

Наши результаты позволяют нам сделать вывод, что на данном этапе приоритетным методом доставки днРНК должно быть микроинъецирование. Полученные данные и генетические конструкции позволяют нам продолжить работу по разработке метода фенотипического нокаута с использованием механизма РНК-интерференции на полихетах *Nereis virens* и *Platynereis dumerilii*.

Обухов Д.К., Жеребцова Ю.В. Структурная организация центральной нервной системы беломорской трески *Gadus morhua maris-albi* D.

В работе проведен анализ анатомии головного мозга беломорской трески а также подробное нейроморфологическое исследование структуры одного из важнейших отделов головного мозга рыб – конечного мозга (telencephalon). По своей анатомии ЦНС трески имеет типичное для данной группы костистых рыб строение – максимального развития достигает мозжечок и средний мозг. Это является отражением активного, подвижного образа жизни данного вида. Показателем уровня развития ЦНС являются т.н. коэффициенты аллометрии (α) и энцефализации (k) (Bauchot et al, 1988). Для данного подвида трески они составили: α = 0,475 и k = 0,945 (n=98). Данные коэффициенты являются типичными для представителей этой группы костистых рыб и попадают, таким образом, в полигон энцефализации отр. Трескоообразных (Ridet et al., 1977). Нами были вычислены соответствующие коэффициенты для самцов и самок, которые показали, что половые различия незначительны (Obukhov, Gerebtcova, 1997). Сравнивая уровень развития мозга беломорской трески с другими семействами и отрядами костистых рыб необходимо, тем не менее, отметить ее достаточно высокое положение в общем полигоне энцефализации костистых рыб. Это косвенно свидетельствует о достаточно высоком уровне морфо-функциональной организации их ЦНС.

Исследование цитоархитектоники полушарий конечного мозга беломорской трески показало, что по уровню дифференцировки этого отдела мозга треска занимает промежуточное положение между представителями низших отрядов костистых рыб (например: лососевых) и представителями

высших отрядов (например: окуневых) (Обухов, 1999). Так, в паллиуме беломорской трески было выделено четыре-пять зон, в субпаллиуме – три-пять зон. Число зон, а также их цитоархитектоническая структура значительно варьирует в зависимости от уровня мозга в ростро-каудальном направлении. Проведенный параллельно анализ нейронной структуры мозга трески показал, что наиболее сложным и дифферецированным нейронным составом обладает центральная зона паллиума (D.c). Там были обнаружены крупные нейроны радиального (аллодендритного) типа с хорошо развитой системой дендритных ветвлений. Наличие таких нейронов и сопоставление морфологических данных со сведениями о функциональной организации конечного мозга костистых рыб (Никоноров, Обухов, 1996; Nieuwenhuys et al, 1999) позволяет предположить, что данная область конечного мозга трески является зоной мультисенсорной интеграции, обеспечивающей участие конечного мозга в контроле поведения рыб. Вентральная (субпаллиальная) область полушарий имеет более низкий, по сравнению с дорсальной областью, уровень нейронной дифференцировки. Основная масса нейронов представлена недифференцированными мелкими нейронами изодендритного типа со слабо развитой системой дендритных ветвлений.

Проводя сравнение общего уровня цитоархитектонической и нейронной организации мозга беломорской трески с таковым у других изученных костистых рыб (Обухов, 1999; Braford, 1995; Nieuwenchuys et al, 1999) необходимо отметить, что она оличается достаточно консервативным и относительно низким уровнем структурно-функциональной организации. Полученные данные имеют значение для понимания сложных процессов эволюции ЦНС позвоночных животных и, в целом, вписываются в разрабатываемую нами концепцию о *линейно-консервативном типе* эволюции головного мозга в группе лучеперых рыб (в противовес *прогрессивному типу* эволюции мозга, характерному для представителей группы хрящевых рыб и наземных позвоночных) (Обухов, 1999, 2005).

Шапошникова Т.Г., Адонин Л.С., Матвеев И.В.*, Подгорная О.И.*
Определение заряда мажорного белка p45/47 мезоглеи сцифомедузы *Aurelia aurita* (Cnidaria)
* ЦИН РАН

Мезоглея кишечнополостных выполняет те же основные функции, что и рыхлые соединительные ткани других многоклеточных животных. Структура основного вещества мезоглеи сцифомедузы *A. aurita* значительно изменяется на протяжении жизненного цикла. Белок 45/47 кДа (p45/47) является одним из мажоров мезоглеи взрослой медузы. Полученные против этого белка поликлональные антитела (RA45/47) на срезах зрелых медуз взаимодействуют с мезоглеальными и эпидермальными клетками, а также с эластическими волокнами. Весьма вероятно, что мезоглеальные клетки (как и клетки эпидермы) секретируют белок, который включается в состав внеклеточного матрикса.

В результате частичного белкового сиквенса белка p45/47 были получены последовательности трех пептидов из центральной части белка. На их основе были сконструированы праймеры и получен ряд клонов. Концевые последовательности клонов послужили основанием для конструкции новых праймеров. Следующие шаги RACE ПЦР дали возможность просеквенировать и собрать часть последовательности ДНК данного белка из имеющейся кДНКовой библиотеки мРНК. Эта часть последовательности состоит из 1041 нуклеотида и ей соответствует полипептид из 347 аминокислот. Полученная аминокислотная последовательность была проанализирована различными компьютерными программами, которые определяют предполагаемую изоэлектрическую точку и точку максимальной растворимости белка. Компьютерный анализ показал, что эти точки располагаются в районе pH 2 - 3.

Для подтверждения результатов компьютерного анализа в настоящей работе проведено разделение белков мезоглеи в условиях кислого электрофореза по Чокли, который используется для разделения сильно положительно заряженных белков. В мезоглее медузы были выявлены пять дискретных зон. На иммуноблоте с антителами RA45/47 против мажорного белка мезоглеи p45/47 с высокой степенью аффинности взаимодействует самая нижняя зона. Имеется также очень слабое связывание с несколькими верхними зонами. Для определения молекулярной массы белков, разделяющихся в «кислых» условиях, зоны белков вырезали из геля, готовили пробы и проводили с ними SDS-электрофорез по Лэммли. Молекулярный вес белка из нижней зоны оказался равным 45 кДа. На иммуноблоте этот белок также взаимодействует с антителами RA45/47, в то время как белки из других зон с данными антителами не связываются. Таким образом, экспериментальные данные подтверждают, что исследуемый белок имеет высокий положительный заряд.

Работа выпонена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 05-04-49578-а).

Адонин Л.С.
Алешина Г.М.
Амосова А.П.
Андерсон Е.А.
Андреев В.М
Андреева Т.Ф.
Андронов Е.Е.
Анцулевич А.Е.
Арбенин А.Ю.
Аристов Д.А.
Артамонова В.С.
Артемьева А.К.
Бакаленко Н.И.
Балашова Н.Б.
Барабанова Л.В.
Бахмет И.Н.
Беляева Д.В.
Березанцева М.С.
Бесядовский А.Р.
Бодров С.Ю.
Болотов А.Е.
Бухвалов Ю.О.
Вербицкая А.Н.
Воробьев К.П.
Гагаринова Н.Г.
Галактионов К.В.
Галактионов Н.К.
Галеева В.Р.
Ганжа Е.В.
Гапонова И.Н.
Генельт-Яновский Е.А.
Герасимова А.В.
Герасимова Е.И.
Гимельбрант Д.Е.
Гогорев Р.М.
Дашко О.Ю.
Дондуа А.К.
Дукаревич М.М.
Дукельская А.В.
Дьячков И.С.
Дякин А.Ю.
Елисеева Е.А.
Ересковский А.В.
Ефремова С.М.
Жеребцова Ю.В.
Задевалова М.И.
Зайцева М.А.
Знаменская О.С.
Иванова Т.С.
Иванов М.В.
Иванюкович А.А.
Квитко К.В.
Козлова М.А.
Козминский Е.В.
Кокряков В.Н.
Комендантов А.Ю.
Костюченко Р.П.
Кошелева А.Н.
Краснодембская А.Д.
Краснодембский Е.Г.
Крупенко Д.Ю.
Кудрявцев И.В.
Кузнецов И.Б.
Кузнецова Е.С.
Кулакова М.А.
Кулева Н.В.
Лайус Д.Л.
Латкин Д.С.
Лезин П.А.
Лоскутова З.И.
Магомедова З.М.
Максимович Н.В.
Манылов О.Г.
Мартынов Ф.М.
Маслов Ю.И.
Матвеев И.В.
Махров А.А.
Медведева В.П.
Мигунова А.В.
Миронова А.П.
Михайлова К.А.
Мовчан Е.А.
Могиленко Д.А.
Морозов В.Ю.
Морозов Е.А.
Мухачёв Е.В.
Мухина Ю.И.
Нестеренко А.Ю.
Нестерович А.С.
Николаев К.Е.
Николаева М.А.
Новикова Е.Л.
Паскерова Г.Г.
Обухов Д.К.
Осипов Д.В.
Островский А.Н.
Петрова Е.А.
Петровский П.П.
Подгорная О.И.
Полевщиков А.В.
Полоскин А.В.
Полякова Н.А.
Полякова Н.В.
Примаков И.М.
Раилкин А.И.
Родэ Л.Ю.
Слюсарев Г.С.
Слюсарев С.Г.
Смирнов П.Д.
Смуров А.О.
Спетницкая Н.А.
Стариков И.Ю.
Старков А.И.
Старунов В.В.
Стогов И.А.
Стогов И.И.
Студенов И.И.
Сухачев А.Н.
Сухих Н.А.
Тараховская Е.Р.
Теровская Е.В.
Титов С.Ф.
Тихомиров И.А.
Федоров Г.К.
Филиппов А.А.
Филиппова Н.А.
Футикова Т.И.
Хайтов В.М.
Халаман В.В.
Харазова А.Д.
Цыбатова Е.В.
Чикадзе С.З.
Чужекова Т.А.
Чунаев А.С.
Шапошникова Т.Г.
Шатских Е.В.
Шевченко К.Г.
Шишарина М.А.
Шунатова Н.Н.
Шунькина К.В.
Юрова М.Н.
Юрцева А.О.
Яковис Е.Л.