

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

V НАУЧНАЯ СЕССИЯ
МОРСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

6 февраля 2004 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Санкт-Петербург
2004

Оргкомитет V сессии МБС СПбГУ в составе:

Александр Иванович Раилкин (председатель),
Александр Валентинович Жук,
Роман Петрович Костюченко,
Николай Владимирович Максимович,
Сергей Владимирович Мыльников,
Игорь Арсениевич Стогов,
Андрей Эдуардович Фатеев

от лица всех участников благодарит руководство и сотрудников Учебно-научного центра биологии и почвоведения Санкт-Петербургского университета и Морской биостанции СПбГУ за помощь и поддержку при проведении исследовательских работ и самой сессии.

Представленные работы выполнены при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований, ФЦП «Интеграция Высшей школы и Российской Академии наук», программы «Университеты России – Фундаментальные Исследования».

V научная сессия МБС СПбГУ. Тезисы докладов. СПб., 2004. 90 с.
Редакторы: А.И.Гранович, А.И.Раилкин, И.А.Стогов, А.Э.Фатеев

© Учебно-научный центр биологии и почвоведения СПбГУ, 2004

Уважаемые друзья и коллеги!

Первая научная сессия Морской биологической станции (МБС) Санкт-Петербургского государственного университета была проведена в феврале 2000 г., в год 25-летия биостанции. С тех пор это мероприятие, собирающее большое число участников, стало традиционным.

Пятая научная сессия МБС, как и четыре предыдущие, является своеобразным ежегодным отчетом сотрудников, аспирантов и студентов Учебно-научного центра биологии и почвоведения Петербургского университета, наших коллег из других организаций.

Настоящий сборник тезисов объединяет материалы, представленные и обсужденные на V научной сессии МБС, прошедшей 6 февраля 2004 г. на кафедре генетики и селекции. В ней приняли участие более 100 специалистов, представивших более 60 сообщений, частично или полностью основанных на материалах натуральных и лабораторных исследований, проведенных на Белом море в последние годы. Эти работы составляют значительную часть бюджетных и грантовых тем, выполняемых по программам РФФИ, «Университеты России - Фундаментальные исследования», «Интеграция Высшей школы и Российской Академии наук».

Необходимо отметить большое участие в работе сессии сотрудников отделов биохимии, ботаники, генетики, гистологии и цитологии и особенно зоологии беспозвоночных, ихтиологии и гидробиологии, эмбриологии. Высокую активность в научной работе станции проявляет молодежь. С участием аспирантов и студентов выполнено более половины всех представленных работ.

Большинство авторов 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

Биохимия

- Клушевская Е.С., Меньшенин А.В., Алешина Г.М., Кокряков В.Н. 8
Исследование антибиотических пептидов сцифоидной медузы *Aurelia aurita*.
- Краснодембская А.Д., Алешина Г.М., Кокряков В.Н., Краснодембский Е.Г. 9
Новые данные об антимикробных пептидах у пескожила *Arenicola marina* (Annelida, Polychaeta).
- Мальцева А.Л., Алешина Г.М., Кокряков В.Н., Краснодембский Е.Г. Новые 10
антимикробные пептиды из целомоцитов морской звезды *Asterias rubens*.

Ботаника

- Гимельбрант Д.Е., Кузнецова Е.С. Лишайники на сухостое и валеже на 12
островах Керетского архипелага (Белое море).
- Киселёв Г.А. Материалы к флоре пресноводных водорослей о.Средний (Белое 13
море).

Генетика

- Журина Т.В., Мыльников С.В. Устойчивость структуры цветка седмичника 14
Trientalis europea в разных местообитаниях.
- Тиходеев О.Н. Седмичник европейский как модельный объект для изучения 15
модификационной изменчивости.
- Чунаев А.С., Бондаренко Л.В., Барабанова Л.В. Цветовые различия цифровых 16
изображений объектов беломорской генетической практики.

Гидробиология, Ихтиология

- Банкин Е.П., Иванов М.В. Последствия воздействия марикультуры мидий на 17
донные сообщества.
- Букина (Мартынова) М.В., Иванов М.В. Распределение и запасы морской 18
травы *Zostera marina* L. в губе Чупа (Кандалакшский залив, Белое море).
- Герасимова А.В., Глускер Г.М., Максимович Н.В. Особенности распределения 21
организмов макрозообентоса в условиях песчаной литорали Белого моря.
- Герасимова А.В., Максимович Н.В. О характере смертности особей в 22
поселениях массовых видов *Bivalvia* Белого моря.
- Гумарова М.Р., Стогов И.И., Мовчан Е.А. Макрозообентос зарослевой 24
литорали малых озер Карельского побережья Белого моря.
- Гуричев П.А., Белоусов И.Ю. Сиги Лоухского озера. 25
- Исаков А.В., Иванов М.В. К вопросу о корреляции структурных показателей 26
сообществ макрозообентоса мягких грунтов с характеристиками донных
отложений.
- Кошелева А.Н., Полякова Н.В. Ракообразные рода *Daphnia* беломорских 27
наскальных ванн.
- Максимович Н.В., Герасимова А.В. Определение возраста беломорских 29

двустворчатых моллюсков по морфологии раковины.	
Мовчан Е.А., Стогов И.А. Продукционные характеристики массовых видов макрофитов беломорских пресноводных наскальных ванн.	31
Мовчан Е.А., Стогов И.А., Старков А.И. Беломорские пресноводные наскальные ванны.	31
Полякова Н.В., Панина С.Н., Стогов И.А. Многолетние исследования зоопланктона озера Старушечьего (Карельское побережье Белого моря).	33

Гидрология

Акимова А.Н., Колдунов Н.В., Казарьян В.В., Башмачников И.Л., Раилкин А.И. Динамическая вертикальная структура прибрежных вод губы Чупа Белого моря.	34
Раилкин А.И., Плоткин А.С., Канайкин Д.П. Определение среднесуточной турбулентности придонного слоя методом окрашенной струи.	35

Зоология беспозвоночных

Аристов Д.А., Полоскин А.В., Жернакова Д.В. Новые аспекты питания морской звезды <i>Asterias rubens</i> на мелководье закрытой губы Кандалакшского залива Белого моря.	36
Артемьева А.В., Гришанков А.В., Николаева М.А., Фокин М.В., Шунатова Н.Н., Яковис Е.Л. Роль хищных сверлящих улиток в бентосном сообществе: раковины жертв как источник информации.	37
Артемьева А.В., Гришанков А.В., Николаева М.А., Фокин М.В., Шунатова Н.Н., Яковис Е.Л. Консорции, связанные с раковинами погибших <i>Serripes groenlandicus</i> (Bivalvia) в окрестностях Соловецких островов (Белое море): закономерности структуры и динамики.	38
Басова Л.А., Стрелков П.П., Филимонов Н.Ю. Распределение значений некоторых факторов среды, существенных для литорального бентоса, в губе Кереть и проливе Узкая Салма (Кандалакшский залив, Белое море).	40
Братова О.А., Джурицкий В.Л., Смирнов А.В. Видовой состав рода <i>Henricia</i> (Ehinodermata, Asteroidea) губы Чупа Белого моря.	41
Генельт-Яновский Е.А., Полоскин А.В. К популяционной экологии <i>Cerastoderma edule</i> (L.) на литорали Дальнего Пляжа (Баренцево море, Восточный Мурман).	42
Герасимова Е.И., Плоткин А.С. О систематике губок рода <i>Vosmaeria</i> (Porifera, Demospongiae).	44
Добрецов С.В., Раилкин А.И. Водорастворимые метаболиты зеленой водоросли <i>Cladophora rupestris</i> индуцируют оседание личинок <i>Mytilus edulis</i> .	46
Дякин А.Ю. Взаимоотношения грегарины <i>Urospora chiridotae</i> и голотурии <i>Chiridota laevis</i> .	47
Дякин А.Ю., Паскерова Г.Г. Тонкое строение кортикальной зоны грегарины <i>Urospora chiridotae</i> (Dogiel, 1906) Goodrich, 1925.	48
Кудряшева З.К., Полоскин А.В. Изменения видового состава макробентосного населения беломорской литорали на ранних этапах развития зарослей морской травы <i>Zostera marina</i> .	49
Кузьмин А.А., Хайтов В.М. Видовой состав самцов и самок рода <i>Jaera</i>	51

- (Crustacea, Isopoda) в двух поселениях вершины Кандалакшского залива Белого моря.
- Раилкин А.И., Бесядовский А.Р. Экспериментальное изучение влияния турбулентности течения на оседание бентосных беспозвоночных животных. 52
- Раилкин А.И., Усов Н.В., Кулаков И.Ю. Формирование и развитие эпибентосных сообществ при разных гидродинамических условиях. 53
- Редькин Д.В., Басова Л.А., Буфалова Е.Н., Стрелков П.П., Усов Н.В., Шамонин А.В. Зообентос литорали губы Подпахта (Баренцево море, Восточный Мурман) в августе 2003 года. 54
- Сафина Д.А., Хайтов В.М. Структура и многолетняя динамика популяции *Diastylis glabra* (Zimmer, 1926) (Cumacea: Crustacea) в Илистой губе о.Горелого (Лувеньгский архипелаг, Кандалакшский залив Белого моря). 56
- Слюсарев Г.С., Макаренков Ф.М. Паразиты горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* на Белом море. 56
- Слюсарев Г.С., Манылов О.Г. Мускулатура *Rhopalura litoralis* Shtein, 1953 (Orthonectida). 58
- Стрелков П.П., Буфалова Е.Н., Малавенда С.С., Редькин Д.В., Усов Н.В., Фокин М.В., Шошина Е.В., Шунатова Н.Н. Информационный отчет экспедиции СПбГУ и МГТУ на остров Кильдин и озеро Могильное в августе 2003 года. 60
- Фокин М.В., Михайлова Н.А. Использование микросателлитных маркеров для анализа популяционной структуры двух видов моллюсков рода *Littorina* Белого моря. 61
- Фокин М.В., Шунатова Н.Н., Усов Н.В., Буфалова Е.Н., Малавенда С.С., Редькин Д.В., Стрелков П.П., Шошина Е.В. Научный отчет экспедиции СПбГУ и МГТУ на остров Кильдин и озеро Могильное в августе 2003 года. 62
- Хайтов В.М., Артемьева А.В. О взаимоотношениях *Mytilus edulis* и *Hydrobia ulvae* на илесто-песчаной литорали Долгой губы о.Б.Соловецкого (Онежский залив Белого моря). 64

Микробиология

- Гапонова И.Н., Мигунова А.В., Квитко К.В. Исследование секреции сахаров северными зоохлореллами – симбионтами *Paramecium bursaria* в условиях in vivo и in vitro. 65
- Шпагин И.А., Фирсов М.А., Белова В.С., Квитко К.В. Бактериальное загрязнение вод в Керетском Архипелаге Белого моря. 66

Эмбриология, Гистология, Цитология

- Антипова А.Ю., Костюченко Р.П. Изменения в строении личинки *Pectinaria koreni* (Pectinariidae, Polychaeta, Annelida) при метаморфозе метатрохофоры в нектохету перед оседанием. 69
- Бакаленко Н.И., Андреева Т.Ф. Анализ экспрессии гена *Nvi-hox3* в развитии полихеты *Nereis virens*. 70
- Загайнова И.В., Харин А.В., Костюченко Р.П. Клеточные источники развития 72

зоны паратомии у представителей семейства Naididae.	
Злобина М.В., Кудрявцев И.В., Баскаков А.В., Галактионов Н.К., Канайкин Д.П., Козлова А.Б., Харазова А.Д., Полевщиков А.В. Продукция активных форм кислорода циркулирующими клетками морской звезды <i>Asterias rubens</i> и асцидии <i>Styela rustica</i> в ответ на введение эритроцитов человека.	73
Климович А.В., Широкова В.Н., Горбушин А.М. Сравнительная оценка цитотоксичности плазмы морских моллюсков: II – МТТ-тест.	75
Козлова А.Б., Петухова О.А. Изменение клеточного состава целомической жидкости морской звезды <i>Asterias rubens</i> L. в ответ на ранение.	76
Костюченко Р.П. Характер экспрессии гена Nvi-Hox4, гомолога гена дрозофилы Deformed, в эмбриональном и личиночном развитии полихеты <i>Nereis virens</i> .	77
Кудрявцев И.В., Злобина М.В., Баскаков А.В., Галактионов Н.К., Канайкин Д.П., Козлова А.Б., Харазова А.Д., Полевщиков А.В. Анализ клеточных реакций врожденного иммунитета морской звезды <i>Asterias rubens</i> .	78
Кулакова М.А., Андреева Т.Ф. Экспрессия ParaHox-генов NviGsh и NviCad в ходе развития полихеты <i>Nereis virens</i> .	80
Миронова А.П., Кулева Н.В. Динамика статистических показателей устойчивости жаберного эпителия беломорских мидий из разных мест обитания.	81
Мухина Ю.И. Исследование потенциалов поверхностных клеток личинок беломорской губки <i>Halisarca dujardini</i> методом деления клеточных пластов.	83
Новикова Е.Л., Андреева Т.Ф. Анализ экспрессии гена Nvi-hox5 в ларвальном развитии полихеты <i>Nereis virens</i> .	83
Харин А.В., Загайнова И.В., Костюченко Р.П. Выбор места формирования зоны паратомии у представителей семейства Naididae.	85
Шапошникова Т.Г., Самойлович М.П., Подгорная О.И. Получение поликлональных антител против клеток и мезоглеи медузы <i>Aurelia aurita</i> .	86
Яковлева Н.В., Горбушин А.М. Сравнительная оценка цитотоксичности плазмы морских моллюсков: I – гемолитический тест.	87
Яковлева Н.В., Климович А.В., Климович Б.В., Горбушин А.М. Динамика гемограммы четырех видов беломорских моллюсков.	88
Участники сессии (алфавитный указатель)	90

Клушевская Е.С., Меньшенин А.В., Алешина Г.М.*, Кокряков В.Н.*

Исследование антибиотических пептидов сцифоидной медузы *Aurelia aurita*

* - НИИЭМ РАМН

В настоящее время все более возрастает интерес к изучению молекулярно-клеточных механизмов врожденного иммунитета животных. В отличие от системы приобретенного иммунитета – это эволюционно древняя, высокоэффективная система, присущая как беспозвоночным, так и позвоночным животным. К основным факторам системы врожденного иммунитета следует отнести антибиотические пептиды.

Aurelia aurita (тип Cnidaria, класс Scyphozoa) относится к низшим беспозвоночным животным, мало изученным в этом отношении. Поэтому выделение и изучение антибиотических пептидов у них представляет особый интерес с эволюционной точки зрения, т.е. изучения закономерностей возникновения и развития факторов врожденного иммунитета.

При выделении пептидов мы использовали следующие методы: экстракция катионных белков и пептидов из тканей медуз, ультра и микрофльтрация, препаративный электрофорез в кислой буферной системе, разделение и очистка катионных пептидов медузы методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии, ионно-обменная хроматография, аналитический электрофорез катионных пептидов, электрофорез в кислой буферной системе, электрофорез в присутствии додецилсульфата натрия, определение молекулярной массы электрофорезом, определение антибиотического действия пептидов.

В результате проделанной работы, была получена фракция пептидов из каналов гастроваскулярной системы и желудочных карманов медузы. Пептиды обладают антибиотической активностью, сопоставимой с антибиотической активностью дефенсина кролика, используемого в качестве контроля, как в отношении грамотрицательного микроорганизма *Escherihia coli*, так и в отношении грамположительного микроорганизма *Listeria monocytogenes*, а так же грибка *Candida albicans*. Полученная фракция содержит пептиды, молекулярная масса которых находится в пределах 2-6 кДа, и которые по своей электрофоретической подвижности сопоставимы с дефенсинами кролика, используемыми в качестве контроля. В настоящее время ведется работа по выделению и очистке пептидов фракции.

Работа поддержана грантом РФФИ № 03-04-49349 (2003-2005 гг.).

Краснодембская А.Д., Алешина Г.М.*, Кокряков В.Н.*, Краснодембский Е.Г.
Новые данные об антимикробных пептидах у пескожила *Arenicola marina*
(Annelida, Polychaeta)

* - НИИЭМ РАМН

В последние годы стало очевидным, что представление о механизмах врожденного иммунитета животных является неполным без учета роли антимикробных пептидов. Эти вещества представляют собой молекулярную основу защитных реакций, протекающих на первых этапах взаимодействия многоклеточного организма с патогеном. Антимикробные пептиды обладают широким спектром действия в отношении микробов. Токсическое действие большинства изученных пептидов связано с повреждением мембраны и оболочечных структур микробных клеток.

Изучение имеющегося в природе разнообразия защитных антимикробных систем позволит глубже понять закономерности становления и развития биохимических основ врожденного иммунитета в эволюции животного мира.

К настоящему моменту известно уже более 800 антимикробных пептидов, выделенных из самых различных организмов. Наиболее изученными в этом плане являются млекопитающие и насекомые. Сведения об антимикробных пептидах беспозвоночных животных (за исключением насекомых) очень немногочисленны.

Особый интерес представляет группа кольчатых червей, занимающая ключевое систематическое положение. Антимикробные пептиды у этих животных еще не были обнаружены другими исследователями, хотя были описаны другие (высокомолекулярные) белковые антимикробные факторы.

В своем исследовании мы используем следующие аналитические и препаративные биохимические методы: ультрафильтрацию, препаративный и аналитический электрофорез в полиакриламидном геле, высокоэффективную обратно-фазовую жидкостную хроматографию, MALDI-TOF масс-спектрометрию. Антимикробная активность изучается *in vitro* методом радиальной диффузии в агарозном геле.

Мы уже сообщали ранее об обнаружении двух новых катионных антимикробных пептидов из целомацитов пескожила *Arenicola marina* (с молекулярной массой 2.7 кДа). Однако, согласно многим наблюдениям, в одном организме часто обнаруживается несколько (до 40 антимикробных пептидов). Такое разнообразие может, например, компенсировать ограниченность спектра действия каждой отдельной молекулы.

Нами были выявлены в экстрактах (20% уксусной кислотой) целомацитов еще несколько пептидных фракций с антимикробной активностью. Были получены чистые фракции 5 антимикробных пептидов с молекулярными массами 1161 Да, 1450 Да, 2000 Да, 2450 Да и 3630 Да. Электрофоретическая подвижность в ПААГ в кислой буферной системе сравнима с таковой дефенсинов кролика, что свидетельствует об их катионной природе. Показано, что все они проявляют активность против грам-отрицательной бактерии *E. coli*

и не активны или очень слабо активны против грам-положительной *Listeria monocytogenes* и низшего гриба *Candida sp.* в тест-системе in vitro.

В дальнейшем планируется изучение первичной структуры обнаруженных пептидов, что необходимо для окончательного заключения об их положении среди других известных пептидов.

Работа поддержана грантом РФФИ № 03-04-49349(2003-2005гг.).

Мальцева А.Л., Алешина Г.М., Кокряков В.Н.*, Краснодембский Е.Г.*

Новые антимикробные пептиды из целомоцитов морской звезды *Asterias rubens*

* - НИИЭМ РАМН

Способность быстро сопротивляться активно развивающейся микробной агрессии является жизненной необходимостью для любого многоклеточного организма. Эта способность неразрывно связана с самим явлением многоклеточности, поскольку вместе с эпителиями она ограничивает внутреннее пространство организма. Одной из важнейших групп молекул, стоящих за этой способностью, являются антимикробные пептиды – одна из неотъемлемых составляющих защитной системы организма.

У иглокожих функция реализации защитных реакций (таких как фагоцитоз, инкапсуляция, гемостаз, продукция регуляторных и эффекторных молекул) возложена на форменные элементы целомической жидкости – целомоциты. Разнообразие клеток, объединяемых термином целомоциты, может довольно сильно варьировать у различных представителей иглокожих, но для всех описанных случаев постоянным является присутствие такого типа клеток как амебоциты. У морских звезд (согласно, в том числе, и нашим собственным наблюдениям) этот клеточный тип выраженно доминирует по численности, маскируя присутствие представителей других клеточных типов (клеток других типов не более 1-5% от общего числа целомоцитов). Важно отметить, что представители именно этого клеточного типа вовлечены как основные исполнители во все защитные реакции иглокожих.

Антимикробная активность в связи с целомоцитами морской звезды *Asterias rubens* была описана в литературе. Из факторов, ее обуславливающих, были идентифицированы лишь лизоцим ($15,5 \pm 1$ кДа) и дефенсин-подобный антимикробный пептид (4 ± 1 кДа). Согласно многим наблюдениям, обычным является присутствие в одном организме многих (до 15-40) различных антимикробных пептидов. Это и послужило основанием предпринятого нами более подробного исследования присутствия антимикробных пептидов в целомоцитах морской звезды *Asterias rubens*.

Из целомоцитов были получены экстракты с использованием 15% уксусной кислоты. Согласно приведенным выше замечаниям, экстракты были получены, главным образом, из амебоцитов. Молекулярные компоненты экстрактов разделялись последовательно путем ультрафильтрации, препаративного электрофореза в кислой буферной системе и обратно фазовой

высоко эффективной жидкостной хроматографии. Каждый этап разделения предварялся и завершался антимикробным тестом.

В результате проведенной работы в низкомолекулярной фракции экстракта (содержащей молекулы от 1 до 10 кДа) как антимикробные были идентифицированы несколько различных пептидов: 1,84кДа, 2,02кДа, 2,22кДа, 2,24кДа, 2,26кДа, 2,37кДа, 2,60кДа, 2,73кДа, 4,67кДа. Впрочем, эти молекулы не могут объяснить всей наблюдающейся активности – это предполагает, что разнообразие антимикробных молекул в экстрактах несколько выше.

Для одного из пептидов – массой 2,24кДа – было проведено частичное сиквенирование: были определены первые 11 аминокислот. Сравнительный анализ полученной последовательности выявил 100% гомологию с частью молекулы актина морской звезды *Pisaster ochraceous*. На основании 100% сходства была восстановлена полная аминокислотная последовательность пептида (опытная масса молекулы составила 2238Да, теоретическая – 2234Да): **Ala Pro Arg Ala Val Phe Pro Ser Ile Val Gly Arg Pro Arg His Gln Gly Val Met Val Gly.**

В молекуле содержится 3 аргинина и 1 гистидин, следовательно, суммарный заряд молекулы при физиологических значениях pH составляет приблизительно +4. Катионность – одно из определяющих свойств молекул с антимикробной активностью, играющую важную роль в избирательности антимикробного действия. 12 других аминокислот являются гидрофобными (это приблизительно 55% от общего числа аминокислот), что также важно для возможности взаимодействия с мембраной клетки-мишени.

Если к молекуле исследованного пептида добавить метионин (который в молекуле актина следует за завершающим пептид 2,24кДа глицином), то получается теоретическая молекула, массой 2365 Да. Эта масса близка к массе одного из выделенных пептидов с антимикробной активностью – 2367 Да, что предполагает и для этого пептида возможность происхождения от актина.

Участие фрагментов актина в защитных реакциях организма до этого не было описано в литературе. Но известно, что у иглокожих трансформация актинового цитоскелета играет важную роль в активации амебоцитов. Трансформация лежит в основе перехода амебоцитов в филоподиальную стадию, в которой клетки становятся способными к реакциям инкапсуляции и гемостаза. Сцеживание целомической жидкости из животного приводит к инициации гемостатической реакции. При этом в амебоцитах, вероятно, могут появляться продукты протеолитического расщепления актина. Можно предположить, что появление продуктов, обладающих антимикробной активностью, в активированных целомицитах является не случайным, а закономерным. Впрочем, подобное предположение, безусловно, требует более строгих доказательств.

Гимельбрант Д.Е., Кузнецова Е.С.

Лишайники на сухостое и валеже на островах Керетского архипелага
(Белое море)

Мертвая древесина в лесной зоне и за ее пределами является одним из наиболее распространенных субстратов, заселяемых лишайниками. Изучение разнообразия и особенностей экологии эпиксильных лишайников даст возможность оценить степень их специфичности по отношению к субстрату и роль мертвой древесины различного происхождения в формировании лишенофлоры и наземных растительных сообществ в целом. Однако к исследованию этой интересной субстратной группы внимание специалистов практически не привлечено. Ближайшей к Карелии территорией, где проведено отдельное исследование сообщества лишайников-эпиксиллов, является архипелаг Новая Земля и остров Вайгач (Журбенко, Вехов, 2001). Для этого района приведен список, включающий 41 вид лишайников с разнообразной обнаженной древесины.

С 1997 года на 32 островах Керетского архипелага и прилегающем участке материкового побережья (Белое море, Кандалакшский залив, Karelia Keretina) нами заложено 132 пробных площади. За годы исследований выявлено 470 видов и 12 внутривидовых таксонов лишайников (Гимельбрант, Мусякова, Титов, 2001 а, б; Гимельбрант, Мусякова, Жубр, 2001). Древесина естественного происхождения, не подвергшаяся антропогенной обработке или длительному воздействию морской воды, обнаружена на 41 пробной площади на 9 островах архипелага. Большинство сборов произведено с лишеной коры сухостоя, валежа и пней основных на архипелаге лесообразующих пород – сосны и ели. Общий список обитателей данного субстрата включает 118 видов (25,1% видового состава лишенобиоты), 2 подвида и 1 разновидность из 43 родов. Максимальное разнообразие эпиксильных лишайников в пределах пробной площади достигало 31 вида, причем 14 пробных площадей характеризуются разнообразием более чем в 20 видов. Таким образом, выявленное число эпиксиллов оказалось наибольшим для обработанной человеком древесины (127 видов, 27%; Гимельбрант, Кузнецова, 2003), тогда как на плавнике отмечено наименьшее количество видов – 104 (22,1%; Гимельбрант, Кузнецова, 2002; Himelbrant, Kuznetsova, 2002). Наибольшее сходство видового состава лишайников отмечено для плавника и обработанной древесины – коэффициент общности Серенсена-Чекановского составил 70,1%. Всего на древесном субстрате любого происхождения выявлено 192 вида лишайников (40,9%).

Проведенный анализ субстратной приуроченности лишайников, обнаруженных на Керетском архипелаге, позволил нам выделить 6 групп видов, поселяющихся на древесине естественного происхождения. Всего 6 видов – *Calicium denigratum* (Vain.) Tibell, *Chaenotheca brunneola* (Ach.) Mull. Arg., *C. gracillima* (Vain.) Tibell, *C. stemonea* (Ach.) Mull. Arg., *Chaenothecopsis*

fennica (Laurila) Tibell и *C. pusiola* (Ach.) Vain. – относятся к числу стенотопных по отношению к этому субстрату. Еще 9 видов – *Calicium trabinellum* (Ach.) Ach., *Chaenothecopsis pusilla* (Ach.) A. F. W. Schmidt, *Cyphelium tigillare* (Ach.) Ach., *Hypocenomyce friesii* (Ach.) P. James & Gotth. Schneid., *H. xanthococca* (Sommerf.) P. James & Gotth. Schneid., *Lecidea turgidula* Fr., *Pyrrhospora elabens* (Fr.) Hafellner, *Xylographa parallela* (Ach.: Fr.) Behlen & Desberg var. *parallela* и *X. vitiligo* (Ach.) J. R. Laundon – типичны для этого сообщества, но могут встречаться и на других типах древесины. К числу факультативных мы относим 38 видов лишайников (32,2% обитателей данного субстрата), преимущественно заселяющих другие субстраты, но иногда встречающихся на сухостое, валежнике и пнях деревьев. Еще 35 видов (29,7%) – случайные обитатели этого субстрата (отмечены 1-2 раза). Эвритопные виды немногочисленны (9 видов, 7,6%) и широко распространены на архипелаге по всем типам субстратов – обитают на почве, мхах, скалах, стволах разных видов деревьев и различной по происхождению древесине. Отмечено также 4 вида нелихенизированных калициоидных грибов и 1 вид лишайника, которые паразитируют на талломах лишайников. Их распространение по субстратам определяется особенностями экологии хозяина, а не свойствами самого субстрата. Из общего числа видов 16 (13,6%) не могут быть отнесены к одной из перечисленных групп в связи с единичной встречаемостью в пределах архипелага.

Таким образом, только 15 стенотопных и типичных видов (12,7%) определяют специфику лишайниковых сообществ древесины естественного происхождения в пределах Керетского архипелага. Интересно отметить, что 9 из них относятся к числу калициоидных лишайников и грибов, что является особенностью данной субстратной группы. Степень специфичности видового состава лишайников плавника также невысока и составляет 6,7% от числа выявленных на этом субстрате видов (калициоидные представители отсутствуют). Аналогичный показатель для обработанной человеком древесины составляет 7,1% (обнаружено только 3 вида калициоидных лишайников и грибов). Во всех случаях большинство видов, заселяющих древесину в качестве факультативных или случайных эпиксиллов, относится к числу широко распространенных в пределах таежной зоны эпигейных или эпифитных лишайников.

Киселёв Г.А.

Материалы к флоре пресноводных водорослей о.Средний (Белое море)

В июле 2002г. были обследованы три пресноводных озера о. Средний Кандалашского залива Белого моря. Целью работы явилось выявление видового и некоторых особенностей экологического состава водорослей этих водоёмов.

В озёрах на о. Средний найдено 86 видов и внутривидовых таксонов водорослей, которые относятся к 7 отделам: Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta, Chlorophyta. Наибольшего

видового разнообразия достигают представители отделов Chlorophyta (52 вида и внутривидовых таксона) и Bacillariophyta. Среди зелёных водорослей около 80% составляют десмидиевые, по разнообразию доминируют рода *Cosmoastrum* (13), *Closterium* (11), *Euastrum* (5), *Staurastrum* (5). В целом видовой состав водорослей озёр бедный. Число общих видов незначительно и представлено в основном массовыми формами. Сравнение видового состава всех трёх озёр показывает общую тенденцию доминирования зелёных и диатомовых водорослей.

Экологический состав водорослей достаточно пёстрый. Основной фон альгофлоры составляют типичные планктонные виды – *Dinobryon divergens*, *D. bavaricum*, *Trachelomonas caudata*, часто встречаются *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*. Значительного развития достигают бентосные виды, особенно эпифиты - *Bulbochaete minor*, *Oedogonium sp.*, *Dinobryon utriculus v. pusillum*, *Cymbella gracilis*, *Gomphonema parvulum* и др.

В озёрах отмечено большое число видов-индикаторов степени органического загрязнения, так преобладают виды бета-мезосапробы, значительна доля олигосапробов, встречаются ксеносапробы.

Альгофлора озёр носит типичный пресноводный характер. Обращает на себя внимание большое количество ацидофилов, показателей кислой реакции среды – это десмидиевые водоросли, что говорит о дистрофном характере водоёмов.

Генетика

Журина Т.В., Мыльников С.В.

Устойчивость структуры цветка седмичника *Trientalis europea* в разных местообитаниях

Седмичник европейский (*Trientalis europaea* L., семейство первоцветные) – это псевдо-однолетнее травянистое растение, широко распространенное в лесной зоне Северного полушария. Большая часть растений седмичника имеет цветки $Ч_7Л_7Т_7$, однако встречаются отклонения от этой формулы, выражающиеся в уменьшении или увеличении числа элементов цветка (чашелистиков, лепестков или тычинок). Принимая, что формирование цветка находится под генетическим контролем, мы будем называть устойчивыми те популяции, в которых высоки коэффициенты корреляции между числом различных элементов цветка. Будем также называть цветки с одинаковым количеством чашелистиков, лепестков и тычинок равномерными.

Целью данного исследования было изучение коррелятивных связей, отражающих структуру цветка.

Устойчивость структуры цветка изучали на острове Средний в семи различных точках. В выборках объемом 100 растений учитывали тип цветка (равномерный и неравномерный), число органов цветка. Для каждой точки рассчитывали коэффициенты корреляции Кендала для трех пар признаков (Ч -

Л, Ч - Т, Л - Т). Охарактеризовав каждое местообитание тремя статистическими величинами, провели кластерный анализ.

Такой подход позволил выявить три кластера, причем в третий кластер попадает только одно местообитание, характеризующееся неустойчивой структурой цветка и, по-видимому, высокой антропогенной нагрузкой.

Проведенный факторный анализ изученных признаков позволил выделить два скрытых фактора, один из которых определяет число органов цветка, а другой - признак «равномерность развития цветочной меристемы».

Результаты исследования позволяют утверждать, что седмичник европейский может быть удобным объектом для изучения механизмов модификационной изменчивости, а также для выявления «нарушенных местообитаний».

О.Н.Тиходеев

Седмичник европейский как модельный объект для изучения модификационной изменчивости

Одним из важных вопросов при организации летней практики по генетике является выбор удобных модельных объектов. К таким объектам может быть отнесен и седмичник европейский (*Trientalis europaea* L.) – небольшое травянистое растение, широко распространенное в лесной зоне Евразии и характеризующееся высокой структурной пластичностью цветка.

Как показал проведенный нами анализ примерно трех с половиной тысяч цветков седмичника, наиболее типичными для этого вида являются цветки с 7 чашелистиками, 7 лепестками и 7 тычинками ($Ч_7Л_7Т_7$; такие цветки мы называем равномерными семерными). В основе формирования других вариантов цветков, по-видимому, лежат следующие механизмы:

1. изменение исходной кратности закладки элементов цветка с типичной 7 на нетипичную 5, 6 или 8. В результате формируются равномерные пятерные ($Ч_5Л_5Т_5$), шестерные ($Ч_6Л_6Т_6$) и восьмерные ($Ч_8Л_8Т_8$) цветки, соответственно. Кратность исходной закладки элементов цветка проявляет определенную зависимость от генотипа, но вместе с тем способна существенно варьировать даже в пределах одного и того же растения;

2. локальные аномалии цветочной меристемы, связанные либо с недоразвитием одного зачатка, либо, напротив, с формированием одного лишнего зачатка. При этом образуются неравномерные цветки, характеризующиеся неодинаковым количеством чашелистиков, лепестков и тычинок. В частности, цветок $Ч_6Л_7Т_7$ является результатом недоразвития одного зачатка чашелистика в исходно семерной цветочной меристеме. Аналогично, цветок $Ч_6Л_7Т_6$ формируется за счет развития одного лишнего зачатка лепестка в исходно шестерной цветочной меристеме. Подобные локальные аномалии развития, по-видимому, не зависят от генотипа растения, а определяются некими случайными событиями;

3. множественные локальные аномалии, независимо затрагивающие одну и ту же цветочную меристему. В итоге возникают неравномерные цветки со сложной структурой. Например, цветок $C_6L_7T_8$ является результатом недоразвития одного зачатка чашелистика при одновременном возникновении лишнего зачатка тычинки в исходно семерной цветочной меристеме.

На одном растении седмичника могут формироваться сразу несколько цветков. Это позволяет сравнивать роль генотипа, стадии развития, факторов внешней среды и случайных событий на структуру цветков у данного объекта. Высокая структурная пластичность цветков седмичника даже в пределах одного и того же растения позволяет рассматривать этот вид в качестве удобного модельного объекта для демонстрации и изучения модификационной изменчивости.

Чунаев А.С., Бондаренко Л.В., Барабанова Л.В.
Цветовые различия цифровых изображений объектов
беломорской генетической практики

Изучение внутривидовой изменчивости является одной из основных задач Беломорской генетической практики. Для решения этой задачи активно используется полиморфизм природных популяций по признакам пигментации.

Визуальная регистрации окраски животных и растительных объектов в природных популяциях приемлема для выполнения учебных заданий. Её недостатками можно считать субъективность оценок и несоответствие условий регистрации различий по цвету в природных популяциях рекомендациям Международной Комиссии по Освещению. Для совершенствования существующих и для разработки новых задач по изучению полиморфизма окрасок целесообразно использовать наряду с визуальными наблюдениями природных объектов анализ их цифровых изображений.

Мы создали библиотеку изображений объектов Беломорской генетической практики с использованием 5,2-мегапиксельной цифровой камеры Minolta Diimage 7 в режиме макросъёмки и портативного компьютера Sony Vajo. Это оборудование предоставлено Центром Коллективного Пользования БиНИИ СПбГУ «Хромас». Размер частей изображений, подлежащих сравнению по цвету, как правило, позволяет использовать статистические методы для оценки достоверности различий. Представляет интерес соотнесение этих различий с величинами, принятыми в физиологии зрения. Как правило, различия по цвету объектов изучения внутривидовой изменчивости превышают значение минимально обнаружимого различия. Этот вывод наглядно подтверждается анализом цифровых фотографий, на которых сравниваемые объекты размещены в непосредственной близости друг с другом.

Очевидным следствием проделанной работы может стать создание цветных шаблонов для использования в качестве образцов сравнения при работе в природных популяциях. Это позволит сделать анализ изменчивости признаков пигментации более точным, а также вовлечь в работу новые объекты, различия

по окраске у которых превышают минимально обнаружимое различие, но не превышают так называемого критического различия, которое характеризует разные по цвету объекты, разделённые фоном и другими объектами, и которое обычно в несколько раз превышает минимально обнаружимое различие.

Гидробиология, Ихтиология

Банкин Е.П., Иванов М.В.

Последствия воздействия марикультуры мидий на донные сообщества

В последние десятилетия во всем мире наблюдается усиленное развитие промышленной марикультуры во всех подходящих для этих целей акваториях. В связи с этим особенно актуальной проблемой является изучение как воздействия марикультуры на прилегающие экосистемы, так и процессов восстановления, протекающих после прекращения функционирования марикультуры. Беломорские хозяйства по выращиванию мидий, в силу их достаточной изученности, а также того, что в настоящее время ряд из них практически прекратил свое функционирование, представляют собой хороший объект для изучения процессов восстановления сообществ, измененных воздействием марикультуры, в частности, сообществ макрозообентоса.

Материалом исследования послужили сборы, произведенные в 1990-1995 и 2001-2003 годах в губе Никольская (Кандалакшский залив Белого моря) на семи станциях, расположенных в диапазоне глубин от 13 до 29 метров. Три из этих станций были расположены под участками мидиевого хозяйства (к 2001 году часть участков уже была ликвидирована), оставшиеся четыре станции были использованы в качестве контрольных. Пробы донных осадков и макрозообентоса отбирались дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,025 м². В пробах макрозообентоса определяли видовую принадлежность, численность и биомассу организмов. В пробах донных осадков определяли содержание органических веществ методом сухого сжигания; кроме того, в 2001-2003 годах определяли гранулометрический состав и окислительно-восстановительный потенциал (Eh) донных осадков на глубине 1 и 4 см от поверхности осадка (Eh₁ и Eh₄).

На исследованных станциях обнаружено 128 таксонов макрозообентоса, представленных, в основном, моллюсками и полихетами. Количество таксонов на отдельных станциях колеблется от 3 до 41 (в среднем 26,5±1,8).

По результатам кластерного анализа на основе значений биомассы, устойчиво выделяются три группы станций. В первую группу входят станции, расположенные под действующими мидиевыми хозяйствами. Средняя биомасса организмов макрозообентоса на этих станциях составляет 425,0±216,0 г/м² (без учета мидий). Для этих станций характерно большое видовое разнообразие (28 – 40 таксонов, в среднем 31,7±2,2) и доминирование полихет в составе сообществ макрозообентоса. Во вторую группу входят станции, на которых в 1991-1992 годах наблюдались заморные явления. Средняя биомасса

организмов макрозообентоса на этих станциях составляет $18,0 \pm 11,1$ г/м². При крайней бедности видового состава – 3 вида полихет, в сообществе макрозообентоса на этих станциях единовластно доминируют оппортунистические полихеты *Capitella capitata*. В третью группу входят глубоководные станции, контрольные станции, и станции, расположенные под мидиевыми хозяйствами, исследованные в 2001-2003 гг. после снятия хозяйств. Средняя биомасса организмов макрозообентоса на этих станциях составляет $54,0 \pm 13,0$ г/м². Количество таксонов организмов макрозообентоса на этих станциях колеблется от 16 до 37 (в среднем $26,2 \pm 2,0$), в составе сообществ макрозообентоса большую роль играют моллюски.

Донные осадки на исследованных станциях представлены пелито-алевритовыми и песчано-алевритовыми отложениями, причем содержание мелких фракций достигает максимальных значений на станциях, расположенных под мидиевыми хозяйствами. Значения окислительно-восстановительного потенциала донных осадков находятся в диапазоне от –9 до +412 мВ, более низкие значения Eh-потенциала характерны для станций, расположенных под участками мидиевого хозяйства (средние значения $Eh_1=156,5 \pm 31,6$ мВ, $Eh_4=88,3 \pm 20,9$ мВ, на контрольных станциях $Eh_1=325,4 \pm 31,3$ мВ, $Eh_4=245,7 \pm 41,3$ мВ), что свидетельствует об уменьшении содержания свободного кислорода в придонном слое, вызванном осаждением на дно органических веществ. По результатам анализа содержания в донных осадках органических веществ, их содержание колеблется от 1,8 % до 11,0 %, достигая максимальных значений на станциях, расположенных под действующими мидиевыми хозяйствами (средние значения составляют $7,7 \pm 0,5$ %, на контрольных станциях – $4,1 \pm 1,2$ %). Наблюдается снижение содержания органических веществ в донных осадках после прекращения функционирования мидиевого хозяйства.

Основным последствием воздействия мидиевого хозяйства на сообщества макрозообентоса является изменение физико-химических параметров донных осадков (содержания органических веществ, гранулометрического состава и окислительно-восстановительного потенциала) и структуры сообществ макрозообентоса.

После прекращения функционирования мидиевых хозяйств начинают протекать процессы восстановления сообществ макрозообентоса. Эти процессы выражаются в уменьшении видового разнообразия, смене доминирующих групп организмов, уменьшении показателей обилия. Также наблюдается уменьшение содержания органических веществ в донных осадках. Однако, все эти процессы протекают достаточно медленно, и для полного восстановления сообществ макрозообентоса после воздействия мидиевых хозяйств потребуется несколько десятков лет.

Букина (Мартынова) М.В., Иванов М.В.

Распределение и запасы морской травы *Zostera marina* L. в губе Чупа
(Кандалакшский залив, Белое море)

Морская трава *Zostera marina* или взморник морской является ценным и широко используемым в мире сырьем для фармакологической промышленности. Основная добыча ее производится из естественных популяций. Известно, что характеристики обилия зостеры на протяжении всего ареала вида подвержены значительным многолетним изменениям. Так, в 1960-х годах в Белом море произошла массовая гибель зостеры. В настоящее время можно констатировать восстановление её зарослей. Поэтому актуальной задачей является количественная оценка распространения и обилия зарослей *Zostera marina* в Белом море.

Целью данной работы явилась оценка пространственного распределения и количественных характеристик зарослей *Zostera marina* в губе Чупа.

В качестве модельного участка была выбрана прибрежная полоса данной акватории протяженностью около 40 километров, от острова Средний до губы Никольская включительно. Непосредственно определялись протяженность, площадь отдельных зарослей зостеры, ее биомасса в характерных биотопах. На основе этих показателей рассчитывали запас зостеры в конкретных участках. Полученные результаты позволили спрогнозировать наиболее вероятные распределение и запасы *Zostera marina* в губе Чупа в целом.

Картирование и сбор материала проводили в начале сентября 2003 г. Наблюдения вели с борта катера в малую воду. Координаты определяли с помощью спутникового навигатора "Garmin". При визуальном обследовании, вдоль побережья, отмечали: начало и конец зарослей по спутниковому навигатору и среднюю ширину полосы зостеры с помощью мерной рейки. Биомассу определяли как вес сырой (без капельной влаги) зостеры на 1 м².

Выборный для исследования участок побережья является типичным для исследуемой акватории: по нашим подсчетам соотношение открытого, прибойного берега и относительно защищенных берегов небольших бухт и губ составляет приблизительно 1:1, что характерно и для всей губы Чупа.

Всего на исследованном побережье было обнаружено 16 участков, занятых зарослями зостеры. Все участки характеризовались илистыми и илисто-песчаными осадками, и располагались в основном от нижней литорали до глубины не более 2 м от уровня отлива. Величина этих участков весьма различна, от небольших пятен, диаметром в несколько метров, до полос длиной в тысячи метров. Все заросли расположены в спокойных, защищенных от волнового воздействия местах, как правило, это губы и бухты. Внутри отдельных губ зостера располагается неравномерно. Наибольшая протяженность зарослей зостеры отмечена для кутových частей узких глубоко вдающихся в материк губ. Ширина зарослевых участков колеблется от 0,5 м до нескольких десятков, а, в основном, не превышает 5-10 м. Максимальная ширина отмечена для кутových участков губ, в местах впадения ручьев. Здесь

взморник образует целые «поля», например, 100 на 100 м в губе Летней, 50 на 25 м в губе Никольской.

Плотность произрастания *Zostera marina* также весьма различна. Тенденции здесь те же. Наибольшие биомассы отмечены для кутовых участков узких губ в местах впадения ручьев, где zostera демонстрирует максимальные величины обилия, до 3-4 кг/м². Однако эти участки не велики по площади – несколько процентов от всех зарослей. В среднем для всех участков биомасса zostеры составила 1-1,5 кг/м². Минимальную биомассу наблюдали в наименее защищенных от волнения местах: губа Ежевникова – 0,3 кг/м², некоторые участки в губе Никольской – 0,6 кг/м². Исходя из площади зарослей и средней биомассы zostеры для каждого участка нами были рассчитаны запасы zostеры. Как и следовало ожидать, основная масса взморника, почти 90 %, оказалась сосредоточена в кутовых частях длинных закрытых губ. Линейные размеры и площади зарослей, средние биомассы и запасы zostеры для отдельных участков представлены в таблице.

Основные параметры исследованных участков зарослей *Zostera marina*.

№ участка	расположение	длина вдоль береговой линии, м	ширина, м	площадь, м ²	био-масса, кг/м ²	запас, тонны
1	бухта Юшковка, кут	180	10	1800	2-3	4,5
2	губа Ежевникова, кут	70	10-15	1000	0,3	0,3
3	губа Летняя, мористая часть, прикрыта о. Скоморошым	160	5-10	1200	1,5	1,8
4	г. Летняя, кутовая часть	350	10	3500	3	10,5
5	г. Летняя, кутовая часть	490	5	2400	0,5-1	1,8
6	г. Летняя, кут (поле у впадения ручья)	600 (80)	5-10 (80)	5000 (6400)	1,5 (3,5)	7,5 (22,4)
7	г. Летняя, кутовая часть	100	2-10	500	2	1
8	губа Осечкова, кут	1400	5-15	14000	1	14
9	г. Осечкова, кутовая часть	30	3-15	250	1	0,2
10	пролив г. Осечкова – губа Никольская	350	1-3	800	0,5-1	0,6
11	г. Никольская, мористая часть, прикрыта о. Б. Медведок	50	50	2500	2	5
12	г. Никольская, правый кут (поле у впадения ручья)	2000 (25)	0,5-3 (25)	4000 600	1-1,5 (4)	5 (2,4)
13	г. Никольская, кутовая часть	300	3-5	1000	0,5-1	0,7
14	г. Никольская, кутовая часть	100	2-3	200	2	0,4
15	г. Никольская, средний кут (поле у впадения ручья)	1600 (50)	1-5 (30)	4500 (1500)	0,5-1 (2)	3,3 (3)
16	г. Никольская, левый кут	1000	2-7	3000	1	3
Всего		8800		58000		87,4

Показано, что суммарная протяженность зарослей *Zostera marina* вдоль берега составила около 8,8 км или 22 % от общей протяженности

исследованного побережья. В среднем обилие zostеры на один километр побережья составляет около 2 тонн.

Вышеизложенные результаты позволяют нам спрогнозировать распределение и запасы *Zostera marina* в губе Чупа в целом. Протяженность берегов губы Чупа (от мыса Шарапов до мыса Картеш) вместе с островами Керетского архипелага составляет около 250 км. Соответственно, можно ожидать, что на этом пространстве запасы zostеры находятся в пределах 400 – 600 тонн. В основном эти запасы будут сосредоточены в кутовых частях бухт и губ, проливах между островами и других местах, достаточно хорошо укрытых от прибойного волнения и имеющих мелководные участки с илистыми и илисто-песчаными осадками.

Герасимова А.В., Глускер Г.М., Максимович Н.В.

Особенности распределения организмов макрозообентоса в условиях песчаной литорали Белого моря

Песчано-илистые пляжи занимают значительную часть литоральной зоны Белого моря и внешне весьма однородны. Однако любые две взятые в пределах одного такого участка пробы могут существенно различаться как по видовому составу, так и по показателям обилия бентосных организмов. Анализ особенностей микрораспределения организмов макробентоса песчаного литорального пляжа и составил основной предмет данной работы.

Материал собран в начале августа 2003 года на участке песчаной литорали в бухте Ключиха (Белое море, устье губы Чупа). Для изучения неоднородности в распределении организмов макрозообентоса применен систематический отбор проб с использованием решетки смежных квадратов (8x8). В пределах каждого квадрата (его площадь 0,1 м², в дальнейшем квадраты названы станциями) взята одна проба зубчатым водолазным дночерпателем с площадью захвата 0,05 м² (всего 64 пробы). Сравнение станций по показателям обилия организмов макрозообентоса и оценка сопряженности в распределении отдельных видов проведены с использованием кластерного анализа. В качестве меры расстояния между описаниями использовано расстояние Евклида.

В составе сообщества макрозообентоса участка обнаружено 15 таксонов, из которых только 7 были встречены не менее чем в 10 пробах. Многощетинковые черви составили 73 % общего числа видов и 20 % приходилось на долю моллюсков. В сообществе доминировали представители инфауны двустворчатые моллюски *Macoma balthica* L., составившие 75 % суммарной биомассы и 67 % суммарной численности сообщества. На долю субдоминантных форм – многощетинковых червей *Arenicola marina* L. и *Scoloplos armiger* - приходилось около 15 % суммарной биомассы макрозообентоса. Значительной численности на участке достигали представители онфауны брюхоногие моллюски *Hydrobia ulvae* Pennant (27 % суммарной численности), но их доля в создании общей биомассы сообщества невелика – менее 1%.

Анализ сходства станций по величинам обилия (численности) отдельных таксонов показал, что в пределах участка можно выделить три группы станций. В каждом из полученных объединений по биомассе доминировали моллюски *M.balthica*. Основное расхождение в структуре этих групп, очевидно, обусловлено различиями показателей обилия *H.ulvae*. Особи данного таксона составляли от 8 до 68 % суммарной численности макрозообентоса в выделенных кластерах. Распределение *H.ulvae* на участке носило ярко выраженный агрегированный характер: индекс структурности (Elliott, 1971) оказался равен 34. Площадь пятен агрегации, оцененная при помощи индекса Мориситы (Максимович, Погребов, 1986), оказалась близка к удвоенной площади, занимаемой отдельной станцией (около 0,2 м²). Такие особенности пространственного распределения *H.ulvae* в целом согласуются с мозаичностью распределения на опытном участке станций, относящихся к разным кластерам.

Изучение сопряженности распределения отдельных таксонов в пределах участка проведено только для 7 видов (встреченных не менее чем на 10 станциях). При этом не удалось выделить достаточно четкие группы ассоциированных таксонов. Даже можно говорить о некоторой независимости распределения видов друг от друга. По-видимому, пространственное распределение представителей макрозообентоса песчаной литорали слабо регулируется отношениями между составляющими сообщество видами. Скорее распределение зависит от микробиотопической неоднородности литорали. Известно, например, что особи *M.balthica* предпочитают возвышения микрорельефа – мелкие песчаные волны, *H.ulvae* – илистые понижения дна, а пескожилы *A.marina* выбирают самые чистые, промытые пески (Бурковский, 1992; 1996).

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ 03-04-63.

Герасимова А.В., Максимович Н.В.

О характере смертности особей в поселениях массовых видов *Bivalvia* Белого моря

Динамика численности в поселениях морских двустворчатых моллюсков формируется как отражение, в основном, двух процессов: пополнения (молодью и мигрантами) и смертности особей в генерациях. При этом процесс пополнения часто не ритмичен и поэтому трудно поддается формализации. Цель данной работы – выявление общих закономерностей в снижении численности генераций в поселениях некоторых массовых видов *Bivalvia* Белого моря.

В работе использованы результаты многолетних (1979 – 2000 гг.) наблюдений за структурой поселений 9 видов моллюсков (13 поселений): *Macoma balthica*, *Mya arenaria*, *Mytilus edulis*, *Arctica islandica*, *Serripes groenlandicus*, *Musculus niger*, *Macoma calcarea*, *Yoldia amygdalea*, *Portlandia arctica*. Условно обозначим ежегодную убыль численности особей в генерации как смертность, не выделяя ее причин: естественная смертность, хищничество,

миграция. Для достижения независимости оценок скорости смертности моллюсков от абсолютных величин их плотности, ее показатель (μ , год⁻¹) рассчитывали для каждой пары последовательных характеристик численности генерации по выражению $\mu = (\ln N_1 - \ln N_2)$ (1), или как постоянную величину в развитии генерации, используя представления о динамике численности когорты по выражению $N_t = N_0 e^{-\mu t}$ (2).

Скорость смертности как среднегодовая константа в развитии когорты (2) у разных видов и в разных поселениях колебалась от 0,4 год⁻¹ до 1,40 год⁻¹. Близкий размах получен и при расчете величин скорости смертности особей как средних из ряда индивидуальных оценок в многолетнем развитии одной генерации (1): от 0,4 год⁻¹ до 1,44 год⁻¹. Однако в динамике численности одной генерации оба показателя, как правило, согласуются плохо.

Размах варьирования годовых оценок μ в поселениях разных видов составил 0,11 - 1,99 год⁻¹. Из общих градиентных построений и по итогам дисперсионного анализа было определено, что у всех исследованных видов вариацию μ в той или иной степени можно связать с возрастом (размером) особей в возрастной группе и, с меньшим весом, с показателями обилия данной возрастной группы или всего поселения. В целом, колебания плотности поселений следует признать не характерным обстоятельством изменения скорости смертности особей в возрастных группах. Всего у трех видов (*S. groenlandicus*, *M. calcarea*, *A. islandica*) показано влияние на скорость смертности показателей численности особей в возрастных группах.

При изучении связи величин годовой смертности моллюсков с их возрастом (размером) из анализируемых возрастных рядов исходно были исключены варианты, ошибки репрезентативности которых перекрывались между собой. Поэтому основная часть полученных непрерывных возрастных рядов насчитывала 4 -5 позиций, при максимальном отмеченном возрасте моллюсков в местообитаниях в 6 -14 лет. Как общую тенденцию изменения скорости смертности в этих рядах следует отметить положительное влияние на μ среднего размера (возраста) особей в возрастной группе: значения μ в возрастных группах возрастали с увеличением размеров особей. Однако при рассмотрении наиболее полного ряда наблюдений (генерация *Mya arenaria* с 1988 по 2000 гг.) четко выявлялась U-образная зависимость скорости смертности от среднего размера моллюсков в возрастной группе. При этом с увеличением среднего размера особей в генерации до 23 – 27 мм (возраст 4-5 лет) μ снижалась почти до нуля, а затем ее величина постепенно возрастала.

Таким образом, скорость смертности не может уверенно рассматриваться как постоянная величина на протяжении жизненного цикла моллюсков, и как среднегодовая константа является относительно грубой оценкой μ в разновозрастных совокупностях изученных видов *Bivalvia* Белого моря. Кроме того, следует учитывать эффекты влияния на скорость смертности особей в возрастных группах показателей обилия моллюсков в местообитаниях.

Гумарова М.Р., Стогов И.И., Мовчан Е.А.
Макрозообентос зарослевой литорали малых озер
Карельского побережья Белого моря

Большую часть водоемов Северо-Запада составляют малые озёра с площадью водного зеркала менее 10 км², на долю которых приходится около половины общей площади водоемов региона. Начиная с 1985-го года, на кафедре ихтиологии и гидробиологии СПбГУ ведутся комплексные исследования малых лесных озер Карельского берега Белого моря.

Целью настоящей работы было изучение характеристик донного населения зарослевой литорали, необходимое для формирования представлений о закономерностях формирования биотического баланса малых озер как типичных элементов ландшафта побережья Белого моря.

Материал собран на базе МБС СПбГУ в июне 2002 года на 3 разнотипных водоемах (озеро Большое на о.Средний - бессточный водоем, Верхняя и Нижняя ламба р.Летней – проточные водоемы).

Степень развития высшей водной растительности варьирует в широких пределах и во многом зависит от морфологии исследованных водоемов. Для развития водной растительности ламбы реки Летняя с их мелководными затишными участкам более благоприятны, степень зарастания здесь составляет 25-40%. Для озера Большое на острове Средний характерно меньшее развитие макрофитов, степень зарастания не превышает 15%. При этом ведущая роль в образовании зарослей во всех изученных водоемах принадлежит одним и тем же макрофитам – роду *Nuphar*, в ламбах р.Летней – родам *Equisetum* и *Sparganium*, у уреза воды оз.Большое – роду *Menyanthes*.

В зарослевой литорали изученных водоемов отмечено 26 таксонов макрозообентоса, в отдельных озерах их число колеблется от 9 до 20. Наиболее представлены личинки комаров семейства Chironomidae (14 видов). Обычны Oligochaeta, Spheriidae, реже встречаются Hirudinea, Ceratopogonidae, Tabanidae и Hydrachnidia. Обнаружены представители отрядов Trichoptera, Odonata, Coleoptera, Megaloptera и Heteroptera. Количественные показатели макрозообентоса исследованных озер довольно низки, максимальная плотность (820 экз/м²) отмечена в Нижней ламбе реки Летняя, а максимальная биомасса (4,1 г/м²) - в озере Большое на острове Средний.

Количественные показатели и массовые виды зообентоса в типичных ассоциациях высшей водной растительности и величины сухой массы макрофитов приведены в таблице.

По нашим и литературным данным, в озерах Карелии трудно обнаружить какое-либо предпочтение отдельных видов или биоценозов донных беспозвоночных к конкретным видам макрофитов - зообентос малых водоемов довольно беден и характеризуется крайне неравномерным распределением: отдельные группы зообентоса обильно развиваются не только в прибрежных участках, но и на максимальных глубинах.

Сухая масса макрофитов (г/кв.м), структурные показатели (плотность, экз/кв.м; биомасса, г/кв.м) и доминирующие формы макрозообентоса озер Большое на острове Средний и ламб р.Летней в августе 2002 года.

Заросли	Показатель	Озеро	
		Большое	Летнее
<i>Nuphar</i>	сухая масса	464±27	390±40
	плотность	280±29	370±160
	биомасса	2060±790	1140±490
	доминанты	<i>Spheriidae + Ablabesmyia</i>	<i>Oligochaeta</i>
<i>Menyanthes</i>	сухая масса	400±110	
	плотность	410±100	
	биомасса	1640±400	
	доминанты	<i>Spheriidae + Rhyacophila</i>	
<i>Urticularia + Ranunculus</i>	сухая масса	6±2	60±20
	плотность	550±70	710±90
	биомасса	1400±400	2440±680
	доминанты	<i>Sialis + Spheriidae</i>	<i>Oligochaeta + Rhyacophila</i>
<i>Equisetum</i>	сухая масса		170±40
	плотность		320±100
	биомасса		650±220
	доминанты		<i>Polypedilum + Spheriidae</i>

Гуричев П.А., Белоусов И.Ю.
Сиги Лоухского озера

Акватории Карелии характеризуются большим разнообразием сигов вида *Coregonus lavaretus* L. Однако детальных работ по дифференциации сигов не только мелких, но и крупных водоемов России очень мало, и, как правило, это исследования первой половины прошлого столетия.

Изучение дифференциации данного вида необходимо для выяснения вопросов систематики и эволюции сигов, а также для понимания принципов и закономерностей адаптации к условиям окружающей среды и рационального использования запасов сига.

Летом 2003 года на Лоухском озере производили отлов ставными сетями ячей 28, 30, 33. Всего проанализировано 13 сигов, пойманных 30 мая и 23 августа. Для анализа послужили данные по размерно-возрастной структуре, полу и стадии зрелости гонад, питанию, а также по морфометрии. В результате обнаружено 2 формы сига Лоухского озера. Первая (16 шт.) характеризуется малым числом жаберных тычинок на первой жаберной дужке (23 – 25, в среднем – 24,7, максимальная по длине жаберная тычинка укладывается в жаберной дужке 5-6 раз), небольшими размерами (средняя длина – 246,8 мм). Возраст этих сигов составлял от 4 до 7 лет. Соотношение полов 1:1, все особи близки к половозрелости (III стадия зрелости). В желудках представлены бокоплавцы и различные насекомые. Вторая форма сига отличается большим количеством жаберных тычинок (38 – 40, в среднем 38,6, наиболее длинная

тычинка укладывается в дужке около 2,5 раза), иной размерно-возрастной структурой (при сходной длине тела возраст особей составил 3-4 года). Все особи – неполовозрелые (I-II стадии зрелости). В рационе данной формы представлены планктонные организмы.

В сводке И.Ф.Правдина (1954) по сигам водоемов Карело-Финской ССР есть упоминания о сигах Лоухского озера. По этим данным там также обитает 2 формы сига - сиг пыжьяновидный озерный и сиг топозерский. Однако, если малотычинкового сига, пойманного нами, можно отнести к пыжьяновидным сигам, то многотычинкового отнести к топозерским нельзя, поскольку последний отличается мелкими размерами (половозрелые особи имеют длину около 20 см и вес 150 г). Таким образом, можно полагать, что в Лоухском озере обитает три формы сига. Ввиду отсутствия общего мнения в отношении внутривидовой систематики сигов, статус ни одной из форм не определен.

Лоухское озеро имеет связь с р. Кереть, однако говорить о миграциях сигов из озера в море и наоборот пока рано. Малотычинковый сиг Лоухского озера отличается от ранее изученного малотычинкового сига Белого моря меньшими размерами и относительно более крупными плавниками.

Исаков А.В., Иванов М.В.

К вопросу о корреляции структурных показателей сообществ макрозообентоса мягких грунтов с характеристиками донных отложений

В настоящее время не вызывает сомнений, что организмы бентоса находятся в непосредственной связи с донными отложениями. Как правило, механизмы их взаимовлияния с трудом поддаются изучению. Необходимым этапом таких исследований является доказательство наличия корреляционных зависимостей между изучаемыми параметрами, определение направленности и тесноты связи. В тех случаях, когда исследователь не задается вопросами взаимовлияния, результаты корреляционного анализа являются самодостаточными для описания распределения биоты в градиентах параметров среды.

Ниже приведены предварительные результаты исследования, направленного на выявление корреляций между характеристиками донных отложений и бентосных сообществ. Работа проводится на МБС СПбГУ (Белое море, о. Средний).

В июле 2002 г мы работали на четырех станциях в районе о. Средний. На каждой станции отбирали пробы макрозообентоса, определяли гранулометрический состав донных отложений и общее содержание органических веществ. Пробы организмов отбирали дночерпателем Петерсена (0,025 м²), по три пробы на станции. Организмы идентифицировали преимущественно до вида, фиксировали их численность и биомассу. Гранулометрический состав определяли при помощи набора почвенных сит (размерные фракции от 0.1 мм до 10 мм); доли алевритовых и пелитовых фракций - методом пипетки. Общее содержание органических веществ

определяли методом сухого сжигания при температуре 510⁰С. Станции располагались таким образом, чтобы представлять наиболее различающиеся по гранулометрическому составу осадки (от песчано-гравийного до алевритово-пелитового) при сходной глубине (13-15 м). По литературным данным, режим температуры и солености в местах отбора проб на указанной глубине практически не различается.

Кластерный анализ по средним биомассам отдельных видов показывает, что наибольшие различия биоты наблюдаются между станциями, наиболее различающимися по гранулометрическому составу.

По результатам корреляционного анализа, доля прикрепленных форм в сообществе демонстрирует сильную отрицательную корреляцию с долями всех фракций грунта размером от 0,25 мм и менее. Одновременно, она оказывается положительно скоррелированной со всеми фракциями более 0,25 мм. Так, коэффициент парной корреляции Пирсона (r , при $\alpha = 0,05$): с фракцией 0,25–0,5 мм равен 0,66; с фракцией 0,1–0,25 мм равен –0,82. Доля видов - сестонофагов коррелирует с размерными фракциями осадка сходным образом. Доля видов - детритофагов демонстрирует обратную зависимость.

Влияние содержания органических веществ в донных отложениях во всех случаях оказывается статистически незначимым. Информационный индекс Шеннона, рассчитанный по биомассам видов, варьирует в пределах от 1,2 до 2,7. Корреляций значения этого индекса с абиотическими показателями не выявлено.

Тот факт, что прикрепленные формы и сестонофаги более приурочены к крупнозернистым осадкам, а детритофаги и подвижные формы – к илистым, неоднократно отмечался в литературе. В то же время, детальная гранулометрическая характеристика донных отложений встречена нами лишь в немногих подобных исследованиях. В данной работе сделана попытка использовать достаточно тонкий измерительный метод для характеристики грунтов, населенных различными экологическими группировками организмов. Размер частиц осадка 0,25мм отмечен нами как «переломный», т.е. более мелкие фракции предпочитают одной экологической группировкой, более крупные - другой.

Приведенные результаты получены только на двух типах донных отложений - песчано-гравийных и алевритово-пелитовых. Для уточнения результатов планируется увеличение числа станций и отбор проб на других типах осадков.

Кошелева А.Н., Полякова Н.В.

Ракообразные рода *Daphnia* беломорских наскальных ванн

Для наскальных ванн характерны быстрые циклы оборота вещества и энергии. Эти водоемы характеризуются небольшими размерами (площадь 0,7-40 м², глубина 5-80 см) и, вследствие этого, резкими колебаниями физико-химических характеристик в течение сезона. Наши наблюдения за последние 12

лет показывают, что межгодовые различия в составе биоты несущественны. Тем не менее, отмечена смена доминантного вида в одной из ванн на луде Седловатая. Это небольшой водоем площадью 0,5 м² и глубиной 20 см, выбран нами как модельный объект. До 2001 года здесь отмечали два вида дафний – *D.pulex* и *D.longispina*, причем *D.pulex* была доминирующим видом, составляющим основную часть биомассы сообщества. В 2002 году она исчезла, вместо нее появилась *D.magna*, сразу же достигшая высоких величин численности и биомассы. Необходимо отметить, что *D.magna* до этого времени вообще отсутствовала в ваннах луды Седловатая. Уровень количественного развития *D.longispina* не изменился.

В августе 2003 года здесь обнаружены крупные особи дафний с высокими показателями обилия (таблица). Причем максимальный размер *Daphnia magna* в водоеме досиagal 5,3 мм, что близко к верхним пределам, указанным в литературе.

Средняя длина (L, мг), средняя индивидуальная масса (W, мг), численность (N, тыс.экз./м³) и биомасса (B, г/м³) ракообразных рода *Daphnia* в исследованных водоемах.

Ракообразные	L	W	N	B
<i>Daphnia magna</i> (ванны)	3,05±0,16	2,37±0,36	44	104,3
<i>D. longispina</i> (ванны)	1,7±0,08	0,42±0,06	144	341,3
<i>D. longispina</i> (озера)	1,35±0,07	0,22±0,03	0,5	0,11

В ваннах наблюдаются более высокие показатели средней длины, средней численности, среднего веса и биомассы особей, чем в близлежащих озерах. В таблице приведены соответствующие показатели для *D.longispina* из оз. Малое на острове Средний. Эти различия обусловлены спецификой наскальных ванн. Благодаря небольшим размерам и глубине наскальные ванны хорошо прогреваются, что способствует увеличению скорости потока вещества и энергии, и что, в свою очередь, благоприятствует развитию биоты.

Вместе с тем встает вопрос, каким образом два близкородственных вида могут благополучно существовать в столь небольшом водоеме. Согласно принципу конкурентного исключения, два вида, занимающие одну и ту же экологическую нишу не могут устойчиво сосуществовать. Однако в нашем случае этот принцип нарушается (предположительно, *Daphnia longispina* и *Daphnia magna* занимают одну экологическую нишу). Эта ситуация известна как «планктонный парадокс». Объяснением ей может служить предположение А.М.Гилярова - отбор, направленный на достижение одних и тех же целей сходными видами, может способствовать конвергенции экологических ниш. Им же описана подобная ситуация в беломорских наскальных ваннах.

Итак, согласно всему выше сказанному, условия в наскальных ваннах способствуют сосуществованию видов со сходными экологическими нишами, при этом они могут достигать высоких показателей обилия и крупных размеров.

Максимович Н.В., Герасимова А.В.

Определение возраста беломорских двустворчатых моллюсков
по морфологии раковины

Известный скептицизм в использовании морфологии раковины морских *Bivalvia* для определения возраста их особей оправдан тем, что ростовые метки не всегда надежно отражают сезонную периодичность скорости их роста (Haskin, 1970; MacDonald, Thomas, 1980; Murawsky et al., 1982; Thompson et al., 1980; Appeldoorn 1983). В этой связи можно отметить, что на раковинах беломорских *Mytilus edulis* и *Ciliatocardium ciliatum* отмечено появление дополнительных (нерестовых) меток роста (Голиков, др. 1985; Максимович, Чемоданов, 1986), а при определении возраста взрослых особей *Macoma balthica*, *Mya arenaria*, *Arctica islandica* Белого моря возникают существенные трудности из-за близости расположения соседних меток роста и истирания приверхушечной части раковины (Максимович, др., 1992; Герасимова, Максимович, 2001, 2003). Так возможна ли надежная оценка возраста у двустворчатых моллюсков Белого моря? Вопрос не праздный, поскольку их массовые виды уже давно используются как модельные объекты в демэкологическом анализе. Авторы имеют многолетний опыт в изучении возрастной структуры поселений и линейного роста двустворчатых моллюсков, и основную задачу настоящей работы определяют как обоснование методических подходов к определению возраста особей некоторых массовых видов двустворчатых моллюсков Белого моря.

В основу работы положены результаты многолетнего (1979-2002 гг.) мониторинга поселений литоральных и массовых сублиторальных видов *Bivalvia* в типичных для них местообитаниях акваторий Керетского архипелага. При этом верификация результатов анализа морфологии раковин особей была проведена по данным: прямых экспериментальных наблюдений, анализа размерной структуры поселений, постоянных наблюдений за многолетним развитием доминирующих в местообитании генераций.

Размерная структура поселений, как правило, не может быть использована для выделения возрастных групп. Попытки выделения возрастных групп моллюсков по размерной структуре поселений (Матвеева, Максимович, 1977; Максимович, 1980), в том числе и с использованием вероятностной бумаги (Максимович, 1980; Максимович, Кунина, 1982), оказались несостоятельны: результаты сами по себе нуждаются в верификации. Однако возрастные группы могут быть четко различимы на гистограммах размерных распределений в случае быстро растущих видов моллюсков. Например, у *Serripes groenlandicus* в течение первых 3 лет после оседания в размерной структуре поселения выражены практически не перекрывающиеся размерные группы, соответствующие отдельным генерациям. Использование шлифованных спилов и ацетатных реплик как средство повышения объективности при выделении сезонных меток роста в целом также не привело к нужному результату. На примере *M. edulis* было показано, что таким образом нельзя получить дополнительной информации о характере периодичности появления меток

роста особей: внутренняя структура раковины полностью дублирует ее внешнюю морфологию (Максимович, Чемоданов, 1986).

Оказалось, что практически наиболее эффективным способом определения возраста двустворчатых моллюсков Белого моря является прямой анализ внешней морфологии раковины. В акваториях умеренных и высоких широт формирование наружных колец у моллюсков обусловлено замедлением или остановкой роста раковины в зимний период. У многих из них возраст особей может быть оценен в результате простого подсчета колец нарастания. Как общее замечание к оценке возраста особей по морфологии их раковин следует выделить очевидно большую зависимость появления ошибочных суждений при анализе определение возраста по морфологии раковины особей, обитающих в динамичной среде. Это относится ко всем литоральным видам, в том числе и к культивируемым мидиям. Поэтому его использование этого метода предполагает хорошее знание особенностей экологии объекта исследований, включая специфику местообитания.

Для повышения объективности результатов при выделении годовых колец нарастания на раковинах моллюсков следует принимать во внимание следующее: 1. Метки, связанные с сезонной периодичностью роста, должны иметь полную цикличность. Часто они образуют на раковинах ступенчатую зону раздела соседних ростовых колец (Матвеева, Максимович, 1977; Максимович, Чемоданов, 1986; Максимович, др., 1992); 2. В силу значительности (до 2 - 3 месяцев) периода оседания спата (Максимович, 1980; Максимович, Шилин, 1990; 1993; 1997), первая зимняя остановка (задержка) роста достигает молодь при очень разных размерах – различие в 2-3 раза не редки. В дальнейшем это положение может только усугубляться. В результате увеличения размерной трансгрессии особей возрастных групп на поздних этапах онтогенеза моллюски одного размера могут различаться по возрасту на 2 - 4 года (Максимович, 1989; Максимович и др., 1992; Герасимова, 2001); 3. По итогам анализа внешней морфологии раковин можно ожидать, в основном, эффекты субъективного занижения возраста моллюсков. Это может происходить из-за отсутствия первых ростовых меток в связи с эрозией верхней части раковины и (или) сближения ростовых колец у особей на поздних этапах онтогенеза; 4. Наиболее надежные результаты в оценке возраста особей подсчетом меток роста нам удалось получить на примере быстро растущих моллюсков, таких как *S. groenlandicus*, или же на этапах жизненного цикла животных, отличающихся относительно высокими скоростями роста – до 10 лет у *Arctica islandica*, до 5-6 лет у *M. arenaria*, до 4-5 лет у *M. balthica*. Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ 03-04-63.

Мовчан Е.А., Стогов И.А.

Продукционные характеристики массовых видов макрофитов беломорских пресноводных наскальных ванн

Наскальные ванны островов Керетского архипелага Кандалакшского залива Белого моря по степени зарастания макрофитами довольно разнородны и могут быть отнесены к самым различным классам: от 1 класса (не заросшие или почти не заросшие с площадью зарослей менее 1% акватории) до 8 класса (сплошь заросшие – с площадью зарослей 96-100%) (Папченков, 2003). В последний 8 класс попадут водоемы, дно которых практически полностью покрыто моховым ковром *Fontinalis* sp. Для большинства же водоемов характерно заметное преобладание гелофитов (воздушно-водной) и болотной растительности (осоки). Степень зарастания гелофитами, к числу которых, прежде всего, относятся представители родов *Sparganium* (ежеголовник) и *Hippuris* (водяная сосенка), как правило, не превышает 60%. В меньшей степени представлены *Menyanthes*, *Ranunculus* и злаковые.

Продуктивность водных растительных сообществ традиционно базируется на определении растительной массы весовым методом в период их максимального развития, с последующим использованием пересчетного коэффициента, обычно равного 1,2 (Распопов, 2003). Величины абсолютно сухой фитомассы (выдерживали в сушильном шкафу 24 часа при температуре 105°C) водной растительности наскальных ванн отдельных островов приведены в таблице.

Абсолютно сухая масса (г/кв.м) макрофитов наскальных ванн
островов Керетского архипелага

Макрофиты	острова				
	Седловатая	Черемшиха	Медянка	Киврей	Песочная
<i>Fontinalis</i>	187.8	320.5	197.0	191.2	109.0
Осоковые	90.3	73.5	296.9	-	234.6
<i>Sparganium</i>	70.3	67.0	-	-	52.9
<i>Hippuris</i>	112.1	121.6	-	-	-
Остальные	-	31,4	25,1	145,9	-

Мовчан Е.А., Стогов И.А., Старков А.И.

Беломорские пресноводные наскальные ванны

Первые упоминания о подобных водоемах, называемых морскими или наскальными ваннами, лужами можно найти в работах, посвященных изучению литорали морей. В отечественных публикациях конца 20-х – начала 30-х годов XX века, уже можно встретить термины «лужа» и «ванна», правда без попыток выделить их из морской литоральной зоны. Позже в работах П.Йонсена (Johnsen, 1945), О.Кусакина (1961) и И.Жюбикаса (1969) подобного рода водоемы рассматриваются как углубления на литорали и осушной зоне

постоянно заполненные водой, частично или полностью изолированные от моря и существующие как самостоятельные водоемы.

Пресноводные водоемы в этих исследованиях представлены очень скудно. Для побережья Баренцева моря пресноводные наскальные ванны скорее исключение, чем правило и отмечены лишь в летнее время. Осенью из-за сильных штормов соленость этих водоемов обычно повышается. Сильно опресненные ванны (с соленостью у дна менее 1,5 промилле) отмечены в верхней супралиторали на высоте не менее 10 м над уровнем моря. Типичной для подобных водоемов является смешанная – морская и пресноводная биота – ракообразные рода *Daphnia*, амфиподы *Gammarus duebenii*, личинки хирономид.

На побережье Балтийского моря пресноводные наскальные ванны более распространены. В работе Палле Йонсена 1946 г. для наскальных ванн побережья о.Борнхольм выделено 20 типичных биоценозов, в том числе 3 пресноводных. Бьёрн Ганнинг (1971) подразделяет пресноводные ванны побережья Балтийского моря на две группы – постоянные и пересыхающие, появляющиеся в период дождей, не разделяя их, впрочем, по составу биоты. Для населения наскальных ванн побережья Балтики характерны личинки хирономид, амфиподы *Gammarus duebenii*, моллюски рода *Limnea*.

Наскальные ванны характерны и для побережья Белого моря. Как отмечал Н.Вехов (1974) в своей работе, посвященной изучению зоопланктона этих своеобразных водоемов, ванны хорошо дифференцированы по вертикали. Около самого уреза воды до высоты 2 м от уровня моря расположены трещины и углубления, заполненные морской водой. Ванны, расположенные выше 6-7 м получают морскую воду лишь в штормовую погоду. Пресные ванны обычно занимают самый высший ярус скал (выше 8-10 м над уровнем моря), и брызги морской воды до них практически не доходят.

В районе Керетского архипелага Кандалакшского залива Белого моря – пресноводные наскальные ванны весьма многочисленны и обычны уже на высоте 3-5 м над уровнем моря (Стогов и др., 1996). Видимо, это связано с небольшой прибойностью и резкими суточными колебаниями температуры, приводящими к конденсации влаги на зеркало водоемов и, преимущественно, на водосборную площадь.

Экстремальные условия обитания, а именно промерзание до дна в холодное время года, и частые понижения уровня, вплоть до пересыхания в ветреную и жаркую погоду, не могут не сказываться на биоте. Характерной чертой исследованных водоемов является преобладание в таксономических списках личинок хирономид и ветвистоусых ракообразных, что неоднократно отмечалось в литературе.

Полякова Н.В., Панина С.Н., Стогов И.А.
Многолетние исследования зоопланктона озера Старушечьего
(Карельское побережье Белого моря)

Одним из обязательных объектов комплексных исследований при проведении экологического мониторинга является зоопланктон - важное звено трофической цепи и основа кормовой базы многих промысловых рыб. В связи с этим в 2002 году совместно с сотрудниками Зоологического института РАН в рамках комплексных исследований малых озер Карельского берега Белого моря проведены подробные исследования зоопланктона озера Старушечье. В работе также использованы собственные данные 1984-1988 г и 1996-1999 гг.

Всего за период наблюдений в планктоне отмечено 33 вида организмов (14 - коловратки, 14 – ветвистоусые, 5 - веслоногие ракообразные). В разные годы в оз.Старушечье было отмечено от 16 до 27 видов, причем различия видовых списков формировались формами с единичной встречаемостью, лишь 11 видов отмечены на протяжении всего периода наблюдений. Все они относятся к характерному для Фенноскандии пелагическому комплексу видов, выделенному еще Воронковым и Гердом в 20-40 годах XX века, позднее подтвержденного многими авторами, работавшими на водоемах Северо-Запада.

Величины обилия и продукции зоопланктона, представленные в таблице, соответствуют уровню мезотрофных водоемов. Преобладают ветвистоусые ракообразные и коловратки, уровень количественного развития веслоногих обычно невелик, но науплиальные и копеподитные стадии присутствуют в планктоне постоянно.

Средние за сезон численность (N, тыс.экз/м²), биомасса (В г/м²), продукция фильтраторов и хищников (P₂, P₃, ккал/м² сезон) зоопланктона оз.Старушечьего

год	N	В	P ₂	P ₃
1985 - 1988	175 ± 41	5,8 ± 1,7	52,8 ± 20,8	4,5 ± 0,9
1996 - 1999	203 ± 120	4,5 ± 2,2	62,1 ± 29,1	7,05 ± 3,8
2002	152 ± 22	1,75 ± 0,28	12,2 ± 2,5	0,3 ± 0,1

Как видно, величины плотности практически не менялись в течение периода наблюдений, тогда как биомасса и, особенно, продукция зоопланктона в 2002 году были существенно ниже. Это можно объяснить как различиями в методах сбора материала, так и сменой видов-доминантов. В 2002 году в планктоне преобладали ветвистоусые ракообразные *Bosmina longirostris*, тогда как ранее доминировали более крупные *Daphnia cristata*. При этом в 1996 году уровень количественного развития *Daphnia cristata* был довольно высок (численность достигала 110 тыс.экз./м², биомасса 5,5 г/м²), что обусловило высокие показатели ракообразных этого вида в среднем за сезон – численность 95 тыс.экз./м², биомасса 2,5 г/м², продукция 65,7 ккал/м² за сезон.

Имеющиеся в нашем распоряжении данные позволяют рассчитать средние структурные показатели зоопланктона малых озер данного региона почти за 20-летний период: общая численность $70 \pm 25,1$ тыс. экз./м², биомасса $1,5 \pm 0,3$ г/м², продукция сообщества $20,8 \pm 7,1$ ккал/м² сезон. При этом поток энергии через планктонное сообщество озера Нижнее Старушечье более чем на порядок превышает соответствующий показатель для бентоса.

Гидрология

Акимова А.Н., Колдунов Н.В., Казарьян В.В., Баимачников И.Л., Раилкин А.И.
Динамическая вертикальная структура прибрежных вод губы Чупа Белого моря

Наши и более ранние исследования позволяют сформулировать концепцию трехслойной динамической вертикальной структуры прибрежных вод губы Чупа Белого моря. Наиболее изменчивым является верхний слой, термохалинные и скоростные характеристики которого зависят главным образом от погодных условий (ветровое перемешивание, осадки). Его нижняя граница располагается приблизительно на 2 м ниже поверхности моря. Однако во время сильного ветра она может опускаться на глубину 5 м и ниже. Характеристики среднего слоя определяются, в первую очередь, динамикой приливо-отливного цикла. Этот слой в определенной мере зависит от слоя ветрового перемешивания и влияет на нижний придонный слой. Вертикальные размеры последнего оцениваются величиной около 0,4 м.

Нижний слой отчасти зависит от выше лежащих слоев и, в первую очередь, от слоя приливного перемешивания. Однако в значительной степени его динамические характеристики определяются рельефом дна и населяющими его крупными сообществами.

Наши исследования проведенные в 2001-2003 гг. в губе Чупа Кандалакшского залива Белого моря с использованием океанологической аппаратуры путем постановки суточных станций в нескольких выбранных районах (пролив Подпахта, бухта Оборина Салма, Луда Песочная) позволяют сделать следующие заключения. Термохалинная структура прибрежных вод весьма существенно зависит от погодных условий, а также от берегового стока. При сильном ветре границы термо- и галоклина смещаются вниз и могут доходить почти до верхней границы придонного слоя. В спокойную погоду удастся проследить их связь с периодичностью приливных явлений.

Необходимо продолжение исследований термохалинной структуры прибрежных водных масс с учетом погодных условий для решения вопроса об изменчивости динамических характеристиках его вертикальной структуры.

Наименее изученным остается нижний слой придонного перемешивания. Он слабо зависит от верхнего слоя ветрового перемешивания. Более сильное влияние на него оказывает средний слой приливного перемешивания. Наши исследования показывают, что определенные характеристики придонного слоя могут в значительной степени определяться населяющими его сообществами.

Эксперименты с использованием методов окрашенной струи и гипсовых шаров показали, что эпибентосные сообщества влияют на турбулентность придонного слоя. Так, поселения ламинарий на дне и на вертикальных подводных скалах в значительной степени снижают турбулентность придонного слоя. Напротив, сообщества двустворчатых моллюсков мидий усиливают вертикальные турбулентные пульсации. Проведенные исследования позволяют прийти к выводу об активном влиянии эпибентосных сообществ на физические характеристики придонного слоя и создании ими оптимальных условий для собственного пополнения и развития.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 01-04-48822 и 03-04-63090.

Раилкин А.И., Плоткин А.С., Канайкин Д.П.

Определение среднесуточной турбулентности придонного слоя методом окрашенной струи

Известен способ определения турбулентности водных масс, предложенный Р.В.Озмидовым (1968), основанный на расчетах линейных размеров окрашенной струи, выпускаемой перпендикулярно течению. Используя его, зная скорость течения, а также размер струи на определенном расстоянии от точки ее выпуска, можно определить коэффициент горизонтальных, k_y , и вертикальных, k_z , турбулентных пульсаций по формуле: $k_y (k_z) = V (1/3 y)^2/d$, где V – скорость течения в точке измерения (см/с), y – ширина (высота) струи (см) на расстоянии d (см) от точки истечения.

Этот метод использовался нами для измерения турбулентных пульсаций в придонном слое губы Чупа Белого моря. Практический опыт работы с использованием легководолазной техники показал, что размер струи не одинаков на разных фазах приливного цикла. В связи с этим была поставлена задача разработать методику определения среднесуточной турбулентности придонного слоя на основе метода окрашенной струи. Для ее разработки каждые 4-5 ч в локальной точке у Луды Песочная (стенд 5) в течение суток измеряли вертикальные и горизонтальные размеры струи, окрашенной густым раствором марганцовки, выпускаемой по тонкой трубке с поверхности моря. Одновременно с этим с помощью гидрологических вертушек регистрировали скорость течения на уровне выпуска струи. На основе полученных данных были рассчитаны коэффициенты вертикальной и горизонтальной турбулентности.

Проведенное исследование показало, что турбулентность придонного слоя не остается постоянной в течение суток. В первую очередь, она испытывает закономерные влияния скорости течения, изменяющегося в ходе приливо-отливного цикла. Расчеты показали, что средняя величина турбулентности, оцененная по коэффициенту турбулентности, достигается на отливе приблизительно через полтора часа после полной воды. В течение суток изменение величины коэффициента турбулентности вполне закономерно и

подчиняется синусоидальным колебаниям скорости течения. Учитывая, что на турбулентность определенное влияние оказывает волнение поверхности моря, предлагается производить измерения по указанной методике в спокойную погоду. Несомненно, что в дальнейшем необходима разработка более универсальной методики определения средней турбулентности водных масс, которая бы учитывала не только ее среднесуточные колебания, но также влияние погодных условий и фаз Луны.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 01-04-48822 и 03-04-63090.

Зоология беспозвоночных

Аристов Д.А., Полоскин А.В., Жернакова Д.В.*

Новые аспекты питания морской звезды *Asterias rubens* на мелководье закрытой губы Кандалакшского залива Белого моря

*- Санкт-Петербургский городской дворец творчества юных

Одним из магистральных направлений в исследовании трофических связей экосистем является изучение взаимодействия хищника и жертвы. Показательным примером служат исследования морских звезд *Asterias rubens* и их питания в мидиевых поселениях. Были получены данные, говорящие о том, что морские звезды могут уничтожить до 70% особей из мидиевой банки за один сезон (Саранчова, Кулаковский, 1985). Исследованы также такие аспекты питания, как поиск жертв и паттерны поведения, реализующиеся при заглатывании добычи (Даутов, Серавин, 1980). Тем не менее, применение этих данных в качестве опорных, характеризующих экологию питания *A. rubens* в целом кажется нам не бесспорным, поскольку фактически вся проблема питания морских звезд была разработана на системе *A. rubens* – *M. edulis*. Между тем, по всей видимости, звезды, оказавшиеся вне пределов мидиевых поселений также могут успешно питаться, и при этом процесс питания может существенно отличаться от уже изученного.

В 2003 году, в ходе XXIV Беломорской экспедиции Группы Исследований Прибрежных Сообществ ЛЭМБ (СПбГДТЮ), были отмечены многочисленные скопления морских звезд на матах нитчатых водорослей, располагающихся на илисто-песчаном грунте в верхней сублиторали Южной губы о. Ряжкова (вершина Кандалакшского залива Белого моря). В данном биотопе, представленном различными видами бурых и зеленых нитчатых водорослей, как живых, так и мертвых, обитает специфический комплекс видов, при этом доминирующее по обилию место среди макробентоса занимают личинки комаров сем. *Chironomidae* и мелкие брюхоногие моллюски *Hydrobia ulvae*. Кроме того, на нитчатку оседает молодь мидий, а также из грунта в нитчатку проникают инфаунные двустворки *Macoma balthica*. Обилие организмов привлекает многих хищников, таких как *Phyllodoce groenlandica*, *Atylus*

carinatus и *Asterias rubens*. Максимальная плотность морских звезд составила 60 экз. на м², средняя же на глубине 2 м равнялась 22,91±3,04 экз/м². Исходя из размерно-частотных характеристик отловленных звезд, мы сочли возможным разделить всю совокупность на две группы – особей с диаметром центрального диска <15 мм (доминирующая группа) и больших особей. Первые, вероятно, являются годовиками, вторая же группа – особи, которым не менее 2-х лет. По результатам вскрытия 107 экземпляров хищников, в спектр питания морских звезд в данном сообществе входят 13 видов животных, среди которых наиболее часто встречаемыми являются моллюски *Hydrobia ulvae*, *Mytilus edulis*, *Macoma balthica* и личинки комаров сем. *Chironomidae*. Любопытен тот факт, что, по всей видимости, рацион разных размерных групп *A. rubens* различается – в целом, для хищников меньшего размера характерен более широкий спектр питания с доминированием *H. ulvae*. У крупных морских звезд спектр питания уже, причем в их рационе большее значение приобретает питание мидией. В целом, можно предположить, что осевшая на маты нитчатки молодая звезда становится полифагом, питаясь широким комплексом обитающих в нитчатке видов, а в дальнейшем, в процессе роста, переходит на олигофагию или даже монофагию с доминированием в рационе мидии и гидробий. При питании столь мелкой добычей, звезды, судя по косвенным данным, не принимают характерной «позы питания». Это подтверждается также и наблюдениями за питающимися звездами. По-видимому, в данном случае, у хищника реализуются иные паттерны поведения. Все эти факты, несомненно, требуют дальнейшего изучения, тем не менее, даже они свидетельствуют о том, что наши знания об экологии питания беломорской *A. rubens* требуют пересмотра.

Артемяева А.В., Гришанков А.В., Николаева М.А., Фокин М.В.,
Шунатова Н.Н., Яковис Е.Л.

Роль хищных сверлящих улиток в бентосном сообществе:
раковины жертв как источник информации

Оценка роли отношений хищник-жертва, входящих в число самых важных структурообразующих процессов в естественных морских сообществах, связана с рядом технических сложностей. Для выполненных в данной области исследований обычно сочетание количественных аквариумных экспериментов по выбору жертв и учету темпов их потребления с изучением пищевого спектра хищника путем анализа содержимого пищеварительного тракта. Последний из указанных методов позволяет реконструировать пищевой спектр лишь в той степени, в которой сохраняются остатки пищевых объектов различной природы, что часто не позволяет сделать сколько-нибудь надежных количественных выводов. Непосредственное же наблюдение пищевого поведения в природе возможно лишь для немногих форм. В то же время, на основании данных о численности, биомассе и оценок продукции сообществ, роль макробентосных хищников в экосистемах Белого моря признается незначительной.

Пищевой спектр и степень воздействия хищника на популяцию жертвы представляется удобным оценивать в том случае, когда погибшие особи никогда не потребляются целиком (1), длительное время хотя бы частично сохраняются в грунте (2) и, таким образом, позволяют по останкам сделать заключение о причине гибели (3). Перечисленным условиям вполне удовлетворяет система из хищных сверлящих брюхоногих из сем. Naticidae и их жертв – различных улиток и двустворок. Раковины убитых моллюсков несут характерные перфорации и сохраняются наряду с раковинами моллюсков, причина гибели которых была иной. Полагая средние сроки сохранности раковин жертв по крайней мере не большими, нежели таковые для целых створок, мы попытались оценить пропорцию перфорированных и целых раковин, и ее зависимость от видовой принадлежности и размера жертвы.

В 2001-2003 г.г. в дночерпательных пробах (151 проба по 0,025 м²), собранных в окрестностях Соловецких островов (Белое море), мы подсчитывали и измеряли всех живых моллюсков и раковины погибших, отдельно отмечая перфорированные сверлящими хищниками. Все остальные представители макробентоса также подсчитывались и взвешивались.

Из хищных брюхоногих сем. Naticidae в пробах найдены *Cryptonatica clausa* (Broderip et Sowerby) и *Pseudopolynices nanus* (Moller) со средней плотностью $0,79 \pm 0,457$ экз.·м² и $2,91 \pm 0,931$ экз.·м², соответственно. В виде створок нам встречались все виды моллюсков, обнаруженных в пробах живыми. Максимальная доля погибших особей со следами перфорации составила 69% для *Leionucula belottii* (Adams); для всех раковин моллюсков она составляет в среднем 35%. Доля перфорированных раковин достоверно зависит от видовой принадлежности потенциальных жертв, от положения точки сбора материала и уменьшается с ростом размера раковин. Моллюски, оказывающиеся потенциальным пищевым объектом натицид, по биомассе составляют 61% от всех макробентосных организмов, встреченных в пробах. Установленная высокая доля перфорированных раковин свидетельствует о том, что хищничество в значительной степени обуславливает смертность многих массовых видов, характерных для исследуемого сообщества. Плотность самих хищников, «ответственных» за указанный эффект, при этом, оказывается крайне низкой и, сама по себе, не позволяет предположить такого заметного воздействия.

Артемяева А.В., Гришанков А.В., Николаева М.А., Фокин М.В.,
Шунатова Н.Н., Яковис Е.Л.

Консорции, связанные с раковинами погибших *Serripes groenlandicus*
(*Bivalvia*) в окрестностях Соловецких островов (Белое море):
закономерности структуры и динамики

Организация морских бентосных сообществ исследована слабо и на примере узкого круга объектов. Открытыми остаются вопросы о степени целостности надорганизменных систем и соотношении внешних и внутренних

механизмов ее поддержания. Сообщества, где доминируют прикрепленные организмы, вовлеченные в топические взаимодействия, демонстрируют сравнительно высокую степень интеграции. Консорции, выбранные в качестве объекта настоящего исследования, детально изучаются нами с целью демонстрации роли внутренних причин в поддержании и изменении их пространственно-временной структуры.

Serripes groenlandicus обитают в толще грунта, в связи с чем характерный комплекс населения их раковин начинает складываться только после гибели моллюсков и последующего вымывания створок на поверхность осадка. На протяжении 5 лет мы собирали и индивидуально количественно описывали образующиеся консорции, регистрируя в том числе демографические параметры доминирующих видов, субстратные связи, а также по возможности учитывая остатки погибших сессильных беспозвоночных. Кроме того, чистые створки раковин серрипеса экспонировали на дне вблизи мест сбора материала в течение 1-5 лет, исследуя структуру их населения и ее изменения.

Установлено, что створка в качестве субстрата привлекает ограниченный круг сессильных организмов, включающий усоногих *Balanus crenatus* и несколько видов мшанок. За 2-3 первых года существования комплекса усоногие вытесняют большую часть населения первичного субстрата. Дальнейшее расширение видового состава происходит за счет эпифауны самих баянусов, а также инфауны грунта, накапливающегося в полостях между их домиками. Подвижное население этих полостей представлено в основном многощетинковыми червями; его количественный состав стабилен, он мало зависит от фауны окружающего консорции грунта и места сбора материала. Среди неподвижной эпифауны баянусов в естественных консорциях доминируют одиночные асцидии. Последние используют в качестве субстрата как баянусов, так и друг друга, что нередко приводит к возникновению сростков, в которых первичный субстрат и усоногие оказываются захоронены под множеством крупных асцидий. На экспериментально экспонируемых субстратах асцидии появляются на 4-5 году экспозиции, прикрепляясь в основном к домикам баянусов. Соотношения между демографическими показателями усоногих и асцидий косвенно указывают на конкурентные взаимоотношения между данными формами, прямые доказательства которых планируется получить экспериментально. Таким образом, изучаемое сообщество демонстрирует обусловленность структуры и наблюдаемых многолетних изменений биотическими отношениями между складывающимися его видами.

Басова Л.А., Стрелков П.П., Филимонов Н.Ю.

Распределение значений некоторых факторов среды, существенных для литорального бентоса, в губе Кереть и проливе Узкая Салма (Кандалакшский залив, Белое море)

Губа Кереть и ее окрестности — территория, непосредственно прилегающая к МБС СПбГУ. Здесь ведутся интенсивные гидробиологические исследования. Район подвержен воздействию стока реки Кереть, впадающей в кут одноименной губы. Сток реки должен оказывать влияние на литоральных гидробионтов. Однако гидрологические данные по району разрознены и не позволяют в полной мере охарактеризовать среду обитания литоралобионтов. Целью данной работы была оценка пространственной изменчивости соленостных и литологических параметров илисто-песчаных пляжей губы Кереть и сопредельной акватории — пролива Узкая Салма.

Губа Кереть (66°18'N 33°36'E) вытянута с З-ЮЗ на В-СВ. Длина губы — 2,5 км, ширина в районе устья — 1,2 км. Глубины в средней части достигают 10-14 м, северный берег более приглублен. Губа открывается в море двумя проливами — Узкой Салмой и Средней Салмой. Третий, безымянный пролив, ведет в губу Лебяжью и далее — в пролив Подпахту. Длина пролива Узкая Салма — 4,5 км, ширина — 0,1-0,35 км. Глубины в Салме 3,3-30 м. Мористая часть пролива более мелководна, северный берег более приглублен. Средний годовой объем стока р. Кереть составляет 0,74 км³, максимальный сток наблюдается в мае (0,13 км³), минимальный в феврале и марте (по 0,03 км³). Длительность полного приливно-отливного цикла в районе составляет 12 ч 40 мин, высота прилива колеблется от 1,4 до 2,6 м (Лоция Белого моря, 1995, World water resources, 1999). Илисто-песчаные пляжи являются доминирующим типом литорали в губе Кереть и проливе Узкая Салма.

Измерения солености в губе Кереть и проливе Узкая Салма проводились в конце июня и в середине августа 2003 г. Пробы придонной воды отбирались батометром на 3 разрезах в губе (0,2, 1,2 и 2,0 км от устья реки) и на 3 разрезах в Салме (3,0, 4,7 и 6,2 км от устья реки). Абсолютная высота точек пробоотбора составила +0,6 м. На каждой точке в течение прилива было взято по 6 проб с часовым интервалом. Соленость определялась ареометрированием. На разном расстоянии от устья реки с литорали было отобрано 35 проб грунта. В пробах определяли естественную гидратацию грунта, содержание органического вещества и четырех гранулометрических фракций: камней (>5 мм), гравий (1-5 мм), среднего и крупного песка (0,25-1 мм), мелкого песка и алевро-пелита (<0,25 мм).

На всех разрезах, кроме ближайшего к устью реки, соленость возрастает по мере прилива, достигая максимума при полной воде. На всех стадиях прилива соленость возрастает по мере удаления от устья реки. В наиболее мористых точках (3-6 км от устья р. Кереть) соленость повышается при меньшем уровне прилива, чем в точках, более близких к устью. В самом куту губы соленость, по нашим данным, постоянно низка и не поднимается выше 3 ‰. Средняя соленость воды во всех точках Узкой Салмы в августе выше, чем

в июне. Это может быть связано с тем, что мощность стока р. Кереть в течении лета снижается от 0,09 км³/мес в июне до 0,06 км³/мес в августе (World water resources, 1999).

Содержание органических веществ в грунте снижается по направлению от кута губы к мористой части Салмы (минимальное значение 0,42 %, максимальное — 3,83 %). Наиболее богаты органическими веществами пробы грунта с юго-восточного берега губы. Вероятно, основная масса органики и тончайших гранулометрических фракций привносится в исследуемую акваторию из реки, и в первую очередь аккумулируется у правого берега губы Кереть. Содержание алевро-пелита и мелкого песка, а также уровень гидратации грунта демонстрирует высокую положительную корреляцию с концентрацией в грунте органических веществ.

Авторы благодарны М.В.Иванову, А.А.Пржиборо, И.В.Примакову, А.Э.Фатееву, С.В.Багрову, С.Г.Слюсареву и Д.А.Никулинскому за помощь в работе.

Братова О.А., Джуринский В.Л., Смирнов А.В.**
Видовой состав рода *Henricia* (Echinodermata, Asterozoa)
губы Чупа Белого моря

* - Зоологический институт РАН

Представители рода *Henricia* Gray, 1840 широко распространены в Северной Атлантике, однако видовая индификация этих звёзд затруднена из-за большой внутривидовой изменчивости. Отчасти это явилось причиной того, что состав морских звезд рода *Henricia*, обитающих в Белом море, до настоящего времени плохо известен. А. М. Дьяконов (1950) для Белого моря указывает следующие виды: *H. eschrichti* (Müller et Troschel, 1842), *H. skorikovi* Djakonov, 1950, *H. solida* Djakonov, 1950. Позднее Мадсен (Madsen, 1987) в своей ревизии Североатлантических звезд приводит деление рода на две группы видов «*pertusa*» и «*perforata*». При этом виды *H. skorikovi* Djakonov и *H. solida* Djakonov сведены в синоним *H. eschrichti* (Müller et Troschel, 1842). Этот вид принадлежит к группе видов «*perforata*», в которую Мадсен отнес три вида.: *H. perforata*, *H. oculata* и *H. eschrichti*. Если пользоваться данными Дьяконова и системой Мадсена, то в Белом море болжна обитать *H. eschrichti*. Необходимо отметить, что в распоряжении Мадсена не было экземпляров из Белого моря. Ревизия Мадсена (Madsen, 1987) считается общепринятой.

В задачу нашей работы входил анализ состава рода *Henricia* губа Чупа Белого моря. Материал был собран в августе 2003 года в 4 точках в акватории о-ва Средний (губа Чупа, Кандалашский залив). Всего было собрано 78 экземпляров морских звезд рода *Henricia*. Определения проводили по работе Мадсена (Madsen, 1987). В качестве основных определительных признаков были использованы: толщина кожи, структура скелета, количество иголок в

псевдопаксилах, количество и форма рядов амбулакральных игл, форма вентральных игл и соотношение радиуса (R) к интеррадиусу (r).

Исследованные морфологические признаки позволяют выделить две группы особей. Для экземпляров первой характерно наличие толстой кожи, игл расположенных либо отдельно, либо собранных в группы (псевдопаксилы) по 2-4. Амбулакральные иглы расположены в 2 неправильных ряда. Скелетные пластинки с оральной стороны луча образуют неправильную сеть. Спинной скелет сетчатый. Дорзальные иглы притупленные, без длинных отростков. Эти признаки соответствуют описанным Мадсеном для группы видов «perforata». По строению скелета и форме игл эти экземпляры можно отнести к виду *H. perforata*.

Представители второй группы обладают более тонкой кожей, (вплоть до того, что сквозь нее под биноклем можно разглядеть форму иголок). Иголки собраны в псевдопаксилы по 6-8 штук, амбулакральные иглы расположены в 2 правильных ряда (хотя этот признак варьирует). Скелетные пластинки с оральной стороны луча расположены правильными, хорошо различимыми рядами. Дорзальные иголки мелкие, с длинными отростками, образующими корону. Соответствующий набор признаков указан Мадсеном для группы видов «pertusa». Видовая индификация проводится по количеству игл в псевдопаксилах и форме игл. Часть звезд было отнесено к виду *H. lisa ingolfi n. subsp.* (Madsen 1987), а часть к *H. pertusa*.

В результате предварительных исследований удалось установить, что в акватории острова Средний (губа Чупа, Кандалашский залив) обитают представители обеих выделяемых групп видов: «perforate» и «pertusa». В первой группе удалось выделить вид *H. perforata*, во второй *H. lisa ingolfi n. subsp.* (Madsen 1987), *H. pertusa*.

Генельт-Яновский Е.А., Полоскин А.В.

К популяционной экологии *Cerastoderma edule* (L.) на литорали
Дальнего Пляжа (Баренцево море, Восточный Мурман)

Cerastoderma edule (L.), сердцевидка съедобная - обычный обитатель прибрежных инфаунных сообществ илисто-песчаных грунтов. Её ареал распространяется от побережья Европейской Атлантики до юго-восточного побережья Баренцева моря. Литоральные поселения *C. edule* Восточного Мурмана располагаются на северном краю ареала. Известно, что для популяций, расположенных на границе видовых ареалов характерны значительные колебания численности, вплоть до исчезновения отдельных локальных поселений (Beukema, 1990; Strasser et al., 2001). Задача нашего исследования состояла в изучении современного состояния популяции *Cerastoderma edule* на западной части литоральной отмели Дальний Пляж в губе Дальне-Зеленецкой.

Материал собирался в августе 2002 и июле-августе 2003 года в зоне от изобаты +2.7 м до изобаты +0,5 м. на учетных площадках 1/10 м².

Нами отмечено уменьшение плотности поселения сердцевидки за последний год, что особенно заметно на нижней части пляжа. Здесь в 2002 году средняя плотность поселения моллюсков составляла $28,6 \pm 2,39$ экз./м² (при максимуме 60 экз./м²), а в 2003 году – $13,8 \pm 1,06$ экз./м². (при максимуме 30 экз./м²). Если сравнивать плотность по всему поселению, то в 2002 году она составила $21,7 \pm 1,27$ экз./м², а в 2003 – $12,1 \pm 0,45$ экз./м².

Размерная структура поселения *C. edule* характеризуется полимодальным распределением, в котором выделяется до 6 размерных когорт. Это согласовывается с данными по годичным кольцам, маркирующим точки зимней остановки роста. В настоящее время в поселении доминируют IV - VI когорты с модальными классами 16-18 мм, 22-24 мм и 28-30 мм, что соответствует 2-3, 3-4 и 4-6 годам жизни моллюсков. Представители первой возрастной когорты (0-6 мм) очень редки и преимущественно встречены на нижнем горизонте литорали. Определение принадлежности особей ко второй или третьей возрастным когортам затруднено вследствие того, что молодые сердцевидки растут интенсивно, а индивидуальная изменчивость темпа роста очень велика.

Продолжительность жизни церастодермы на литорали Дальнего Пляжа, по нашим данным, может достигать 10 лет, однако в среднем составляет 4-5 лет. Половое созревание происходит, когда моллюск вырастает до 15 мм, что соответствует 2-3 году жизни. В рассматриваемой популяции 55% составляют самцы, 33% - самки. Следует отметить, что самцы обладают большей, по сравнению с самками продолжительностью жизни. Все встреченные нами моллюски старше 7 лет (длина раковины больше 32 мм) оказались самцами.

В настоящее время литоральная популяция *C. edule* Дальнего пляжа находится в состоянии вымирания. Летом 2003 года на отмели возросла доля пустых створок, причем их распределение по всем горизонтам литорали было равномерным. Высокий уровень смертности среди взрослых особей пока не компенсируется пополнением молодью. За два сезона работ только в конце августа 2003 года нами были встречены отнерестившиеся особи. По-видимому за последнее время самыми «успешными» годами были 1997-1999, поскольку в поселении преобладают моллюски возрастом 4-6 лет. К примеру, в 1972-76 гг. на литорали Дальнего Пляжа обитала одновозрастная популяция церастодермы, появившаяся в результате удачного оседания молодежи в 1972 году и практически полностью вымершая в 1976 году (Агарова, 1979) Следуя схеме циклического характера популяционной динамики сердцевидки в морях Северной Европы (Ducrotoy et al., 1991), современное состояние литорального поселения на Дальнем пляже можно охарактеризовать как «закат».

Губки рода *Vosmaeria* Fristedt, 1885 – типичные обитатели смешанных грунтов сублиторали Белого моря, часто попадающиеся в учебных бентосных пробах. Однако, несмотря на широкую известность данного рода, его таксономический состав и положение в системе класса Demospongiae вызывают споры даже среди специалистов. Так, североморские и беломорские губки сперва рассматривались как два самостоятельных вида *V. crustacea* Fristedt, 1885 и *V. robusta* Swarczewsky, 1906, а потом были объединены в один вид (Колтун, 1966). Весь род *Vosmaeria* помещали то в семейство Suberitidae (Fristedt, 1885), то в Axinellidae (Topsent, 1896), то в Polymastiidae (Arndt, 1935; Колтун, 1966), а в последнее время также и в Halichondriidae (Erpenbeck & van Soest, 2002). Основной причиной этих разногласий является отсутствие в литературе подробного описания структуры скелета *Vosmaeria*, а также сравнительной ревизии губок из разных районов.

Целью нашей работы являлась ревизия типового вида *V. crustacea* Fristedt, 1885. При этом в задачи исследования входило переописание типового материала, сравнение его с губками из других районов, а также сопоставление *Vosmaeria* с потенциально родственными таксонами по морфологическим признакам. В нашем распоряжении имелась типовая серия из пролива Каттегат Северного моря (коллекция Museum of National History, Stockholm), а также сравнительный материал с Мурманского побережья Баренцева моря, из Онежского и Кандалакшского заливов Белого моря (коллекция Зоологического института РАН и собственные сборы) – по 6 особей из каждого района. На светооптическом уровне по срезам губок изучалась структура скелета, а по препаратам диссоциированных спикул проводились измерения спикульных морфометрических параметров. Полученные данные обрабатывались стандартными статистическими методами. Тонкая морфология спикул изучалась на сканирующем электронном микроскопе.

Результаты микроскопического исследования показали, что хоаносомальный скелет *Vosmaeria* представлен свободно лежащими тилостронгилами, эктосомальный скелет представляет собой мощный плотный слой тангентально расположенных оксов и тилостронгил, а папиллярный скелет выполнен плотным чехлом из тилостронгил, внутри которого лежит центральный водоносный канал. В зоне перехода эктосомы в папиллу у всех изученных особей отмечены оксидные стили, представляющие собой модификацию типичных оксов. Однако малая концентрация стилей на спикульных препаратах не позволила использовать данные измерений их параметров для статистических расчетов.

Для сравнения особей из разных районов были использованы данные измерений 5 морфометрических параметров оксов и 12 параметров тилостронгил. У каждой губки было измерено по 30 спикул каждого типа. Результаты дисперсионного и кластерного анализа показали отсутствие достоверных различий между губками из разных районов по форме и размерам

спикул. Между тем отдельные особи выделяются из общего ряда по размерным параметрам спикул (длина и центральный диаметр). Так, максимальные размеры спикул отмечены у одной губки из Северного моря, а минимальные – у одной особи из Онежского залива, в то время как размеры спикул других губок из этих районов близки к общим средним. При этом коэффициент корреляции между длинами тилостронгил и оксов превышает 0,7, а между их центральными диаметрами составляет более 0,8. Различия между особями по параметрам формы спикул (искривленность, выраженность проксимального вздутия, дистальный диаметр и т.п.) полностью маскируются внутриорганизменным варьированием этих параметров. Некоторые крайние значения параметров формы (искривленность, близкая к 90°, отсутствие проксимального вздутия, заостренный дистальный конец) встречаются чрезвычайно редко, их наличие не коррелирует с районом сбора материала и поэтому спикулы такой формы могут рассматриваться как результат внутренней локальной патологии спикулогенеза.

Обсуждая полученные результаты, следует отметить, что именно уродства дистального конца тилостронгил вводили в заблуждение некоторых авторов, классифицировавших подобные спикулы как тилостили и по этому признаку помещавших род *Vosmaeria* в отряд *Nadromerida* – либо в семейство *Polymastiidae*, либо в *Suberitidae*. Между тем в отличие от *Vosmaeria* у представителей отряда *Nadromerida* в основном скелете обычно отсутствуют оксы. Еще большие различия между этими таксонами обнаруживаются по структуре скелета. Так губки семейства *Polymastiidae* характеризуется радиальным хоаносомальным скелетом, наличием палисадного спикульного слоя в эктосоме, сложным строением папиллярного скелета, состоящего из покровных эктосомальных слоев и внутреннего каркаса из отдельных спикульных пучков, не образующих единого чехла (Boury-Esnault, 2002). Представители семейства *Suberitidae* имеют мало упорядоченный хоаносомальный скелет, однако в отличие от *Vosmaeria* эти губки не обладают ни папиллами, ни специализированным эктосомальным скелетом (van Soest, 2002).

В противоположность *Nadromerida* многие представители отряда *Halichondrida* имеют оксы. В частности, данный тип спикул характерен для семейства *Axinellidae* (Alvarez & Hooper, 2002). Однако в отличие от *Vosmaeria* эти губки не имеют эктосомального скелета и папилл, и кроме того в их хоаносомальном скелете отсутствуют тилостронгилы и стили. Более сходными с *Vosmaeria* по структуре скелета и спикульному составу оказываются представители семейства *Halichondriidae*. Большинство из них имеют тангентальную архитектуру эктосомального скелета и беспорядочное расположение хоаносомальных спикул (Erpenbeck & van Soest, 2002). Среди отдельных родов *Halichondriidae* отмечаются и другие общие черты с *Vosmaeria*. Так, губки рода *Hymeniacidon* в составе скелета имеют стили и тилостронгилы, хотя у них нет папилл. Представители подрода *Halichondria* (*Eumastia*) характеризуются чехловидной архитектурой папиллярного скелета, хотя у них отсутствуют тилостронгилы и стили. Наибольшее число общих черт

с *Vosmaeria*, включая структуру скелета всех частей тела и наличие стилей обнаруживается у рода *Ciocalypta*. Однако его представители не имеют тилостронгил. Таким образом, помещение *Vosmaeria* в семейство *Halichondriidae* в качестве самостоятельного рода представляется вполне логичным.

Проведенное сравнение особей *Vosmaeria* из разных районов позволяет предположить, что в Северном, Баренцевом и Белом морях обитает один вид *V. crustacea*. Отмеченный внутривидовой полиморфизм спикул вероятно связан с различным физиологическим состоянием губок, собранных в разные гидрологические сезоны, как это было показано на других видах (Bergquist & Sinclair, 1973; Bavestrello et al., 1993; 1994). Внутриорганизменный полиморфизм спикул, выраженный в еще большей степени, возможно имеет своей причиной аберрации спикүлогенеза в разных частях тела. Таким образом, следует в очередной раз признать, что особенности структуры скелета оказываются намного более информативными таксономическими признаками по сравнению с морфометрическими параметрами отдельных скелетных элементов губок.

Добрецов С.В., Раилкин А.И.

Водорастворимые метаболиты зеленой водоросли *Cladophora rupestris*
индуцируют оседание личинок *Mytilus edulis*

В ходе лабораторных экспериментов было исследовано влияние химических веществ, выделяемых водорослями *Cladophora rupestris*, на оседание личинок мидии съедобной *M. edulis*. В опытах использовали педивелигеров мидий, готовых к оседанию, которых собирали из планктона согласно методике Добрецова (Dobretsov, 1999). Настои водорослей готовили перед началом экспериментов аналогично методу Добрецова (Dobretsov, 1999). Полученные настои разделяли на фракции (<1кД, 1-10 кД, 10-100 кД и > 100 кД) в соответствии с молекулярным весом химических веществ и исследовали их действие на личинок мидий. Дополнительно была изучена активность фракции <1кД после термической обработки (нагревание 95° С в течение 15 мин), а также обработки ферментами (амилазой, протеинкиназой А, папаином и трипсином). В ходе экспериментов в чашки Петри, содержащие 4 мл тестируемого раствора добавляли 20 личинок мидий. В качестве контроля использовали стерильную морскую воду. Опыты проводили в 5 повторностях.

Проведенное исследование позволило установить, что только химические вещества, содержащиеся во фракции <1 кД, стимулируют оседание педивелигеров *M. edulis*. Термическая обработка этой фракции не снижала ее активности. Амилаза ингибировала индуцирующее действие фракции, в то время как протеинкиназа А, папаин и трипсин не влияли на ее активность. Таким образом, индуктор оседания личинок *M. edulis* является низкомолекулярным (<1 кД), водорастворимым и термически устойчивым

соединением, по-видимому, сахаром или углеводом с близким химическим составом.

Ранее было показано, что сахара играют важную роль при выборе субстрата личинками беспозвоночных животных (см. Раилкин, 1998, Чикадзе, 2002). Специфические сахара, находящиеся на поверхности пленки, образованной бактерией *Pseudomonas marina*, стимулируют оседание и метаморфоз полихеты *Janua brasiliensis*, специфически связываясь с лектинами личинок (Kirchman et al., 1982). Сходные результаты показаны для личинок гидроидных полипов и баянусов (см. Railkin, 2003). Таким образом, можно предположить, что лектин-углеводные взаимодействия играют определяющую роль в выборе субстрата личинками беспозвоночных животных.

Исследование выполнено при поддержке гранта для молодых кандидатов наук вузов Санкт-Петербурга № PD-02-4-190.

Дякин А.Ю.

Взаимоотношения грегарины *Urospora chiridotae* и голотурии *Chiridota laevis*

Любые паразитические организмы (многоклеточные или одноклеточные, внутриклеточные или внеклеточные) оказываются в условиях тесных взаимодействий со своими хозяевами. Эти взаимодействия проявляются сразу на многих уровнях: биохимическом, морфологическом, поведенческом, популяционном. Первой и важной ступенью в понимании паразито-хозяинных отношений является их изучение на морфологическом уровне. Предметом настоящего исследования стали взаимоотношения между голотурией *Chiridota laevis* Fabricius, 1780 и различными морфами паразитирующей в ней грегарины *Urospora chiridotae* (Dogiel, 1906) Goodrich, 1925.

Исследования проводили на Морской биологической станции СПбГУ. Всего было исследовано 115 экземпляров голотурии *Chiridota laevis* разных размеров. Наблюдения над грегаринами проводили на временных препаратах. В лабораторных условиях материал обрабатывали по стандартным методикам световой и электронной микроскопии.

Все грегарины, паразитирующие в теле голотурии *Chiridota laevis* и связанные с полостями (целом или просвет кровеносного сосуда) могут быть полностью или частично окружены целоμοцитами или клетками целомического эпителия. Исключение составляют каплевидные сизигии, располагающиеся на пальцевидных выростах, и гамонтоцисты, также прикрепленные к таким выростам.

На поверхности кеглевидных трофозоитов, локализованных в кровеносных сосудах, располагаются единичные целомоциты. Шаровидные клетки грегаринов, располагающиеся на поверхности кишечной трубки, зачастую полностью покрыты уплощенными клетками целомического эпителия. Редко такие грегарины оказываются покрытыми частично, либо совсем не покрытыми, оставаясь при этом прикрепленными к кишке.

Характер связи кеглевидных грегариин и клеток хозяина вариабелен. В одних случаях между клетками паразита и хозяина имеется хорошо выраженное свободное пространство. В других случаях клетки хозяина плотно прилегают к поверхности кеглевидных трофозоитов.

Морфология клеток целотелия, одевающих шаровидных грегариин, различна. В большинстве случаев покрывающие клетки несут на своей поверхности волосовидные выросты. Густота расположения волосовидных выростов варьирует в значительной степени.

В целоме некоторых голотурий нами были обнаружены так называемые коричневые тела, представляющие собой плотные скопления шаровидных грегариин и целомоцитов. Изредка коричневые тела содержали гамонтоцисты.

Таким образом становится очевидным, что результат взаимодействий паразита и клеток хозяина во многом зависит от принадлежности трофозоитов к той или иной форме (кеглевидной, каплевидной или шаровидной). Возможно, на примере шаровидных грегариин и клеток целотелия мы наблюдаем различные стадии протекания защитной реакции голотурии на присутствие паразита.

Дякин А.Ю., Паскерова Г.Г.

Тонкое строение кортикальной зоны грегарины *Urospora chiridotae*
(Dogiel, 1906) Goodrich, 1925

Грегарина *Urospora chiridotae* впервые была описана В.А. Догелем из кровеносного сосуда голотурии *Chiridota laevis* Fabricius, 1780. Позднее этот паразит упоминается в ряде фаунистических работ (Dogiel, 1906; Goodrich, 1925 цит. по: Levine, 1977; Theodorides, Laird, 1970), однако до настоящего времени вопросу полиморфизма эндогенных стадий уделялось недостаточное внимание. Нами было показано, что в просвете кровеносных сосудов голотурии *Chiridota laevis* располагаются клетки кеглевидной формы, на поверхности кишки, обращенной в целом, находятся шаровидные трофозоиты, а на пальцевидных выростах локализованы каплевидные клетки, “свешивающиеся” в целом. Кеглевидные и каплевидные грегарины имеют на своей поверхности многочисленные волосовидные выросты — цитопилли, в то время как поверхность шаровидных форм гладкая (Дякин, Паскерова, 2003). Для большинства настоящих грегариин характерно формирование на поверхности трофозоида продольных пелликулярных гребней. Цитопилли обнаруживаются лишь у некоторых представителей семейств Monocystidae и Lecudinidae. Однако трофозоиты моноцистид и лекудинид характеризуются подвижностью, в то время как, трофозоиты уроспоры полностью неподвижны. Данное исследование посвящено изучению тонкого строения цитопилл кеглевидных и каплевидных форм грегарины

Материал для исследования был собран в 2-х удаленных друг от друга точках Керетского архипелага. Всего было исследовано 115 экземпляров голотурий разных размеров.

Покровы грегарины *Urospora chiridotae* представлены характерной для споровиков трехмембранной пелликулой. Цитопилли представляют собой цилиндрические, сужающиеся к дистальному концу структуры. В цитоплазме цитопиллей, по всей их длине располагаются продольно ориентированные микротрубочки. В основании их число может достигать 100, а в дистальных отделах число микротрубочек сокращается до 8 и менее. В цитоплазме эти микротрубочки расходятся в стороны от их основания и простираются параллельно пелликуле грегарины. На некоторых электроннограммах обнаруживаются поперечные фибриллярные сшивки, которые попарно объединяют соседние микротрубочки.

Строение цитопилей у каплевидных форм принципиально не отличается от таковой у кеглевидных. Различия выражаются в том, что они тоньше и чаще располагаются на поверхности клетки, фибриллярные сшивки соединяют сразу несколько микротрубочек.

Пелликула обеих форм формирует многочисленные цилиндрические впячивания в цитоплазму клетки. На дне этих впячиваний располагается микропора, которая довольно точно соответствует описанию микропор зоитов других споровиков.

Как уже было сказано цитопилли встречаются у некоторых лекудинид и моноцистид. У моноцистид цитоскелет цитопиллей составляют либо микрофиламенты, либо микротрубочки, которые, однако, не соединены друг с другом. У лекудинид в основе цитопиллей лежат трубчатые структуры, вероятно сформированные за счет альвеол. Таким образом становится очевидным, что цитопилли возникали независимо и видимо неоднократно у разных групп грегариин.

Цилиндрические впячивания встречаются только у некоторых уроспорид, однако они имеют иную структуру. У других изученных к настоящему времени грегариин такие образования не встречаются.

Анализируя данные по тонкому строению трофозоитов *U. chiridotae* (наличие цитопиллей, формирование пелликулой цилиндрических впячиваний и погружение микропор в зону эктоцита, слабое развитие элементов цитоскелета в эктоците) становится очевидной глубокая специализация изучаемого нами вида грегариин.

Кудряшева З.К., Полоскин А.В.

Изменения видового состава макробентосного населения беломорской литорали на ранних этапах развития зарослей морской травы *Zostera marina*

Морская трава *Zostera marina* — однодольное многолетнее растение, относящееся к семейству взморниковые (*Zosteraceae*), образует густые заросли на илистых грунтах морских мелководий, защищенных от прибоя. Благодаря мощной корневой системе, zostера оказывает стабилизирующее воздействие на грунт литорали. В поселениях zostеры формируется масса органики, большая часть которой здесь же и остается, накапливающийся таким образом

детрит привлекает многочисленных детритофагов. Нитчатые водоросли, ассоциированные с zostерой, создают условия для оседания личинок многих беспозвоночных. В результате с поселением морской травы оказывается связано характерное бентосное сообщество.

В связи с этим встает вопрос как быстро эдифицирующее влияние поселения zostеры преобразует или изменяет сообщество илисто-песчаной литорали. Удобным полигоном для его решения может являться участок литорали, где происходят первые этапы формирования зарослей взморника. Этим требованиям удовлетворяет литораль Южной губы о.Ряжкова на территории Кандалакшского Государственного Заповедника, где с 1999 года идет активное развитие и распространение zostеры (устное сообщение В.В.Бианки и А.В.Полоскина).

Задачей данного исследования явилось сравнение небольших участков литорали, где представлены и поселения взморника, и базовое сообщество. При этом мы предполагаем, что население окружающего заросли zostеры биотопа соответствует исходному населению участка ныне занятого поселением zostеры.

В основу данной работы легли материалы, собранные летом 2003 года участниками 26 Беломорской экспедиции Группы Исследования Прибрежных Сообществ Лаборатории Экологии Морского Бентоса (Гидробиологии) СПбГДТЮ. Пробы отбирались на небольших участках в зарослях zostеры и на песчаном грунте рядом с ними попарно. Обработка проб производилась по традиционной гидробиологической методике. Всего было исследовано 4 поселения взморника площадью 0.8 - 2.1 кв.м, в каждом из которых отобрано по 6 пар проб.

В результате проведенных исследований локальных поселений zostеры нами обнаружено 52 вида макробентоса. Причем 41 вид животных и 10 видов растений были отмечены в пределах поселения *Z.marina* и лишь 28 видов животных за его пределами. 13 видов животных и 10 видов растений встречены только в поселениях морской травы, и лишь 1 вид животных ни разу не был отмечен в зарослях морской травы. Можно отметить, что все исследованные нами поселения zostеры в плане видового состава значительно богаче, чем базовое сообщество илисто-песчаного грунта нижней литорали.

Обилие большинства видов выше в пределах поселения zostеры, причем это относится не только к видам с явным предпочтением сообщества зарослей, но и многим фоновым, например *Tubificoides benedeni* видам для обоих биотопов. Численность и биомасса таких видов как *T.benedeni*, *Harmathoe imbricata*, *Hydrobia ulvae*, *Mytilus edulis*, *Fabricia sabella*, *Eteone longa*, а так же биомасса *Scoloplos armiger* и *Gammarus oceanicus* положительно коррелирует с плотностью побегов zostеры.

Обобщив полученные данные, можно описать изменения населения нижнего горизонта илисто-песчаной литорали при появлении зарослей морской травы. Одновременно с возникновением зарослей (2-3года от появления первого ростка) сообщество обогащается видами, ассоциированными с морской травой *M.edulis*, *Cricotopus sp.*, *Littorina littorea*, *L. saxatilis*, *H. ulvae*. В первую

очередь это эпибионты, и фитофаги. В последствие, благодаря значительному обогащению грунта в зарослях зостеры органикой увеличивается обилие многих детритофагов, таких как *T.benedeni*, *Capitella capitata* и хищников: *Halicryptus spinulosus*, *H. imbricata*, *Nemertini*. Помимо ассоциированных с морской травой есть виды, *Microspio sp.*, *Arenicola marina*, которые напротив, начинают избегать и покидать сообщество, в основном это виды, предпочитающие песчаные грунты с минимальным заилением.

В целом же можно сказать, что *Zostera marina*, как вид-эдификатор уже с первых лет развития куртины способен в значительной степени изменять состав населения на занимаемом участке литорали

Кузьмин А.А., Хайтов В.М.

Видовой состав самцов и самок рода *Jaera* (Crustacea, Isopoda) в двух поселениях вершины Кандалакшского залива Белого моря

Особенность группы видов *Jaera albifrons* заключается в том, что видовая идентификация может проводиться только по половозрелым самцам. В данной работе было поставлено две задачи: 1) определение видового состава рачков рода *Jaera* в двух локальных поселениях вершины Кандалакшского залива Белого моря (литораль о. Ряжкова и о. Б. Лупчострова) и 2) морфометрический анализ самок из этих поселений с целью поиска количественных признаков, позволяющих с некоторой вероятностью определять вид самок.

Изучение самцов позволило выявить три вида: *J. albifrons*, *J. ischiosetosa*, *J. praehirsuta hirsuta*. У самцов также были измерены длина тела, ширина третьего сегмента, расстояние от переднего края головы до переднего края первого абдоминального сегмента. Показано, что последний параметр достоверно различается у разных видов.

У самок были измерены следующие параметры: длина тела, ширина третьего торакального сегмента, ширина плеотельсона, длина плеотельсона, длины первого абдоминального и IV-VII торакальных сегментов и расстояние от заднего края плеотельсона до переднего края пятого торакального тергита.

С помощью анализа вариабельности морфометрических параметров показано, что наименее варьирующими оказываются длины сопряженных при спаривании зон тела самца и самки. У самок – это расстояние от заднего края плеотельсона до переднего края пятого торакального тергита, где находятся дорзальные влагалища. У самцов - расстояние от переднего края цефалона до первого абдоминального сегмента, несущего копуляторный орган.

Посредством анализа главных компонент выделен ряд групп самок, отличающихся пропорциями тела. Показано, что морфометрические параметры каждой группы самок в среднем соотносятся с морфометрическими параметрами определенных видов самцов. При этом соотношение численностей групп самок в отдельных поселениях приблизительно соответствует соотношению численностей видов самцов.

Раилкин А.И., Бесядовский А.Р.

Экспериментальное изучение влияния турбулентности течения
на оседание бентосных беспозвоночных

Водные массы Белого моря могут быть описаны как трехслойная динамическая структура (Бабков, Голиков, 1984; Казарьян и др., 2003). Верхний слой ветрового перемешивания распространяется от поверхности до глубины 2-5 м в зависимости от погодных (ветровых) условий. Средний слой приливного перемешивания определяется главным образом приливными явлениями. Его динамика более предсказуема и в меньшей степени зависит от случайных погодных факторов. Нижняя граница этого слоя не доходит до дна примерно 0,4 м. Нижний слой придонного перемешивания в еще меньшей степени зависит от ветрового воздействия. На его динамическую (скоростную) структуру влияют главным образом приливо-отливные течения, а турбулентная структура во многом зависит от рельефа дна и населяющих его донных сообществ. Наши исследования показали, что эпибентосные организмы и сообщества могут вносить весьма заметный вклад в турбулентную структуру придонного слоя. Следует указать, что разные сообщества могут по-разному влиять на турбулентность. Так, сообщества ламинарий ослабляют, а мидиевые банки, напротив, усиливают естественную турбулентность обтекающего их потока.

Для изучения влияния степени турбулентности на оседание и пополнение у разных видов бентосных беспозвоночных животных были использованы специально разработанные экспериментальные конструкции -регулярные решетки, сглаживающие (ламинаризирующие) и усиливающие (турбулизирующие) турбулентные пульсации в потоке воды. Гидродинамические расчеты и эксперименты в аэродинамической трубе показали, что ламинаризирующие решетки могут быть построены как система плоскопараллельных ячеек с прямоугольным сечением 2,5x2,5 см и длиной 25 см в направлении обтекания. Потери скорости потока при выходе из решетки при характерных скоростях течения (5-20 см/с), температуре и вязкости морской воды не превышают 10-15 %. Турбулизирующие решетки были рассчитаны и изготовлены как система расположенных в вертикальной плоскости цилиндрических стержней, перпендикулярных течению. Потери скорости на них были также малы и не могли существенно повлиять на результаты морских экспериментов (таблица).

В 2002-2003 гг. на придонных стендах в проливе Подпахта были проведены кратковременные опыты (1-2 месяца) с использованием гидрофлюгеров и установленных на них решеток. Они показали, что одни виды (*Mytilus edulus*, *Hiatella arctica*) лучше оседают в условиях повышенной турбулентности, другие (*Spirorbis spirorbis*, *Circeis spirillum*) – в условиях пониженной турбулентности, тогда как третьи (*Heteronomia squamula*) не проявляют явных предпочтений режима турбулизации потока. Повышенные плотности осевших мидий в условиях повышенной турбулентности, по всей видимости, объясняются особенностями экологии этого вида, массово

встречающегося в биотопах с турбулизированным течением. Напротив, преимущественное оседание спирорбид при подавленной турбулизации находит свое объяснение в том, что ряд изученных видов обитают преимущественно на ламинариях, в биотопах с ламинаризованным течением.

Средние плотности (экз./м²) массовых видов беспозвоночных на горизонтальных пластинах при разных гидродинамических условиях.

Виды	Гидродинамический режим обтекания		
	ламинаризи- рованный	естественный	турбулизиро- ванный
Верхняя сторона пластин			
1. <i>Mytilus edulis</i>	10760±2290	26840±3680	42360±7620
2. <i>Hiatella arctica</i>	760±280	1360±640	2000±550
3. <i>Heteronomia squamula</i>	400±130	480±430	320±170
Нижняя сторона пластин			
1. <i>Mytilus edulis</i>	7520±1500	11560±1400	15200±3200
2. <i>Hiatella arctica</i>	120±60	360±190	440±230
3. <i>Heteronomia squamula</i>	3760±510	4840±650	4400±795
4. Спирорбисы (<i>Spirorbis sp.</i> , <i>Circeis spirillum</i>)	– 21800±2360	9240±1420 4680±1160	3480±1320 –

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 01-04-48822 и 03-04-63090.

Раилкин А.И., Усов Н.В., Кулаков И.Ю.
Формирование и развитие эпилентосных сообществ
при разных гидродинамических условиях

Развитие морских эпилентосных сообществ зависит от многих факторов, в том числе от географического положения водоема, климатических условий, биотопа, а также от локальных особенностей формирования и развития сообществ. Эпилентосные сообщества, развивающиеся на твердых субстратах, являются особенно удобными объектами для изучения сукцессии.

В течение 2001-2003 гг. в бухте Оборина Салма губы Чупа Кандалакшского залива Белого моря были проведены эксперименты, основной задачей которых было изучение влияния гидрологических условий на сукцессию эпилентосных сообществ. Развитие сообществ наблюдали на горизонтальных и вертикальных пластинах размером 10x20 см, закрепленных на гидрофлюгерах, ориентирующих пластины перпендикулярно направлению

течения на любых фазах приливно-отливного цикла. Гидрофлюгеры были установлены на придонных стендах 3 и 4 таким образом, что пластины находились на расстоянии около 0,8 м от дна. Общая глубина погружения пластин составляла около 10 м.

В течение всего периода экспериментальных исследований на обоих стендах среди микроорганизмов доминировали инфузории рода *Folliculina*. Из макроорганизмов в первый год на верхней стороне горизонтальных пластин (10x20 см) и боковых сторонах вертикальных пластин того же размера доминировали проростки макроводорослей и моллюски *Mytilus edulis*. На второй и третий годы в состав доминирующего комплекса вошли гидроиды *Obelia longissima*, а в дополнение к ним на горизонтальных поверхностях макроводоросли, а на вертикальных поверхностях – мшанки сем. *Crisiidae*. На нижней стороне горизонтальных пластин в первый год явных лидеров не было. На второй и третий год ведущее положение заняли гидроиды *O. longissima*, седентарные полихеты, а также мшанки сем. *Crisiidae* и асцидии *Molgula citrina*. Следует обратить внимание на то, что в условиях более спокойной гидродинамики (стенд 3) лучше развивались моллюски *M. edulis*, что уже было установлено ранее (Раилкин и др., 2003) в отношении их оседания. В условиях более активной гидродинамики преимущества имели гидроидные полипы *O. longissima* и полихеты спирорбиды. Суммарная биомасса сообществ, развившихся в условиях более активной гидродинамики, была в несколько раз выше, чем аналогичных по видовому составу сообществ, но развившихся в более спокойных гидродинамических условиях.

Полученные экспериментальные результаты могут быть объяснены численным доминированием инфузорий *Folliculina* и моллюсков *M. edulis* в изученном районе, а также конкурентными механизмами исключения, присущими другим макроорганизмам, сменившим мидий в процессе сукцессии эпибентосных сообществ.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 01-04-48822 и 03-04-63090.

Редькин Д.В., Басова Л.А., Буфалова Е.Н., Стрелков П.П.,
Усов Н.В.*, Шамонин А.В.

Зообентос литорали губы Подпахта (Баренцево море, Восточный Мурман)
в августе 2003 года

* - Беломорская биологическая станция ЗИН РАН

В ближайших окрестностях Дальних Зеленцов – губах Ярнышной и Дальнезеленецкой, сообщества литорали изучены достаточно полно (Труды ММБИ, т.1, 1948, Экологические исследования песчаной литорали, 1976, Голиков и др., 1993, и др.). Однако, не вполне ясно, насколько выводы этих работ могут быть экстраполированы на другие участки побережья. Губа Подпахта расположена в 14 км к западу от Ярнышной, это единственный в

районе участок материкового берега, находящийся под юрисдикцией Кандалакшского государственного природного заповедника. Исследований литорали Подпахты ранее не проводилось. Целью настоящей работы явилось описание пространственной и размерной структуры поселений массовых форм зообентоса на двух участках литорали губы – песчаном пляже и отвесной скале.

Сбор материала производился в первой декаде августа 2003 года на двух вертикальных разрезах: через восточную часть песчаного пляжа в куту губы и вдоль отвесной скалы, ограничивающей пляж с западной стороны. На каждом из следующих горизонтов литорали: +1.0, +1.1, +1.5, +2.0, +2.9, +3.2 и +3.4 м от «0» глубин отбиралось по одной количественной пробе с площади 0.260 м², 0.1 м² и 3 м² (только для учета пескожила) на пляже, и 0.260 м² - на скале.

Скала. По плотности доминируют, в порядке убывания, *Mytilus edulis*, *Skeneopsis planorbis*, *Semibalanus balanoides*, *Jaera sp.*, *Olygochaeta gen.sp.*, *Littorina t. saxatilis*, *Turtonia minuta*, *Gammaroidea gen. sp.*, *Lacuna neritoidea* и *Margarites helicinus*, остальные животные представлены единичными особями. *S. planorbis* приурочен диапазону глубин от +1.0 до +2.9 м, пик численности улитки приходится на горизонт +1.0 (71760 экз/м²). Поселение *S. balanoides* занимает участок скалы от +1.1 до +3.4 м, пик численности рака приходится на горизонт +3.2 м (20280 экз/м²); максимальный средний размер особей - на горизонт 2.9 м (размер апертуры 6.1 мм). Поселение *M. edulis* занимает участок скалы от +1.0 до +2.9 м, пик численности приходится на горизонт +2.9 м. (90480 экз/м²). Анализ колец зимней остановки роста на раковинах показывает, что на всех горизонтах доминируют двухлетние мидии (2001 г. оседания), их доля в выборках снижается от 90% на нижних горизонтах до 45% на верхних; максимальные темпы роста особей наблюдаются на горизонте 1.5 м; наибольшие относительные приросты взрослых моллюсков приходятся на 2001 год. Тот факт, что 2001 год был особо благоприятен для оседания и роста мидий, отмечен нами и для поселений из губ Дальнезеленецкая и Ярнышная.

Пляж. Всего зарегистрировано 5 форм животных – *Microspio theeli*, *Arenicola marina*, *Olygochaeta g. sp.* и *Chironomidae g. sp.* и *M. edulis*, причем последний вид обнаружен в единственном экземпляре. На горизонтах 1.0 – 2.0 абсолютно доминирует *M. theeli*, максимум плотности червя наблюдается в районе изобаты + 1.10 (65140 экз/м²). Максимальные значения плотности пескожила наблюдаются в диапазоне глубин от +1.2 до +1.4 м (3 экз/м²); максимальные средние размеры червей наблюдаются в диапазоне глубин от +1.0 до +1.2 м (диаметр фекального шнура – 5,4 мм). Сравнение полученных данных с данными проведенной нами по сходной схеме в 2000 году гидробиологической съемки кутовых отмелей губ Ярнышной и Дальнезеленецкой показывает, что фауна пляжа губы Подпахта бедна как в количественном, так и в качественном отношении. На пляже в Подпахте, во-первых, полностью отсутствует фауна, приуроченная к камням и их обрастателям – водорослям; в тоже время большинство этих форм встречаются рядом на скале. Во-вторых, в Подпахте отсутствуют многие обычные формы инфауны - двустворчатые моллюски, приапулиды и разнообразные полихеты. Причины этого - в несопоставимо более сильном волновом воздействии на

пляж Подпахты: волны постоянно перемывают песок, перемещают камни, не давая животным и водорослям закрепиться. Факт сильного приобья в районе пляжа отмечался нами во время работ. Наиболее устойчивыми к негативному воздействию приобья оказываются полихеты семейства Spionidae, чье обилие в Подпахте не ниже такового на двух других обследованных отмелях. Интересно, что если на Дальнем Пляже и в Ярнышной Spionidae представлено видами *Polidora quadrilobata* и *Pigospio elegans*, то в Подпахте – *M. theeli*. Очевидно, что песчаные литоральные отмели из мест с разной гидродинамикой крайне неравноценны как биотопы.

Работа выполнена в рамках сотрудничества между СПбГУ Кандалакшским государственным природным заповедником.

Сафина Д.А., Хайтов В.М.*

Структура и многолетняя динамика популяции *Diastylis glabra* (Zimmer, 1926) (Cumacea: Crustacea) в Илистой губе о.Горелого (Лувеньгский архипелаг, Кандалакшский залив Белого моря)

* - Лаборатория экологии морского бентоса СПбГДТЮ

Исследована многолетняя динамика популяции *Diastylis glabra* (Zimmer, 1926) (Cumacea: Crustacea). Материалом для работы послужили зимние сборы 1987 – 2003 годов и летний сбор 2003 года на стандартной сетке дночерпательных станций в Илистой губе о.Горелого (Лувеньгский архипелаг, Кандалакшский залив Белого моря).

Обнаружено, что плотность популяции в последние годы резко возрастает. При помощи кластерного анализа выделено «ядро» популяции, где происходит сильный рост плотности. По сборам зимы и лета 2003г. проведен детальный анализ половой и возрастной структуры популяции, выделены возрастные когорты. Полученные данные позволили описать динамику основных популяционных показателей. Показано, что рост плотности популяции, скорее всего, вызван иммиграцией молодых особей в «ядро поселения» и повышением вероятности их выживания. Изучены две наиболее вероятные биоценотические причины роста плотности поселения *D. glabra*: вымирание видов-доминантов сообщества и обильный приток пищи (детрита). Показано, что дефаунации грунта не происходит, а возможная причина роста обилия – приток детрита, связанный с всплеском биомассы и последующей гибелью нитчатых водорослей на мелководных районах Илистой губы.

Слюсарев Г.С., Макаренков Ф.М.

Паразиты горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* на Белом море

Исследования паразитофауны горбуши на Белом и Баренцевом морях начались в 1961 г. (Малахова, 1962). Наиболее продолжительные исследования паразитофауны горбуши на Белом Море проводилось под руководством

В.Г.Кулачковой, они велись в 1991, 1995, 1997, 1999 и 2001 гг. Ею был зарегистрирован 21 вид экто- и эндо - паразитов. Данные, полученные за эти годы, являются информационной базой, на основе которой возможно выяснение закономерностей распределения паразитов и степени их патогенности. Любой новый вид вселенец может приобрести новых и патогенных для него видов паразитов, с другой стороны имеется опасность, что этот вид привнесет собственных паразитов, патогенных для местных видов рыб.

Паразитофауна рыб характеризуется стабильностью, и в природе существуют механизмы ее регуляции и поддержания (Догель, 1947). В то же время паразитофауна не является чем-то неизменным и статичным. Общеизвестной в паразитологии является закономерность, говорящая, что освоение паразитами новых хозяев всегда протекает особенно остро для нового хозяина. Установлено, что паразиты переходят легко только с одного близкородственного вида на другой, а переход между хозяевами, не состоящими в родстве, происходит редко. Одним из факторов влияющих на паразитофауну выступает антропогенная деятельность, которая увеличивается на Белом Море.

В то же время паразитофауна рыб не полностью изучена и это относится не только к редким видам рыб, но и к широко распространенным и многочисленным. Так паразитофауна *Salmo salar* L. исследуется уже более 200 лет, тем не менее, совсем недавно (Шульман и др., 2003) был обнаружен новый вид паразитического простейшего.

Летом 2003 нами были проведены паразитологические вскрытия горбуши. Было вскрыто 10 рыб (самцов – 6, самок – 4). Обнаружен 21 вид паразитов. Анализ собственных и литературных данных, а также наработки предыдущих лет позволяет сделать следующие предварительные заключения.

Паразитофауна горбуши на протяжении ряда лет остается относительно стабильной. Это относится к большинству видов паразитов, как протистов, так и гельминтов. Данный факт может косвенно свидетельствовать о стабильности кормовой базы горбуши. Однако есть виды, для которых характерны колебания периодические - *Anisakis simplex*. Среди трематод преобладают половозрелые особи. Самый распространенный и многочисленный гельминт - ленточный червь *Scolex pleuronectis*.

Наиболее опасными для горбуши являются *Echinorhynchus gadi* и личинки *Contracoecum aduncum*. Учет их численности и локализации должны вестись в обязательном порядке.

Отметим увеличение, как интенсивности, так и экстенсивности заражения личинкой нематоды *Anisakis simplex* по сравнению с предыдущими годами (Гороздилова, 1974; Малахова, 1962) все обнаруженные нами личинки были в чехликах, свернуты в спираль и находились в жизнеспособном состоянии. Если эта тенденция подтвердится наблюдениями в течение ряда лет, то это может вызывать опасения, так как данный паразит потенциально патогенен для человека. В предыдущие годы наметилась тенденция к снижению численности анизакид, что объяснялось снижением численности гренландского тюленя –

его окончательного хозяина. Отмечаемое сходство паразитофауны горбуши и семги (*Salmo salar*) велико, но есть и отличия что может свидетельствовать о использовании ими различающихся кормовых баз во время нагула в море. Возрастание численности паразитов горбуши обитающих и на семге может отрицательно сказаться на семге и привести к возникновению эпизоотии последней.

Одной из наших рекомендаций является запрещение выбрасывать внутренности ошкереженной рыбы обратно в море или реку, так как на них находятся жизнеспособные личинок круглых червей и личиночные стадии плоских червей. Эти отбросы вместе с паразитами подхватываются рыбами и птицами. Таким образом, многократно облегчается прохождение жизненного цикла паразитов, и увеличивает количество паразитов, что особенно опасно в условиях Белого Моря, где мы имеем дело со сравнительно незначительными по численности, приуроченными к небольшим участкам площади локальными стадами рыб, которых нетрудно подвергнуть практически поголовной и сильной паразитарной инвазии.

Без постоянного исследования паразитофауны горбуши невозможен постоянный контроль динамики численности опасных видов паразитов, что создает потенциальную угрозу эпизоотий, как для самой горбуши, так и для местных видов рыб, птиц или млекопитающих, в том числе и человека.

Слюсарев Г.С., Маньлов О.Г.

Мускулатура *Rhopalura litoralis* Shtein, 1953 (Orthonectida)

Ортонектиды – одна из наиболее загадочных групп многоклеточных животных, филогенетическое положение которых остается неясным. В частности, сократимая система ортонектид совершенно не изучена. Мы исследовали строение мускулатуры полового поколения ортонектиды *Rhopalura litoralis* Shtein, 1953 – паразита гастропод *Onoba oculeas* (Gould, 1841). Был применен метод флуоресцентной микроскопии тотальных препаратов, окрашенных родамин-фаллоидином. Данный метод позволяет легко охарактеризовать трехмерное расположение актин-содержащих сократимых элементов.

Мускулатура самца и самки *Rhopalura litoralis* состоит из наружных кольцевых и внутренних продольных мышц. У самца *R. litoralis* насчитывается до 15 кольцевых мышц примерно одинаковой толщины (1.5–2 μm), которые расположены равномерно одна за другой по всей длине тела. Поскольку тело самца заметно расширено в передней части и сильно сужается к заднему концу, мышечные кольца имеют неодинаковый диаметр.

Продольная мускулатура состоит из четырех совершенно одинаковых неветвящихся мышц. В средней части тела эти мышцы расположены на примерно одинаковых расстояниях друг от друга. На переднем конце тела мышцы попарно переходят одна в другую, образуя две дуги. На заднем конце тела все продольные мышцы обрываются, при этом окончания мышц,

образующих дуги, несколько смещены влево и вправо относительно продольной оси тела. Мы не исключаем, что такое смещение является артефактом фиксации, хотя оно наблюдалось у всех изученных нами особей. Таким образом, мускулатура самца *R. litoralis* обнаруживает черты гетерополярной симметрии.

Мускулатура самки *R. litoralis* организована сложнее, чем у самца, и обнаруживает четкую билатеральную симметрию. Она насчитывает 8–9 кольцевых мышц и шесть пар продольных мышц. Кольцевые мышцы на спинной стороне тела самки расположены достаточно равномерно, но отсутствуют вблизи переднего и заднего концов. На брюшной стороне (на которой лежит генитальная пора) все кольцевые мышцы, кроме двух самых передних, сходятся в центр тела, практически в одну точку.

Продольная мускулатура самки представлена спинными, брюшными и боковыми мышцами. Две тесно сближенных параллельных спинных мышцы на переднем конце тела сливаются и, перегибаясь, переходят в две симметричных брюшных мышцы. Посредине тела две брюшных мышцы сближаются, а далее по направлению к заднему концу снова расходятся и идут параллельно. Место сближения брюшных мышц находится как раз под тем участком, где над ними происходит сближение кольцевых мышц. И брюшная и спинная мышцы заканчиваются на заднем конце тела, не сливаясь. С каждой стороны имеются четыре боковых мышцы. Две соседние близко расположенные (дорсолатеральные) мышцы идут параллельно одна другой на всем своем протяжении, а на переднем и заднем концах тела они, перегибаясь, переходят одна в другую. Точно такую же пару образуют две соседние (вентролатеральные) мышцы. Расположение боковых мышц на противоположной стороне тела зеркальное. Таким образом, все латеральные мышцы соединяются попарно и на переднем, и на заднем конце тела. Толщина всех мышц у самки *R. litoralis* одинакова и составляет 1.5–2 μm .

Полученные результаты хорошо согласуются с данными по двум другим изученным нами ранее видам ортонектид *Intoshia linei* и *I. variabili*. Половые особи ортонектид имеют настоящую мускулатуру, которая служит для изменения формы тела, но не для локомоции. Мускулатура ортонектид представлена наружными кольцевыми и внутренними продольными мышцами. Продольные мышцы соединяются попарно на переднем или на заднем конце тела, либо на обоих концах одновременно. Мускулатура имеет черты билатеральной или монаксонной гетерополярной симметрии, но не радиальной симметрии, как предполагалось ранее. По плану строения мускулатуры ортонектиды имеют мало общего с плоскими и первичнополостными червями и обнаруживают некоторое сходство с аннелидами.

Стрелков П.П., Буфалова Е.Н., Малавенда С.С., Редькин Д.В., Усов Н.В.,
Фокин М.В., Шошина Е.В., Шунатова Н.Н.

Информационный отчет экспедиции СПбГУ и МГТУ на остров Кильдин
и озеро Могильное в августе 2003 года

Остров Кильдин у побережья Мурмана в Баренцевом море – место не обычное. Он имеет особенное, отличное от материкового берега геологическое строение и ландшафты. Бухта Могильная на юго-восточной оконечности острова получила известность еще в средние века, когда здесь отставались суда мореплавателей, искавших северный путь в Китай и Индию. Некогда, остров играл важную роль в хозяйственной жизни поморов и саамов. Для морских биологов Кильдин в первую очередь ассоциируется с озером Могильным, давшим название бухте и всей восточной оконечности острова. Этот небольшой по площади водоем когда-то образовался в результате отчленения морской лагуны. Связь между озером и морем полностью не потеряна, вода фильтруется через перемычку, отделяющую Могильное от Кильдинской Салмы. Воды озера имеют слоистую структуру: поверхностный слой опреснен, глубинный отравлен сероводородом (отсюда – «могильное»), в промежуточном соленом и насыщенном кислородом слое обитают морские растения и животные. Для таких обитателей озера как треска *Gadus morhua*, актиния *Metridium dianthus* и бокоплав *Gammarus locusta* описаны особые подвиды, нигде более не встречающиеся. Согласно гипотезе классика науки К.М. Дерюгина, высказанной им в книге 1925 года «Реликтовое озеро Могильное», озерные популяции морских животных и растений являются новыми видами *in statu nascendi*, вследствие специфических условий обитания и длительной биологической изоляции. Благодаря научному авторитету и популяризаторскому таланту К.М. Дерюгина эта гипотеза стала общепринятой, во многом определяя представления отечественных биологов о предпосылках и обстоятельствах видообразования в морской среде обитания. Сам эпитет “реликтовое” из гидрологического термина стал частью имени собственного. Озеро Могильное вошло в список памятников природы России. Кильдинская треска занесена в Красную книгу РФ.

Большую часть прошлого века Кильдин был милитаризованной зоной, доступ на остров гражданских лиц был ограничен. Проведенные в этот период исследования ММБИ и ПИНРО были направлены на уточнение биоразнообразия, изучение механизмов формирования слоистой структуры вод и оценку биологической продуктивности озера. Критического анализа данных, на основе которых была сформулирована гипотеза Дерюгина, тем более попыток ее проверки с использованием новых научных подходов и методов, не предпринималось. Насколько длительна и эффективна биологическая изоляция водоема? Как далеко зашли эволюционные процессы в популяциях озерных организмов? Насколько стабильна во времени экосистема водоема, ее живого и неживого компонентов? Что происходит вокруг озера сегодня, когда Кильдин стал по сути необитаемым, а значит и бесконтрольным?

Для того, чтобы попытаться ответить на эти вопросы, а также просто увидеть легендарные места, и была организована совместная экспедиция Санкт-Петербургского государственного университета и Мурманского государственного технического университета на Кильдин в августе 2003 года.

Экспедиции в необычное место сопутствовали необычные обстоятельства. Доставку группы студентов и преподавателей к месту работ на своем судне осуществили Североморские граждане В.В. Клименко и С.Н. Штинников, любители природы и патриоты своего края. Оформление многочисленных разрешительных бумаг взяла на себя Мурманская фирма ЗАО «Бизнес-Сервис». С возвращением экспедиционной группы, задержавшейся на Кильдине из-за шторма, на большую землю, помог Северный флот. Все это было сделано на безвозмездной основе.

Если говорить об общих впечатлениях от первого знакомства с озером, то можно только повторить фразу Дерюгина: «В современном состоянии озеро Могильное представляет настоящее «чудо природы», оно требует тщательной охраны, как истинный памятник природы, и дальнейшего изучения». Впрочем, ее повторял каждый, кто видел Могильное, внешне совершенно отчлененное от океана, и находил в нем морских организмов, обитающих в совершенно нехарактерных условиях и имеющих причудливый, резко отличный от морских сородичей вид.

Фокин М.В., Михайлова Н.А.*

Использование микросателлитных маркеров для анализа популяционной структуры двух видов моллюсков рода *Littorina* Белого моря

* - Институт Цитологии РАН

Беломорские моллюски рода *Littorina* характеризуются различными типами развития. Из четырех обитающих здесь видов литторинид лишь один, *Littorina littorea*, имеет планктонную расселительную стадию, вид *L.saxatilis* характеризуется яйцеживорождением, а у двух близких видов, *L.obtusata* и *L.fabalis*, молодь развивается в яйцевых капсулах. Различные стратегии размножения обуславливают и различную степень внутривидовой генетической гетерогенности, в частности, популяции моллюсков с прямым развитием демонстрируют значительную степень генетического разнообразия. В нашем исследовании мы проверяли пригодность микросателлитных молекулярных маркеров для изучения микропопуляционной генетической структуры двух близких видов *L.obtusata* и *L.fabalis*.

Участки высокоповторяющейся микросателлитной ДНК геномов используют как эволюционно нейтральные маркеры при анализе социальных групп и в популяционных исследованиях. Значительная частота мутаций (10^{-3} - 10^{-6}) обеспечивает высокую разрешающую способность этих маркеров. Однако это же приводит к необходимости дорогостоящей процедуры разработки

специфичного набора праймеров для каждого конкретного вида или группы близких видов.

Для вида *L.obtusata* мы применили протокол поиска микросателлитных локусов с обогащением по динуклеотидным повторам $(AC)_n$ и $(CT)_n$ (Estoup, Tugrean, 1996; Zane, 2002). После клонирования было выявлено 18% положительных клонов. В результате секвенирования обнаружено 8 ДНК последовательностей, которые содержали как сам микросателлитный повтор (от 9 до 60 динуклеотидов), так и достаточные фланкирующие участки, к которым были синтезированы пары праймеров. Многие повторы содержали одиночные замены, что может объясняться либо различной первичной структурой ДНК, либо неточностью работы Taq полимеразы, использованной в процессе подготовки проб. Кроме динуклеотидных повторов, соответствующих гибридационной метке, было обнаружено два тринуклеотидных повтора $(CTT)_7$ и $(GTT)_9$. Шесть повторов были успешно амплифицированы с геномной ДНК *L.obtusata* при температурах отжига 56-60°C.

Кроме дизайна и тестирования собственных праймеров для беломорских видов моллюсков, мы использовали праймеры разработанные для других видов рода *Littorina*. Так из 12 пар праймеров сконструированных для *L.subrotundata*, только три (Sub8 $(ATA)_{29}$, Sub32 $(CAA)_{13}TG(AAC)_5TG(AAC)_{10}$ и Sub62 $(AAC)_{14}$) амплифицируют микросателлитные локусы геномной ДНК *L.obtusata* Северного моря (Paterson et al., 2001).

Мы протестировали указанные выше праймеры к тринуклеотидным повторам на двух беломорских видах, *L.obtusata* и *L.fabalis*. Продукты амплификации были получены для обоих видов во всех случаях, на выборке из 32-х моллюсков. Локусы Sub8 и Sub32 имеют сходный масштаб и характер варьирования у обоих видов (190-240 нуклеотидов). Тогда как большая часть аллелей по локусу Sub62 у *L.fabalis* находится в интервале 230-290 нуклеотидов, для *L.obtusata* большая часть аллелей имеет размер от 350 до 400 нуклеотидов.

Таким образом, нами показано, что праймеры, полученные для *L.subrotundata*, можно успешно использовать для анализа генетической структуры двух видов беломорских литторин.

Авторы благодарят за поддержку, консультации и предоставленные возможности Роберта Пакстона, Дитера Аммермана, Тьерри Бэккелью и С.А. Подлипаева. Проведенное исследование было поддержано грантом РФФИ 02-04-48725.

Фокин М.В., Шунатова Н.Н., Усов Н.В., Буфалова Е.Н., Малавенда С.С.,
Редькин Д.В., Стрелков П.П., Шошина Е.В.

Научный отчет экспедиции СПбГУ и МГТУ на остров Кильдин
и озеро Могильное в августе 2003 года

Озеро Могильное расположено на ЮВ оконечности о. Кильдин (Баренцево море). Максимальная длина озера 562 м, средняя ширина 190 м, максимальная

глубина 16.3 м, средняя глубина 7.4 м. От моря озеро отделено невысокой перемычкой 60-70 м шириной. Главной особенностью Могильного является необычная стратификация вод. Здесь можно выделить 3 слоя воды: верхний опресненный, промежуточный соленый и глубинный соленый слой, зараженный сероводородом. Благодаря таким условиям, в озере сосуществуют пресноводные и морские организмы. Экосистеме озера посвящен ряд фундаментальных сводок (Дерюгин, 1925, Реликтовое озеро Могильное, 1975, 2000), по этим источникам можно проследить изменение видового состава планктона и бентоса, а также гидрологических характеристик водоема в течении почти ста лет исследований. Целью настоящей работы является оценка современного состояния “морской” фауны и флоры, а также гидрологических параметров озера Могильного.

Гидрологическая съемка озера показала, что на глубине 3-7 м расположен резкий галоклин, выше которого соленость не превышает 3 ‰, а ниже поднимается выше 25 ‰ (максимум - 30,4 ‰). Температурная стратификация выражена в меньшей степени. Запах сероводорода отмечен в пробах начиная с глубины 10 м. Слой “розовой” воды, насыщенной окисляющими сероводород пурпурными бактериями, расположен на глубине около 10 м. Вертикальная стратификация вод в озере практически не изменилась с конца 60-х годов, однако еще в начале века толщина поверхностного опресненного и зараженного сероводородом слоев была заметно меньше. Всего обнаружено 12 видов зоопланктона, из них 10 - морских. Вертикальное распределение форм соответствует описанному ранее. Поражает обилие в “морском” слое *Cyanea arctica* необычного желтого цвета. Соотношение морских и пресноводных видов по мере удаления от перемычки существенно не меняется. Данные не позволяют говорить о каких-либо изменениях в видовом составе зоопланктона за время исследований озера.

В ходе бентосной съемки обнаружено 26 форм зоо- и 6 формы фитобентоса. Удалось выделить 4 типа “морских” сообществ: 1) *Macoma balthica*-Bacillariophyta-*Electra crustulenta baltica*; 2) *Polydora sp.*-Oligochaeta; 3) *Molgula sp.*-*Phyllophora brodiae*-*Polysiphonia urceolata*; 4) *Metridium dianthus mogilnojensis*-*Phyllophora brodiae*-*Polysiphonia urceolata*. Вдоль перемычки “морские” сообщества распределены неравномерно: ЮЗ часть озера является наиболее бедной по видовому составу (отмечено только сообщество *Polydora sp.*-Oligochaeta), на восток вдоль перемычки видовое разнообразие увеличивается, достигая максимума в ЮВ части, где отмечены сообщества всех типов. Взятый здесь вертикальный разрез показал, что “морская” фауна приурочена к глубинам 3,5 - 7,5 м, что соответствует зоне галоклина. С глубиной, выделенные сообщества сменяют друг друга в вышеперечисленном порядке. Глубже 7,5 м макробентос отсутствуют, что, скорее всего, связано со снижением концентрации кислорода в воде. Сравнивая наши данные с работами предшественников, следует отметить, что мы не обнаружили ряда заметных форм - полихет (*Pseudopotamilla reniformis*), моллюсков (*Littorina littorea*, *Tridonta borealis*, *Skeneopsis planorbis* и др.) и пантопод (*Nymphon littorale*), которые описывались как массовые в начале XX века. Мы полагаем,

что эти животные в озере отсутствуют. Так же, нами не обнаружена знаменитая кильдинская треска. По-видимому, это связано с особенностями поведения этой рыбы; по свидетельству очевидцев, в 2003 году в озере было поймано несколько экземпляров трески.

Работа позволяет сформулировать методические подходы, наиболее подходящие данному объекту исследований. Использование стандартных орудий лова (дночерпатель Петерсена, шлюпочная драга) в “морских” фациях озера, представляющих собой галечные откосы, не может дать адекватного представления о бентосных сообществах. Более того, представляется недопустимым использование этих травматичных для донных сообществ снастей в крошечном водоеме, являющимся памятником природы. Бентосные исследования в озере могут производиться только с использованием легководолазной техники и (или) фото- и видео наблюдения.

Авторы благодарят ЗАО «Бизнес-Сервис» (г. Мурманск) за содействие, В.В. Клименко и С.Н. Штинникова - за организацию и личное участие в исследованиях.

Хайтов В.М., Артемьева А.В.*

О взаимоотношениях *Mytilus edulis* и *Hydrobia ulvae* на илисто-песчаной литорали Долгой губы о.Б.Соловецкого (Онежский залив Белого моря)

* - Лаборатория экологии морского бентоса СПбГДТЮ

Целью данного исследования был анализ взаимоотношений между мидиями, формирующими друзы на илисто-песчаном литоральном пляже, и гастроподами *Hydrobia ulvae*. Изучалась размерная структура мидий, обилие живых и мертвых *H. ulvae* в друзах и в грунте, не занятом мидиями, при этом учитывалась численность гастропод, несущих следы прикрепления биссуса мидий.

Было показано, что плотность поселения *H. ulvae* достоверно выше в грунте, окружающем мидиевые агрегации, чем непосредственно в мидиевых поселениях.

В ходе многолетних исследований (1994-2003 гг.) выявлен период массового отмирания мидий, формирующих друзы, и период восстановления поселений. При этом, в период восстановления отмечался всплеск обилия живых *H. ulvae* в мидиевых друзах, в грунте, окружающем друзы, такого всплеска не наблюдалось. В этот же период отмечено максимальное количество особей гастропод, несущих следы прикрепления биссуса. В год, следующий за периодом формирования новых друз, отмечено увеличение обилия мертвых *H. ulvae*.

Выдвигается гипотеза, что молодые мидии, лишенные твердого субстрата для прикрепления, используют для этих целей раковины *H. ulvae*. Обездвиженные таким образом гастроподы гибнут.

Гапонова И.Н., Мигунова А.В., Квитко К.В.

Исследование секреции сахаров северными зоохлореллами – симбионтами *Paramecium bursaria* в условиях *in vivo* и *in vitro*

Взаимовыгодное сосуществование вирусочувствительных водорослей и инфузорий в симбиотической системе *Paramecium bursaria* - *Chlorella sp.* - *PBCV* (вирус хлореллы) начали изучать достаточно давно и довольно подробно. (Van Etten et al., 1982-2003; Квитко, Громов, 1984; Квитко и др. 1986-2003). Известно, что при недостатке бактериальной пищи и обилии света, а также в минеральной питательной среде зеленые *P. bursaria* растут значительно быстрее особей того же штамма, экспериментальным путем лишенных зоохлорелл. Эти факты говорят о наличии массообменного цикла, поддерживающего существование симбиоза. Действительно, водоросли могут передавать клетке хозяина большую часть (до 57%) продуктов фотосинтеза, которые оказываются важной добавкой к источникам пищи. Основные продукты, поставляемые инфузории, - растворимые углеводы: мальтоза, глюкоза и глюкоза-6-фосфат. В условиях *in vitro* симбиотические хлореллы, освобожденные от своего хозяина, секретируют в среду большое количество (до 45%) глюкозы (Г) и/или мальтозы (М), в зависимости от северного (Г+М) или южного (М) экотипа водоросли. Это различие совпадает с типом вирусочувствительности и границами температурных адаптаций (Мигунова и др. 2000).

Для оценки продукции сахаров зоохлореллами был осуществлен фотосинтез в атмосфере с ^{14}C меченой углекислотой с последующей идентификацией меченых продуктов фотосинтеза радиоавтографией. Для этого спиртовой экстракт клеток (после 30 и 60 минут экспозиции на свету 10-20 килолюкс) наносили (по 20-40 мкл на пробу) на пластины Silufol (Kavalier, Chechia) с тонким слоем крупнопористого силикагеля. и дважды разделяли по 1,5-2 часа помощью растворителя из верхней фазы смеси бутанол, этанол, вода (4:1:5). В крайние точки хроматограммы наносили свидетели – смесь по 50 мкг/мл мальтозы и глюкозы. Листовая негативная пленка (130 ГОСТ) экспонировалась на поверхности хроматограмм в течение 2-5 суток. Количественные оценки интенсивности метки в участках хроматограммы, соответствующих мальтозе и глюкозе, оценивали по доле засветки на негативах радиоавтографов с помощью программы «Фотошоп».

Мы исследовали 5 штаммов *Chlorella sp.* из популяций инфузорий беломорских водоемов, в том числе штамм ОЧ из культуры *P. bursaria* ОЧ-1, обитателя о. Черливое, его канаванин устойчивые мутанты: ОЧ-*CanR4*, ОЧ-*CanR6*, и изоляты из водоемов о. Средний: ОС-1, ОС-6. Все эти штаммы были ранее охарактеризованы как принадлежащие к симбиотической системе «северного» экотипа («северные» зоохлореллы). В качестве контроля были взяты 2 штамма: зоохлорелл: из Геттингена, 241-80 - северный штамм, и

штамм NC64A – южный, из американских популяций, для которых ранее было показано различие по типу выделяемых сахаров. Штамм NC64A (Muscatine, 1963) выделял в питательную среду преимущественно мальтозу, а северный штамм 241-80 (Kesler et al., 1990) секретировал как мальтозу, так и (при увеличении рН. от 4.0-6.0) большое количество глюкозы. Для сравнения мы взяли 3 штамма свободноживущих зоохлорелл, используемых инфузориями в качестве пищи. Кроме этого, в эксперимент были включены 10 культур зеленых (с эндосимбионтами) инфузорий *P. bursaria*.

Все 6 штаммов «северных» зоохлорелл выделяли в среду относительно большое количество мальтозы и глюкозы. Таким образом, 5 штаммов из Карелии сходны с типовым штаммом 241-80 из Геттингена и отличались от типового «южного» штамма NC64A, выделявшего в основном мальтозу. Свободноживущие штаммы показали большее разнообразие продуктов фотосинтеза, в том числе, в экстракте обнаруживалась метка мальтозы и глюкозы. Зеленые инфузории секретировали также и мальтозу и глюкозу. Условия для проведения фотосинтеза в атмосфере меченой ^{14}C углекислоты были предоставлены лабораторией фотосинтеза. Авторы благодарны Магомедову И.М. за содействие.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 02-04-48676.

Шпагин И.А., Фирсов М.А., Белова В.С., Квитко К.В.

Бактериальное загрязнение вод в Керетском Архипелаге Белого моря

Одним из индикационных тест-методов по оценке загрязнения природных вод фекальными водами является *Esherichia coli*-титр. Этот метод удобен в полевых условиях и позволяет в короткий срок и с минимальным лабораторным оборудованием провести экспресс-анализ проб на бактериальное загрязнение.

Оценка загрязнённости вод реки Кереть, её устья в Чупинской Губе и в традиционных местах (места сбора проб указаны в таблице) производилась с 27.07.03 по 11.08.03. Анализ числа колонии образующих единиц (КОЕ) в пробах морской воды проводили по стандартной методике (Кузнецов, Дубинина 1989) на среде Эндо. Сбор бактериальных клеток на капроновый фильтр с диаметром пор 0,2 мкм осуществляли процеживанием вод исследуемой пробы в объёме от 0,5 до 10 мл (0,5; 1; 2; 5; 10 мл). Фильтры с осажёнными на них клетками бактерий переносили на среду Эндо, добиваясь плотного прилегания фильтра к агару. В условиях инкубации при температуре 37⁰С создавались оптимальные условия для развития энтеробактерий (температура, селективная среда). Проросшие колонии были неоднородны по размеру, накопленной слизи, цвету (ярко-красные колонии с металлическим блеском мы относили к колиформным – *E. coli* и родственные виды)

Величины посчитанного титра бактерий на фильтрах в чашках Петри после двух суток инкубации приведены в таблице.

По результатам этих тестов можно сделать следующие заключения:

1. Река Кереть. Воды реки гетерогенны по обсеменённости бактериями. У закола (над порогами) бактериальная нагрузка достигает 3000 КОЕ/100мл с 14 % колиформных энтеробактерий. На порогах она чище в 2-3 раза, а по колиформным на 1-2 порядка – 0,89 %. Анализ проб, собранных через 10 дней показал увеличение общего титра у закола в 2 раза, но *E. coli* в образцах обнаружено не было; на порогах бактериальная нагрузка увеличилась в 5-6 раз, а колиформных энтеробактерий стало на порядок больше. Такой разброс данных во времени вероятно можно объяснить сменой погодных условий, изменением интенсивности хода красной рыбы.

2. Воды Средней Салмы имеют солёность в пределах 13 ‰. Выраженная гетерогенность по бактериальному загрязнению наблюдается только в одной точке у островка (который виден лишь при отливе). Титр проб, собранных 27.07 составляет от 600 до 3000 КОЕ/100 мл при 17-37 % *E.coli*. Пробы, отобранные 03.08 также выявили высокий уровень бактериального загрязнения от 5086 до 29000 КОЕ/100 мл при 0-22,3 % колиформных бактерий. Гетерогенность вод в этой точке и наличие мест бактериального “цветения” определили необходимость повторных анализов этих вод (10.08.03) при разбавлении их дистиллятом в 5 раз. Но и в этом случае не получено чёткой ясности: в точке “островок” выявлено 14133-29000 КОЕ/100 мл слизистых бактерий с долей 14,6-22,3 % колиформных. Возможно, столь большие показатели титра, вызваны своеобразным рельефом дна: мелкие глубины (обнажение в отлив) и наличие каменной косы, затрудняющей прохождение воды при приливе и отливе. Возможно, здесь скапливаются остатки гниющей отнерестившейся рыбы

3. В бухте Ноговица выявлено самое большое содержание *E. coli* 3400 КОЕ/100 мл и их самое большое процентное отношение 74,6% что бесспорно связано с влиянием поселения на острове Среднем (МБС).

4. Воды Чупинского рейда показали относительно небольшой суммарный титр 235-682 КОЕ/100 мл при большом проценте колиформных энтеробактерий 41,3-68,7 %.

5. Уровень загрязнения вод Керетского архипелага несколько выше, но в целом близок к наблюдаемому ранее: мыс Картеш 965-1059 КОЕ/100 мл (в 2002 году 200-719 КОЕ/100 мл), но уровень *E. coli* снизился 5,4-13,4 % против 32,5-58,3 % в 2002 году.

6. В губе Никольской и Обориной салме сравнительно невысокое бактериальное загрязнение 217-341 и 438-586 КОЕ/100 мл, но высок относительный процент *E. coli*: в Никольской 39,6-44,9 %, а в Обориной салме 17,4-30,0 %. Явная гетерогенность вод по бактериальному содержанию не выражена.

Бактериальное загрязнение, выявленное в Керетском Архипелаге Белого моря несколько выше, в сравнении с 2002 годом. Это характерно для всех проанализированных точек. Связано это скорее всего с аномально теплым летом в 2003 году, так как для нормальной жизнедеятельности энтеробактерий важнейшим экологическим фактором является температура (оптимальная температура развития *E. coli* 37 °C).

Число КОЕ (колонию образующие единицы), живых клеток энтеробактерий в воде,
в скобках число колиформных (*E.coli* и родственные формы).

Номер пробы и время сбора	место сбора	КОЕ на 100 мл			Солее- ность в ‰
		1-ый флакон	1-ый флакон	%% <i>E. coli</i>	
1 27.07.03 12.00	р. Кереть после порогов	128 (48)	4467 (2867)	64,2-37,5	0,0
2 27.07.03 12.25	Средняя Салма. Островок	600 (106)	3086 (1144)	17,7-37,0	5,05
3 27.07.03 12.50	Ноговица	1646 (267)	2743 (1857)	16,2-67,7	7,25
4 27.07.03 13.15	Средняя Салма у причала	1486 (771)	2229 (1686)	51,9-75,6	13,1
5 27.07.03 13.30	Чупинский рейд	235 (129)	16 (11)	54,9-68,7	21,5
6 29.07.03 17.30	м. Каргеш	1059 (57)	965 (129)	5,4-13,4	21,0
7 29.07.03 18.00	Оборина Салма	586 (176)	438 (76)	17,4-30,0	21,5
8 30.07.03 21.30	Никольская	217 (86)	341 (153)	39,6-44,9	22,5
9 30.07.03 19.00	Чупинский рейд	682 (282)	-	41,3	18,0
10 30.07.03 19.10	Средняя Салма у причала	1213 (480)	-	39,6	6,0
11 30.07.03 19.30	Ноговица	4560 (3400)	-	74,6	5,5
12 31.07.03 12.30	р. Кереть у закола	3333 (467)	-	14,0	0,0
13 31.07.03 12.30	Средняя Салма. Островок	600 000	600 000	0,0	4,0
14 31.07.03 12.30	р. Кереть пороги	1341 (12)	-	0,89	4,0
15 03.08.03 -	Средняя Салма. Островок	14133 (2067)	29000 (6467)	14,6-22,3	-
16 03.08.03 -	Пережат	55200 (12000)	-	21,7	-
17 10.08.03 16.45	р. Кереть у закола	5371 (0)	6400 (0)	0,0	-
18 10.08.03 16.00	р. Кереть пороги	6743 (829)	8600 (629)	12,3-7,3	-
19 10.08.03 16.15	р. Кереть после порогов	7514 (571)	15867 (1200)	7,6-7,5	-
20 10.08.03 16.30	Ноговица	9629 (270)	-	2,8	-
21 11.08.03 -	Средняя Салма. Островок	12914 (0)	5086 (0)	0,0	-
22 11.08.03 -	Траверс Узкой Салмы	7092 (1200)	29875 (5974)	16,9-20,0	-
23 11.08.03 -	Пережат	4318 (0)	-	0,0	-

Работа выполнена при финансовой поддержке экспедиционного гранта
РФФИ 2003 года.

Антипова А.Ю., Костюченко Р.П.

Изменения в строении личинки *Pectinaria koreni* (Pectinariidae, Polychaeta, Annelida) при метаморфозе метатрохофоры в нектохету перед оседанием

Непрямое развитие полихет характеризуется наличием личиночных стадий - трохофоры, метатрохофоры и нектохеты, - последовательный переход которых из одной в другую сопровождается метаморфозом. В данной работе исследовали строение личинок *Pectinaria koreni* на различных стадиях формирования метатрохофоры и нектохеты.

На стадии средней метатрохофоры личинка имеет вытянутое, изгибающееся на дорсальную сторону и сужающееся к заднему концу тело, имеющее признаки внешней сегментации. Границы сегментов очерчены меланофорами, метатрохальные структуры не отмечены. По мере развития метатрохофоры количество сегментов увеличивается с 13 до 17. Крупная эписфера отграничена от гипосферы хорошо развитым прототрохом. В гипосфере развиты большие лопасти вокруг ротового отверстия, по вентральной стороне до телотроха на заднем конце тела тянется нейротрох.

Эктодермальные клетки эписферы мелкие, содержат крупные ядра и расположены в несколько рядов. Клетки ротовых лопастей, сильно вакуолизированные. Сквозная кишка, образованная ресничным эпителием, открывается наружу анальным отверстием, расположенным между очень крупными клетками телотроха. Мелкие клетки глотки делятся. В средней части тела (с 1 по 6 сегменты) кишка изгибается, ее просвет увеличивается. Клетки в этом месте крупнее, в некоторых из них отмечены мелкие вакуоли. В заднем отделе кишки клетки плотно примыкают друг к другу и характеризуются высоким ядерно-цитоплазматическим отношением, мелкими размерами и активной пролиферацией.

Клетки покровного эпителия гипосферы отличаются друг от друга. На спинной стороне они представляют собой однослойный плоский эпителий, клетки которого в районе телотроха становятся округлыми и усиленно делятся. На вентральной стороне эктодерма представлена многослойным эпителием, внутренние клетки которого имеют округлую форму. Делящиеся клетки эктодермы вентральной стороны отмечены повсеместно, однако максимальное их количество наблюдается рядом с телотрохом. В утолщенном эктодермальном эпителии образуются группы клеток, дающие начало хетонным мешкам. По мере удаления мешков от заднего конца личинки внутри них формируются хеты.

Первая пара щетинконосных мешков к этому времени отличаются высокой степенью дифференцировки: каждый из мешков формирует по 6 щетинок опахала. Одновременно с процессом образования щетинконосных мешков формируется мезодерма, центр пролиферации которой находится в районе анального отверстия. Дифференцированные элементы мезодермы к этому времени выражены слабо. Вентрально и вентролатерально к кишке примыкает

железа, функции которой остаются невыясненными. Она состоит из цилиндрических клеток с очень небольшим диаметром.

По мере метаморфоза метатрохофоры в нектохету щетинки опахала выдвигаются наружу, ротовые лопасти деградируют, а ротовое отверстие смещается на передний конец тела и располагается терминально. Вокруг него формируются оральные щупальца. Тело вытягивается, становится веретеновидным, количество сегментов увеличивается до 17. Прототрох и телотрох исчезают. Нейротрох сохраняется довольно долго. Число меланофоров резко сокращается. Образуются пароподии, начинается тагмизация. Кишка, образованная ресничным эпителием, сильно изгибается. На заднем конце тела формируется специальный орган прикрепления - скафа.

Эктодермальные клетки головного конца небольшие, недифференцированные, расположены несколькими рядами. Между ротовым отверстием и местом выхода щетинок опахала внутри эктодермального пласта лежат два валика, по-видимому, нервные стволы. Валики огибают глотку и тянутся по брюшной стороне до зоны роста. Вентральные эктодермальные клетки дифференцируются. Некоторые из них увеличиваются в размерах и в дальнейшем дифференцируются в железы, а другие остаются плоскими. За последним сегментом находится зона активной пролиферации клеток, в которой образуются новые сегменты, как у метатрохофоры. У нектохеты этот участок сильно сужается по отношению к общей длине тела и к толщине сегментов. На самом конце тела вместо клеток телотроха образуются несколько скоплений эктодермальных клеток, которые быстро делятся и формируют скафу.

Ротовое отверстие ведет в складчатую глотку, образованную небольшими клетками. Клетки кишки в широкой части туловища сильно увеличиваются в объеме, приобретают клиновидную форму, их ядра находятся в базальной части, а цитоплазма содержит множество крупных вакуолей. В задних сегментах энтодермальные клетки активно пролиферируют. Мезодерма образует мышечные волокна. Десипименты не отмечены. Мезодермальные клетки, имеющие вид недифференцированных сохраняются вдоль нервных валиков на брюшной стороне.

Таким образом, метаморфоз *Pectinaria koreni* носит эволютивный характер с сохранением общего плана строения, редукцией трохальных и других личиночных структур и развитием дефинитивных органов. Зона роста, т. е. зона пролиферации новых сегментов, сужается и занимает предпигидиальное положение.

Работа поддержана грантом PD02-1.4-360 Минобразования России.

Бакаленко Н.И., Андреева Т.Ф.

Анализ экспрессии гена *Nvi-hox3* в развитии полихеты *Nereis virens*

В современной биологии развития большое значение придается изучению молекулярных механизмов контроля морфогенезов. В настоящее время

предполагается, что огромное разнообразие форм животных достигнуто в ходе эволюции изменениями в пределах генетических программ развития. Одними из ключевых генов контроля развития являются гомеозисные гены – Нох гены. Нох гены присутствуют у всех изученных в этом отношении билатеральных животных, им присуща структурная и функциональная консервативность. Так сложилось, что наименее изученной в отношении молекулярных механизмов развития оказалась группа Lophotrochozoa. Особенно загадочна функция разных Нох генов у гомономно сегментированных представителей этой ветви, таких как полихета *Nereis virens*.

В нашем исследовании анализировался характер экспрессии *Nvi-hox3* в ларвальном и постларвальном развитии *N.virens* методом гибридизации *in situ* на тотальных зародышах и ювенильных червях.

Нами показано:

1. Экспрессия гена *Nvi-hox3* детектируется уже на стадии гастрюляции (39 часов развития). Паттерн экспрессии представляет собой два дорзолатеральных пятна в гипосфере. Клетки, экспрессирующие данный ген, являются потомками бластомера 2d, которые впоследствии дадут вентральную пластинку.

2. На стадии ранней трохофоры происходит миграция клеток на вентральную сторону. На этой стадии экспрессия *Nvi-hox3* становится очень интенсивной, паттерн экспрессии очень динамичен. К 60 часам развития домены экспрессии значительно смещаются в вентральном направлении, наиболее интенсивная экспрессия наблюдается в вентролатеральных частях гипосферы личинки. На дорзальной стороне область экспрессии *Nvi-hox3* заметно уменьшается.

3. На стадии средней трохофоры заканчивается перемещение клеток на вентральную сторону и формирование стомадеума, образуется вентральная пластинка. Передняя граница экспрессии *Nvi-hox3* находится под стомадеумом и совпадает с антериальной границей первого ларвального сегмента. Задняя граница расположена, по-видимому, в будущей пигидиальной зоне. Таким образом, домен экспрессии гена *Nvi-hox3* распространяется на все три ларвальных сегмента и пигидиальную зону. Происходит дальнейшее смещение экспрессии на вентральную сторону, и к 80 часам развития области экспрессии *Nvi-hox3* смыкаются по срединной линии, латеральные домены экспрессии исчезают.

4. К 87 часам (поздняя трохофора) область экспрессии этого гена вновь увеличивается, появляются полосы экспрессии в ларвальных сегментах и пигидиальной зоне. Характер экспрессии сохраняется на последующих стадиях ранней и средней метатрохофоры (105, 119 и 135 часов).

5. На стадии поздней метатрохофоры постепенно затухает экспрессия *Nvi-hox3* в ларвальных сегментах, причем сначала сигнал исчезает из второго и третьего сегментов (152 часа), а потом из первого сегмента и медиальной линии (188 часов).

6. Зона экспрессии в пигидии сохраняется на метатрохофорах, а на нектохетах область экспрессии распространяется на дорзальную сторону и образует кольцо. Экспрессия распространяется на зону роста.

7. Характер экспрессии *Nvi-hox3* сохраняется на 4-10 сегментных ювенильных червях.

Таким образом, в развитии полихеты *Nereis virens* экспрессия гена *hox3*, по-видимому, имеет три фазы. Первая фаза охватывает период от начала экспрессии до стадии средней трохофоры. В это время *Nvi-hox3* маркирует область будущих ларвальных сегментов и пигидиальной зоны. Возможно, *Nvi-hox3* наряду с другими *Hox* генами принимает участие в спецификации этой территории. Вторая фаза экспрессии *Nvi-hox3* начинается на стадии поздней трохофоры, когда *Nvihox3* вновь начинает маркировать уже детерминированные ларвальные сегменты и пигидиальную зону. Назначение этой экспрессии предстоит выяснить. Пигидиальная экспрессия данного гена на нектохетах и ювенильных червях (третья фаза) явно затрагивает зону роста и, по-видимому, связана с детерминацией постларвальных сегментов.

Загайнова И.В., Харин А.В., Костюченко Р.П.
Клеточные источники развития зоны паратомии
у представителей семейства Naididae

Процессы бесполого размножения у олигохет по типу паратомии сопровождаются образованием зоны деления, дающей начало новым головным и хвостовым концам дочерних зооидов. При развитии зоны паратомии происходят значительные клеточные и тканевые перестройки. Особый интерес представляет вопрос о клеточных источниках формирования недостающих структур новых зооидов. Нами было исследовано развитие зоны паратомии у двух видов олигохет - *Nais communis* и *Pristina longiseta*. Зона деления у обоих видов закладывается посередине сегмента. В её развитии мы выделяем три стадии, различающиеся степенью дифференцировки структур дочерних зооидов – ранняя, средняя и поздняя перетяжка.

Для ответа на вопрос о клеточных источниках закладки и развития зоны деления мы, прежде всего, предприняли анализ динамики трансформации частей сегмента. Статистический анализ по критерию Стьюдента показал, что при развитии зоны деления у *N. communis* и *P. longiseta* не происходит статистически значимого изменения длины прилегающих к перетяжке областей, в то время как длина самой зоны деления по мере развития статистически значимо увеличивается. Т.е. увеличение размеров перетяжки происходит не за счёт трансформации прилегающих к ней областей сегментов, а за счёт пролиферации клеток или(и) их миграции из соседних областей.

В районе зоны деления уже на ранних стадиях появляются недифференцированные клетки, имеющие высокое ядерно-цитоплазматическое отношение и лишённые аппарата Гольджи и ЭПР. При дальнейшем развитии зоны деления они дают начало всем дифференцирующимся заново структурам

дочерних зооидов. Из дифференцированных клеточных типов в перетяжке *N. communis* отмечены только нервные клетки и клетки кишечного эпителия. В перетяжке *P. longiseta*, кроме того, частично сохраняется мускулатура.

На световом и электронном уровне отмечено изменённое состояние покровного эпителия зоны деления по сравнению с другими участками тела, и сходство его клеток с недифференцированными клетками зоны деления: клетки покровного эпителия зоны деления имеют высокое ядерно-цитоплазматическое отношение, у них отсутствует аппарат Гольджи и ЭПР. Таким образом, клетки модифицированного покровного эпителия зоны паратомии и клетки бластемы имеют практически идентичную морфологию. Специфическая окраска на ДНК на тотальных препаратах выявляет митотические фигуры в клетках покровного эпителия зоны деления и в недифференцированных клетках. Расположение митотических фигур и форма некоторых клеток покровного эпителия позволяет предположить выселение этих клеток. Свидетельства участия каких-либо других клеток в формировании бластемы нами обнаружено не было.

Таким образом, данные, полученные нами для видов *Nais communis* и *Pristina longiseta* не дают оснований предполагать присутствие у этих видов значительной стволовой популяции первично недифференцированных клеток, но хорошо согласуются с предположением о роли недифференцированного покровного эпителия в образовании большей части клеточного материала зоны паратомии.

*Злобина М.В., Кудрявцев И.В., Баскаков А.В., Галактионов Н.К.,
Канайкин Д.П., Козлова А.Б., Харазова А.Д., Полевщиков А.В.**
Продукция активных форм кислорода циркулирующими клетками
морской звезды *Asterias rubens* и асцидии *Styela rustica* в ответ
на введение эритроцитов человека

* - НИИ экспериментальной медицины РАМН

Антимикробные факторы различной природы играют существенную роль в поддержании постоянства внутренней среды организма и являются важнейшими факторами врожденного иммунитета. Особое место в их ряду занимают продукты частичного восстановления кислорода (супероксидный анион-радикал O_2^- , синглетный кислород 1O_2 , гидроксильный радикал $HO\cdot$ и некоторые другие). Способность к их продукции циркулирующими клетками обнаружена у практически всех изученных представителей первично- и вторичноротых животных. С точки зрения анализа становления и эволюции реакций врожденного и появления приобретенного иммунитета у позвоночных животных, особый интерес представляют иглокожие и оболочники как группы, филогенетически близкие к позвоночным и, возможно, сохранившие некоторые признаки, характерные для предков позвоночных.

Целью данного исследования было изучение продукции активных форм кислорода морской звездой *A. rubens* и асцидией *S. rustica* на разных сроках после введения эритроцитов человека (ЭЧ).

Продукция активных форм кислорода целомоцитами беспозвоночных в ответ на введение ЭЧ ($n \geq 7$, * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$).

Время, ч	Спонтанная продукция		Стимулированная зимозаном продукция	
	опыт	контроль	опыт	контроль
<i>Asterias rubens</i>				
0	0,134±0,027		0,166±0,050	
1	0,194±0,029	0,136±0,045	0,584±0,147**	0,194±0,083
3	0,090±0,018	0,186±0,075	0,140±0,039	0,197±0,072
6	0,177±0,063	0,182±0,029	0,254±0,081	0,355±0,054*
9	0,159±0,047	0,130±0,018	0,294±0,120	0,171±0,022
12	0,086±0,009	0,071±0,011*	0,184±0,033	0,144±0,017
24	0,131±0,017	0,154±0,026	0,179±0,029	0,251±0,046
48	0,033±0,004**	0,068±0,009*	0,038±0,005*	0,085±0,015
72	0,151±0,014	0,120±0,012	0,233±0,034	0,251±0,046
96	0,154±0,017	0,124±0,014	0,287±0,054*	0,266±0,062
120	0,122±0,032	0,093±0,017	0,260±0,072	0,170±0,026
168	0,132±0,034	0,141±0,029	0,222±0,044	0,230±0,056
<i>Styela rustica</i>				
0	0,120±0,023		0,221±0,034	
12	0,083±0,004	0,082±0,004	0,141±0,010	0,129±0,018**
24	0,046±0,003**	0,050±0,003**	0,078±0,004**	0,095±0,009**
48	0,083±0,012	0,066±0,008**	0,142±0,008	0,142±0,012
72	0,070±0,007**	0,056±0,003**	0,075±0,004**	0,065±0,002**
96	0,087±0,010	0,094±0,008	0,167±0,007	0,167±0,012

Сбор экспериментального материала проводили в августе 2002 и 2003 гг. на базе ББС им. акад. О. А. Скарлато ЗИН РАН. Животных, разделенных на опытную (получивших 1 мл 2% суспензии ЭЧ), контрольную (инъекция 1 мл 0,85% раствора NaCl) и интактную группы, содержали в садках в условиях естественной среды обитания. Периодически на протяжении 4-7 суток осуществляли забор циркулирующих жидкостей, а выделенные из них клетки использовали для постановки спонтанной и индуцированной зимозаном реакции восстановления нитросинего тетразолия (НСТ) в формазах. Автоматизированный учет НСТ-теста проводили путем оценки оптической плотности (ОП), а результат выражали в единицах ОП на 1 млн. клеток (см. таблицу).

Целомоциты морской звезды *A. rubens* отвечают на введение ЭЧ слабым изменением спонтанного НСТ-теста и достоверным приростом показателей стимулированного НСТ-теста. При этом в контроле продукция O_2^- , в ответ на повреждение тканей также нарастает, но в меньшей степени. У асцидии *St. rustica* в ответ на инъекцию ЭЧ наблюдали изменение любой продукции O_2^- в обеих группах и ее восстановление до исходных значений к 96 ч. По-видимому,

у асцидии *St. rustica* гемоциты быстро мигрируют в поврежденные ткани, где проходят активацию и участвуют в инкапсуляции чужеродного материала.

Работа поддержана грантами РФФИ № 01-04-49207, 03-04-06997, 04-04-49069 и грантом Президента РФ № МД-303.2003.04.

Климович А.В., Широкова В.Н., Горбушин А.М.

Сравнительная оценка цитотоксичности плазмы морских моллюсков:

II – МТТ-тест

Анализ цитотоксичных систем представителей Mollusca целесообразно проводить с использованием в качестве мишеней клеток Invertebrata. С нашей точки зрения, циркулирующие элементы гемолимфы и целомической жидкости (гемоциты и целоциты) морских беспозвоночных животных представляются разумной альтернативой стандартным клеточным линиям млекопитающих, применяемым в традиционных тестах на токсичность сред в фармакологии, медицинской и ветеринарной иммунологии.

С целью проверки этого предположения мы разработали колориметрический метод количественной оценки цитотоксичности плазмы (бесклеточной гемолимфы) морских беспозвоночных. В качестве основы метода используется *in vitro* реакция восстановления живыми клетками-мишенями желтого растворимого субстрата «3-(4,5-диметилтиазол-2)-2,5-дифенил тетразолиум бромид» (МТТ) до фиолетового нерастворимого в воде формазана. Количество восстановленного субстрата положительно коррелирует с количеством живых и (или) находящихся в стадии раннего апоптоза клеток. Исследована цитотоксичность плазмы брюхоногих - *Buccinum undatum*, *Littorina littorea* и двустворчатых моллюсков - *Mytilus edulis*, *Mya arenaria*. В качестве клеток-мишеней использовали ксенографты различающейся филогенетической удаленности: гемоциты этих же видов и целоциты *Asterias rubens* (Echinodermata).

Результаты исследования позволяют ранжировать уровень токсичности плазмы моллюсков для гемоцитов представителей своего типа следующим образом. *Mytilus edulis* обладает наиболее эффективной системой цитотоксичных гуморальных факторов – около 40% клеток, полученных от других моллюсков, погибали за 3 часа инкубации в плазме мидий. За тот же срок плазма *Mya arenaria* оказалась летальной для 20% гемоцитов мидии, литорины и трубача. Далее следует *B. undatum* (15%) и, наконец, *L. littorea* – плазма этой улитки не содержит факторы, токсичные для клеток трубача, мии и мидии. Более того, гемоциты *Mytilus edulis*, инкубируемые в плазме литорины, продемонстрировали достоверно более высокий, относительно контроля, уровень восстановления МТТ, что свидетельствует о неожиданной активации в этой экспериментальной комбинации окислительно-восстановительных реакций. Аналогичный эффект на гемоциты мидий оказывает ряд известных индукторов респираторного взрыва (форболовый эфир, бактериальные липополисахариды и др.).

Несколько иные результаты получены в эксперименте, использующем в качестве клеток-мишеней целомациты *A. rubens*. Цитотоксичный эффект плазмы трубача, мии и, в том числе, литторины составил 30%, а мидии – 40%.

Таким образом, цитотоксические факторы присутствуют в плазме всех 4-х исследованных видов моллюсков. Однако, специфичность систем распознавания «свой-чужой» и последующей активации токсичных молекул различна у представителей разных таксонов моллюсков. Особенностью цитотоксичных защитных систем исследованных видов *Prosobranchia* является их высокая селективность. *Vivalvia*, напротив, характеризуются низкой специфичностью гуморальных цитотоксичных факторов. В целом, такая картина хорошо согласуется с высказанной ранее гипотезой о поливариантности стратегий защиты от патогена у моллюсков.

*Козлова А.Б., Петухова О.А.**

Изменение клеточного состава целомиической жидкости морской звезды *Asterias rubens* L. в ответ на ранение

* - Отдел клеточных культур ИНЦ РАН

Характерной чертой иглокожих является способность к регенерации. Важную роль в регенерационных процессах и защитных реакциях играют целомациты. До сих пор нет окончательного ответа на вопрос о происхождении и дифференцировке этих клеток.

Нами были проанализированы изменения клеточного состава целомиической жидкости (ЦЖ) морской звезды *Asterias rubens* после нанесения раны скальпелем, в условиях минимальной потери целомиической жидкости, а также после максимального истощения запаса целомацитов морской звезды. Мы предположили, что такое истощение может приводить к индукции синтеза целомацитов *de novo*.

Работа проводилась на базе ББС ЗИН РАН. В опыт было взято 6 морских звезд *Asterias rubens* радиусом 5-8 см. Для истощения запаса целомацитов и индукции гемопоэза проводили трехкратное замещение целомиической жидкости на фильтрованную морскую воду через каждые 6 часов. После этой операции анализировали изменения клеточного состава целомиической жидкости. Целомиическую жидкость с клетками забирали шприцем из лучей звезд на разных сроках после последней операции (через 3, 6, 12 и 24 часа) и фиксировали равным объемом 8%-ного формалина. Фиксированные целомациты отмывали от ЦЖ дистиллированной водой. Препараты клеток окрашивали эозином (50 минут) и азуром (20 минут) и исследовали с использованием методов световой микроскопии.

В целомиической жидкости интактных животных были обнаружены следующие морфологические типы клеток: агранулоциты (клетки, не несущие гранул, ядра которых окрашены азуром), гранулоциты (клетки с гранулами различной формы и размеров, гранулы чаще окрашены эозином, реже – азуром)

и мелкие клетки с высоким ядерно-цитоплазматическим отношением, предположительно молодые целомоциты. Кроме того, при анализе состояния хроматина вышеуказанных типов целомоцитов были обнаружены клетки, ядра которых содержат деконденсированный хроматин и часто одно ядрышко. В процентном отношении клетки распределялись следующим образом: агранулоциты – 70-90 %, гранулоциты - 10-30 %, молодые клетки - до 2 %. Клетки с деконденсированным хроматином составляли 10-20 % от общего количества клеток.

Состав клеток ЦЖ существенно не менялся через 6 часов после нанесения раны скальпелем. Максимальное истощение пула целомоцитов приводило к значительным изменениям в клеточном составе ЦЖ. На порядок возрастает после ранения количество молодых целомоцитов – мелких клеток с крупным ядром. Максимальное процентное содержание этих клеток наблюдается через 12 часов после операции (до 30 % по сравнению с 2 % в контроле ($P < 0,05$)). Через 3 часа после операции количество клеток, ядра которых содержат деконденсированный хроматин, возрастает до 45-65 % ($P < 0,05$), затем через 12 часов постепенно снижается. Количество гранулоцитов возрастает до 20-50% через 6 часов после последнего ранения ($P < 0,05$). Дальнейшее снижение числа гранулоцитов у разных звезд сильно варьирует.

Таким образом, после существенной потери целомоцитов в целомической жидкости морской звезды наблюдаются значительные изменения в процентном соотношении клеток с различной морфологией ядра и ядерно-цитоплазматическим отношением. Это позволяет нам предположить, что восстановление клеточного пула циркулирующих целомоцитов происходит при незначительном ранении (скальпелем) за счет запаса уже дифференцированных клеток вне циркуляции, а при более существенных потерях целомической жидкости – за счет так называемых молодых целомоцитов. Предложенную схему эксперимента можно использовать при изучении происхождения целомоцитов *A. rubens*.

Костюченко Р.П.

Характер экспрессии гена *Nvi-Hox4*, гомолога гена дрозофилы *Deformed*, в эмбриональном и личиночном развитии полихеты *Nereis virens*

Нох-гены - эволюционно-консервативные, кластерные регуляторные последовательности, кодирующие транскрипционные факторы, имеющие в своей структуре ДНК- связывающий домен. Основная функция Нох-генов состоит в спецификации отделов тела вдоль передне-задней оси.

В настоящей работе проанализирована экспрессия гена *Nvi-Hox4* у полихеты *Nereis virens* (Annelida; Lophotrochozoa) при помощи WMISH (whole-mount in situ hybridization). *N. virens* - эррантная полихета, обитающая в Белом, Баренцевом и Северном морях. Онтогенез *N. virens* протекает с участием трех личиночных форм и ювенильной стадии, по ходу которой червь увеличивается в размерах, образуя новые сегменты в результате функционирования зоны

роста. Первая личинка - трохофора - сферическая, не имеет сегментов, не питается и двигается в толще воды за счёт опоясывающего кольца ресничек - прототроха. Эта личинка формируется в процессе завершения гастрюляции и развития стомодеума. Вторая личинка - метатрохофора - характеризуется появлением и развитием признаков сегментации. Третья личинка, нектохета, формирует функциональные параподии, голову, брюшные ганглии дефинитивной нервной системы и оседает на дно.

Экспрессия *Nvi-Hox4* методом WMISH впервые достоверно показана на ранних стадиях формирования вентральной пластинки, еще во время гастрюляции. Первоначальные билатерально расположенные домены экспрессии отмечены в каудальных бластных клетках, потомках эктотелобластов. Эти домены, в результате бурного размножения клеток и перемещения клеточных пластов с дорсальной стороны на вентральную, распространяются в виде кольца, прерванного на вентральной стороне. Но уже к моменту окончания формирования стомодеума, экспрессия гена *Nvi-Hox4* охватывает широкую зону вентральной пластинки, соответствующую второму и третьему ларвальным сегментам, которая сужается в дорсо-каудальном направлении.

Позже, на стадиях нектохеты, ген *Nvi-Hox4* участвует в спецификации ганглиев брюшной нервной цепочки во втором и третьем сегментах. Таким образом, ген *Nvi-Hox4*, наряду с другими генами *Hox* кластера, участвует в региональной спецификации тела личинки вдоль передне-задней оси.

*Кудрявцев И.В., Злобина М.В., Баскаков А.В., Галактионов Н.К., Канайкин Д.П.,
Козлова А.Б., Харазова А.Д., Полевщиков А.В.*

Анализ клеточных реакций врожденного иммунитета
морской звезды *Asterias rubens*

* – НИИ экспериментальной медицины РАМН

Иглокожие представляют уникальную группу организмов, обладающую сложными механизмами врожденного иммунитета и первыми признаками реакций приобретенного иммунитета. Для всех Echinodermata характерно сочетание клеточных и гуморальных реакций врожденного иммунитета, при этом клеточные реакции, по-видимому, являются ключевыми и осуществляются целомоцитами, среди которых выделяют пять общих для всех иглокожих клеточных популяций. Целомоциты принимают участие в процессах тромбообразования, инкапсуляции инородного тела, фагоцитоза, а также в продукции бактерицидных факторов. Целью данного исследования было изучение динамики числа целомоцитов и их метаболической активности как характеристик реакций врожденного иммунитета морской звезды *A. rubens* (Asteroidea, Forcipulata) в ответ на введение модельного объекта – суспензии эритроцитов человека (ЭЧ).

Сбор экспериментального материала проводили в августе 2002 и 2003 гг. на базе ББС им. акад. О.А.Скарлато ЗИН РАН. Животных, разделенных на опытную (получивших 1 мл 2% суспензии ЭЧ) и контрольную (инъекция 1мл 0,85% раствора NaCl) группы, содержали в условиях естественной среды обитания. Через 1 – 168 ч после начала эксперимента от животных получали 1 мл целомической жидкости, коагуляцию которой предотвращали добавлением равного объема 30 мМ раствора ЭДТА в 2,6%-ном растворе NaCl, по осмотичности равного целомической жидкости и морской воды. В каждом сезоне не менее 10 животных составляли интактную группу. Число циркулирующих целоцитов определяли с помощью камеры Горяева, а метаболическую активность – в МТТ-тесте по спектрофотометрической оценке цвета включившегося в клетки красителя.

Динамика концентрации и метаболической активности целоцитов в МТТ-тесте ($n \geq 7$ для каждого срока наблюдений, * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$ согласно критерию t Стьюдента. ОП – оптическая плотность).

Время, ч	Концентрация клеток (млн/мл)		МТТ-тест (ед. ОП/1 млн клеток)	
	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль
0	8,48±1,74		0,156±0,024	
1	2,48±0,63 **	7,29±2,46	0,014±0,006**	0,164±0,043
3	11,86±3,37	10,77±2,60	0,178±0,054	0,318±0,133
6	10,36±2,46	8,61±2,99	0,339±0,178	0,173±0,021
9	12,54±5,51	8,25±2,68	0,153±0,042	0,167±0,031
12	6,98±0,86	7,88±1,12	0,072±0,013 *	0,063±0,010 **
24	6,36±0,88	4,95±1,19	0,296±0,051 *	0,282±0,059 *
48	13,46±1,38 *	5,98±1,12	0,066±0,013 **	0,067±0,017 *
72	5,05±1,10	5,07±1,24	0,204±0,027	0,115±0,014
96	3,79±0,87 **	5,91±0,88	0,248±0,031 *	0,163±0,023
120	7,54±2,30	5,36±0,72	0,209±0,061	0,124±0,024
168	4,86±0,78	3,55±0,89 *	0,057±0,011 **	0,084±0,015 *

Результаты исследований показали, что ответом на введение ЭЧ было снижение числа циркулирующих клеток через 1 ч и периодическое чередование повышений и снижений числа клеток в циркуляции в дальнейшем. В контрольной группе аналогичные изменения менее выражены. Активность клеток в МТТ-тесте, который отражает, возможно, уровень как метаболической, так и пролиферативной активности клеток, также испытывает волнообразные изменения, причем, на сроках 24 и 96 ч прирост показателей МТТ-теста предшествует приросту числа клеток в циркуляции на следующем сроке наблюдения. По мере отдаления от момента введения ЭЧ колебания числа клеток и показателей МТТ-теста затухают и имеют больший период. Следовательно, повреждение покровов *A. rubens* ведет к снижению числа циркулирующих целоцитов, которые принимают активное участие в восстановлении покровов. Одновременная инъекция ЭЧ приводит к еще

большой активации целомочитов и их выходу из циркуляции, возможно, для запуска процессов фагоцитоза и инкапсуляции чужеродного материала.

Работа поддержана грантами РФФИ № 01-04-49207, 03-04-06997, 04-04-49069 и грантом Президента РФ № МД-303.2003.04.

Кулакова М.А., Андреева Т.Ф.

Экспрессия ParaНох-генов NviGsh и NviCad в ходе развития
полихеты *Nereis virens*

Гены Gsh/Gsx, и Cad/Cdx семейства давно известны как пространственные и тканевые спецификаторы у Bilateria. Это гены, кодирующие транскрипционные факторы с гомеодоменным ДНК связывающим мотивом. ParaНох-кластер, впервые описанный у ланцетника, паралогичен по отношению к Нох-кластеру. Он представлен тремя генами: Gsh/Gsx, X-lox и Cad/Cdx. Эти гены расположены на хромосоме от 3' к 5' концу соответственно, и проявляют колинеарную экспрессию, по крайней мере, у представителей Chordata (Deuterostomia). Колинеарность – соответствие пространственного и (или) временного порядка экспрессии порядку расположения генов на хромосоме. У животных эволюционных ветвей Ecdysozoa и Lophotrochozoa нет достаточного количества данных о колинеарной экспрессии генов Para-Нох кластера. Согласно современным воззрениям, анцестральной функцией ParaНох кластера могла быть детерминация энтодермальных производных, в частности пищеварительного тракта. Эта гипотеза возникла на основании того факта, что у большинства исследованных животных срединный и постериальный ParaНох-гены (X-lox и Cad/Cdx) экспрессируются при закладке энтодермальных производных. Точно определена функция Нох-кластера у Bilateria – установление региональной спецификации вдоль переднезадней оси тела. Общность происхождения Нох- и ParaНох-кластеров предполагает возможность сохранения функции региональной спецификации и у ParaНох-кластера.

Многие Lophotrochozoa имеют в своём онтогенезе свободноживущую личинку, принципиально иначе организованную, чем взрослая форма. Исследование таких древних регуляторов, как ParaНох гены, чрезвычайно интересно у видов с непрямым развитием. В геноме у *Nereis virens* присутствуют три гена ParaНох-кластера, и их физическая сцепленность доказана. Размер кластера 170 тыс. пар нуклеотидов (Корчагина, неопубликованные данные).

Нами показана динамика экспрессии двух ParaНох-генов – NviGsh и NviCad. Экспрессия anteriального гена – NviGsh, исследована до стадии трохофоры. Ген начинает работать на стадии эмбриогенеза, в двух парах билатерально расположенных клеток эписферы – в местах закладки двух пар глаз. На стадии поздней трохофоры экспрессия NviGsh распространяется на

множество клеток эписферы, которые собраны в билатерально-симметричные домены, связанные с развитием глаз и некоторых других сенсорных органов.

В это же время (на стадии средней трохофоры) появляется новая область экспрессии – в гипосфере, предположительно в переднем отделе формирующейся глотки, клетки которой по происхождению являются производными второго и третьего квартета микромеров.

Активация (40 часов развития) постериального ParaНох-гена – NviCad – ассоциирована с процессами гастрюляции. Экспрессия наблюдается в постериальной части гипосферы в виде диффузного билатерального сигнала. Вероятно, его источником являются всего две клетки, возможные потомки бластомера 2d – первичного соматобласта. Позднее (45 часов) экспрессия распространяется на несколько клеток, полукольцом лежащих в постериальной части зародыша. К 55 часам развития, экспрессия NviCad интенсифицируется в районе формирующейся вегетативной пластинки. К 62 ч рисунок экспрессии сильно изменяется. Видно, что клетки, несущие сигнал, поверхностные и лежат билатерально-симметрично. Динамика экспрессии Nvi-Cad на стадиях метатрохофоры говорит о том, что функция этого гена меняется, экспрессия определяет становление пигидиальной зоны и, возможно, зоны роста. На стадиях поздней метатрохофоры и ранней нектохеты экспрессия NviCad предопределяет формирование задней кишки.

Очевидно, что экспрессия NviCad имеет несколько фаз экспрессии:

- раннюю, связанную с процессами гастрюляции;
- среднюю, связанную с формированием вегетативной пластинки;
- позднюю, связанную с формированием заднего отдела кишки.

Подводя итоги проделанной работы, можно сделать следующие важные выводы.

По крайней мере, два из трёх ParaНох-генов *Nereis virens* экспрессируются в клеточных линиях, имеющих эктодермальное происхождение. Поздняя экспрессия NviCad отмечается в постериальном отделе пищеварительного тракта. Эта его функция консервативна для всех трёх ветвей Bilateria и, возможно, была присуща общему предку.

Миронова А.П., Кулева Н.В.*

Динамика статистических показателей устойчивости жаберного эпителия беломорских мидий из разных мест обитания

* - Институт цитологии РАН, Санкт-Петербург

На мышцах лягушки было показано, что выдерживание их в растворах этилового спирта субтоксической концентрации вызывает адаптивный ответ. При кратковременной экспозиции к спирту наблюдается эффект увеличения среднего уровня устойчивости мышц к тестирующему воздействию, при более длительной экспозиции снижение среднего уровня устойчивости. Адаптивный ответ мышц сопровождается сужением диапазона индивидуальной

изменчивости уровня устойчивости. В этот момент наблюдается отрицательная корреляция между исходным индивидуальным уровнем устойчивости мышц и его реактивным сдвигом. При более длительном предварительном воздействии происходит расширение диапазона индивидуальной изменчивости и нарушение отрицательной корреляции между исходной индивидуальной устойчивостью и ее реактивным сдвигом (Миронова.1999). Можно полагать, что закономерности изменения диапазона индивидуальной изменчивости функциональных показателей могут свидетельствовать о соответствии условий существования данной популяции организмов ее адаптивным возможностям. Удобным подходом для получения такого рода информации может быть исследование динамики функциональных показателей популяции при действии повреждающих агентов.

Целью настоящей работы было исследование динамики статистических показателей устойчивости к этиловому спирту для мерцательного эпителия жабр двух популяций беломорских мидий из различных мест обитания. Критерием устойчивости служило время сохранения мерцательной активности ресничек эпителия. За мерцанием ресничек следили с помощью светового микроскопа. Исследовали динамику следующих показателей: 1) среднего уровня устойчивости, 2) коэффициента корреляции между исходным индивидуальным уровнем устойчивости и его изменением при действии этилового спирта в концентрациях 3% и 13%, 3) диапазона индивидуальной изменчивости уровня устойчивости жабр беломорских мидий, находившихся в течение 2,5 ч в контрольных условиях (морской воде комнатной температуры) и при добавлении к ней 3% этилового спирта.

У жаберного эпителия мидий из биотопа С. исходный средний уровень устойчивости в 13%-ном этаноле составлял 23 мин, а из биотопа К. – 18 мин. Диапазон изменчивости исходного уровня был практически одинаков: 0,22 lg ед. В контрольных условиях в течение 2,5 ч практически не было отмечено изменений указанных выше показателей. Предварительное воздействие 3%-ного этанола привело к различным эффектам на эти показатели в двух выборках мидий. Через 15 мин воздействия у мидий из биотопа С. наблюдали увеличение среднего уровня устойчивости на 46%, у мидий из биотопа К. – только на 4%. Через 2,5 ч устойчивость жабр мидий из биотопа С. падала на 30%, а у мидий из биотопа К. – практически не отличалась от исходного уровня. При этом диапазон изменчивости у мидий из биотопа С. через 30 минут увеличился в 1,7 раза, а коэффициент корреляции между реактивными изменениями уровня устойчивости и исходной устойчивостью был положительным. Напротив, у мидий из биотопа К. происходило сужение диапазона изменчивости и наблюдалась отрицательная корреляция между исходным индивидуальным уровнем устойчивости и его реактивным сдвигом ($r = -0,51$ через 30 мин). Эти данные свидетельствуют о большей чувствительности жаберного эпителия мидий из биотопа С. к повреждающему воздействию этанола, что может быть обусловлено несоответствием состояния биотопа С. адаптационным возможностям этих животных. В работе будут приведены и другие экспериментальные данные, подтверждающие это заключение.

Мухина Ю.И.

Исследование потенциалов поверхностных клеток личинок беломорской губки *Halisarca dujardini* методом разделения клеточных пластов

Метод культивирования фрагментов эмбриона – один из фундаментальных в экспериментальной биологии развития, позволяющий выяснить потенциалы составляющих их клеток, применяется и для губок (Borojevic, 1966; Семенов, Иванова, 1996), самых примитивных Metazoa. Для решения вопроса об участии поверхностных клеток паренхимы губки *Halisarca dujardini* в организации дефинитивных структур была предпринята попытка разделить поверхностный жгутиковый и внутренний амeboидный пласты клеток.

Личинок помещали в искусственную бескальциевую морскую воду (0,3 M NaCl, 20 mM KCl, 15 mM EDTA), где они продолжали поступательное движение передним полюсом вперед, одновременно вращаясь вокруг своей передне-задней оси. Через 3-5 минут личинки становились прозрачными за счет отделения клеток заднего полюса и амeboидных внутренних клеток. Целостным оставался слой жгутиковых клеток передне-боковой поверхности. Такие открытые прозрачные “мешочки” вскоре опускались на дно, биение жгутиков прекращалось. При замене бескальциевой воды на морскую кинетическая функция клеток восстанавливалась, личинки поднимались со дна, и возобновляли поступательное движение. Отверстие на заднем полюсе постепенно замыкалось. Внешне такие однослойные личинки отличались от контрольных паренхимул незначительно уменьшенными размерами.

Через 6 - 10 дней после начала опыта однослойные личинки погибали, в то время как контрольные оседали, прикреплялись, распластывались и претерпевали метаморфоз.

Полученные данные позволяют предположить, что: либо жгутиковые клетки личинки терминально дифференцированы и являются провизорным органом личинки, либо для их трансдифференциации необходимы факторы, присутствующие во внутреннем пласте клеток.

Новикова Е.Л., Андреева Т.Ф.

Анализ экспрессии гена *Nvi-hox5* в ларвальном развитии полихеты *Nereis virens*

В последние годы в современной биологии развития особое внимание уделяется изучению молекулярных механизмов контроля морфогенезов. Становится все более очевидным, что в основе морфологического разнообразия живых существ лежат изменения генетических программ этого контроля. Одну из ключевых ролей в этом процессе играют гомеобоксодержащие Нох гены. Их функция заключается в спецификации доменов тела вдоль передне-задней оси. Нох-гены присущи всем Bilateria и консервативны структурно и функционально. Сравнение паттерна экспрессии Нох генов у представителей различных филогенетических групп позволяет делать выводы об изменениях в

программах развития, которые привели к микро- или макроэволюционным изменениям.

На основе анализа структурных особенностей Нох-генов разных организмов все билатеральные животные были разделены на три большие группы: Deuterostomia, Ecdysozoa и Lophotrochozoa. Представители первых двух групп (например, дрозофила и мышь) являются модельными объектами и данных по их молекулярной биологии развития накопилось достаточно много. Представители же третьей ветви Lophotrochozoa являются практически неизученными с точки зрения молекулярных механизмов развития. Особо интересным является изучение гомономно сегментированных анцестральных представителей этой ветви, так как неясна функция разных Нох-генов в построении их тела, имеющего сходные сегменты по всей длине. К таким представителям относится объект наших исследований беломорская полихета *Nereis virens*. В нашей лаборатории изучается экспрессия Нох генов в личиночном и постларвальном развитии этой полихеты.

В данной работе была проанализирована экспрессия Нох-гена Nvi-Hox5 (Nvi-Scr) в личиночном развитии полихеты *Nereis virens*. Основным методом изучения являлся метод гибридизации *in situ* на тотальных препаратах (WMISH). Принцип метода заключается в выявлении зоны экспрессии гена в личинке *Nereis virens* посредством гибридизации мРНК гена с РНК-овым зондом, содержащим диоксигениновую метку. Локализация двунитевых гибридов детектируется антителами к диоксигенину. Сбор и фиксация личинок осуществлялись в июне-июле 2002 года на МБС СПбГУ, о. Средний. Работа проводилась с личинками в возрасте от 87 часов (поздняя трохофора) до 164 часов (нектохета).

Достоверные данные о наличии экспрессии гена Nvi-hox5 были получены, начиная со стадии 87 часов (поздняя трохофора). Две билатерально симметричных пары небольших клеточных доменов – два с вентральной и два с дорзальной стороны личинки - экспрессируют Nvi-hox5 в зоне формирующегося третьего ларвального сегмента. На стадии метатрохофоры (128 часов) происходит расширение зон экспрессии в пределах третьего сегмента, и затем их слияние - формирование кольца с разрывом на дорсальной стороне. Антериальная граница зоны экспрессии совпадает с передней границей третьего сегмента. Экспрессия поверхностная, эктодермальная. На стадии нектохеты (164 часа) происходит постепенное ослабление эктодермальной экспрессии и активация экспрессии в нервных ганглиях третьего сегмента. Таким образом, Nvi-Scr экспрессируется в личиночном развитии полихеты *Nereis virens* и зона его экспрессии соответствует третьему ларвальному сегменту полихеты.

В нашей лаборатории были получены данные по экспрессии ряда других Нох-генов в личиночном развитии полихеты *Nereis virens*. Были получены сведения об экспрессии Nvlab (NvHox1), гена передней группы, и NvDfd (NvHox4), принадлежащего срединной группе Нох-генов (Костюченко, и Шурыгина, неопубликованные данные). Гены NvHox1 и NvHox4 начинают экспрессироваться одновременно на стадии 47 часов (ранняя трохофора).

Экспрессия *NvHox1* имеет вид двух билатеральных пятен в гипосфере личинки, а на более поздних стадиях выявляется в первом и втором ларвальных сегментах. Сходный характер экспрессии демонстрирует *NvHox4*, но зона его экспрессии, распространяясь на вентролатеральную сторону личинки, охватывает второй и третий ларвальные сегменты. Таким образом, *Nvi-hox1*, *Nvi-hox4* и *Nvi-hox5* экспрессируются коллинеарно и границы их экспрессии совпадают с первым, вторым и третьим ларвальными сегментами соответственно.

Nvi-hox5 демонстрирует характер экспрессии, типичный для гомеозисного гена, в ларвальном развитии полихеты *Nereis virens*. Зона его экспрессии охватывает третий ларвальный сегмент, антериальная граница экспрессии совпадает с передней границей третьего сегмента и сохраняется в течение ларвального развития.

Харин А.В., Загайнова И.В., Костюченко Р.П.

Выбор места формирования зоны паратомии у представителей семейства Naididae

Для изученных нами представителей семейства Naididae, *Nais communis* и *Pristina longiseta*, характерно бесполое размножение по типу паратомии, т.е. поперечного деления, при котором формирование недостающих головных и хвостовых отделов предшествует разделению вновь образованных зооидов. Для *N. communis* нами описана медленная, а для *P. longiseta* – быстрая паратомия. У *N. communis* одновременно формируются только два зооида. В то время у *P. longiseta* образуются цепочки, состоящие из нескольких зооидов (не более 4-х). При этом каждая следующая зона деления (перетяжка) закладывается в сегменте, лежащем впереди от предыдущей.

Для прояснения вопроса о характере выбора места закладки зоны деления из культуры обоих видов червей произвольно были отобраны делящиеся особи на ранних стадиях образования зоны паратомии, у которых было подсчитано количество сегментов от головного конца до перетяжки и от перетяжки до хвостового конца.

У особей *N. communis* перетяжка закладывается в пределах от 11-го до 22-го сегмента от головы, при этом количество сегментов от перетяжки до хвостового конца составляет от 6-ти до 22-х. У особей *P. longiseta* первая перетяжка закладывается в пределах от 13-го до 19-го сегмента от головы, при этом количество сегментов от перетяжки до хвостового конца – от 8-ми до 20-ти. Таким образом, фиксированный для вида сегмент, образующий перетяжку в обоих случаях отсутствует.

Ранее в литературе было высказано предположение о возможном нейральном контроле инициации развития зоны паратомии и о том, что положение зоны деления определяется, в первую очередь, расстоянием от головного конца. Полученные нами на *N. communis* и *P. longiseta* количественные данные о расположении зоны деления на определённом

сегменте относительно головного конца были проанализированы методами математической статистики. Дисперсионный анализ данных по *N. communis* показал, что положения зоны деления у разных особей не относятся к одной генеральной совокупности. Следовательно, расстояние от головного конца не может быть единственным фактором, определяющим место закладки зоны деления. У *P. longiseta* дисперсионный анализ показал принадлежность значений расстояний от головного конца до перетяжки к одной генеральной совокупности.

Для комплексной характеристики факторов, влияющих на выбор места закладки зоны деления, было введено отношение количества сегментов до перетяжки к количеству сегментов после перетяжки. Данные дисперсионного анализа у обоих видов позволяют сделать вывод о том, что отношение количества сегментов до перетяжки к количеству сегментов после перетяжки является неслучайной величиной и, вероятно, выражает систему координат, определяющую действие неизвестных нам факторов вдоль оси тела червя.

У *P. longiseta*, размножающейся быстрой паратомией, положение каждой последующей перетяжки коррелирует с положением предыдущей.

Проблема бесполого размножения у аннелид представляет интерес в связи с изменением спецификации структур вдоль передне-задней оси. Механизмы, отвечающие за этот процесс у олигохет, ранее никем не описывались. Наши данные позволяют предположить наличие системы координат физиологической и, прежде всего, молекулярно-генетической активности (например, код Нох генов), отвечающей за спецификацию частей тела вдоль передне-задней оси.

Шапошникова Т.Г., Самойлович М.П., Подгорная О.И.

Получение поликлональных антител против клеток и мезоглеи медузы *Aurelia aurita*

Ранее было высказано предположение о том, что функции мезоглеальных клеток связаны с формированием межклеточного матрикса мезоглеи (Напара и др., 1994, 1995; Шапошникова и др., 2002). Одним из подходов, позволяющим проверить такую гипотезу, является получение антител против компонентов внеклеточного матрикса (мезоглеи), а также эпидермальных и мезоглеальных клеток.

Нами были получены следующие поликлональные мышинные антитела: против компонентов мезоглеальных клеток – МА_{mc}; против компонентов клеток эпидермиса эксумбреллы – МА_{ect}; против компонентов мезоглеи – МА_{mes}. На иммуноблоте было протестировано взаимодействие этих антител с белками, входящими в состав эпидермальных и мезоглеальных клеток и в состав межклеточного вещества мезоглеи. Как МА_{mc}, так и МА_{ect} взаимодействуют с несколькими белками в клетках каждой популяции. Среди них оказались белки с мол. массами 75, 85 и 115 кДа. Антитела МА_{mes} с высокой степенью специфичности и аффинности взаимодействуют с белком 47 кДа в составе мезоглеи, т.е. поликлональные антитела, полученные против

цельной мезоглеи, оказались специфичными всего лишь к одному ее компоненту. С меньшей степенью аффинности эти антитела взаимодействуют с белками 75, 85 и 115 кДа в составе мезоглеальных и эктодермальных клеток. Т.о., белки 75, 85 и 115 кДа выявляются в мезоглеальных и эпидермальных клетках всеми полученными антителами. Это может быть связано с тем, что эти белки являются предшественниками мезоглеального белка 47 кДа, синтезируемого как клетками эпидермы, так и мезоглеальными клетками.

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (грант № 02-04-49420).

Яковлева Н.В., Горбушин А.М.

Сравнительная оценка цитотоксичности плазмы морских моллюсков:

I – гемолитический тест

Анализ особенностей системного защитного ответа беспозвоночных животных на внедрение патогена является одной из основных проблем современной сравнительной иммунобиологии. Попадая во внутреннюю среду потенциального хозяина, патоген вынужден преодолевать обширный набор защитных механизмов инфицируемой особи, в том числе и гуморальные защитные барьеры. К числу последних относится и способность плазмы (бесклеточной гемолимфы) оказывать деструктивное влияние на «чужие» клетки, приводящее к снижению их метаболической активности или их лизису, т.е. цитотоксичность. Наличие цитотоксичных факторов в плазме поддается количественной оценке в экспериментах *in vitro*. В рамках нашего исследования проведен сравнительный анализ цитотоксичности плазмы брюхоногих - *Buccinum undatum*, *Littorina littorea* и двустворчатых моллюсков - *Mytilus edulis*, *Mya arenaria*.

Использование для этой цели классического метода медицинской иммунологии, оценивающего титры гемолизинов, где в качестве клеточ-мишеней выступали эритроциты восьми типов - человека (группы крови А и В), мыши, крысы, кролика, собаки, свиньи, быка, обнаружило следующее. Плазма *L. littorea* не содержит факторы, способные лизировать клетки перечисленных млекопитающих. Очень сходными свойствами обладает и плазма *B. undatum* – лишь эритроциты мыши разрушаются под действием цитотоксичных факторов плазмы этого вида. Напротив, гемолизины двустворчатых моллюсков продемонстрировали достоверно более высокую активность. Цитотоксичные свойства плазмы *Mya arenaria* проявились по отношению ко всем типам эритроцитов, кроме клеток быка. При этом лизирующая активность сохранялась и при разбавлении плазмы этого моллюска в 4 – 8 раз. Токсичные факторы плазмы *Mytilus edulis* способны разрушать эритроциты всех протестированных типов, однако наибольшая деструктивная активность обнаружена по отношению к клеткам кролика, собаки и свиньи (разбавление в 8 – 16 раз).

Таким образом, результаты гемолитического теста показали широкие пределы варьирования, с одной стороны, 1) устойчивость эритроцитов разных типов к гемолизинам плазмы моллюсков и, с другой, 2) способности цитотоксичных факторов плазмы моллюсков разных видов перфорировать мембраны клеток столь филогенетически удаленных организмов, какими являются позвоночные животные. Оба этих обстоятельства свидетельствуют в пользу существенно различной специфичности цитотоксичных гуморальных систем исследованных видов Mollusca.

Яковлева Н.В., Климович А.В., Климович Б.В., Горбушин А.М.
Динамика гемограммы четырех видов беломорских моллюсков

Современные представления об особенностях функционирования системы защиты от патогена беспозвоночных животных базируются на результатах, методологически не учитывающих возможное изменение статуса защитной системы этих организмов в естественных поселениях. Гипотетически, такие изменения могут быть связаны с сезонными особенностями физиологических процессов, кратковременными флюктуациями абиотических факторов и пресса патогенов. С целью проверки этого предположения мы провели сравнительный анализ динамики гемограммы (параметров популяции гемоцитов) брюхоногих - *Buccinum undatum*, *Littorina littorea* и двустворчатых моллюсков - *Mytilus edulis*, *Mya arenaria* на протяжении летнего сезона 2003г.

Обнаружены достоверные изменения концентрации гемоцитов у всех перечисленных видов за исследованный период. Динамика количества клеток в циркуляции у брюхоногих моллюсков имеет бимодальный характер с максимальными значениями, обнаруженными в конце июня и начале августа. Концентрация гемоцитов *Bivalvia* достигает максимального уровня в середине августа.

Наличие двух четко различающихся морфологически клеточных субпопуляций у двустворчатых моллюсков (гиалиноциты и гранулоциты) позволило провести анализ динамики гемограммы с учетом этих клеточных типов. У *Mya arenaria* на протяжении летнего сезона доля гранулированных клеток варьирует в пределах 30-40% и резко увеличивается в конце сентября (до 70%). Для *Mytilus edulis* таких резких изменений не отмечено, и количество гранулоцитов плавно изменяется в интервале 40-55%.

Динамика субпопуляций гемоцитов брюхоногих моллюсков на протяжении летнего сезона детально изучена у *L.littorea*. В гемолимфе этого моллюска на светооптическом уровне могут быть выделены три основных группы клеток – юные (гемобласты), промежуточные и зрелые. Все три морфологических типа клеток, предположительно, представляют собой последовательные стадии одной и той же линии дифференцировки. Обнаружено достоверное увеличение концентрации зрелых гемоцитов в гемолимфе литорин в течение летнего сезона, одновременно с этим

наблюдается снижение количества клеток, обладающих промежуточным фенотипом, тогда как концентрация гемобластов сохраняется на постоянном уровне (10-15%).

При помощи БрДУ (бромдеоксиуридин) оценена динамика гемопоэтической активности *L. littorea*. Максимальное количество меченых клеток выявлено в пробах гемолимфы, полученных в конце июня (3,5%); в июле и в августе доля БрДУ-позитивных гемоцитов достоверно снижается (1 и 0,5%). Обнаружены различия в интенсивности включения БрДУ гемоцитами здоровых и зараженных трематодами моллюсков. Так, доля меченых гемоцитов у улиток, зараженных *Himasthla elongata*, оказывается достоверно выше, чем у незараженных особей.

Таким образом, основные параметры гемограммы (общая концентрация гемоцитов в гемолимфе и соотношение определенных субпопуляций циркулирующих клеток) у беломорских моллюсков на протяжении летнего сезона существенно изменяются. В основе этих изменений лежит неравномерность гемопоэтической активности. Активация гемопоэза возможна в результате воздействия прессы патогенов и, предположительно, может быть связана с рядом факторов, изменяющих физиологический статус особи. Например, повышение концентрации клеток в циркуляции после сезона размножения может быть вызвана необходимостью резорбции ткани гонад. Обнаруженную зависимость параметров защитной системы исследованных видов от сезонных явлений следует учитывать при планировании экспериментальных иммунобиологических исследований.

Участники V научной сессии МБС СПбГУ

Акимова А.Н.	Иванов М.В.	Панина С.Н.
Алешина Г.М.	Исаков А.В.	Паскерова Г.Г.
Андреева Т.Ф.	Казарьян В.В.	Петухова О.А.
Антипова А.Ю.	Канайкин Д.П.	Плоткин А.С.
Аристов Д.А.	Квитко К.В.	Подгорная О.И.
Артемьева А.В.	Киселёв Г.А.	Полевщиков А.В.
Бакаленко Н.И.	Климович А.В.	Полоскин А.В.
Банкин Е.П.	Климович Б.В.	Полякова Н.В.
Барабанова Л.В.	Клушевская Е.С.	Раилкин А.И.
Баскаков А.В.	Козлова А.Б.	Редькин Д.В.
Басова Л.А.	Кокряков В.Н.	Самойлович М.П.
Башмачников И.Л.	Колдунов Н.В.	Сафина Д.А.
Белова В.С.	Костюченко Р.П.	Слюсарев Г.С.
Белоусов И.Ю.	Кошелева А.Н.	Смирнов А.В.
Бесядовский А.Р.	Краснодембская А.Д.	Старков А.И.
Бондаренко Л.В.	Краснодембский Е.Г.	Стогов И.А.
Братова О.А.	Кудрявцев И.В.	Стогов И.И.
Букина (Мартынова) М.В.	Кудряшева З.К.	Стрелков П.П.
Буфалова Е.Н.	Кузнецова Е.С.	Тиходеев О.Н.
Галактионов Н.К.	Кузьмин А.А.	Уланова А.А.
Гапонова И.Н.	Кулаков И.Ю.	Усов Н.В.
Генельт-Яновский Е.А.	Кулакова М.А.	Филимонов Н.Ю.
Герасимова А.В.	Кулева Н.В.	Фирсов М.А.
Герасимова Е.И.	Макаренков Ф.М.	Фокин М.В.
Гимельбрант Д.Е.	Максимович Н.В.	Хайтов В.М.
Глускер Г.М.	Малавенда С.С.	Харазова А.Д.
Горбушин А.М.	Мальцева А.Л.	Харин А.В.
Гришанков А.В.	Маньлов О.Г.	Чунаев А.С.
Гумарова М.Р.	Меньшенин А.В.	Шамонин А.В.
Гуричев П.А.	Мигунова А.В.	Шапошникова Т.Г.
Джуринский В.Л.	Миронова А.П.	Широкова В.Н.
Добрецов С.В.	Михайлова Н.А.	Шошина Е.В.
Дякин А.Ю.	Мовчан Е.А.	Шпагин И.А.
Жернакова Д.В.	Мухина Ю.И.	Шунатова Н.Н.
Журина Т.В.	Мыльников С.В.	Яковис Е.Л.
Загайнова И.В.	Николаева М.А.	Яковлева Н.В.
Злобина М.В.	Новикова Е.Л.	