

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

IV НАУЧНАЯ СЕССИЯ  
МОРСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

6 февраля 2003 г.

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

Санкт-Петербург  
2003

Оргкомитет IV сессии МБС СПбГУ в составе:

Александр Иванович Раилкин (председатель),  
Лариса Владимировна Барабанова,  
Александр Михайлович Горбушин,  
Александр Валентинович Жук,  
Роман Петрович Костюченко,  
Николай Владимирович Максимович,  
Игорь Арсениевич Стогов,  
Петр Петрович Стрелков,  
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 ФЦП «Интеграция Высшей школы и Российской Академии наук», программы «Университеты России – Фундаментальные Исследования», Российского Фонда Фундаментальных Исследований (экспедиционный грант 02-04-63093; инициативные гранты).

IV научная сессия МБС СПбГУ. Тезисы докладов. СПб., 2003. 80 с.

© Учебно-научный центр биологии и почвоведения СПбГУ, 2003

Уважаемые друзья и коллеги!

С 2000 г. проводятся ежегодные научные сессии МБС, которые стали своеобразным научным отчетом сотрудников, аспирантов и студентов Учебно-научного центра биологии и почвоведения (УНЦБиП) Петербургского университета, наших коллег из других организаций.

Предлагаемый вашему вниманию сборник – очередная попытка отразить основные положения докладов, заслушанных и обсужденных на IV ежегодной научной сессии МБС. В этой сессии, проходившей 6 февраля 2003 г. на кафедре эмбриологии СПбГУ, приняли участие около 100 специалистов, представивших более 50 сообщений, частично или полностью основанных на натуральных и экспериментальных исследованиях, выполненных на Белом море и МБС за последние годы. Они отражают заметную часть тематики бюджетных и грантовых исследований, выполняемых по программам РФФИ, «Университеты России – Фундаментальные Исследования», «Интеграция Высшей школы и Российской Академии наук».

Традиционно активно участие в работе ежегодных сессий МБС сотрудников, аспирантов и студентов отделов ботаники, гистологии и цитологии, зоологии беспозвоночных, ихтиологии и гидробиологии, эмбриологии. Даже беглое знакомство с докладами специалистов кафедр биохимии, генетики, физиологии и биохимии растений, сотрудников факультета географии и геоэкологии СПбГУ показывает, что на базе МБС ими также ведутся планомерные и актуальные исследования.

В научной работе на нашей биостанции большую активность проявляет молодежь: с участием аспирантов и студентов выполнено более половины представленных работ.

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

Председатель Оргкомитета, д.б.н. А.И.Раилкин  
Ответственный редактор, к.б.н. И.А.Стогов

## Содержание

### *Биохимия*

- Федорова М.А., Кулева Н.В. Сравнительное исследование глико-окислительной модификации актина из мышц кролика и разных видов моллюсков 8

### *Ботаника*

- Абрамова Л.А., Римская-Корсакова Н.Н., Шипунов А.Б. Сравнительное исследование флоры островов губы Кив, губы Чупа и Керетского архипелага (Кандалакшский залив Белого моря) 9
- Головина Е.О., Баранова Е.В. Предварительные материалы к флоре островов Керетского архипелага Белого моря (луды Плоская Двинская и Плоская) 13
- Гимельбрант Д.Е., Кузнецова Е.С. Лишайники на обработанной древесине на островах Керетского архипелага (Белое море) 14
- Жук А.В., Заварзин А.А. Сообщества продуцентов литорали Белого моря 16

### *Генетика*

- Самбук И.С., Варзугина Е.Н., Дукельская А.В., Барабанова Л.В. Оценка частоты хромосомных аномалий у *Jaera sp.* в различных биотопах Белого моря 18

### *Гидробиология, Ихтиология*

- Агатьева Н.А., Халаман В.В. Рост двустворчатого моллюска *Hiatella arctica* L. на разных глубинах в Белом море 19
- Веселова А.С., Стогов И.А., Кузнецов Ю.К. Некоторые черты биологии речного окуня (*Perca fluviatilis* L.) и его роль в биотическом балансе оз.Большое 20
- Герасимова А.В., Максимович А.Н. К изменчивости скорости роста мидий *Mytilus edulis* L. в условиях осушной зоны Белого моря 22
- Герасимова А.В., Максимович Н.В. Определение возраста двустворчатых моллюсков *Mya arenaria* L. по морфологии раковин 23
- Герасимова А.В., Максимович Н.В., Саминская А.А. Линейный рост *Serripes groenlandicus* Brigièrè в губе Чупа (Кандалакшский залив, Белое море) 25
- Городилов Ю.Н. О проблеме интродукции тихоокеанских лососей в моря Европейской части России 26
- Гуричев П.А., Анацкий С.Ю., Белоусов И.Ю. Нагульное стадо сига Керетской губы Белого моря 27

Зеленников О.В., Кузнецова И.В. К вопросу о плодовитости горбуши, интродуцированной в бассейне Белого моря	28
Иванов М.В., Банкин Е.П. Физико-химические характеристики донных осадков и донные сообщества губы Летней Кандалакшского залива Белого моря	29
Иванов М.В., Банкин Е.П., Исаков А.В. Гранулометрический состав донных осадков сублиторали в районе Беломорской биологической станции СПбГУ	32
Иванова Т.С., Беленицкая П.Б. Структурные характеристики ихтиоцена оз. Кривое (Карельский берег, Белое море)	33
Максимович Н.В. О поведении ошибки при восстановлении массы по средней длине раковины <i>Mytilus edulis</i>	24
Мовчан Е.А., Стогов И.А. К оценке микрораспределения личинок комаров сем. Chironomidae в арктических эфемерных водоемах	36
Панина С.Н. Содержание хлорофилла "а" и первичная продукция планктона в малых озерах с разной цветностью воды (Карельский берег Белого моря)	37
Полякова Н.В., Иванова Т.С. Пространственное распределение зоопланктона в Никольской ламбе	38
Примаков И.М. Структурно-функциональные показатели планктонного сообщества Кандалакшского залива Белого моря	40
Стогов И.А., Мовчан Е.А., Полякова Н.В. К оценке сопряженности биологических и физико-химических показателей в эфемерных арктических водоемах	42

### *Гидрология*

Казарьян В.В., Башмачников И.Л., Акимова А.Н., Колдунов Н.В., Раилкин А.И., Плоткин А.С., Пименов А.Ю., Усов Н.В. Вертикальная структура прибрежных вод губы Чупа Белого моря	44
---	----

### *Зоология беспозвоночных*

Аристов Д.А., Полоскин А.В. Экология и питание представителей семейства <i>Naticidae</i> (Pectinibranchia) на литорали Кандалакшского залива Белого моря	46
Барбина А.А., Батагов А.О. Анализ морфологии и популяционной структуры литторин «видов-двойников» в отдельных местах обитания Белого и Баренцева морей	48
Басова Л.А. Размерно-возрастная структура и полиморфизм окраски <i>Macoma balthica</i> (L.) (Bivalvia, Tellinidae) пролива Узкая Салма (Керетский архипелаг, Белое море)	49
Галактионов Н.К., Николаев К.Е. Анализ пространственного распределения зараженности беломорских мидий ( <i>Mytilus edulis</i> ) метацеркариями <i>Himasthla elongata</i> (Trematoda: Echinostomatidae)	51

Голикова Е.А., Фатеев А.Э. Исследование температурной устойчивости полихет <i>Fabricia sabella</i> Muller и <i>Fabriciola baltica</i> Friedrich (Sabellidae, Fabriciinae) из акватории Керетского архипелага Белого моря	52
Гранович А.И., Михайлова Н.А., Знаменская О.С., Петрова Ю.А. Многолетняя динамика зараженности трематодами совместно-обитающих популяций литторин: опыт двадцатилетнего анализа в модельной точке губы Чупа Белого моря	53
Гришанков А.В., Шунатова Н.Н. Структура сообщества сессильных гидробионтов, ассоциированного с раковинами <i>Chlamys islandicus</i> Mull. (Lammelibranchia)	55
Добрецов С.В., Чикадзе С.З., Раилкин А.И., Плахотникова Ю.В. Индукция оседания личинок <i>Mytilus edulis</i> и <i>Obelia loveni</i>	55
Дякин А.Ю., Паскерова Г.Г. Неогамная грегарина беломорской голотурии <i>Chiridota laevis</i>	56
Католикова М.В., Хоменко Е.С., Флячинская Л.П. Особенности раннего развития мидии <i>Mytilus edulis</i> L. из Белого и Баренцева морей в различных температурных условиях	58
Крапивин В.А., Полоскин А.В. Особенности биологии <i>Malacobdella grossa</i> (O.F.Muller), обитающей в мантийной полости двустворчатого моллюска <i>Arctica islandica</i> в губе Лебяжьей Кандалакшского залива Белого моря	59
Кудрявцев А.А., Кудрявцева А.В., Хоменко Е.С. Изучение солёностной толерантности <i>Cochliopodium actinophorum</i> (Lobosea, Himatizmenida)	61
Кудрявцева А.В., Кудрявцев А.А., Хоменко Е.С. Разработка экономичной методики изучения биоразнообразия голых лобозных амёб (Lobosea, Gymnamoebia) в локальных местообитаниях с океанической солёностью	62
Николаева М.А., Фатеев А.Э. Некоторые особенности процесса воспроизводства полихет <i>Fabricia sabella</i> Müller и <i>Fabriciola baltica</i> Friedrich (Sabellidae: Fabriciinae) в районе Керетского архипелага Белого моря	63
Плоткин А.С., Раилкин А.И., Сипенкова Т.М., Герасимова Е.И., Пименов А.Ю., Тихонова И.М. Взаимодействие сообществ подводной скалы с потоком	64
Раилкин А.И., Бесядовский А.Р., Казарьян В.В., Пименов А.Ю. Пополнение бентосных сообществ при разных экспериментальных режимах турбулизации воды	65
Раилкин А.И., Пименов А.Ю. Рост гидроидного полипа <i>Dynamena pumila</i> при экспериментально турбулированном и ламинаризованном течении	67
Редькин Д.В. Предварительные данные о механизме и скорости питания некоторых массовых видов голожаберных моллюсков района МБС СПбГУ (Керетский архипелаг, Кандалакшский залив, Белое море)	68

Редькин Д.В. Возможные механизмы сосуществования <i>Dendronotus frondosus</i> (Ascanius, 1774), <i>Eubranchus exiguus</i> (Alder et Hancock, 1848) и <i>Coryphella verrucosa</i> (M.Sars, 1829) на колониях гидроидных полипов рода <i>Obelia</i>	70
---	----

#### Эмбриология, Гистология, Цитология

Антипова А.Ю., Костюченко Р.П. Зона роста у поздних личинок сидячей полихеты <i>Pectinaria koreni</i> (Pectinariidae, Polychaeta, Annelida)	71
Крылова Д.Д., Алешина Г.М., Кокряков В.Н., Ересковский А.В. Биохимические особенности и предполагаемые функции материнских клеток беломорской губки <i>Halisarca dujardini</i> (Demospongiae, Halisarcida)	72
Мухина Ю.И. Оседание и метаморфоз личинок беломорской губки <i>Halisarca dujardini</i> на искусственном субстрате	73
Мухина Ю.И., Подгорная О.И. Исследование хромосом клеток губки <i>Halisarca dujardini</i>	73
Мухина Ю.И., Подгорная О.И., Ефремова С.М. Маркирование клеток личинок губки <i>Halisarca dujardini</i> с помощью поликлональных антител	74
Харин А.В., Загайнова И.В., Костюченко Р.П. Процессы бесполого размножения у представителей семейства Naididae	75
Шурыгина Е.В. Анализ экспрессии постериального Нох гена <i>post2</i> в личиночном развитии полихеты <i>Nereis virens</i>	77

#### Физиология и биохимия растений

Тараховская Е.Р., Маслов Ю.И., <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Полевой В.В.</span> К вопросу о регуляции прорастания зигот <i>Fucus vesiculosus</i> L.	78
Участники сессии (алфавитный указатель)	80

Федорова М.А., Кулева Н.В. Сравнительное исследование гликоокислительной модификации актина из мышц кролика и разных видов моллюсков

Согласно данным литературы актин мышц моллюсков представлен  $\beta$ -изоформой, характерной для гладких мышц и немышечных клеток позвоночных. Структурные отличия  $\beta$ -формы актина от  $\alpha$ -формы могут быть обнаружены при анализе протеолитических фрагментов белковой молекулы, полученных с помощью субтилизина (Хайтлина, 1997). Мы исследовали препараты актинов из различных видов моллюсков, собранных в районе МБС СПбГУ (о. Средний, Чупинская губа Белого моря): *Tridonta borealis*, *Astarte elliptica*, *Mytilus edulis* и подтвердили данные о том, что актин моллюсков действительно представлен  $\beta$ -изоформой. Изоформы актина мало отличны по аминокислотной последовательности, но имеют различную конформацию молекулы (Just et al., 1995). Далее мы провели сравнительное исследование влияние конформации актина на его функциональные свойства.

Параметром сравнения функциональных свойств актинов была способность активировать  $Mg^{2+}$ -аденозинтрифосфатазу стандартизованного препарата миозина. При действии гликирующих (глицеральдегид, рибоза, АДФ-рибоза) и окислительных ( $NO$ , продуцируемый нитропруссидом) агентов на фибриллярный актин как  $\alpha$ - , так и  $\beta$ -формы наблюдали повышение степени активации  $Mg^{2+}$ -АТФазы лишь в случае глицеральдегида. При инкубации с рибозой и АДФ-рибозой изменения степени активации не происходило. При модификации глобулярного актина выявлены значительные различия между  $\alpha$ - и  $\beta$ -формами актина. Глицеральдегид снижает степень активации  $Mg^{2+}$ -АТФазы в обоих случаях; АДФ-рибоза приводит к увеличению степени активации лишь в случае актина скелетных мышц; нитропруссид и рибоза не оказывают значительного влияния на  $\alpha$ -актин. Инкубация  $\beta$ -формы актина с нитропруссидом и рибозой приводит к значительному снижению степени активации  $Mg^{2+}$ -АТФазы. Таким образом, нами впервые показано, что актин моллюсков более подвержен действию гликоокислительных агентов, чем актин скелетных мышц позвоночных.

Работа выполнена при поддержке Программы «Университеты России» - 2002.



Абрамова Л.А.\*, Римская-Корсакова Н.Н.\*, Шипунов А.Б.\*\*  
Сравнительное исследование флоры островов губы Кив, губы Чупа и Керетского архипелага (Кандалакшский залив Белого моря)

\* - Московский Государственный Университет, Биологический факультет

\*\* - Московская Гимназия на Юго-Западе

Беломорская экспедиция Московской гимназии на Юго-Западе работает в районе губы Чупа и к востоку от нее (координаты района: 33 гр.в.д., 66 гр.с.ш.) с 1991 г., с 1999 года происходит систематическое изучение флоры островов. Всего нами в описываемом регионе исследовано 80 островов. Многие изученные острова не имели общепринятых наименований. В этих случаях мы пользовались условными названиями. Эти названия, а также карту расположения географических объектов можно найти на сайте экспедиции в Интернет (<http://herba.msu.ru/shipunov/belomor>).

Во время исследования островов использовали метод трансект с обходом части побережья. При этом исследователи цепочкой проходили остров по предполагаемой максимальной длине острова, затем по берегу, по максимальной ширине, и опять по берегу до пункта высадки. Отмечали все встреченные виды растений и их обилие, в случае необходимости производили гербарные сборы (все они сданы в Гербарий МГУ — MW). Наиболее интересные участки острова (например, болота, озера) обследовали более подробно. Общий список флоры островов к настоящему моменту насчитывает 300 видов и видовых групп. Растения некоторых родов (*Euphrasia*, *Puccinellia*, частично *Hieracium*) до видов не определялись.

Для анализа данных использовались статистические пакеты STATISTICA (StatSoft Inc., 1999) и R (Venables et al., 2002). Полученные для отдельных островов списки были проанализированы с целью установить зависимость количества видов от площади острова. Мы предположили, что зависимость между числом видов и площадью острова логарифмическая. Это демонстрирует график зависимости количества видов на острове от десятичного логарифма площади острова (рис. 1).

Как видно, почти все точки лежат в пределах 5%-го доверительного интервала, что свидетельствует в пользу высказанной гипотезы. Отклонения вверх или вниз от прямой, проведенной по методу наименьших квадратов, характерны либо для очень больших и богатых видами островов (например, Сидоров, Кишкин), либо для удаленных от

материка островов (например, Песчаниковый). Такая зависимость вполне соответствует представлениям, сложившимся в островной биогеографии (Глазкова, 2001; MacArthur, Wilson, 1967).

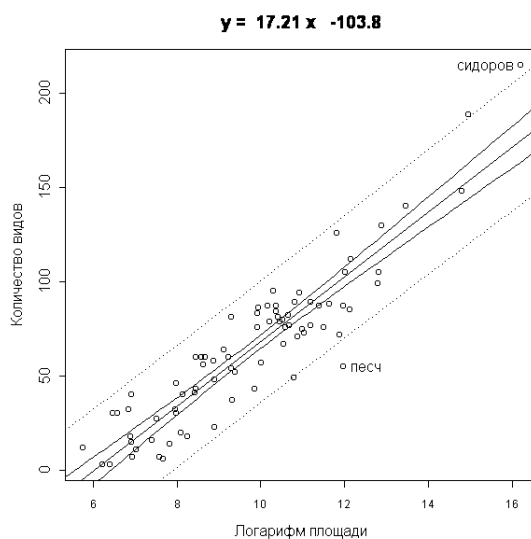


Рис. 1. Зависимость количества видов от площади острова.

Графики, построенные для выяснения зависимости количества видов от расстояния до материка, не показали, однако, никакой закономерности. Ни логарифмическое преобразование расстояния, ни замена расстояния от материка на расстояние до крупного острова не дали четкой картины. По-видимому, зависимости количества видов от расстояния до материка для нашего материала не существует.

Рассмотрим дендрограмму классификации островов по флористическому сходству, полученную с помощью кластерного анализа (рис. 2). На ней хорошо выделяются пять групп (кластеров) островов. Полученная кластерная структура весьма устойчива и сохраняется даже в тех случаях, когда использованные методы вычисления сходства (манхеттенская метрика) и кластеризации (метод полной связи) заменяются на другие (например, на индекс Брэя-Куртиса, на метод Уорда и т.п.).

Для того чтобы выяснить природу структуры, нами произведен статистический анализ связи абиотических показателей, а также набора местообитаний на острове с принадлежностью к тому или иному кластеру. Результаты теста хи-квадрат с высокой достоверностью ( $p \ll 0,05$ ) показывают связь кластерной структуры с такими показателями, как (1) площадь острова; наличие и обилие (2) леса, (3) вороничника, (4) приморского луга, (5) приморских скал; (6) расстояние до материка. Об этом же говорят довольно высокие значения коэффициента ранговой корреляции Спирмена ( $R > 0,4$ ;  $p \ll 0,05$ ).

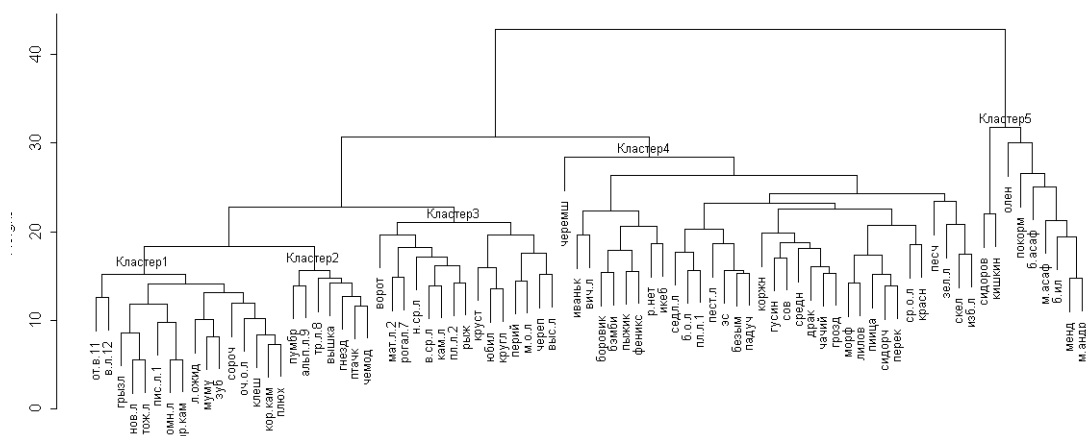


Рис. 2. Дендрограмма классификации островов по флористическому сходству.

Чтобы более точно выяснить связь разделения на кластеры с различными характеристиками островов, мы использовали реализованный в статистическом пакете R метод построения деревьев классификации, которые позволяют выяснить, какие именно показатели могут быть использованы для разделения островов на заранее заданные группы. Выяснилось, что некоторые кластеры почти однозначно определяются заданной комбинацией факторов (см. ниже описания отдельных кластеров). Для того чтобы оценить флористическую уникальность различных кластеров, мы вычислили для каждого вида процент встречаемости на островах данного кластера, а затем вычли из него средний процент встречаемости на островах остальных кластеров. Полученное число, как нам кажется, может характеризовать уникальность данного вида для данного кластера. Говоря другими словами, мы попытались установить, какие виды растений можно использовать для того, чтобы по их наличию или отсутствию опознать данный кластер. Таким образом, теперь мы можем для каждого кластера указать набор «индикаторных» видов, а также главные характеристики, не относящиеся к флоре.

Теперь можно рассмотреть отдельные кластеры. К **пятому** кластеру относятся наиболее крупные острова, в том числе Сидоров и Кишкин. Наиболее важные их характеристики — это крупная (больше 150000 м<sup>2</sup>) площадь, наличие леса и большая площадь, занятая приморскими лугами. Наиболее важные для отличия этой группы виды (в скобках указано значение процента уникальности) — *Maianthemum bifolium* (92.5%), *Orthilia secunda* (91.75), *Melampyrum pratense* (90.25), *Gymnocarpium dryopteris* (89.5), *Polygonum viviparum* (89.5), *Lycopodium annotinum* (89).

**Четвертый** кластер обширен и составлен 34 островами. Большая часть из них имеет один или несколько лесных участков. Наиболее

характерны здесь средняя площадь (более 28000 м<sup>2</sup>), а также не очень большое расстояние до материка (не более 3,3 км). Приморские луга занимают в среднем меньшую площадь, чем на островах пятого кластера, а вороничники большую, чем на островах третьего кластера. Среди «диагностических» видов следует назвать *Vaccinium myrtillus* (63.75), *Avenella flexuosa* (56.75), *Arctous alpina* (56), *Cornus suecica* (53.75), *Thymus serpyllum* (50.5). Следует заметить, однако, что наличие этих видов отличает острова четвертого кластера от островов первого, второго и третьего кластеров, но не от островов пятого кластера, так что для «определения» типа острова по видам необходимо вначале проверить наличие видов, характерных для пятого кластера, а уже затем — наличие упомянутых видов.

**Третий** кластер образован лудками и лудами. Лесные участки, как правило, отсутствуют. Среди биотопов преобладают приморские луга, вороничники и приморские скалы. Наиболее характерные виды: *Draba incana* (46), *Luzula sudetica* (44.25), *Vaccinium vitis-idaea* (41.25), *Potentilla arctica* (32.25), *Vaccinium uliginosum* (31). Некоторые виды из списка отличают острова данного кластера лишь от островов кластеров 1 и 2, но есть также «более уникальные», например, *Draba incana* и *Potentilla arctica*.

**Второй** кластер состоит преимущественно из мелких лудок, половина которых находится вблизи более или менее крупных островов (например, Пумбрия около Икебаны, Чемодан около Малого Андронина). Полученная нами кластерная структура наименее устойчива именно в отношении этого кластера, и поэтому, наверное, метод классификационных деревьев не дал никаких характерных признаков для этого кластера. Характерные виды: *Erysimum hieracifolium* (39.25), *Cochlearia groenlandica* (33.25), *Stellaria graminea* (26.75), *Conioselinum tataricum* (26.25). Среди названных видов лишь *Erysimum hieracifolium* может служить для более или менее достоверной идентификации островов данного кластера, все остальные встречаются в большом количестве также на островах других кластеров.

Состав **первого** кластера очень однороден. К нему относятся баклыши (например, Муму, Зубастик, Плюх) и камни (Грызло, Корявый Камень, Новая Луда). Наиболее их характерная особенность — малая площадь (менее 4600 м<sup>2</sup>), а стало быть, и небольшой возраст. В рельефе этих островов решительно преобладают приморские скалы. Характерные виды имеют очень невысокий «процент уникальности»: *Tripleurospermum perforatum* (24.25), *Cochlearia groenlandica* (12), *Puccinellia* spp. (3.25). Других видов с положительным процентом просто нет, так что лишь *Tripleurospermum perforatum* может использоваться для отличия этих островов.

Легко заметить, что «проценты уникальности» характерных видов от пятого к первому кластеру закономерно уменьшаются. Это связано, на наш взгляд, с общим падением разнообразия флоры островов с уменьшением их площади. Анализ дендрограммы в целом показывает, что в большинстве случаев близко расположенные острова (например, относящиеся к одному архипелагу) не образуют четких кластеров. Это говорит о том, что географическое расположение островов не оказывает существенного влияния на их флористическое сходство.

Таким образом:

1) Зависимость между количественным составом флоры и размерами островов логарифмическая.

2) Расположение островов не оказывает существенного влияния на их флористическое сходство.

3) На классификацию островов влияет прежде всего размер острова, затем расстояние до материка, а также наличие некоторых биотопов, таких как лес, вороничник, приморский луг и приморские скалы.

4) Выявленные в результате анализа «процента уникальности» наборы характерных видов позволяют отнести остров к той или иной группе нашей классификации.

Авторы благодарят участников и руководителей Беломорской экспедиции за помощь и поддержку.

Головина Е.О., Баранова Е.В. Предварительные материалы к флоре островов Керетского архипелага Белого моря (луды Плоская Двинская и Плоская)

Флористические исследования на островах Керетского архипелага проводились с начала 1980-х гг. (Кортышева, 1985; Абрамова и др. (в печати); Головина, Баранова (в печати); Головина, Кучеров, Чепинога (в печати)). Однако флора сосудистых растений как архипелага в целом, так и многих его отдельных островов до сих пор еще не изучена с достаточной полнотой.

Данные о флоре луд Плоская и Плоская Двинская были получены нами в ходе полевых исследований, проведенных в 2001-2002 гг. Сразу следует отметить, что это – данные предварительные, и авторы надеются в дальнейшем их дополнить.

Плоская и Плоская Двинская (площадь каждой – около 500 м<sup>2</sup>) – одни из наиболее мористых островов Керетского архипелага. Для таких территорий, благодаря резким колебаниям суточных температур, действию сильных холодных ветров, дующих с моря, характерны более жесткие климатические условия, отличающиеся от тех, которые

наблюдаются рядом на материке и более крупных, защищенных островах. Это находит свое отражение, во-первых, в характере растительности островов. Так, луда Плоская Двинская безлесна, на ней преобладают вороничники, так же как и на более низкой, мористой части луды Плоской, в то время как ее высокая часть занята сосняком лишайниковым скальным. Кроме того, своеобразные условия обеспечивают распространение здесь некоторых арктоальпийских и гипоарктических видов, произрастающих главным образом в тундре, лесотундре и полосе редкостойных лесов, т.е. значительно северней рассматриваемого региона. Это, например, *Lusula frigida* (Buchenau) Sam., *Draba hirta* L., *D incana* L. (Раменская, 1983) и впервые обнаруженный в Карелии *Epilobium alpinum* L. (луда Плоская Двинская) – циркумполярный арктоальпийский вид, чьи самые южные местонахождения, которые были известны до сих пор – Сальные тундры, Хибины, Ловозерские горы (Раменская, 1983; Hultun, 1971).

В целом, на луде Плоской Двинской обнаружено 144 вида сосудистых растений, а на луде Плоской – 122 вида сосудистых растений (без учета сборов *Hieracium* и *Pilosella*, находящихся в обработке).

Гимельбрант Д.Е., Кузнецова Е.С. Лишайники на обработанной древесине на островах Керетского архипелага (Белое море)

Эпиксильные лишайники являются интересной эколого-субстратной группировкой, широко представленной в лесной зоне, а также встречающейся за ее пределами на разнообразной мертвой древесине заносного происхождения. Одним из ключевых вопросов в изучении эпиксильных лишайниковых сообществ остается вопрос о степени специфичности их систематического состава. Для прояснения ситуации требуется возможно более полное выявление видового состава лишайников-эпиксиллов, однако число работ в этой области невелико (Alstrup, 1977, 1982; Brodo, Vanska, 1984; Sohting, 1989; Zhurbenko, 1993; Журбенко, Вехов, 2001), а содержащиеся в них данные носят фрагментарный характер.

Настоящая работа продолжает исследование разнообразия и особенностей экологии эпиксильных лишайниковых сообществ Керетского архипелага и содержит данные о лишайниках, обитающих на обработанной древесине. Обработанная древесина встречается во всех в большей или меньшей степени освоенных человеком районах наряду с мертвой древесиной естественного происхождения. На побережьях морей и океанов встречается также плавник, изучению лишайников которого в

пределах Керетского архипелага были посвящены отдельные публикации (Гимельбрант, Кузнецова, 2002; Himelbrant, Kuznetsova, 2003).

В период с 1997 по 2002 год на 132 пробных площадях, заложенных на 32 островах Керетского архипелага (Белое море, Кандалакшский залив, Karelia Keretina) и на прилегающем участке материкового побережья, выявлено 468 видов и 12 внутривидовых таксонов лишайников (Гимельбрант, Мусякова, Титов, 2001 а, б; Гимельбрант, Мусякова, Жубр, 2001). Обработанная древесина обнаружена на 22 пробных площадях на 9 островах и на материковом берегу. Лишайники были собраны с деревянных элементов топогеодезических триангуляционных знаков постройки 1959 г., маяка и лежащих на побережьях островов лодок 1950-60 гг. постройки, а также старых сараев, домов, столбов и заборов деревни Кереть (известна с XVI века) и Морской биологической станции СПбГУ на о. Средний.

Общий список лишайников обработанной древесины включает 127 видов (27,1% выявленной лишенобиоты архипелага), 1 подвид и 1 разновидность, которые принадлежат к 47 родам. Для сравнения, на плавнике обнаружено 104 вида (22,4%), 2 подвида и 1 разновидность лишайников из 37 родов (Himelbrant, Kuznetsova, 2003). Коэффициент общности Серенсена-Чекановского для этих списков составляет 70,1%, что, вероятно, связано с имеющимися различиями химических характеристик субстратов и заметной ролью фактора случайности в их заселении некоторыми видами.

На основании анализа субстратной приуроченности видов в пределах архипелага, можно выделить 6 групп лишайников, поселяющихся на обработанной древесине. Только 4 вида – *Lecanora saligna*, *Lecanora subintricata*, *Pseudevernia furfuracea* и *Thelomma ocellatum* – относятся к числу стенотопных по отношению к этому субстрату. Еще 5 видов – *Calicium trabinellum*, *Cyphelium tigillare*, *Elixia flexella*, *Hypogymnia bitteri* и *Xylographa opegraphella* – типичны для этого сообщества, но могут встречаться и на других типах древесины. Факультативными могут считаться 52 вида лишайников (40,9%), преимущественно заселяющие другие субстраты, но иногда встречающиеся на обработанной древесине. Еще 54 вида (42,5%) – случайные обитатели этого субстрата (отмечены 1-2 раза). Эвритопные виды немногочисленны (8 или 6,3%) и широко распространены по всем типам представленных на архипелаге субстратов – встречаются на почве, мхах, скалах, стволах разных видов деревьев и различной по происхождению древесине. Из общего числа видов 5 (3,9%) не могут быть уверенно отнесены к одной из перечисленных групп в связи с низкой встречаемостью в пределах архипелага.

Интересно отметить, что на некоторых обследованных объектах, часто посещаемых птицами, в обилии появляются такие виды, как

*Amandinea punctata*, *Parmelia sulcata*, *Physcia caesia*, *P.dubia*, *Xanthoria candelaria* и *X.polycarpa*, являющиеся здесь элементами орнитокопрофильных сообществ.

Таким образом, только 9 (7,1%) стенотопных и типичных видов определяют специфику лишайниковых сообществ на обработанной древесине в пределах Керетского архипелага. Степень специфичности видового состава лишайников плавника также невысока и составляет 6,7% от числа выявленных на этом субстрате видов. В обоих случаях подавляющее большинство видов, заселяющих исследуемые субстраты, относится к числу обычных эпигейных или эпифитных лишайников. В дальнейшем предстоит определить степень специфичности видового состава лишайниковых сообществ древесины естественного происхождения.

Жук А.В., Заварзин А.А. Сообщества продуцентов литорали Белого моря

Прибрежные экосистемы являются весьма разнообразными как по составу и адаптациям слагающих их организмов, так и по характеру взаимодействия между их компонентами. За разнообразие и высокую биологическую продуктивность В.И.Вернадский характеризовал прибрежную зону как «зону сгущения жизни».

Ключевым компонентом целостного сообщества является группа продуцентов, и именно эта группа в большинстве экосистем планеты является «эдификатором», первичным создателем условий для существования и развития других компонентов. Следовательно, изучение характера динамики сообществ продуцентов и ее зависимости от мезо- и макроклиматических факторов, имеет первоопределяющее значение для понимания функционирования прибрежных экосистем в целом.

В этой связи особый интерес представляет граница раздела водной морской и наземно-воздушной сред обитания, поскольку в формировании сообществ продуцентов этой зоны принимают участие, по крайней мере, три независимо возникших и соприкоснувшихся друг с другом именно в этих условиях группы – водоросли (в первую очередь ценозообразующие макрофиты из отделов Phaeophyta - бурые, Rhodophyta - красные и некоторые Chlorophyta - зеленые), высшие растения и лишайники. В тоже время, именно морское побережье является экстремальным биотопом, как для наземных растений и лишайников (вследствие фактора солености), так и для водорослей (хотя бы по причине наличия приливно-отливной динамики и стоящей перед ними проблемы защиты от иссушения).



При этом, флора высших (преимущественно цветковых) растений литоральной зоны известна достаточно хорошо, однако остаются практически не изученными механизмы их взаимодействия с другими продуцентами в тех же экотопах и возможные причины вторичного перехода к водному или околоводному существованию в экстремальных по солености местообитаниях.

Живущие ныне в литоральной зоне морей бурые водоросли-макрофиты (и отчасти красные и зеленые водоросли) независимо от первых наземных высших растений, но, вероятно, сходным образом, приобретали дифференциацию тела на ткани и подобие органов и формируют сообщества, аналогичные наземным. Однако, в отличие от группировок высших растений, альгосинузии как сообщества описаны и изучены крайне недостаточно. (Van den Berg, et al., 1998; Seagrass Ecology, 2000; Davis, Fourqurean, 2001) .

Практически не рассматриваемым до настоящего времени компонентом литоральных сообществ является третья, независимо возникающая группа продуцентов – лишайники. Представители этой группы также как и современные высшие растения являются преимущественно обитателями наземно-воздушной среды, а вопросы их происхождения остаются не ясными.

Проведенные исследования в ходе полевого сезона 2002 года в районе Белого моря показали наличие существенных различий в составе и обилии сообществ продуцентов разных типов литорали. Использованный трансектный метод показал также существенные различия в соотношении доминирующих групп продуцентов (водорослей, лишайников и высших растений) в зависимости от удаленности от уреза воды. Для высших растений особое значение имел характер субстрата, позволяющий их корневым системам обеспечить надежное закоревание организма и получение необходимых минеральных веществ. Этот же фактор является определяющим для литоральных группировок лишайников, встречающихся только на каменистом субстрате. Однако, обильное развитие лишайников встречается только там, где подавлено развитие бурых водорослей-макрофитов и корковых красных водорослей. Для водорослей-макрофитов решающим также оказывается субстратный фактор вместе с факторами солености и механического воздействия прибойной волны и подвижного льда.

Для обилия в пределах каждой группы субстратов решающим фактором оказывается градиент солености. Особенно бедными по суммарной биомассе продуцентов являются скалистые литорали. На каменистой и валунно-каменистой литорали доминируют сообщества, образуемые бурыми водорослями с высокой долей эпилитных

лишайников, а на песчаной и песчано-илистой литорали преобладают высшие растения и представители зеленых водорослей.

Исследования проводились при финансовой поддержке гранта «Университеты России» УР.07.01.019.

## Генетика

Самбук И.С., Варзугина Е.Н., Дукельская А.В., Барабанова Л.В.  
Оценка частоты хромосомных аномалий у *Jaera sp.* в различных биотопах Белого моря

Развитие научно-технического прогресса и все возрастающее давление антропогенного фактора на биосферу ставит перед биологами проблему поиска способов оценки негативных последствий загрязнения окружающей среды на живые организмы. Особую значимость в данном аспекте имеет выявление генетических нарушений, имеющих во времени отсроченные эффекты.

Значительная часть живых организмов связана с водной средой обитания, что определяет необходимость разработки адекватных тест-систем, позволяющих оценивать генетическую активность компонентов среды различного происхождения. Создание краткосрочной системы тестирования предполагает выбор удобного объекта и использование одного из критериев оценки генетической активности исследуемых факторов. Предлагаемые тест-объекты должны отвечать ряду требований: широкий ареал обитания вида, доступность и простота сбора материала, чувствительность объекта к влиянию различных факторов окружающей среды, наличие простых методов оценки генотоксичности.

Равноногие рачки отряда Isopoda (*Jaera sp.*) могут представлять удобный тест-объект, поскольку удовлетворяют всем вышеперечисленным требованиям. Они широко распространены в северных и умеренных морях Европы. *Jaera sp.* обитают на литорали, что обеспечивает доступность и простоту сбора. Кроме того, наличие большого количества активно делящихся клеток в тканях развивающихся эмбрионов позволяет проводить цитогенетический анализ кариотипов особей, различающихся средой обитания.

В работе были проанализированы три выборки из экологически различных популяций *Jaera sp.*, обитающих в районе о.Средний Чупинской губы Белого моря. Материал собирали в различных точках: место швартовки маломерных судов (условно - загрязненная морская вода), закрытая бухта (чистая морская вода) и район впадения реки Кереть (опресненная морская вода). Для анализа использовали половозрелых

самок *Jaera sp.*. Живых особей фиксировали в местах сбора в фиксаторе 3:1 (этанол:ЛУК). Препараты готовили из клеток делящихся тканей с применением ацетоорсеиновой методики. Учитывали хромосомные aberrации ана-телофазным методом в выборке по 100 клеток от одной самки. Из каждой точки сбора анализировали не менее 10 особей.

Было показано, что средний уровень хромосомных перестроек достоверно различается в выборках *Jaera sp.* из популяций с различными экологическими условиями. Так, самый низкий уровень хромосомных перестроек был обнаружен в выборке *Jaera sp.* из популяции, обитающей в чистой опресненной воде ( $1,0 \pm 0,2$  %). Наиболее высокий уровень хромосомных нарушений ( $12,3 \pm 1,0$  %) характерен для представителей популяции *Jaera sp.*, собранных в загрязненном районе. Уровень хромосомных перестроек у изопод, обитающих в чистой морской воде, составил  $2,8 \pm 0,2$  %.

Полученные результаты дают основание сделать вывод, что представители морских изопод - *Jaera sp.* - могут быть использованы как тест-объект при исследовании генетических последствий загрязнения прибрежных морских акваторий.

## Гидробиология, Ихтиология

Агатьева Н.А., Халаман В.В.\* Рост двустворчатого моллюска *Hiatella arctica* L. на разных глубинах в Белом море

\* - Зоологический институт РАН

*Hiatella arctica* L. – один из банальных и массовых видов сообществ обрастания и бентоса Белого моря. Однако сведений, касающихся биологии этого моллюска, сравнительно немного. Задачей настоящей работы было сравнить групповой рост *H. arctica* в наибольшем доступном для нашего исследования диапазоне глубин. Исследование проводилось на ББС «Картеш» ЗИН РАН. Для того чтобы получить одновозрастное поселение *H. arctica*, летом 2001 г. в бухте Круглая был выставлен искусственный субстрат, лента капроновой дели длиной 6 м, который был подвешен на поплавке вертикально и не имел контакта с грунтом. В июне 2002 г. отрезки этого субстрата вместе с осевшим в прошлом году спатом *H. arctica* были использованы в эксперименте. Использовали только нижнюю его половину, где спата мидии было мало.

Участки субстрата длиной по 0,5 м были укреплены на подвешенном вертикально капроновом фале на отметках, соответствующих глубинам 0,5; 2,5; 5; 10 и 14 м. Были взяты пробы для того, чтобы оценить

начальную плотность и размерно-частотную структуру поселения *H. arctica*.

В сентябре 2002 г. все субстраты были собраны. Каждый из них был промыт через сито ячейей 1 мм, чтобы отделить спат *H. arctica*, осевший в текущем году. Все оставшиеся особи *H. arctica* были собраны, подсчитаны и промерены. Измерялась длина раковины моллюска.

Особь, осевшие в 2001 г., были обнаружены только на глубинах 0,5; 2,5 и 5 м. Плотность поселения *H. arctica* увеличивалась с ростом глубины от 2700 экз./м<sup>2</sup> на отметке 0,5 м до 8200 экз./м<sup>2</sup> на глубине 5 м, что превышает изначальную, 4300 экз./м<sup>2</sup>, почти в два раза. Данное обстоятельство позволяет предположить миграцию моллюсков с глубин 10 и 14 м наверх.

Анализ размерно-частотных гистограмм и сравнение средних и модальных размеров особей выявил увеличение размеров особей с увеличением глубины. Максимальные значения были отмечены для *H. arctica*, обитавших на 5 м отметке. Средняя длина раковины здесь составляла  $8,62 \pm 0,12$  мм, мода – 8,5 мм, тогда как в июне средний размер моллюсков был  $2,42 \pm 0,11$  мм, а модальный – 1,5 мм. Дисперсионный анализ подтвердил достоверность влияния глубины. При этом различия в размерах особей, обитавших на 0,5 и 2,5 м глубинах не достоверны. Средние размеры моллюсков, обитавших на этих отметках, составили соответственно  $7,6 \pm 0,18$  и  $7,8 \pm 0,16$  мм.

На основании полученных данных условия обитания на глубине 5 м можно считать наиболее оптимальными для *H. arctica* в б.Круглая. Скорость роста и плотность поселения моллюсков здесь максимальны.

Размерно-частотные распределения *H. arctica* на глубинах 0,5 и 2,5 м полимодальны. Это может свидетельствовать как о нескольких пиках оседания личинок *H. arctica* в течение одного сезона, так и о разных темпах роста в разных группах одновозрастных моллюсков.

Веселова А.С., Стогов И.А., Кузнецов Ю.К. Некоторые черты биологии речного окуня (*Perca fluviatilis* L.) и его роль в биотическом балансе оз.Большое

Комплексные исследования водных экосистем невозможны без изучения биологии рыб - высшего звена трофической цепи в водоёмах различного типа. Речной окунь - *Perca fluviatilis* L. - характеризуется широкой экологической пластичностью, характерный компонент ихтиофауны водоёмов различного типа, широко распространён в Карелии, обитая в условиях, часто неприемлемых для других рыб.

Основой для настоящего исследования послужили материалы, собранные в июне-августе 1994-1995 гг. на озере Большое на острове Средний, месте расположения МБС СПбГУ. Сбор материала проводили ставными жаберными сетями с ячейей 18-36 мм и крючковой снастью. Всего исследовано 144 экземпляра окуня в возрасте 2-6 лет. Целью работы явилось изучение основных особенностей биологии речного окуня, а также его роли в биотическом балансе озера Большое.

Озеро Большое - олигоацидный водоем с неблагоприятным кислородным режимом, низкой первичной продукцией, сравнительно бедной флорой и фауной, является вполне типичным для Карельского побережья Белого моря. По результатам настоящих исследований некоторые черты биологии обыкновенного окуня оз.Большое можно охарактеризовать следующим образом:

1. Самцы окуня созревают к 3, реже к 4, а самки - к 4 и более годам. Нерест происходит в мае-июне, переход к новому половому циклу - в конце лета. Соотношение полов в уловах примерно равное.

2. По морфометрическим характеристикам окунь озера Большое наиболее близок к окуню озер Кривое (ББС ЗИН РАН) и Канентъярв, также расположенных в Северной Карелии. По большинству морфометрических признаков достоверных различий между самцами и самками исследованной популяции не обнаружено. Линейный рост окуня обычен для медленно растущего окуня водоемов Карелии. Самки в каждой возрастной группе незначительно превосходят самцов по размерам.

3. В пищевом спектре окуня отмечены представители 15 таксономических групп беспозвоночных. Наиболее часто в желудках окуня встречались личинки *Ceratopogonidae*, *Trichoptera*, *Chironomidae*. Пищевой спектр обыкновенного окуня меняется с возрастом и в течение сезона. Доля хищного питания мала, случаи каннибализма не отмечены. Пищевой спектр самок и самцов значимо не различаются.

4. Степень ожирения внутренностей по шкале Прозаровской составила от трёх до пяти баллов. Величина индекса наполнения желудков окуня всех возрастных групп варьирует от 0.01 до 288.0 (в среднем 72.1) продецимилле. Коэффициент упитанности Фультона (от 0.82 до 3.11, в среднем 1.71) меняется с возрастом и в течение сезона. Различий между самцами и самками по всем этим показателям не отмечено.

5. Продукция хищных форм зоопланктона и зообентоса в озере Большое равны соответственно 96.7 и 20.4 кал/м<sup>2</sup>сутки и, теоретически, превышая рацион окуня (3.6 кал/м<sup>2</sup>сутки) более чем в 10 раз, должна его полностью удовлетворять. Учитывая соотношение рыбопродукции и продукции зоопланктона и зообентоса - сообществ, составляющих основу

кормовых ресурсов окуня, можно заключить, что роль окуня в трансформации вещества и энергии озера Большое незначительна.

Интересно, что в 1985-1986 гг. озеро Большое (Стогов, 1990) было охарактеризовано как безрыбный водоем. Восстановление популяции окуня и периодические колебания его численности в озере Большое требуют специального исследования, но в первую очередь, видимо, связаны с неблагоприятными условиями обитания (неблагоприятным кислородным режимом и возможными заморами в зимний период) и не лимитируются кормовыми ресурсами водоема.

Герасимова А.В., Максимович А.Н. К изменчивости скорости роста мидий *Mytilus edulis* L. в условиях осушной зоны Белого моря

Мидии *Mytilus edulis* L. отличаются высокой степенью эврибионтности по отношению к ключевым показателям среды (Вауне, 1977). Это делает их особой удобным объектом при изучении влияния условий обитания на скорость роста гидробионтов. Цель настоящего исследования состоит в изучении изменчивости скорости роста мидий в вертикальном градиенте условий осушной зоны.

Работа выполнена на Морской биологической станции СПбГУ (Белое море). Объект исследований – сплошное литоральное поселение (банка) мидий, расположенное у о. Матренин (Керетский архипелаг). Материал собран в первой декаде августа 1999 г. В пределах банки на трех глубинах (0,05 м, +0,65 м и +1,4 м) было отобрано по 5 проб выборочной площадкой 0,01 кв.м. Мидии в пробах были просчитаны и измерены с точностью до мм. Кроме того, для каждой особи был определен возраст по ростовым меткам (Максимович, Чемоданов, 1983) и измерены значения длины раковины к моменту каждой зимней остановки роста. Всего изучено около 750 мидий и проведено более 3000 измерений. Сравнительный анализ полученных данных проведен с помощью дисперсионного и регрессионного анализов. Как предмет для сравнительного анализа скорости роста в местообитаниях использованы величины годового прироста (размер ростового кольца) и возрастные ряды, описывающие характер онтогенетического роста мидий. Для снижения влияния на вариацию величины годового прироста мидий эффектов случайных воздействий, полученные результаты были сгруппированы по пробам, и как варианты в дисперсионном анализе были использованы только средне-групповые значения линейного годового прироста мидий. Реконструкция группового линейного роста мидий в местообитаниях проведена с помощью модели линейного роста Берталанфи.

В результате анализа структуры общей дисперсии полученного статистического комплекса из величин годового прироста особей было отмечено следующее. Эффекты случайного (по положению пробы в пределах горизонта) варьирования величин прироста мидий оказались недостоверными. Глубина положения пробы в пределах осушной зоны значимо (сила влияния для генераций разного возраста составила от 0,1 до 0,58) определяет величину годового прироста мидий. При этом очевидная зависимость годового прироста мидий от их возраста оказалась менее существенной: сила влияния для разных возрастных групп колеблется от 0,1 до 0,22. Полученные данные позволяют провести анализ влияния условий роста мидий в 1994 – 1998 гг. на величину годового прироста особей разного возраста. Существенность межгодовых различий, как обстоятельства определяющего величину годового прироста мидий, была доказана только для моллюсков возрастных групп 3+ в (сезоны роста 1995 – 1998 гг.).

При сравнении кривых онтогенетического роста мидий была показана значимость различий интегральных моделей роста мидий, обитающих в каждом из изученных местообитаний.

Герасимова А.В., Максимович Н.В. Определение возраста двустворчатых моллюсков *Mya arenaria* L. по морфологии раковин

Определение возраста двустворчатых моллюсков является принципиальным моментом при изучении образуемых ими популяций. Наиболее широко распространенный способ для оценки возраста *Vivalvia* связан с анализом внешней морфологии раковин, т.е. подсчетом меток сезонной периодичности роста (Методы изучения двустворчатых моллюсков, 1990). У многих моллюсков в умеренных и высоких широтах формирование наружных колец обусловлено замедлением или полной остановкой роста раковины в зимний период. У таких видов возраст особей может быть оценен в результате простого подсчета колец нарастания. Известно однако (MacDonald, Thomas, 1980; Murawsky et al., 1982; Thompson et al., 1980; Appeldoorn 1983), что ростовые метки на раковинах моллюсков не всегда надежно отражают сезонную периодичность изменений скорости их роста. Возможно появление на раковинах дополнительных (например, нерестовых) меток роста. Также возникают трудности в определении меток роста у крупных особей из-за близости расположения колец и истирания раковины. В результате существует вполне оправданный скептицизм к итогам такого определения возраста моллюсков. Поскольку этот вопрос занимает принципиальное место во многих популяционных исследованиях, в том числе проводимых

и авторами данной работы, рассмотрим возможность использования внешней морфологии раковины для определения возраста двустворчатых моллюсков *Mya arenaria* L., широко распространенных обитателей литорали мягких грунтов Белого моря. В работе использованы материалы многолетнего (с 1980) мониторинга поселения *M.arenaria* в бухте Лебяжья (губа Чупа, Кандалакшский залив). Для цели данной работы важно, что с 1989 года оно развивалось практически как одновозрастная совокупность, образованная особями генерации 1988 года (Герасимова, Максимович, 2002). Поэтому в каждый момент наблюдения мы могли сопоставить реальный возраст мий с числом ростовых меток на раковинах.

Оказалось, что кольцо, соответствующее первой зимней остановке роста, из-за сильной эрозии верхней части раковины *M.arenaria* становится не различимо уже у особей старше двух лет. При дальнейшем увеличении возраста моллюсков на раковинах могут отсутствовать 2-3 и даже 4 первые кольца (у особей в возрасте 8-9 лет и старше). Так, у мий в возрасте пяти лет можно легко насчитать от двух до четырех ростовых меток. Возможным выходом в такой ситуации является оценка средних размеров ростовых колец у молодых особей и распространение полученных результатов на представителей старших возрастных групп. Однако из-за продолжительного (до 2 - 3 месяцев) периода пополнения поселений *M.arenaria* молодью (Максимович, Шилин, 1990; 1993), первая зимняя остановка роста происходила у сеголеток при очень разных размерах: от 1,2 до 4 мм. В дальнейшем такие размерные отношения между особями сохранялись. Так, величины пятого ростового кольца находились в пределах 14-38 мм. В результате увеличения трансгрессии размеров особей в возрастных группах на поздних этапах онтогенеза мии одного размера различались по возрасту на 2 - 4 года (Герасимова, 2001).

Обобщая наш опыт изучения возраста песчаных ракушек *M.arenaria*, следует отметить, что по итогам анализа внешней морфологии раковин особей можно ожидать, в основном, эффекты субъективного занижения их возраста. 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. Для выяснения цены первых различимых колец на раковинах крупных особей желательно иметь данные по ростовым показателям особей младших возрастов, при этом следует оценить не только средние размеры колец в первые годы жизни, но и степень их варьирования. Кроме того, специфика динамики большинства локальных поселений данного вида как динамики особей одной генерации позволяет ожидать в поселениях в основном присутствие особей одного возраста, что значительно повышает надежность полученных результатов, или, по крайней мере, дает возможность сделать ошибку определения возраста систематической.



Герасимова А.В., Максимович Н.В., Саминская А.А. Линейный рост *Serripes groenlandicus* Brigiere в губе Чупа (Кандалакшский залив, Белое море)

Изучается линейный рост *Serripes groenlandicus* Brigiere в трех местообитаниях в губе Чупа (Кандалакшский залив, Белое море). Это участок илисто-песчаного пляжа на глубине 4-6 м у о. Матренин (участок 1) и два участка песчаного пляжа на глубине 2-3 м у материка напротив о. Олений (участок 2) и у о-ва Олений (участок 3).

На участках 1 и 2 материал собран в июле-августе 2001-2002 годов, на участке 3 в августе 2002 года. Разовые выборки моллюсков в каждом местообитании получены с помощью драг. Возраст особей оценен по числу меток зимних остановок роста на раковине. Линейный рост *S.groenlandicus* изучен по результатам анализа внешней морфологии раковин. Для этого у большинства особей измерена длина раковины в периоды всех зимних остановок роста. Всего таким образом обработано 186 особей. При усреднении этих данных для каждого местообитания построен групповой возрастной ряд: последовательный ряд чисел, характеризующий изменения средней длины раковины моллюсков с возрастом. Для реконструкции роста моллюсков в местообитаниях применено уравнение Берталанфи. Сравнение возрастных рядов осуществлено в ходе анализа остаточных дисперсий относительно кривых роста (Максимович, 1989). Значимость различий между дисперсиями определена по F-критерию ( $\alpha < 0,05$ ).

На всех участках 80-90 % плотности поселений летом 2001-2002 годов приходилось на особей не старше двух лет (поселения 2 и 3) или четырех лет (поселение 1). Максимальные размер и возраст моллюсков в местообитании 1 достигали 42 мм и 10 лет соответственно. На участке 2 наибольший отмеченный возраст *S.groenlandicus* составил 7 лет при длине раковины особи 55,8 мм. На участке 3 максимальные размер и возраст этого вида были 46 мм и 5 лет соответственно.

Сравнение групповых возрастных рядов показало, что средняя скорость линейного роста *S.groenlandicus* на участках 2 и 3 не имела достоверных различий, а скорость роста моллюсков на участке 1 была достоверно и значительно ниже, чем в других местообитаниях.

Так как все исследованные поселения в основном состояли из молодых представителей *S.groenlandicus*, при построении групповых возрастных рядов описание особенностей роста данного вида на поздних этапах онтогенеза в основном проводилось по единичным наблюдениям. Поэтому для оценки достоверности различий ростовых характеристик данного вида в изученных местообитаниях также были использованы величины годовых приростов раковины (ширина ростового кольца)

моллюсков за второй-четвертый годы жизни. Сравнение годовых приростов в поселениях *S.groenlandicus* с помощью аппарата дисперсионного анализа показало, что условия местообитаний являются статистически значимым фактором и обуславливают от 21 % (приросты за третий год жизни) до 54 % (приросты за второй год жизни) общего варьирования годовых приростов. Кроме того, значительная доля их вариации (от 43 до 76 %) определена изменчивостью ростовых характеристик моллюсков в пределах отдельных местообитаний.

Причины варьирования годовых приростов раковины *S.groenlandicus* в изучаемых поселениях обсуждаются.

Городилов Ю.Н. О проблеме интродукции тихоокеанских лососей в моря Европейской части России

В 1950-1990 гг. проводился крупномасштабный эксперимент по интродукции тихоокеанских лососей в моря европейской части СССР и России, целью которого было вселение горбуши в акваторию Белого и Баренцева морей, а кеты - в акваторию Каспийского. Выбор объектов для вселения в указанные водоемы не был обоснован предварительными лабораторными исследованиями, а возник из одного частного наблюдения. Оно состояло в том, что во время нерестовых миграций в своих естественных ареалах кета предпочитает заходить в реки, где на нерестилищах есть выходы термальных вод, а горбуша, напротив, стремится в реки, где таковые отсутствуют, и где температура воды достигает очень низких значений, близких к 0°C. Как указывают А.К.Князев и М.С.Лазарев (1961), именно этот факт лег в основу вывода о предпочтении горбушей в период инкубации икры более низких температур и предопределил вышеуказанную стратегию работ по интродукции горбуши в северные водоемы, а кеты – в южные.

Как известно, долгосрочные и высоко затратные работы по вселению кеты в Каспийское море закончились полным провалом. Что касается вселения горбуши в Заполярье, то здесь получены результаты, которые позволяют рассчитывать лишь на поэтапную акклиматизацию. Под этим имеется в виду, что некоторые этапы онтогенеза интродуцента не могут в условиях данного водоема завершиться без поддержки человека. Главным препятствием для полноцикловой акклиматизации горбуши в Белом море, как предполагают большинство специалистов, являются слишком низкие температуры в период раннего зародышевого развития. Для того чтобы проверить это предположение, нами было проведено исследование, имевшее целью определить пороги толерантности к температуре инкубации у зародышей горбуши и кеты на разных стадиях эмбриогенеза.

Основная серия экспериментов состояла в инкубации икры горбуши и кеты при разных режимах постоянной температуры в диапазоне от 0.8 до 15.1°C. Главной неожиданностью оказалось, что зародыши кеты обнаружили бóльшую холодоустойчивость, чем зародыши горбуши: для обеспечения 50% выживаемости зародыши кеты могут развиваться при температуре 4-5°, тогда как для горбуши режим должен быть не ниже 6-7°. Соответственно сдвинуты пороги толерантности к высокой температуре: для зародышей горбуши это 15.1°C, а для кеты лишь 12.0°C. В следующей серии экспериментов было выяснено, что чувствительность к низкой температуре свойственна только ранним стадиям развития зародышей горбуши и кеты - от оплодотворения до начала кровообращения, которое соответствует стадии 45-50 пар сомитов. Инкубация в сходных условиях обоих видов выявила еще один примечательный факт: оказалось, что зародыши кеты имеют на 15-20% больший запас желточного питания, чем зародыши горбуши. Для условий затяжной зимы в Заполярье этот избыток эндогенного питания, безусловно, дал бы кете больше шансов на успешную акклиматизацию.

Учитывая все эти данные, можно сделать вывод о том, что неудачи выбранной в 50-х годах стратегии интродуцирования тихоокеанских лососей были предопределены неудачным выбором объектов. Эксперимент имел бы гораздо больше шансов на успешное завершение, если бы в качестве интродуцента в акватории Белого и Баренцева морей была выбрана не горбуша, а кета.

Гуричев П.А., Анацкий С.Ю., Белоусов И.Ю. Нагульное стадо сига Керетской губы Белого моря

Мониторинговые исследования сига в районе Керетской губы в период его нагула проводились летом с 1997 по 2002 г. Целью работы было изучение основных биологических показателей стада сига *Coregonus lavaretus pidshian*.

Период нагула начинается с конца мая – начала июня и продолжается до конца августа – начала сентября. Возрастной состав особей составляет от 2 до 10 лет, притом в разные годы наблюдалось преобладание различных возрастных групп. Так, в 1997 году в уловах доминировали сиви 2, 3 и 4 лет, в 1998 – 3 и 4 лет, в 1999 – 4, 5 и 6 летние сиви. В 2002 году в уловах снова преобладали особи младших возрастных групп (2+-4+). Несмотря на это, из года в год проявляется одна и та же закономерность – основные уловы приходятся на первую половину сезона и в этот период стадо представлено максимальным числом возрастных групп. Со второй половины июля из уловов исчезают крупные сиви

старших возрастных групп, и начинает преобладать неполовозрелая молодежь 2–4 лет. Наряду с этим, в начале нагула, как правило, преобладают самцы, в конце – самки. Такая динамика, по-видимому, связана с ранним заходом половозрелых особей в Кереть и с меньшей продолжительностью жизни самок сига.

Гистологический анализ гонад самок сига показал, что ооциты, готовые нормально созреть к нересту текущего года, имеют диаметр от 500-600 мкм и выше. Возраст самок, имеющих такие ооциты, составляет 4-6 лет, а длина тела 32-35 см. Из этого следует, что основу нагульного стада составляют впервые созревающие особи.

Размерно-возрастной состав уловов отличается значительным разбросом длины тела внутри одной возрастной группы – разница может составлять почти 20 см, а сизи в возрасте 2+ и 7+ могут иметь одинаковые размеры. Мы предположили, что это может быть связано с неоднородностью стада сизов по темпу роста. Однако анализ группового роста разовых выборок, основанный на сравнении кривых прироста чешуи сига, достоверных различий не выявил. Видимо, различия в темпе роста не связаны с биологической дифференциацией отдельных групп нагульного стада, а свидетельствуют о высокой индивидуальной пластичности сизов.

Обобщая, можно сказать, что стадо сига Керетской губы является довольно однородным по исследованным признакам.

Зеленников О.В., Кузнецова И.В. К вопросу о плодовитости горбуши, интродуцированной в бассейне Белого моря

Хорошо известно, что интродукцию горбуши с Дальнего Востока России в бассейн Белого моря осуществляли в два этапа: в 50-е годы с Южного Сахалина и в 80-90-е годы из Магаданской области. Предполагалось, что горбуша, интродуцированная из более холодноводного, чем Сахалин региона, будет более приспособлена к условиям воспроизводства на Европейском Севере. Действительно, согласно данным статистики, уловы горбуши в бассейне Белого моря в 90-е годы прогрессивно возрастали (Алексеев, Яковенко, 1999). Вместе с тем у горбуши, интродуцированной с Южного Сахалина, на Европейском севере существенно увеличилась плодовитость, уменьшались диаметр и масса икринок (Персов, 1963; Сакун, 1965). В связи с ранее полученными данными естественный интерес вызывает состояние репродуктивных показателей, в частности плодовитости, у горбуши после пополнения ее искусственно созданной популяции в бассейне Белого моря интродуцентом из Магаданской области.

Величину абсолютной плодовитости определяли у самок горбуши, пойманных в море, на пути нерестовой миграции в период с 8 по 26 июля 2001 года, в районе острова Средний. Всего обследовали 47 самок массой от 755 до 2170 г (в среднем 1418 г.), плодовитость которых варьировала в диапазоне от 1230 до 2283 шт. и в среднем составляла 1833 икринки. Оценивая этот показатель, отметим, что он, с одной стороны, соответствует величине средней плодовитости, определенной для некоторых популяций горбуши в естественном ареале обитания. Например, на Аляске плодовитость горбуши в среднем может превышать 2 тыс.шт. (Olson, McKeil, 1967). Однако, с другой стороны, для Дальнего Востока России среди опубликованных данных лишь однажды была зарегистрирована более высокая величина средней плодовитости (Eniutina, 1954, цит. по Heard, 1990). Отметим также, что по данным Грачева (1971), который обследовал горбушу на пути нерестовой миграции в Беринговом, Охотском, Японском морях и в северо-западной части Тихого океана, в июле у рыб с массой яичников 90-99,9; 100-124; 125-149; 150-174 и свыше 175 г плодовитость в среднем составляла соответственно 1748; 1648; 1718; 1760 и 1765 шт. У обследованных нами самок с такой же массой гонад плодовитость составила соответственно 1803; 1791; 1832; 1887 и 2065 шт. Суммируя полученные данные, предварительно можно заключить, что у горбуши, интродуцированной в бассейн Белого моря из Магаданской области, также наметилась тенденция к увеличению абсолютной плодовитости. Предположительно причиной этого увеличения может быть удлинение периода размножения гониев в раннем онтогенезе беломорской горбуши.

Иванов М.В., Банкин Е.П. Физико-химические характеристики донных осадков и донные сообщества губы Летней Кандалакшского залива Белого моря

Акватории с выраженными градиентами параметров среды привлекательны возможностью связать распределение организмов и изменение физико-химических характеристик. Такие условия часто создаются в морских губах и заливах, как, например, в губе Летняя Кандалакшского залива Белого моря, которая представляет собой акваторию, достаточно типичную для прибрежной зоны северных морей. Целью исследования было изучение пространственной неравномерности структурных характеристик бентосных сообществ губы Летней в градиентах основных абиотических параметров среды.

Губа Летняя - длинная и узкая, протяженность составляет около 2 км, максимальная ширина – около 300 м, максимальная глубина – 23 м, ближе

к куту имеется ковшеобразное углубление и порог, отделяющий его от остальной губы. Особенностью, отличающей ее от соседних губ, является относительно большой береговой сток.

Все это создает предпосылки для неравномерного распределения взвешенных веществ, приносимых рекой Летней, по акватории губы. Кроме того, губа Летняя интересна еще и тем, что в ней до середины 20-го века производился интенсивный молевой сплав леса.

В настоящей работе используется материал, собранный в губе Летней в 2001 г. Пробы отбирали дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,025 м<sup>2</sup> на шести станциях, расположенных по оси губы в диапазоне глубин от 5 до 22 м. Параллельно батометром отбирали пробы придонной воды для определения солености. Непосредственно на месте измеряли значения температуры донных осадков, окислительно-восстановительного потенциала (Eh) на глубине 0,5 и 4 см и активной реакции среды (pH). В дальнейшем, в пробах макрозообентоса определяли видовую принадлежность, численность и биомассу организмов, а в пробах донных осадков – гранулометрический состав по методу пипетки и потери при прокаливании (зольность донных осадков) при температуре 520 °С. Зольность в работе интерпретировали как долю содержания органических веществ. При статистической обработке результатов использовали индекс структуры сообщества Шеннона и коэффициент парной корреляции Пирсона.

По значению Eh-потенциала все станции делятся на две группы. В первую группу входят 2 кутовые станции с пониженными средними значениями потенциала как на поверхности (Eh=210±60 мВ), так и в глубине (Eh=70±20 мВ) осадка, во вторую группу все остальные станции со средними значениями Eh 360±30 мВ и 280±50 мВ на поверхности и в глубине соответственно. Пониженные значения Eh-потенциала на станциях, расположенных в кутовой части губы, свидетельствуют о том, что именно здесь происходит осаждение и частичное захоронение основной массы органических веществ, приносимых рекой. На этих же станциях отмечены и максимальные величины содержания органических веществ – больше 9 %. В целом по станциям эта характеристика варьирует в диапазоне от 3,6% до 9,2%.

Донные осадки на исследованных станциях представлены алевритомелкопесчаными и мелкопесчано-алевритовыми отложениями. По мере продвижения от кутовой части губы к устью, в донных осадках увеличивается содержание мелких фракций (<0,05 мм), что хорошо согласуется с общим принципом распределения осадков, приносимых реками. В нашем случае все крупные фракции (и часть мелких) оседают до порога, а в устьевой части осадки формируют в основном мелкие фракции.

Соленость придонного слоя воды на станциях менялась незначительно – от 22,2 ‰ в кутовой до 23,5 ‰ в устьевой части губы. Величина рН грунта колебалась около 7,7 с небольшими отклонениями. Температура грунта снижалась с глубиной от 12 до 5,5 °С.

В пробах макрозообентоса обнаружено 49 таксонов, представленных в основном полихетами. При продвижении к устью губы наблюдается снижение общей численности и биомассы организмов макрозообентоса (численность снижается примерно в 2 раза, биомасса – в 4 раза). Все станции характеризуются высоким значением индекса структуры сообщества Шеннона (2,4 – 3,6 бит<sup>-1</sup>). Основными доминантами в исследованных сообществах являются полихеты. При удалении от кутовой части губы происходит смена доминирующих видов: если в «кутовых» сообществах доминируют, в основном, *Aricidea nolani*, *Micronephtis minuta*, *Terebellides stroemi* и *Scoloplos armiger*, то в «устьевых» - *Chaetozone setosa* и *Miriochele oculata*.

Для оценки связи факторов среды и характеристик бентосных сообществ был проведен корреляционный анализ. Показано, что помимо обычной связи с глубиной и температурой, структурные характеристики бентосных сообществ и распределение доминирующих видов значимо скоррелированы с механическим составом, Eh-потенциалом и содержанием органических веществ донных осадков. Указанные показатели в губе Летней зависят от распределения взвешенных веществ, выносимых р.Летней. Таким образом, можно заключить, что одним из основных факторов, прямо или косвенно влияющих на свойства донных осадков и распределение бентоса, являются взвешенные вещества, поступающие со стоком реки.

Необходимо отметить, что в настоящее время нам не удалось выявить последствия молевого сплава леса, которые бы отражались на параметрах сообществ макрозообентоса и физико-химических характеристиках донных осадков губы Летней. Ясно, что молевой сплав леса должен был привести к значительному засорению дна корой и щепой, однако такое засорение не было нами обнаружено. Можно предположить, что к моменту наблюдения эти древесные остатки либо уже успели полностью разложиться, либо оказались погребенными под слоем более поздних отложений.

Иванов М.В., Банкин Е.П., Исаков А.В. Гранулометрический состав донных осадков сублиторали в районе Беломорской биологической станции СПбГУ

Гранулометрический состав является немаловажной характеристикой донных осадков и фигурирует во многих геологических и океанологических исследованиях. Методы определения гранулометрического состава разрабатываются уже более века.

Данная работа является частью исследования, направленного на поиск связи между характеристиками донных осадков и распределением донных организмов. Работа проводится на МБС СПбГУ с 2001 г. Нами обследованы грунты на 11 станциях в районе МБС с глубинами от 11 до 29 м. Отбор проб донных осадков осуществлялся дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,025 м<sup>2</sup>. Пробы грунта высушивали до воздушно-сухого состояния, дальнейший анализ проводили в городской лаборатории.

Для определения гранулометрического состава мы использовали метод, принятый в Институте Океанографии РАН, несколько модифицированный под конкретные задачи и имеющуюся лабораторную базу. Суть метода сводится к следующему:

- навеска грунта проводится через систему сит для определения долей грубых (более 0,1 мм) фракций;

- оставшаяся часть навески, содержащая мелкие фракции, после процесса диспергации осаждается в четырехлитровом цилиндре, заполненном водой. На основании расчетов по формуле Стокса через соответствующие промежутки времени с определенной глубины пипеткой отбираются пробы суспензии для нахождения содержания мелких фракций.

В отличие от расчетных методов, где доля одной из фракций определяется путем вычитания долей остальных фракций из 100 %, преимущество этого метода состоит в том, что он позволяет непосредственно измерить массы каждой размерной фракции. Благодаря этому, потери и ошибки, возникающие при работе, выявляются и могут быть учтены количественно.

Полученные нами данные говорят о том, что в районе исследований в донных осадках верхней сублиторали преобладают в основном мелкие фракции (менее 0,25 мм). Содержание крупных фракций (более 5 мм) может быть как нулевым, так и на некоторых станциях достаточно высоким – 30-50 %. Для доли крупных фракций характерно наибольшее варьирование. Доля средних фракций на всех станциях невелика и редко превышает 5 %. По принятой в настоящее время номенклатуре, донные осадки с низким содержанием крупных фракций мы относим к песчано-



алевритовым и пелитово-алевритовым грунтам, а осадки с высоким содержанием крупных фракций – к песчано-гравийным.

Суммарная масса всех фракций, рассчитанная по результатам анализа, как правило, составляет около 95 % от массы навески, что позволяет говорить о достаточной точности метода.

Иванова Т.С., Беленицкая П.Б. Структурные характеристики ихтиоцена оз. Кривое (Карельский берег, Белое море)

Данная работа является частью комплексного исследования биоты малых озер Карельского берега Белого моря, проводимого специалистами кафедры ихтиологии и гидробиологии СПбГУ и лаборатории пресноводной и экспериментальной гидробиологии Зоологического института РАН. Одним из изучаемых водоемов является оз. Кривое, площадью около 0,5 км<sup>2</sup>, расположенное возле Беломорской биологической станции ЗИН РАН. В 1968–69 гг. под руководством Г.Г.Винберга было проведено комплексное исследование данного водоема и оценена его биологическая продуктивность. Эти работы, уже ставшие классическими, в настоящее время продолжены для оценки возможных изменений структурно-функциональных показателей биоты более чем за 30-летний период.

Одной из задач работы была оценка структурных характеристик рыбной части сообщества изучаемого водоема. Отлов рыб производили в начале июня 2002 г. комбинированными жаберными сетями с переменной ячеей (12, 18, 24, 30 и 36 мм) высотой 2 м и общей протяженностью около 170 м. Сети ставили на глубинах от 2 до 6 м в трех точках и двух повторностях. У пойманных рыб измеряли промысловую длину AD (см), определяли пол и стадию зрелости гонад. Часть рыб взвешивали (30 экз. каждого вида); массу остальных рыб (г) определяли по эмпирическим уравнениям зависимости массы от длины тела  $W=0,0066L^{3,31}$  ( $R^2 = 0,99$ ) для окуня и  $W=0,039L^{2,43}$  ( $R^2 = 0,73$ ) для ряпушки, где  $W$  – масса тела, г;  $L$  – длина, см. Для определения возраста использовали препараты костей жаберных крышек (operculum).

Были получены следующие результаты. В уловах отмечены представители двух видов рыб: окунь (*Perca fluviatilis* L.) и ряпушка (*Coregonus albula* L.). Во всех 6 уловах по численности преобладали окуни, которых поймано 205 экз., общее количество пойманных ряпушек составило 47 экз.

Окунь. Промысловая длина варьировала от 8,6 до 30 см, средняя длина тела составила  $13,6 \pm 0,36$  см. Возрастной ряд окуня представлен рыбами от 2 до 5 лет. По численности в уловах преобладает возрастная

группа 3+ (56% от общего числа рыб), приблизительно по 20 % приходится на рыб в возрасте 2+ и 4+.

При моделировании линейного роста окуня было получено уравнение зависимости длины тела от длины operculum, позволяющее производить обратные расчеты длины рыб. Для построения уравнения роста использовали длину, реконструированную на момент последней остановки роста. Линейный рост окуня хорошо аппроксимируется логарифмическим уравнением  $L = 9,21 \ln(t) + 3,15$  ( $R^2 = 0,88$ ), где  $L$  – длина, см;  $t$  – возраст, год.

Соотношение полов неравномерно и характеризуется резким преобладанием самцов (88%) над самками (12%). Все самцы в уловах были половозрелыми, их гонады находились на V стадии зрелости. Большинство половозрелых самок находилось на VI стадии зрелости гонад, однако, было отмечено несколько еще не отнерестившихся особей. Минимальная длина половозрелых самок окуня составила 12,3 см, самцов – 9 см.

Ряпушка. Промысловая длина рыб в уловах варьировала от 11,7 до 15,3 см. Средняя длина тела составила  $13,4 \pm 0,3$  см, у самок и самцов различаясь недостоверно. Соотношение полов примерно равное: 42% самцов и 58% самок. Все особи в уловах были половозрелые. В настоящее время проводится анализ возрастной структуры и моделирование линейного роста ряпушки.

Работы выполнены при финансовой поддержке ФЦП «Интеграция Высшей школы и Российской Академии наук».

Максимович Н.В. О поведении ошибки при восстановлении массы по средней длине раковины *Mytilus edulis*

Выгоды непрямого определения массы моллюсков очевидны, не только при работе с сухим и фиксированным материалом, но и в полевых условиях (Методы..., 1968). В первую очередь, это снятие систематических погрешностей взвешивания особей, результаты которого самым существенным образом зависят от условий взвешивания. Ошибки, возникающие при восстановлении массы особи по аллометрической зависимости, пренебрежимо малы по сравнению с размахом вариации результатов прямых измерений массы особей. Последние очень сильно зависят от степени сохранности материала перед взвешиванием.

Характер аллометрической зависимости, связывающей массу с длиной раковины мидий, известен. Для мидий Белого моря эта зависимость имеет вид:

$W = 0.0001L^{2.96}$  (Алимов, Голиков, 1976; Кулаковский, Сухотин, 1986), где  $W$  - сырая масса (г.),  $L$  - длина раковины (мм).

Однако, прямое применение этой функции для расчета групповых эффектов не корректно: в этом случае в качестве аргумента следует брать не среднюю арифметическую, а среднюю геометрическую, иначе оценка величины средней массы окажется смещенной. Предмет настоящей работы - анализ вариации ошибки восстановления средней массы по средней арифметической длине раковины (особей одной возрастной группы).

Наиболее адекватным средством раскрытия темы является исследование поведения ошибки (смещения восстановленной величины средней массы мидий) в пространстве изменчивости показателей основных статистик размерного ряда моллюсков в возрастной группе. В основу методического решения поставленной задачи положен принцип абстрактной имитации реальных событий. В качестве сравниваемых статистик были выбраны: величина средней массы ( $WM$ , г сырой массы, как заведомо ошибочного показателя), восстановленная по средней арифметической длине ( $M$ ) раковины мидий, и величина средней массы ( $WQ$ , г сырой массы, как истинного значения), рассчитанная при использовании в качестве аргумента в уравнении средней геометрической ( $Q$ ). В ходе предварительных расчетов и графических построений было определено, что величина возникающего при этом смещения (ошибки), наиболее сильно коррелирует с величинами средней арифметической ( $M$ ) и среднего квадратического отклонения ( $S$ ). Смещение оценивали односторонне: как разность  $DW=WQ-WM$ . Для анализа изменчивости  $DW$  на ЭВМ на языке Basic был сгенерирован алгоритм поведения абстрактной возрастной группы мидий со следующими параметрами: число особей - 70 экз., их средний размер ( $M$ ) колеблется от 1 до 120 мм (шаг 20 мм). В каждой серии расчетов размерный ряд был составлен с несколькими градациями значений коэффициентов асимметрии и эксцесса. Таким образом, было сделано около 300 определений величины  $DW$  при разных сочетаниях условий расчета.

Оказалось, что независимо от условий испытания искомая разность (в дальнейшем ошибка) имеет положительный знак. Значит, во всех случаях оценки средней массы мидий в генерациях по их средней арифметической длине их раковины мы занижаем значения первой. Поведение ошибки можно описать следующим образом.

1. С ростом среднего квадратического отклонения ошибка возрастает нелинейно, и много быстрее, чем величина среднего квадратического отклонения.

2. При увеличении средней арифметической ряда ошибка растет линейно.

3. При высоких значениях средней арифметической (более 50 мм) относительная ошибка ( $DW/W$ ) растет с увеличением дисперсии ряда очень слабо: не более, чем на 20% при максимальных (до 14 мм) значениях среднего квадратического отклонения.

4. При средней 20 мм и ниже и максимальных значениях среднего квадратического отклонения относительная ошибка превышает 100%.

По результатам анализа составлены графические номограммы.

Мовчан Е.А., Стогов И.А. К оценке микрораспределения личинок комаров сем. Chironomidae в арктических эфемерных водоемах

Зообентос на скальных ванн островов Керетского архипелага Белого моря характеризуется преобладанием личинок комаров сем. Chironomidae, которым, наряду с высокими величинами обилия (на 1-2 порядка превышающие таковые в близлежащих озерах), свойственны пониженные скорости линейного и весового роста (Мовчан, 2002). Высокая представленность личинок хирономид и относительная простота получения репрезентативных данных в этих небольших водоемах позволяет использовать их как модельные системы для оценки динамики распределения особей в пространстве.

Для этого в августе 2002 г. в одной из скальных ванн луды Черемшиха (Керетский архипелаг Белого моря) были отобраны 32 количественных пробы общей площадью около  $0,1 \text{ м}^2$  и рассчитаны величины индексов рассеивания Морисита (Максимович, Погребов, 1986), позволяющие охарактеризовать размер пятен агрегации донных беспозвоночных.

Величины индексов Морисита получены для различных размерных групп личинок комаров *Procladius* гр. *choreus*, *Chironomus* sp., *Glyptotendipes paripes*, *Tanytarsus* sp., *Limnohironomus pulsus* (общая плотность которых в отдельной пробе достигала 93 экз. или  $27900 \text{ экз/м}^2$ , при среднем обилии 56 экз. или  $16700 \text{ экз/м}^2$ ).

На основании полученных данных можно говорить о средних размерах пятен агрегации личинок, которые для младших размерных групп *Procladius* гр. *choreus* и *Chironomus* sp. составляют около  $0,013 \text{ м}^2$ , для личинок старших размерных групп – около  $0,025 \text{ м}^2$ ; и, следовательно, об увеличении размеров пятен агрегации личинок хирономид с возрастом.

Работа выполнена при поддержке экспедиционного гранта РФФИ №02-04-63093.

Панина С.Н. Содержание хлорофилла «а» и первичная продукция планктона в малых озерах с разной цветностью воды (Карельский берег Белого моря)

Для побережья Белого моря и всего Северо-запада в целом небольшие лесные озера различной степени гумификации - типичный элемент местного ландшафта. Несмотря на это, механизмы формирования структурно-функциональных показателей биоты в малых гумифицированных водоемах недостаточно изучены. В частности, нерешенным остается вопрос о влиянии степени гумификации на продукционные характеристики озерных экосистем.

Целью работы было оценить влияние степени гумификации на механизмы формирования первичной продукции в малых гумифицированных озерах Карельского берега Белого моря. В задачи работы входило изучение концентраций хлорофилла «а» и величин первичной продукции планктона в озерах с разной цветностью воды.

Объектом исследования послужили 9 озер Карельского берега Белого моря. Два из них (оз. Большое и Малое) расположены на о. Средний, где находится Морская Биологическая станция СПбГУ, остальные рассредоточены по побережью Кандалакшского залива от устья р. Кереть до губы Никольской. Это небольшие водоемы с площадью поверхности менее 100 Га.

Средняя глубина изученных озер составляет в основном 2-3 метра. В качестве показателя степени гумификации использовалась величина цветности воды (определялась по бихроматной имитационной шкале). В исследованных водоемах эта характеристика варьирует в довольно широких пределах: от 40 град. в оз. Большое до 220 град. в оз. Комариное.

Пробы воды из озер Малое, Большое, Нижнее Старушечье и Комариное отбирались 2 раза за сезон - в первой декаде июля и во второй половине августа 1999-го года. На остальных водоемах пробы воды были собраны 1 раз - во второй декаде августа. Отбор производился с поверхности на постоянных литоральных станциях сбора планктона и бентоса (1 станция на водоем). Всего было проанализировано 20 проб. Концентрация хлорофилла «а» ( $C_{хл}$ ) определялась при помощи спектрофотометра после концентрации пигментов на мембранном фильтре (диаметр пор 1 мкм) и экстракции в 90%-м ацетоне. Объем профильтрованной воды составлял 200-500 мл. На основе этих данных была рассчитана первичная продукция планктона под 1 м<sup>2</sup> ( $\Sigma A$ ) как произведение максимальной скорости фотосинтеза в единице объема ( $A_{max}$ ) на величину прозрачности по диску Секки. Величина суточного ассимиляционного числа принималась равной 30 мгС/мг.

Таблица 1. Содержание хлорофилла «а» ( $\text{мг/м}^3$ ) и первичная продукция планктона ( $\text{кДж/м}^2$  сезон) озер в июле-августе 1999 г.

Озеро	$C_{\text{хл}}$			$\Sigma A$
	июль	август	средняя	
Малое	2,18	1	$1,59 \pm 0,59$	140
Большое	3,72	2,98	$3,35 \pm 0,37$	1050
Комариное	3,91	2,7	$3,31 \pm 0,61$	480
Нижнее Старушечье	3,12	3,29	$3,21 \pm 0,08$	1390
Старушечье	-	2,77	-	1170
Малое Черливое	-	4,65	-	1300
Большое Черливое	-	2,73	-	820
Никольское	-	1,59	-	480
Никольская ламба	-	1,56	-	510

Концентрация хлорофилла «а» варьировала от  $1 \text{ мг/м}^3$  (в августе в оз. Малое) до  $4,65 \text{ мг/м}^3$  (в августе в оз. Малое Черливое) (табл. 1), в среднем по 9-ти озерам составив  $2,75 \pm 0,35 \text{ мг/м}^3$ .

На основании вышеприведенных данных была рассчитана первичная продукция планктона за сезон (табл. 1). В среднем для изученных водоемов величина  $\Sigma A$  составила  $820 \pm 150 \text{ кДж/м}^2$  за сезон. Изученные озера по величинам первичной продукции можно отнести к олиго-мезотрофным водоемам.

Однофакторный дисперсионный анализ показал сильное (сила влияния 81%) достоверное на уровне значимости 0,01 отрицательное влияние цветности на суммарную первичную продукцию планктона в исследованных озерах. Это воздействие, по-видимому, складывается из двух компонентов: негативного влияния цветности на концентрацию хлорофилла (сила влияния 60% на уровне значимости 0,01) и прозрачность воды.

Полякова Н.В., Иванова Т.С. Пространственное распределение зоопланктона в Никольской ламбе

Одним из самых характерных элементов ландшафта Карельского берега Белого моря являются малые озера. На кафедре ихтиологии и гидробиологии Санкт-Петербургского государственного университета, начиная с 1985-го года, ведутся комплексные исследования малых лесных

озер на базе МБС СПбГУ. В последнее время ведутся работы по исследованию ихтиопродукции и питания рыб. В связи с этим летом 2002 года начаты исследования биологии и питания плотвы в Никольской ламбе. Основой для настоящей работы послужили пробы зоопланктона, собранные в июне-августе 2002 года. Целью работы явилось описание зоопланктона этого водоема, как кормовой базы личинок плотвы. Всего проведено 5 съемок.

Никольская ламба относится к группе очень малых озер. Это водоем вытянутой формы, соединенный ручьем с оз. Никольским. В противоположном северном конце из озера вытекает ручей, впадающий в г.Никольскую Белого моря. Максимальные глубины до 3 м отмечены в центральной части водоема, основную площадь которого занимают глубины 1-2 м. На водоеме было выбрано 7 станций, расположенных вдоль восточного и западного берегов, в центре озера и в небольшой заводи вытекающего ручья. Выбор точек обусловлен наблюдением за скоплениями личинок плотвы.

В планктоне обнаружены представители 24 видов беспозвоночных, в том числе 7 видов коловраток, 14 - ветвистоусых, 3 - веслоногих ракообразных. В течение всего сезона отмечены большие количества науплиальных и копеподитных стадий *Sopropoda*. Довольно бедный видовой состав зоопланктона характерен для малых гумифицированных водоёмов Северо-Западного региона. Большинство организмов представляют собой формы с широкой экологической валентностью.

Интересно отметить станцию №7 (ручей, глубина не более 0,5 м), где в конце августа обнаружено несколько видов ветвистоусых, не отмеченных на других мелководных станциях и вообще в исследованных озерах, хотя в июне-июле здесь наблюдались самые низкие величины обилия и минимальное число видов. Наибольшее видовое разнообразие - отмечено в центре водоема на глубинах около 3 м, что связано с присутствием не только прибрежных и планктобентосных форм, но и типично планктонных пелагических организмов. Здесь же отмечены и максимальные величины обилия зоопланктона.

Величины обилия зоопланктона в течение сезона варьируют в широких пределах (численность - от 50 до 24000 экз./м<sup>3</sup>, биомасса - от 0,9 до 327 мг/м<sup>3</sup>). Максимальная численность зоопланктона в большинстве случаев приходится на июль-август. Самые низкие величины обилия отмечены на станции №7. Среди прочих станций достаточно высокой численностью и биомассой зоопланктона довольно сильно выделяется станция №2, расположенная вдоль западного берега недалеко от впадающего из Никольского озера ручья. Возможно, это как-то связано с динамикой вод под влиянием ручья и характером береговой линии.

Продукция зоопланктона за 75 суток колебалась от 51,3 мг/м<sup>3</sup> (ручей) до 1340 мг/м<sup>3</sup> (центральная часть озера). Также высокая величина суммарной продукции отмечена на указанной выше станции №2 (1229 мг/м<sup>3</sup>). Прочие станции характеризуются величинами суммарной продукции от 89,22 до 384,4 мг/м<sup>3</sup>.

В дальнейшем предполагается проследить взаимосвязь между распределением личинок плотвы и зоопланктона и их влияние на структурно-функциональные характеристики планктонных сообществ.

Работы выполнены при финансовой поддержке ФЦП «Интеграция Высшей школы и Российской Академии наук».

Примаков И.М.\* Структурно-функциональные показатели планктонного сообщества Кандалакшского залива Белого моря

\* - Зоологический институт РАН

Изучение Кандалакшского залива Белого моря представляет значительный интерес, т.к. этот район отличается большим разнообразием условий обитания морских организмов. На сравнительно небольшой акватории расположены многочисленные губы, гидрологический режим которых имеет свои специфические черты. Данное исследование направлено на сравнение планктонного сообщества открытой акватории Кандалакшского залива с планктоном двух губ Карельского берега с различной интенсивностью водообмена.

Материал собирали и обрабатывали в период с 26 января по 26 ноября 1999 года на Беломорской Биологической станции имени академика О.А.Скарлато Зоологического института РАН (мыс Картеш). В летний и осенний периоды пробы собирались ежедекадно на станции Д-1 в устьевой части губы Чупа, ежемесячно на станции VIII в Кандалакшском заливе и в губе Никольская. Зимой пробы брали только на Д-1 со льда. Зоопланктон собирали замыкающей сетью Джели с газом №63 и диаметром входного отверстия 36 см. Организмов фиксировали сразу после взятия нейтральным 40%-ным формалином до конечной концентрации 4%.

Любое планктонное сообщество можно разделить на бактерио-, фито- и зоопланктон. Для оценки биомассы бактерио- и фитопланктона измерялось содержание белка и растительных пигментов в морской взвеси. Для определения хлорофилла «а», пробы воды (1-1.5 л) фильтровались вакуумным насосом Комовского через капроновые микропористые мембраны с размером пор 0.2 мкм. Измерения проводились по методике Стрикленда и Парсонса. После экстрагирования



пигментов, на фильтрах с помощью стандарта  $\gamma$ -глобулина определялся суммарный белок взвеси по методу Лоури. Также, для ориентировочной оценки функционирования бактериопланктона, в пробах воды измерялась экстрацеллюлярная энзиматическая активность бактерий: Extracellular Enzyme Activity (EEA), характеризующаяся скоростью ферментативного расщепления субстрата с флуоресцентной меткой.

При расчете биомассы бактерио- и фитопланктона, учитывалось, что среднее содержание хлорофилла «а» в сырой биомассе планктонных водорослей равно 0.25%, а среднее содержание белка в биомассе планктонных организмов составляет 2.5%

Следовательно,  $V_{\text{bac}} = \frac{[\text{Белок}]}{0.025} - V_{\text{ph}} = \frac{[\text{Белок}]}{0.025} - \frac{[\text{Хл "a"}]}{0.0025}$ , где  $V_{\text{bac}}$  - биомасса гетеротрофного микропланктона (в основном - бактерий), а  $V_{\text{ph}}$  - биомасса планктонных водорослей.

Среднее отношение  $V_{\text{ph}}/V_{\text{bac}}$  на открытых акваториях Кандалакшского залива (Д-1 и ст. VIII) составляет 3%, в то время как в б. Никольская, оно достигает 23%. По всей видимости, это связано с тем, что в бухте расположено мидиевое хозяйство, а как показывают расчеты Ю.И.Маслова (2000), средняя величина уменьшения содержания взвешенного белка при протекании воды через плантацию составляет около 100 мг на 1 м<sup>3</sup> воды. Результатом фильтрационного питания мидий является снижение пула белка на акватории бухты, что в свою очередь приводит к уменьшению силы корреляционных связей между структурными характеристиками бактерио- и фитопланктона.

Корреляция между биомассой бактерио- и фитопланктона с экстрацеллюлярной энзиматической активностью в губе Никольская также оказалась достоверно ниже, чем на открытых акваториях Кандалакшского залива. Таким образом, очевидно существенное влияние, оказываемое мидиями на количество и состав морской взвеси в пределах марихозяйства.

Биомасса зоопланктонных организмов была рассчитана по средним весам, определенным В.Г.Богоровым (1939) и Н.М.Перцовой (1967) для отдельных видов зоопланктона Белого и Баренцева морей.

На всех станциях по численности доминирует *Oithona similis*, в то время как доминантами по биомассе на станции Д-1 является *Pseudocalanus minutus*, на станции VIII - *P.minutus*, *Calanus glacialis* и *Metridia longa*, а в губе Никольской - *P.minutus*, *Centropages hamatus* и *O.similis*. Обращает на себя внимание тот факт, что, несмотря на гораздо меньшую численность зоопланктона на открытых акваториях залива, биомассы на всех трех станциях вполне сопоставимы. Объясняется это тем, что такие виды как *C.glacialis*, *P.minutus*, *C.hamatus* и *Temora longicornis* представлены в бухте Никольская в основном науплиями и

младшими копеподитными стадиями. В этой бухте хорошо выражен меропланктонный комплекс организмов, состоящий преимущественно из личинок *Gastropoda* и *Bivalvia*.

Таким образом, в зоопланктоне Кандалакшского залива можно выделить неретический (*Oithona similis*, *Acartia longiremis*, *Temora longicornis*) и океанический (*Metridia longa*, *Calanus glacialis*, *Oncaea borealis*) комплексы видов.

В заключение хочется отметить, что, несмотря на всю необходимость анализа структурных показателей планктонного сообщества, это ни в коей мере не может рассматриваться как самоцель работы, а скорее как удачный организующий момент их начальной фазы, за которой должен следовать детальный биологический анализ на основе методов популяционной экологии.

Стогов И.А., Мовчан Е.А., Полякова Н.В. К оценке сопряженности биологических и физико-химических показателей в эфемерных арктических водоемах

Типичными для побережья крупных водных бассейнов (в том числе и арктических морей России) эфемерными водоемами являются т.н. наскальные ванны (*rock pools*) - компактные гидроэкосистемы, которые благодаря разнообразию физико-химических характеристик и относительной простоте гидробиологического режима являются удобными объектами для экологических исследований. Малые размеры и наличие большого количества водоемов на компактной территории (до 30-50 на гектар площади островов Керетского архипелага Кандалакшского залива Белого моря) упрощает получение репрезентативных количественных данных. В основу работы положены средние за вегетационный сезон физико-химические и биологические показатели, оцененные в 1992-2002 гг.

По мнению А.А.Салазкина (1976) и С.П.Китаева (1984) для разнотипных водоемов гумидной зоны факторами, определяющими структуру и динамику сообществ гидробионтов, являются глубина, характер грунта, температура воды, ее прозрачность, содержание кислорода, величина рН, степень проточности и гумификации. При помощи кластерного анализа (для классификации использованы величины нормированных отклонений показателей, мера расстояния Евклида, метод Уорда) была оценена сопряженность некоторых средовых переменных и структурных показателей зоопланктона и зообентоса в наскальных ваннах островов Керетского архипелага Белого моря (рис. 1).

Интересно, что положительную сопряженность с характеристиками обилия - плотностью и биомассой зоопланктона (NP и BP) и зообентоса (NB и BB) - показали рН, концентрация минерального фосфора (F) и температура воды (T), а с количеством видов зоопланктона и зообентоса (DP и DB), индексов структуры сообществ Шеннона-Уивера, рассчитанных по величинам плотности (HNP и HNB) и биомассы (HBP и HBV), - морфометрические характеристики водоемов, определяющие общее биотопическое разнообразие, – площадь (S) и глубина (H), а также высота водоема над уровнем моря (V). Эти две группы показателей отрицательно скоррелированы между собой.

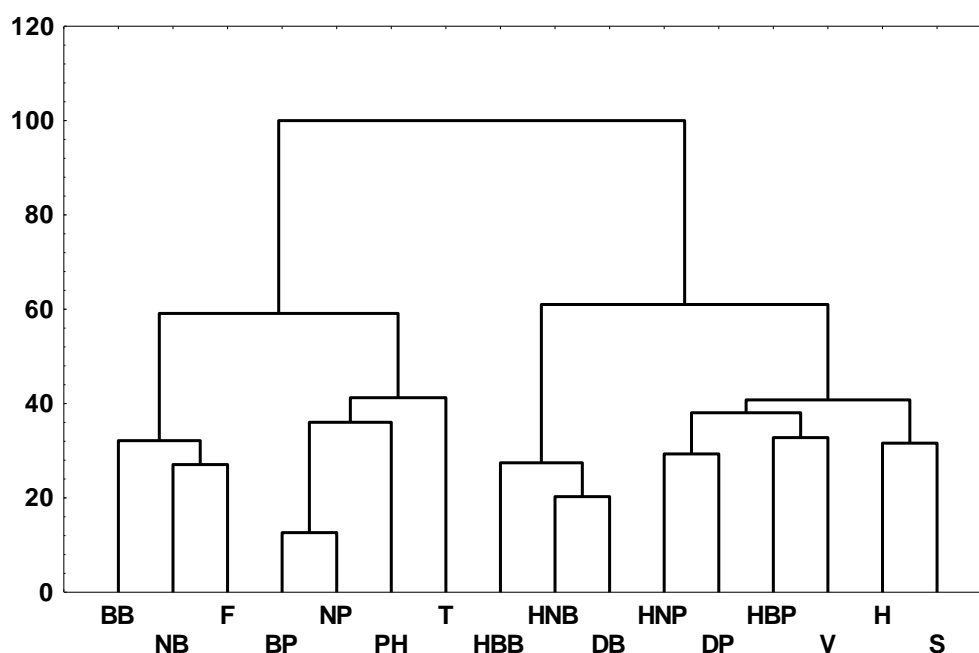


Рис. 1. Сопряженность физико-химических и биологических показателей наскальных ванн (по оси абсцисс - показатели, обозначения в тексте; по оси ординат – расстояние Евклида в процентах от максимального).

Однако величины достоверных коэффициентов парной корреляции биотических и абиотических показателей оказались невысоки (0,26-0,51 по абсолютной величине) и говорить о жесткой линейной детерминации количества видов и обилия биоты физико-химическими характеристиками среды не приходится. В этой связи нельзя не вспомнить, что еще Ч.Дарвин в своем «Происхождении видов» указывал, что распространение организмов и структуру их сообществ определяют, в первую очередь, биотические факторы, такие как конкуренция и хищничество. Абиотические факторы влияют, в основном, опосредованно, изменяя способность разных видов к конкурентной борьбе. В этой связи, в дальнейшей работе приоритетное внимание будет уделено исследованию

трофических и топических связей массовых видов, их взаимоотношению друг с другом.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (экспедиционный грант 02-04-63093).

## Гидрология

Казарьян В.В., Башмачников И.Л., Акимова А.Н., Колдунов Н.В., Раилкин А.И., Плоткин А.С.\*, Пименов А.Ю., Усов Н.В.  
Вертикальная структура прибрежных вод губы Чупа Белого моря

\* - Зоологический институт РАН

Многие биологи интуитивно считают, что в морской среде течения в той или иной степени турбулизованы. Такой характер течения в прибрежной зоне может быть как следствием приливно-отливных и ветровых явлений, так и определяться рельефом дна. Вполне вероятно, что в турбулентную структуру морских прибрежных вод, особенно в их придонный пограничный слой, определенный вклад могут вносить бентосные сообщества. В настоящем исследовании представлены конкретные данные по термохалинным и динамическим характеристикам прибрежных водных масс.

Вертикальная структура вод была изучена в двух прибрежных районах губы Чупа (Кандалакшский залив Белого моря) – в проливах Подпахта (у подводных стендов 1 и 2) и Оборина Салма (у стендов 3 и 4) – с помощью постановки суточных станций, на которых ежедневно регистрировали температуру, скорость течения и брали пробы воды на соленость. В дополнение к этому структуру придонного слоя изучали методом окрашенной струи с использованием легководолазной техники. Места постановки стендов 2 и 4 характеризовались более активной гидродинамикой по сравнению со стендами 1 и 3.

Полученные данные подтвердили двуслойность вертикальной термохалинной структуры вод губы Чупа, которая обусловлена поступлением через проливы двух водных масс: поверхностной высокобореальной атлантической, более теплой и менее соленой, и придонной арктической, менее теплой и более соленой. По средней температуре бассейны проливов Оборина Салма и Подпахта мало отличаются в поверхностном слое и сильно разнятся у дна. По

солёности же наблюдается обратная картина: сильные различия на поверхности и сравнительно небольшие у дна. Глубинные воды в Подпахте теплее, чем в Обориной Салме, а температурные различия между поверхностными и глубинными водами не столь велики. Сильно распреснённые воды эстуария реки Кереть понижают солёность поверхностного слоя Подпахты и образуют галоклин на глубине 0-2м, имеющий значительные градиенты солёности. В придонных слоях солёность подвержена лишь небольшим колебаниям. В Обориной Салме солёность на глубине также изменяется незначительно.

С динамической точки зрения, воды в изученных акваториях можно разделить условно на три подслоя: верхний, средний и нижний. Толщина верхнего подслоя ветрового перемешивания, определяется метеоусловиями (скоростями ветра). Так, в Обориной Салме при сильном ветре, его порывы сказывались до глубины 5 м. Однако в среднем, учитывая данные прошлого, 2001, года, следует говорить о толщине верхнего подслоя порядка 2 м. Средний подслоя приливо-отливного перемешивания распространяется от подслоя ветрового перемешивания и не достигает полуметра до дна. Здесь на скорости течений оказывают определяющее влияние приливы и отливы. Скорее всего именно благодаря им происходит и перемешивание в этом подслое, которое отражается также на положении термо- и галоклинов. В нижнем подслое проявление приливо-отливной изменчивости сравнительно невелико. Вместе с тем, в нем отчетливо проявляются турбулентные пульсации (см. Табл. 1).

Таблица 1. Турбулентный обмен в придонном слое.

Расстояние от дна, см	Коэффициенты турбулентного обмена							
	Стенд 1		Стенд 2		Стенд 3		Стенд 4	
	$k_y$	$k_z$	$k_y$	$k_z$	$k_y$	$k_z$	$k_y$	$k_z$
20	9,9	3,1	0,8	1,3	0,17	0,17	0,15	0,35
40	10,9	1,2	1,4	1,7	0,09	0,09	0,14	0,17
60	1,9	0,8	1,4	1,1	0,07	0,07	0,08	0,11
80	2,1	0,7	1,1	0,5	0,02	0,02	0,08	0,11
100	1,0	0,8	0,7	0,1	-	-	0,06	0,06
120	1,1	1,1	0,4	0,1	-	-	-	-

Примечание:  $k_y$  ( $k_z$ ) – коэффициент горизонтальных (вертикальных) турбулентных пульсаций,  $см^2/с$ ;  $k = V (1/3\sigma)^2/l$ , где  $V$

– скорость течения в точке измерения (см/с),  $\sigma$  - ширина (высота) струи (см) на расстоянии  $l$  (см) от точки истечения.

Полученные результаты показывают, что именно в нижней части придонного слоя, т.е. там, где находятся бентосные сообщества, наблюдаются наиболее выраженные турбулентные пульсации. В совокупности с другими данными, полученными авторами настоящего сообщения в 2001-2002 гг., это позволяет считать, что бентосные сообщества могут вносить свой вклад в структуру придонного пограничного слоя.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, гранты №№ 01-04-48822 и 02-04-69093.

## Зоология беспозвоночных

Аристов Д.А., Полоскин А.В.\* Экология и питание представителей семейства *Naticidae* (Pectinibranchia) на литорали Кандалакшского залива Белого моря

\* - Лаборатория экологии морского бентоса (Гидробиологии) СПбГДТУ

Переднежаберные моллюски семейства *Naticidae* – широко известные бентосные хищники-малакофаги. Питаясь двустворчатыми и брюхоногими моллюсками, они с помощью специальной сверлильной железы и радулы просверливают раковину жертвы. Таким образом, раковины с характерными следами сверления маркируют места обитания натицид и позволяют оценить их рацион. Кроме того, можно предположить размер хищника, так как он тесно связан с диаметром сверления.

В Белом море обитают четыре вида семейства *Naticidae*, относящиеся к четырем родам – *Amauropsis islandica*, *Cryptonatica clausa*, *Lunatia pallida* и *Pseudopolinices nanus*. За исключением последнего, все указанные виды обитают в широком диапазоне глубин, встречаясь даже на литорали (Голиков, 1985). Однако, для Белого моря существуют данные о питании этих моллюсков лишь в сублиторали. В рационе натицид отмечено 19 видов двустворчатых и 13 брюхоногих моллюсков (Полоскин, 1995).

Неоднократные обнаружения кладок натицид и просверленных раковин жертв этих хищников побудили нас к проведению исследования

особенностей обитания и пищевого поведения на литорали Кандалакшского залива.

Работы проводились на территории Кандалакшского Государственного природного Заповедника в вершине Кандалакшского залива (Северный архипелаг), а также в районе Керетского архипелага (губа Чупа) в 2001-2002 году.

На литорали обследованных районов было обнаружено 5 мест, в которых существуют поселения натицид. На илисто-песчаных грунтах приливно-отливной зоны Кандалакшского залива встречены 3 вида *Naticidae*: *A.islandica*, *C.clausula* и *L.pallida*. Наиболее часто встречаемым видом натицид является *A.islandica*, реже встречается *C.clausula* и, лишь единично, была встречена *L.pallida*. Все участки, на которых встречены натициды, располагались в кутах губ или в закрытых зонах побережья, а также характеризовались отсутствием четко выраженного пояса фукоидов, расположенного на границе литорали и сублиторали. Предполагается, что последний препятствует выходу моллюсков из глубоководных горизонтов. В прибрежной зоне натициды обитают у 0 глубин и на нижней литорали, не поднимаясь выше уровня квадратурного отлива.

Натициды ведут закапывающийся образ жизни, большинство обнаруженных нами экземпляров располагались в толще грунта на глубине от 2 до 6 см. Изредка натициды появляются на поверхности грунта в прилив.

В пределах поселения особи натицид располагаются мозаично, о чем свидетельствуют значительные вариации плотностей: так, для *A. islandica*, максимальная плотность равняется 60 экз/м<sup>2</sup>, средняя – 7,3 экз/м<sup>2</sup>; *C.clausula* - 8 и 1,2; для *L.pallida* – 4 и 0,5 экз/м<sup>2</sup> соответственно. Как правило, поселения натицид на литорали моновидовые. В связи с этим представляется возможным с большой вероятностью отнесение всех найденных просверленных моллюсков на этом участке к жертвам данного вида натицид.

В рацион беломорских *Naticidae* на литорали входит 5 видов моллюсков: *Macoma balthica*, *Mya arenaria*, *Mytilus edulis*, *Littorina littorea* и *Littorina saxatilis*. Самый широкий спектр жертв отмечен у *A.islandica*, в питание которого из перечисленных видов отсутствуют лишь брюхоногие моллюски. Только по два вида жертв отмечены *C. clausula* и *L.pallida*, это представители рода *Littorina* и *M.balthica*. При этом просверленные створки *M.balthica* встречаются на всех исследованных участках, таким образом, моллюски этого вида является излюбленным объектом питания всех натицид на литорали.

Барбина А.А., Батагов А.О. Анализ морфологии и популяционной структуры литторин «видов-двойников» в отдельных местах обитания Белого и Баренцева морей

Видовой состав рода *Littorina* в Белом море насчитывает 4 вида, в Баренцевом – не менее 6. Идентификация видов рода *Littorina* традиционно производилось по признакам внешней морфологии раковины. Однако эти признаки не позволяют надежно различать представителей комплексов «видов-двойников» *L.obtusata-L.fabalis*, а также *L.saxatilis - L.compressa - L.arcana*. Более того, именно северные варианты этих видов характеризуются наименьшими межвидовыми различиями морфологических особенностей раковины (Reid, 1996).

В ходе данной работы был применен новый метод извлечения знаний (data-mining) из данных о морфологии и популяционной структуре литторин в отдельных местообитаниях на литорали Баренцева и Белого морей. Метод основан на нелинейной интерполяции функций многих переменных с помощью нечетких чисел (Zadeh, 1975). В настоящей работе использовалась реализация подхода с помощью вероятностных нейронных сетей PNN (Probabilistic Neural Networks) (Медведев, Потемкин, 2002; Wasserman, 1993). Несмотря на то, что сегодня теория нечетких множеств широко применяется в науке, технике и экономике (Змитрович, 1997; Джексон, 2001), к сожалению, она еще не получила существенного распространения в биологии, вероятно, в силу своей новизны. Исключения составляют медицинские и медико-биологические экспертные системы диагностики (Джексон, 2001). Применяемый подход позволил создать эффективную модель для исследования широкого круга ранее труднорешаемых или нерешаемых задач биологии и систематики исследуемых видов, таких, как эффективное определение «видов-двойников» и подбор критериев для него, выявление скрытых зависимостей между морфологическими и экологическими параметрами исследуемых объектов. В ходе данного исследования предложен новый метод экспресс-анализа литторин на зараженность различными видами трематод. В работе выполнено математическое исследование примененного подхода и показаны его преимущества по сравнению с некоторыми классическими методами биометрии, такими как дискриминантный, кластерный, лог-линейный виды анализов.

Работа поддержана грантами РФФИ №№ 02-04-48725 и 02-04-63108К.



Басова Л.А. Размерно-возрастная структура и полиморфизм окраски *Macoma balthica* (L.) (Bivalvia, Tellinidae) пролива Узкая Салма (Керетский архипелаг, Белое море)

*Macoma balthica* — массовый обитатель осушной зоны морей субарктических и бореальных широт. Уникальной для ракушек северных морей особенностью маком является полиморфная окраска раковины. Ранее закономерности «поведения» полиморфного признака окраски в локальном масштабе не изучались. Целью настоящей работы было изучение размерно-возрастной структуры и полиморфизма окраски *Macoma balthica* в градиентных условиях. В качестве модели для исследования был выбран пролив Узкая Салма, находящийся под воздействием стока реки Кереть. Вдоль обследованного 5-километрового северного берега Узкой Салмы соленость воды по отливу менялась от 18,0 ‰ в мористой до 0,75 ‰ в речной части. Распределение маком на литорали имело мозаичный характер, что связано с распределением пригодных для обитания моллюсков биотопов. Было исследовано 11 поселений моллюска, обитающих на разных горизонтах литорали в разных частях пролива. Каждое поселение было охарактеризовано 3 количественными пробами площадью 1/10 м<sup>2</sup>. В ряде случаев для описания изменчивости окраски дополнительно отбирались качественные пробы. При сборе проб грунт вынимался на глубину 10 см и промывался через сито с ячейей диаметром 0,5 мм. При анализе данных поселения были сгруппированы по солености (0,75-1,5 ‰, 1,5-10,5 ‰, 10,5-18 ‰) и горизонту литорали (нижний 0-0,4 м, средний 0,5-0,6 м и верхний 0,7-1,0 м от 0 глубин). Это позволило анализировать (раздельно) влияние факторов «горизонт» и «соленость» на популяционные параметры макомы — плотность, темпы роста, частоты разных возрастных групп и морф окраски методом дисперсионного анализа. Связи между горизонтом и соленостью в наших данных не было.

По итогам проведенного исследования были получены следующие результаты. *Плотность.* Плотность между поселениями варьировала от 46,7 до 470,0 экз/м<sup>2</sup>. Распределение плотности было связано с горизонтом — максимальная плотность наблюдалась на среднем горизонте. Связи между плотностью и соленостью выявлено не было. *Возрастная структура.* В поселениях, были представлены особи от 1 до 8 лет. В большинстве случаев, возрастная структура была депрессивной, с доминированием 3-6-летних моллюсков. Фактор солености значимо влиял на самых молодых, 1-2-летних моллюсков: к устью реки их доля в поселениях снижалась. Фактор горизонта значимо влиял на самых старых, 7-8-летних моллюсков, которые по преимуществу были приурочены к верхним горизонтам литорали. *Рост.* Темпы роста маком в поселениях

Узкой Салмы не высоки — к 7-8 годам они достигают в среднем 13-15 мм длины. В ряде случаев рост моллюсков описывался линейным, но не S-образным трендом, что не позволило использовать в качестве модели роста уравнение Бергаланфи. Факторы солености и горизонта не оказывали значимого влияния на средние приросты разных годов жизни. *Соотношение частот морф.* По окраске внутренней стороны створок различались белые, красные, желтые и оранжевые морфы. В большинстве поселений Узкой Салмы доминировали белые морфы (35-60 %), оранжевые составляли 25-49 %, красные — 15-20 %, желтые — 0-10 %. Такое соотношение частот морф характерно и для других поселений макамы Керетского архипелага Белого моря. Ни один из факторов не оказывал значимого влияния на частоты морф в поселениях. Не было значимых различий в частотах морф и между разными возрастными группами. Были проведены сравнения приростов разных лет у разных морф. В большинстве случаев, также как и в других частях Керетского архипелага, максимальные значения приростов наблюдались у оранжевых, минимальные — у белых морф. Однако, в пределах Узкой Салмы влияние фактора «морфа» на приросты не было статистически достоверным.

В рамках гипотетической схемы наследования признака окраски (Стрелков и др., 2001), оранжевые морфы рассматриваются как гетерозиготы, красные и желтые — как альтернативные гомозиготы по локусу «цветной окраски». В большинстве поселений частота оранжевых морф — гетерозигот по гипотетическому локусу, соответствовала ожидаемому по Харди-Вайнбергу. В тоже время значения дефицита гетерозигот значимо возрастали с увеличением солености.

Таким образом, градиент река-море («соленость») влияет на численность молодых, в то время как глубина обитания («горизонт») — на плотность моллюсков и численность старых особей. Вероятно, молодые моллюски плохо переносят опреснение и приурочены к сублиторали. Отсутствие ряда ожидаемых эффектов, как то различий в темпах роста на разных горизонтах и в местах с разной соленостью вероятно связано с «пятнистым» распределением пригодных для макамы биотопов и с тем, что оптимальный диапазон солености для макамы шире диапазона значений фактора, наблюдаемого в Узкой Салме. Отсутствие влияния природных градиентов на частоты морф окраски согласуется с представлениями о главенствующей роли исторических, но не современных экологических факторов в формировании пространственной структуры популяций по этому признаку (Beukema, Meehan, 1985). В тоже время представляется, что для окончательного ответа на этот вопрос требуются дополнительные исследования.

Галактионов Н.К., Николаев К.Е. Анализ пространственного распределения зараженности беломорских мидий (*Mytilus edulis*) метацеркариями *Himasthla elongata* (Trematoda: Echinostomatidae)

В прибрежье Белого моря одним из массовых паразитов чаек являются трематоды *Himasthla elongata* (сем. Echinostomatidae). В их жизненном цикле роль первого промежуточного хозяина играют литоральные моллюски *Littorina* sp., а второго – мидии *Mytilus edulis*. Летом 2002 г. нами исследовалась зараженность мидий метацеркариями *Himasthla elongata* на литорали устьевой части губы Чупа. Моллюсков собирали в четырех различных точках (I – о. Феттах; II – о. Иванов, пересушка; III – о. Иванов, мыс; IV – Кемь-луды), различающихся по гидродинамике и структуре литорали. Всего было отобрано 13 проб *Mytilus edulis*. У каждой мидии измеряли длину раковины и определяли возраст. Моллюсков с длиной раковины менее 5 мм не исследовали. В пробах вскрывали по 5 мидий каждого возраста и подсчитывали число метацеркарий *Himasthla elongata*. Всего было препарировано 390 моллюсков. Кроме того, для выявления заражения редиями *Himasthla elongata* в каждой точке было собрано по 100 экз. моллюсков *Littorina saxatilis*.

Зараженность обследованных поселений *Mytilus edulis* метацеркариями (экстенсивность инвазии, ЭИ) в точках I - IV составила, соответственно,  $64 \pm 11,4\%$ ,  $37 \pm 10,5\%$ ,  $36 \pm 10,3\%$  и  $91 \pm 8,5\%$ . Максимальная интенсивность инвазии (ИИ) (21 метацеркария на особь) отмечена на Кемь-лудах (IV), где наиболее высока и ЭИ мидий. На о. Феттах (I), втором по показателю ЭИ моллюсков, ИИ составила 2 метацеркарии на особь, а в точках II и III ИИ была не выше 1 личинки паразита. Для всех точек выявлена прямая зависимость ЭИ и ИИ метацеркариями от возраста мидий. Зараженность партенитами *Littorina saxatilis* на Кемь-лудах составила 21% в то время как в остальных точках – 1-2%.

Полученные данные показывают, что заражение мидий мало зависит от характера литорали – близкие значения ЭИ и ИИ отмечены на сильно промываемой литорали точки II и в защищенной от прибоя точке III. В то же время зараженность на прибойном мысу о.Феттах (I) была выше, чем в обеих этих точках. По-видимому, основным фактором, определяющим уровень заражения в популяциях моллюсков, оказывается присутствие окончательных хозяев паразита – чаек. На это указывает высокая зараженность как мидий, так и литторин на Кемь-лудах (IV), где точка сбора располагалась вблизи колонии серебристых чаек.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ №01-04-49646.

Голикова Е.А., Фатеев А.Э. Исследование температурной устойчивости полихет *Fabricia sabella* Muller и *Fabriciola baltica* Friedrich (Sabellidae, Fabriciinae) из акватории Керетского архипелага Белого моря

Вертикальное распределение двух видов фабрициин — *Fabriciola baltica* и *Fabricia sabella* — в верхних горизонтах бентали района Керетского архипелага Белого моря близко к альтернативному. Ядро численности *Fabriciola baltica* приурочено к верхней сублиторали и нижнему горизонту осушной зоны. Вверх по литорали обилие вида резко снижается. Наиболее плотные поселения *Fabricia sabella* были обнаружены в средней и даже верхней частях литорали, тогда как в ее нижнем горизонте и в сублиторали вид малочисленен. Так как одним из основных факторов, определяющих в условиях Белого моря вертикальную стратификацию бентоса, выступает температура, были начаты исследования сравнительной термостойкости двух этих видов.

Летние наблюдения 2001 года показали, что прогрев верхнего слоя грунта населенных полихетами горизонтов илисто-песчаной литорали может достигать в отлив +24 - +25°C. В рекогносцировочной серии экспериментов изучали резистентность особей старших возрастных групп *Fabriciola baltica* и *Fabricia sabella* к нагреванию до температуры +24°C. Экспозиция животных, соответствующая реальной продолжительности осушения в нижней (2 и 4 часа) и средней (6 часов) частях литорали не выявила различий между видами. Смертность носила единичный и случайный характер. В следующей серии экспериментов изучали резистентность к нагреванию до +35°C взрослых червей обоих видов, а также особей *F.sabella* возрастной категории, соответствующей по размерам используемым в опытах *Fabriciola baltica* (взрослые черви у этого вида мельче, чем у *Fabricia sabella*). Продолжительность прогрева составила 2, 4, 6, 8, и 10 часов. Смертность *F.baltica* в экспериментальных группах росла практически линейно от 10% при 2 ч. экспозиции до 98% при 10-и часовой выдержке. Гибель червей обеих размерных категорий *Fabricia sabella* имела единичный характер и достигла максимального значения в 6% лишь при 8-и часовой экспозиции.

Полученные результаты показали существенные различия в термоустойчивости между видами. Воздействие повышенной температуры в дозах, близких к максимальным в реальных условиях оказалось субрезистентным для взрослых особей обоих видов. Однако, потенциальная граница резистентности к нагреванию у *F.sabella* существенно выше, чем у *Fabriciola baltica*. Это позволяет предполагать и более низкий предел толерантности *F.baltica* к нагреванию. В такой ситуации массовая колонизация этим видом верхних частей беломорской

литорали может быть ограничена именно субоптимальным температурным режимом грунтов в летний период.

Гранович А.И., Михайлова Н.А.\*, Знаменская О.С., Петрова Ю.А. Многолетняя динамика зараженности трематодами совместнообитающих популяций литторин: опыт двадцатилетнего анализа в модельной точке губы Чупа Белого моря

\* - Институт цитологии РАН

Интерес к исследованию структуры и функционирования паразитарных систем, в последние годы значительно возрос. Это связано с пониманием эволюционной значимости паразитов для животных-хозяев и роли паразитов в функционировании биоценозов. Тем более остро ощущается необходимость получения фактических данных о взаимодействии в системах паразит-хозяин природных сообществ. Анализировать динамику взаимодействий популяций паразитов и их хозяев можно лишь на основании длительных мониторинговых исследований, проведение которых достаточно трудоемко. Именно поэтому каждая работа, позволяющая реконструировать динамические аспекты взаимодействий популяций паразита и хозяина, чрезвычайно важна.

Представляемые данные – результат исследований, проводимых на участке каменистой литорали губы Чупа Белого моря (небольшой заливаемый во время прилива островок - корга у Левин-наволока) в течение 20 лет по стандартной методике. Основная цель исследования – оценка динамики популяционных показателей литоральных моллюсков рода *Littorina* и их сопряженности с «воздействием» трематод, что позволяет анализировать динамику взаимодействий паразит-хозяин на популяционном уровне.

Материал получали ежегодно в летние месяцы с использованием системы количественных сборов, позволяющих оценить зональное распределение моллюсков-хозяев, а также их распределение по различным типам субстратов. Сборы разбирали в лаборатории, где определяли размеры, возраст, пол, фенотип (по признакам цветового полиморфизма окраски раковины и ребристости), плодовитость, а также зараженность трематодами. Все показатели учитывали у каждого моллюска из каждой количественной пробы. Такой анализ проводили для моллюсков трех видов – *Littorina saxatilis*, *L.obtusata* и *L.fabalis*. Таким образом, получены данные о структуре популяций трех видов моллюсков-

хозяев, распределении зараженности в их популяциях, а также о многолетней динамике всех показателей.

Данные свидетельствуют о существенной зараженности партенитами трематод (всего 10 видов) в исследуемой точке литорали. Суммарная экстенсивность инвазии трематодами подвержена значительной многолетней динамике (от менее 15 до более 70%) и изменяется циклически. Динамика экстенсивности инвазии определяется наиболее часто встречающимся в популяциях *L.saxatilis* и *L.obtusata* видом трематод – *Microphallus piriformes* и имеет согласованный характер в популяциях обоих видов хозяев. Динамика зараженности близкими видами трематод – *M.pugmaeus* и *M.pseudopugmaeus* скоррелирована с зараженностью моллюсков *M.piriformes*. Другие виды трематод не проявляют существенных изменений экстенсивности инвазии.

Как в структуре популяций моллюсков, так и в распределении трематод в популяциях хозяев, можно выделить устойчивые, воспроизводящиеся год от года черты. Из них отметим особенности возрастного распределения моллюсков по зонам и субстратам литорали, соотношение плотности поселения моллюсков в различных микробиотопах, соотношение экстенсивности инвазии трематодами в соответствии с мозаичностью и зональностью местообитаний хозяев, характерное распределение трематод по возрастным и половым группам моллюсков и др. Постоянство этих показателей динамическое, оно проявляется на фоне значительного изменения плотности поселения моллюсков и различной год от года экстенсивности инвазии трематодами. Другие популяционные характеристики моллюсков-хозяев подвержены существенной динамике и могут быть как независимы от изменений экстенсивности инвазии, так и сопряжены с ними.

Воздействие трематод на популяции хозяев необходимо расценивать как существенное, поскольку в некоторые годы более половины состава их популяций заражены трематодами. Учитывая необратимую паразитарную кастрацию особей, зараженных партенитами трематод, можно оценить снижение репродуктивного потенциала популяций хозяев как 4-8-кратное. Анализ полученных данных позволяет выявить важные индивидуальные особенности литторин, обитающих в условиях сильной зараженности, а также особенности структуры их популяций. Эти особенности рассматриваются в качестве адаптаций, сформировавшихся на индивидуальном и популяционном уровне в условиях динамического, но неизменно высокого воздействия трематод.

Работа поддержана грантами РФФИ №№ 02-04-48725 и 02-04-63108К.

Гришанков А.В., Шунатова Н.Н. Структура сообщества сессильных гидробионтов, ассоциированного с раковинами *Chlamys islandicus* Mull. (Lammelibranchia)

Материал собран летом 2000-2002 гг. в нескольких точках Соловецкого залива (Онежский залив Белого моря). С морского дна при помощи шлюпочной драги добывали раковины моллюсков, на которых учитывали эпибионтов и перфораторов. В составе эпибионтов обнаружены различные протисты, губки, гидроиды, мшанки, брахиоподы, усонogie, двустворчатые моллюски, внутрпорошицевые и асцидии. По показателям обилия доминируют усонogie и мшанки. Перфораторы представлены губками, форонидами и многощетинковыми червями. Показано, что состав и обилие видов различны на верхней и нижней створках раковин. Изучена пространственная изменчивость структуры сообщества, обнаружена ее зависимость от свойств поселения гребешка. Также показано, что видовой состав и обилие организмов различны на моллюсках разного размера, что, вероятно, отражает динамику сообщества.

Добрецов С.В., Чикадзе С.З., Раилкин А.И., Плахотникова Ю.В. Индукция оседания личинок *Mytilus edulis* и *Obelia loveni*

В ходе лабораторных опытов на Морской Биологической станции СПбГУ в августе 2000-2002 г. было исследовано влияние химических индукторов (гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК); дигидроксифенилаланина (L-ДОФА); KCl; изобутилметилксантина (ИБМК) и ацетилхолина) на оседание личинок мидии съедобной *M.edulis* и гидроидного полипа *O.loveni*. В опытах использовали личинок мидий готовых к оседанию, которых собирали из планктона. Планул обелий получали из гонофор колоний согласно методике А.И.Раилкина (1995).

Перед началом экспериментов были приготовлены растворы исследуемых веществ в профильтрованной стерильной морской воде. KCl испытывали в концентрации 10, 20, 30 и 40 mM, а остальные вещества в концентрации  $10^{-2}$ ;  $10^{-3}$ ;  $10^{-4}$ ;  $10^{-5}$  и  $10^{-6}$ М. По 20 личинок были помещены в маленькие чашки Петри, содержащие 2,5 мл тестируемого вещества. Опыты проводили в пяти повторностях. В качестве контроля использовали стерильную морскую воду.

Проведенное исследование позволило установить, что концентрации  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  и  $10^{-6}$  М ИБМК стимулируют оседание педивелигеров *M.edulis*, а в концентрации  $10^{-4}$  М ИБМК индуцировал оседание планул *O.loveni*. Более 60% личинок мидий оседали в растворах L-ДОФА  $10^{-5}$ – $10^{-6}$  М.

Ацетилхолин в меньшей мере индуцировал оседание личинок мидий и не оказывал влияния на оседание планул обелий. ГАМК не индуцировал оседание личинок *M.edulis* и *O.loveni*. KCl стимулировал оседание планул обелий и не влиял на оседание личинок мидий. Максимальные концентрации изученных индукторов приводили к гибели личинок.

Известно, что действие ИБМК связано, с одной стороны, с увеличением концентрации циклического АМФ, контролирующего оседание и метаморфоз личинок, а с другой, с увеличением транспорта  $Ca^{2+}$ , который необходим для процессов оседания и прикрепления (Pawlik, 1992). Раннее было показано, что ИБМК индуцирует оседание личинок полихет, моллюсков и усоногих раков. Наши данные свидетельствуют, что ИБМК стимулирует оседание личинок гидроидных полипов. Можно предположить, что ИБМК не действует на какой-то определенный рецептор, индуцирующий оседание личинок, а стимулирует оседание опосредованно.

Дякин А.Ю., Паскерова Г.Г. Неогамная грегарина беломорской голотурии *Chiridota laevis*

Несмотря на более чем 150 летнюю историю изучения, главным критерием систематики грегарин является характеристика жизненного цикла, а не морфологические особенности паразитов. Данное исследование посвящено изучению вида *Urospora chiridotae* на светооптическом уровне.

*Urospora chiridotae* (Dogiel, 1906) Goodrich, 1925, паразитирует на кишке и в кровеносных сосудах морской голотурии *Chiridota laevis*. Трофозоиты некоторых уроспорид, в отличие от большинства грегарин, неподвижны. Однако паразиты, как правило, встречаются попарно, т.е. в стадии сизигия. Поэтому многие исследователи (Dogiel, 1906, Боголепова, 1953, Levine, 1977 и др.) предлагают считать неподвижных уроспорид неогамными формами, у которых сизигий формируется на раннем этапе жизненного цикла, на стадии спорозоида. Сизигии латеральные. Ооциста гетерополярная, овальная, на одном конце располагается воронка, в то время как на другом - длинный хвостовой придаток (Dogiel, 1906; Боголепова, 1953). К таким неогамным формам относится *Urospora chiridotae*.

Сбор материала производился на Морской биологической станции СПбГУ. Голотурии анестезировались  $MgCl_2$  и вскрывались под бинокуляром. Прижизненные наблюдения за грегаринами проводились на временных препаратах. Фиксированный материал обрабатывался



традиционными гистологическими методами для получения постоянных окрашенных препаратов.

При вскрытии в теле голотурии обнаруживаются несколько форм паразитов. Наиболее часто грегарины встречаются на кишке («кишечные» формы) и в кровеносных сосудах («кровеносные» формы). В большинстве случаев и «кишечные», и «кровеносные» формы находятся на стадии сизигиев. Иногда в некоторых экземплярах голотурий обнаруживаются гамонты, которые располагаются на своеобразных папиллах. Клетки «кишечных» грегаринов имеют шаровидную форму. Они целиком окружены уплощенными клетками целомического эпителия хозяина. Ядро располагается центрально, цитоплазма может быть заполнена вакуолями. «Кровеносные» грегарины имеют кеглеобразную форму. Они прикрепляются своим узким концом к стенке кровеносного сосуда. Поверхность клеток грегаринов несет на себе множество волосовидных выростов—цитопилей. Ядро располагается в расширенной части клетки. В большинстве случаев перинуклеарное пространство расширенно. В ядре эксцентрично располагается нуклеосома. Гамонты, встречающиеся исключительно на стадии сизигиев, имеют вытянуто-каплевидную форму. На поверхности отсутствуют цитопили, а ядро располагается центрально.

Различные представители сем. *Urosporidae* паразитируют в хозяине сходным образом. Известно, что трофозоиты *Gonospora holoflora* окружаются клетками целомического эпителия (Pomory & Lares, 1998). Множество видов имеют нуклеосому в ядре, при этом авторы указывают на то, что в нуклеосоме сосредоточен весь генетический материал клетки (Dogiel, 1906; Боголепова, 1953). Некоторые авторы отмечают образование своеобразных папилл на кишке, на которых располагаются гамонты или гаметоцисты (Changeux, 1961).

Полученные нами данные отвечают описаниям *U.chiridotae* и других видов рода *Urospora*, предложенные В.А.Догелем, И.И.Боголеповой и другими. На основе наших результатов мы можем предположить следующую схему жизненного цикла *U.chiridotae*, в ходе которого наблюдаются закономерные морфологические изменения клетки. Очевидно, в полость целома спорозоиты попадают через стенки кишечника, пробуравливая ее. Местом прикрепления молодых трофозоитов является наружная стенка кишки, обращенная в полость целома. Так формируются «кишечные» формы. По мере своего развития трофозоит окружается клетками хозяина. У голотурии *Chiridota laevis* кровеносный сосуд тесно связан с кишечной трубкой. Поэтому спорозоиты могут пробуравливать не только стенку кишки и окружающий ее перитониум, но и стенку кровеносного сосуда. Один из полюсов клетки паразита остается прикрепленным к эпителиальным клеткам. Так формируются «кровеносные» формы. Крупные трофозоиты могут терять

связь со стенкой кровеносного сосуда и становится свободными паразитами. Различия в форме клеток «кишечных» и «кровеносных» форм не считаются нами уникальными. Вероятно, обитание этих двух форм в разных условиях среды: неограниченное пространство целома и свободная циркуляция целомической жидкости и, наоборот, узкое пространство с направленным током жидкости внутренней среды – способствуют изменению внешней формы у особей одного вида. Наличие цитопилей на поверхности трофозоитов, возможно, говорит об активном питании клеток. К зрелости у трофозоитов обеих форм изменяется морфология ядра: оболочка ядра утолщается, что говорит о его неактивности. К сожалению, наблюдать стадии гаметогонии и спорогонии нам не удалось.

Таким образом, жизненный цикл *Urospora chiridotae* характеризуется образованием сизигиев на раннем этапе жизненного цикла, на стадии спорозоиота. Явление неогамии, видимо, обусловлено неподвижностью трофозоитов. В зависимости от локализации клетка паразита принимает характерную форму и развивается, проходя определенные морфологические изменения.

Католикова М.В., Хоменко Е.С., Флячинская Л.П.\* Особенности раннего развития мидии *Mytilus edulis* L. из Белого и Баренцева морей в различных температурных условиях

\*- Зоологический институт РАН

Разные популяции *M. edulis* обитают в различных гидрологических условиях. В период личиночного развития мидии (июль), средняя температура и соленость в Баренцевом море составляет порядка 8°C и 34 ppt, в Белом - 14°C и 24 ppt. Насколько различаются особенности развития мидий из разных популяций и являются ли эти адаптации наследственными, не известно. Целью настоящей работы было изучить особенности раннего развития мидий из двух морей и их гибридов.

В работе исследованы мидии из губы Чупа (Белое море) и с Восточного Мурмана (Баренцево море). Были проведены два эксперимента: 1. с неакклимированными животными, прошедшими созревание в природных популяциях; 2. с акклимированными животными, прошедшими созревание в одинаковых – беломорских условиях. Схема экспериментов была следующей: половые продукты, полученные от 10 особей каждого пола и происхождения, использовались в двух прямых и двух реципрокных скрещиваниях. Потомство развивалось при постоянных температурах 5, 10 и 15°C до стадии велигера при солености 24 ppt. В

ходе экспериментов отслеживались темпы развития, смертность и количество аномалий развития личинок в культурах. Относительно низкие темпы развития, высокая смертность и большое количество аномалий развития в одинаковых условиях считались приметами угнетенного состояния личиночных культур.

В эксперименте 1 особенности развития в первую очередь определялись происхождением самок. Потомки баренцевоморских самок были угнетены, относительно беломорских, в 15°C (по всем признакам), в 10°C различий между культурами не было. Температура 5°C оказалась неблагоприятной для развития всех культур, хотя на самых ранних стадиях темпы развития потомков баренцевоморских самок были выше.

В эксперименте 2 происхождение самок не оказывало очевидного влияния на развитие личинок, наиболее благоприятной для развития всех культур была температура 10°C. По ряду показателей чистые культуры оказались более угнетенными, чем гибридные. В 15°C это проявилось в высокой смертности, в 5°C - в высокой доле аномалий развития, во всех температурах - в более низких темпах развития.

*Выводы.* Особенности развития мидий в разных условиях, в том числе, определяются ненаследственными цитоплазматическими факторами. Гибриды мидий из двух гидрологически изолированных популяций – губы Чупа и Восточного Мурмана, демонстрируют признаки «гибридной мощности», что может отражать степень генетических различий между этими популяциями.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 00-04-49328.

Крапивин В.А., Полоскин А.В.\* Особенности биологии *Malacobdella grossa* (O.F. Muller), обитающей в мантийной полости двустворчатого моллюска *Arctica islandica* в губе Лебяжьей Кандалакшского залива Белого моря

\* - Лаборатория экологии морского бентоса (Гидробиологии) СПбГДТЮ

Немертина *Malacobdella grossa* (O.F.Muller) ведет нехарактерный для представителей своего типа образ жизни: взрослые особи этого вида обитают в мантийной полости и сифонах моллюсков. Эта немертина встречается у 12 видов двустворчатых и одного вида брюхоногих моллюсков. Считается, что *M.grossa* - комменсал и не оказывает никакого воздействия на хозяина. Однако существуют и другие точки зрения на этот счет: так, описаны случаи нахождения в кишечнике немертины

эпителиальных клеток, по всей видимости, принадлежавших моллюску-хозяину (Guberlet, 1928, цит. по Gibson, 1968).

Показано, что *M.grossa* в Белом море обитает в *Mya truncata* и в *Arctica islandica*. Р.Н.Буруковский (1959), изучавший особенности заражения *Mya truncata* в губе Чупа Кандалакшского залива, указывает, что немертина обычно поселяется в ослабленных моллюсках, и что наибольший процент зараженных приходится на долю крупных особей *M.truncata*. Детальных описаний характера зараженности беломорских *Arctica islandica* пока не существует.

Нами было исследовано поселение *Arctica islandica* в губе Лебяжьей (губа Чупа Кандалакшского залива), которое характеризовалось высокой степенью зараженности *M.grossa*. Материал был собран в июне 2001-2002 гг. Всего было обработано 143 моллюска, из них в 18 особях были обнаружены особи *M.grossa*. При этом можно отметить, что зараженность моллюсков в губе Лебяжьей в 2002 году по сравнению с 2001 годом снизилась с 16% до 9%.

*M.grossa* всегда располагались только в мантийной полости моллюсков. У всех зараженных *A.islandica* было отмечено по одной особи немертины, хотя существуют литературные данные, свидетельствующие о возможности множественного заражения (Gibson, 1968).

Наибольшая встречаемость *M.grossa* была отмечена в прибрежном зоне, и в самом глубоководном районе, в центре губы. При этом прослеживается закономерность, что чем ниже плотность поселения моллюсков, тем выше в нем доля зараженных особей.

Различается встречаемость немертин и у моллюсков разного размера. Наиболее высока она среди крупных моллюсков. Так, среди *A.islandica* с длиной раковины 25,1-30 мм – зараженность составляет 4,0%; у моллюсков размером 30,1-35 мм – 11,9%; у 35,1-40мм – 25,7%; и, наконец, у моллюсков с длиной раковины 40,1-45 мм – 33,3%. Сравнивая долю зараженных моллюсков разных полов, мы отметили, что у самок она составляет 16%, тогда как среди самцов - всего 11,3%. Также, была обнаружена прямая зависимость между весом червя, и размерами моллюска-хозяина.

Нами было отмечено, что, хотя в одной размерной группе, зараженные моллюски в среднем крупнее, вес их мягких тканей несколько меньше, чем у незараженных. Возможно, *M.grossa* все же оказывает неблагоприятное влияние на хозяина, но, скорее всего, лишь как трофический конкурент.

Кудрявцев А.А., Кудрявцева А.В., Хоменко Е.С. Изучение соленостной толерантности *Cochliopodium actinophorum* (Lobosea, Himatizmenida)

Соленостная толерантность играет очень важную роль в проникновении амёб в различные типы местообитаний. В последнее время появляется все больше данных об обнаружении амёб, ранее считавшихся пресноводными, в солоноводных местообитаниях, и наоборот. Вероятно, все виды амёб представляют собой совокупности клонов, различающихся по некоторым физиологическим характеристикам, в частности, по ширине зоны соленостной толерантности. Например, нами показано, что устойчивость различных изолятов *Vannella simplex* по отношению к солености среды может сильно различаться. Определив границы зоны соленостной толерантности нескольких изолятов одного и того же морфологического вида, можно предположить, в каких типах местообитаний он может быть обнаружен. Изучение этой характеристики все большего числа видов позволит определить степень перекрытия морской и пресноводной фаун амёб.

Нами была изучена соленостная толерантность трех изолятов амёбы *Cochliopodium actinophorum*. Два изолята были выделены из солоноватоводного местообитания (Белое море, маршевый луг, соленость 2-20 ‰), а один – из пресноводного озера. Соленость акклимации соответствовала солености в первичном высеве, из которого амёбы были выделены: первый изолят из Белого моря культивировали в 10 ‰, второй изолят из Белого моря и изолят из озера - в пресной среде. Данные световой и электронной микроскопии показали полную идентичность всех трех изолятов на морфологическом уровне.

В эксперименте все три изолята продемонстрировали различные зоны соленостной толерантности: первый изолят из Белого моря оказался способен существовать в диапазоне от пресной среды до 30 ‰, второй – в диапазоне от пресной среды до 20 ‰, а изолят из пресноводного озера – от пресной среды до 7 ‰. Интересно отметить, что изолят из пресноводного озера лучше развивался в минеральной среде с соленостью 3-5 ‰, чем в пресной. Таким образом, *Cochliopodium actinophorum* – еще один вид амёб, для которого ширина зоны соленостной толерантности не является видовой характеристикой и, как у *Vannella simplex*, значительно различается у разных изолятов. *Cochliopodium actinophorum*, ранее обнаруживавшийся только в пресных водах, обнаружен нами в солоноватоводном местообитании, подверженном постоянным, значительным колебаниям солености. Наличие довольно широкой зоны соленостной толерантности позволяет этому виду существовать в таких условиях. Наблюдаемое варьирование соленостной толерантности между

разными изолятами в пределах одного морфологического вида *Cochliopodium actinophorum* может быть вызвано внутривидовыми физиологическими различиями, которые частично обусловлены условиями в местообитании, откуда был выделен каждый изолят.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 01-04-49568).

Кудрявцева А.В., Кудрявцев А.А., Хоменко Е.С. Разработка экономичной методики изучения биоразнообразия голых лобозных амёб (*Lobosea*, *Gymnamoebia*) в локальных местообитаниях с океанической соленостью

При проведении экологических исследований лобозных амёб важно наиболее полно открыть фауну местообитания, так как прямой подсчет и идентификация в пробе практически невозможен, а при культивировании в чашке могут развиваться не самые многочисленные виды, а те, кому больше подошли условия культивирования. Известно, что при обогащающем культивировании число наблюдаемых в высевах видов намного меньше, чем в пробе. Видовой состав в высевах сильно зависит от условий культивирования, причем, если в пресноводных местообитаниях решающую роль играет состав культуральных сред, при изучении солоноводных местообитаний появляется дополнительный фактор - соленость. Помимо этого, не известно, какое количество культуральных чашек необходимо посеять и сколько раз просматривать высевы, чтобы обнаружить в каждой культуральной среде максимум видов. Однако в большинстве экологических работ используют только какую-либо одну среду и соленость. Практически никто не пытается обосновать выбор сред и соленостей. Таким образом, результаты подобных исследований могут быть сильно искаженными.

Поэтому разработка методики, позволяющей учесть максимальное количество видов амёб, обитающих в исследуемом месте, затрачивая минимальное количество культуральной посуды и времени на просмотр высевов, является актуальной.

В качестве модельного нами было выбрано местообитание с постоянной океанической соленостью – прибойный участок литорали Баренцева моря (район Дальних Зеленцов). Собранная проба была посеяна в четыре наиболее часто используемые культуральные среды, каждая из которых имела семь соленостей: пресная, 3, 5, 10, 20, 27 и 35 ‰. Для каждой среды с определенной соленостью было посеяно 10 чашек Петри с диаметром 90 мм. Таким образом, в ходе эксперимента всего было посеяно 280 чашек. Высевы просматривали каждую неделю в течении полутора месяцев.

В результате работы мы предлагаем оптимизированную методику открытия максимального числа видов в пробе из местообитания с океанической соленостью: пробы высевать в отвар церофила в три солености – пресную, 5 ‰, а также на выбор в 20 ‰ или 27 ‰. Для каждой солености необходимо высевать 3-4 чашки Петри. Просмотр необходимо проводить четыре раза – на 4-5 день после инокуляции пробы, затем на 7-10 день, 15-20 день и через 30-40 дней.

Используя предложенную методику, удастся сократить число культуральных чашек, необходимых для высева одной пробы до 9-12. Если на просмотр одного высева затрачивать в среднем 20 минут, то на полную обработку одной пробы потребуется всего 3-4 часа.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 01-04-49568).

Николаева М.А., Фатеев А.Э. Некоторые особенности процесса воспроизводства полихет *Fabricia sabella* Müller и *Fabricioloa baltica* Friedrich (Sabellidae: Fabriciinae) в районе Керетского архипелага Белого моря

Одной из причин пространственных флуктуаций численности литоральных поселений *Fabricia sabella* и *Fabricioloa baltica* могут быть различия репродуктивного потенциала в условиях более или менее приближающихся к экологическому оптимуму каждого вида. Для проверки этой гипотезы исследовали интенсивность пополнения молодью в условиях максимального (пространственно изолированные поселения видов) и промежуточного (смешанное поселение видов) обилия *Fabricia sabella* и *Fabricioloa baltica*.

Основной материал собран в нижнем и среднем горизонтах литорали губы Левин Наволок (Белое море) в июне - августе 1996 и 2002 года. Дополнительно использованы данные о воспроизводстве видов летом 1996 года в среднем горизонте литорали губы Дальнезеленецкой (Баренцево море). Учитывали количество эмбрионов в выводковых камерах трубок полихет (индивидуальная разовая плодовитость самок, ИРП) и общее количество производимых самками этих видов эмбрионов и кладок (удельная плодовитость, УП).

Наблюдения показали, что ИРП обоих видов подвержена существенным пространственным флуктуациям. В условиях максимального обилия видов ИРП *F. baltica* (нижний горизонт литорали) может существенно превосходить ИРП самок *Fabricia sabella* (средний горизонт). В смешанных поселениях, формируемых видами в субоптимальных для каждого из них местообитаниях (граница средней и нижней литорали губы Левин Наволок, средний горизонт губы

Дальнезеленецой) ситуация становится обратной. При этом даже в оптимальных для каждого из видов условиях УП самок *F.sabella* несколько превышает этот показатель *Fabriciola baltica*. В результате *Fabricia sabella*, по-видимому, производит большее, чем *Fabriciola baltica* количество кладок и эмбрионов.

Полученные результаты показывают, что гетерогенность распределения двух видов полихет-фабрициин определяет не только элиминация особей, но и пространственная изменчивость их репродуктивного потенциала. При этом *Fabricia sabella*, в целом, более плодовита, чем *Fabriciola baltica*. Последнее обстоятельство объясняет и общее количественное доминирование первого вида над вторым на илисто-песчаных отмелях Керетского архипелага.

Плоткин А.С.\*, Раилкин А.И., Сипенкова Т.М., Герасимова Е.И., Пименов А.Ю., Тихонова И.М. Взаимодействие сообществ подводной скалы с потоком

\* - Зоологический институт РАН

Течение является одним из важных факторов, всесторонне влияющих на формирование и развитие бентосных сообществ. Однако имеется немного работ, в которых были бы исследованы взаимодействия бентосных сообществ с придонным слоем. В настоящей работе сделана попытка изучить, как бентосные сообщества влияют на обтекающий их поток.

Исследование проводили на двух предварительно изученных водолазным методом бентосных сообществах, населяющих подводную скалу на о.Бол.Медведок (бухта Никольская, губа Чупа, Кандалакшский залив Белого моря). Сообщество ламинарии находилось в горизонте 3-5 м, литотамниона и губок – в горизонте 10-12 м. Сообщества имели протяженность около 50 м. Для оценки их взаимодействия с потоком был использован метод гипсовых шаров (Хайлов и др., 1993). Шары экспонировали в верхнем и нижнем горизонтах на 4 станциях: вне исследованных сообществ (за кутовой и мористой границами) и в пределах сообществ на расстоянии 15 и 35 м от кутовой границы. В каждой точке измерения использовали шары двух весовых классов (12 - 16 и 39 - 47 г). Время экспонирования соответствовало длительности одного полного приливно-отливного цикла. Показателем интегральной гидродинамики служила удельная скорость вымывания гипса. Стандартными статистическими методами была изучена зависимость этого показателя от места установки шаров.



Сравнительное изучение видовой и численной структуры сообществ показало существенные различия между ними. Выше расположенное сообщество ламинарий характеризовалось суммарной биомассой  $5225 \pm 3331$  г/м<sup>2</sup> и средней плотностью поселения макробентоса  $198 \pm 139$  экз./м<sup>2</sup>. Ламинарии составляли от 56 до 88 % его суммарной биомассы, а их плотность поселения варьировала от 8 до 28 экз./м<sup>2</sup>. Расположенное ниже сообщество литотамниона и губок имело суммарную биомассу  $1867 \pm 706$  г/м<sup>2</sup> и среднюю плотность поселения  $208 \pm 67$  экз./м<sup>2</sup>. Доля покрытия скалы литотамнионом составляла от 78 до 96 %, а доля этих водорослей в суммарной биомассе сообщества – от 28 до 69 %. Биомасса губок *Polymastia arctica* варьировала в пределах 28 – 71 % от суммарной, а плотность их поселения – от 16 до 28 экз./м<sup>2</sup>.

Было показано, что сообщество ламинарий уменьшало интегральную гидродинамическую активность придонного слоя (замедляло вымывание гипса), тогда как сообщество литотамниона и губок достоверно не влияло на нее.

Таким образом, на основании этих и прошлогодних (2001 г.) исследований можно со всей определенностью говорить о существовании трех типов взаимодействия эпилентосных сообществ с водами придонного слоя: ламинаризирующих (сглаживающих турбулентные пульсации – сообщество ламинарий), турбулизирующих (усиливающих турбулентные пульсации – сообщество мидий) и нейтральных (не влияющих на турбулентные пульсации - сообщество литотамниона и губок).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, гранты №№ 01-04-48822 и 02-04-69093.

Раилкин А.И., Бесядовский А.Р.\*, Казарьян В.В., Пименов А.Ю.  
Пополнение бентосных сообществ при разных экспериментальных режимах турбулизации воды

\* - Санкт-Петербургский Морской технический университет

Известны данные о том, что течение является одним из важных факторов, влияющих на пополнение эпилентосных сообществ. Однако имеется весьма ограниченное число работ, где этот вопрос был бы изучен экспериментально при разных режимах обтекания субстратов (ламинарном или турбулентном). Это отчасти связано с тем, что в полевых опытах трудно подобрать условия, различающиеся только режимом обтекания и одинаковые по другим параметрам среды. Также существуют технические проблемы регистрации турбулентных пульсаций.

В настоящем исследовании, проведенном на базе МБС СПбГУ (губа Чупа, Кандалакшский залив Белого моря) указанные трудности были отчасти обойдены за счет использования искусственных субстратов (полимерных пластин) и специально сконструированных установок, которые с одной стороны, обеспечивали постоянный угол атаки пластин обтекающим их потоком, с другой, - заданным образом изменяли характер их обтекания. Установки, представляющие собой гидрофлюгеры, снабженные гидродинамическими решетками, сглаживающими или усиливающими естественные турбулентные пульсации, были установлены с возможностью вращения на придонном стенде в 1 м от дна. Решетки были размещены в непосредственной близости от горизонтально ориентированных пластин для создания максимальных эффектов ламинаризации или, напротив, турбулизации потока.

Опыты по оседанию и пополнению были проведены в проливе Подпахта на двух стендах (1 и 2), размещенных на дне на глубине 7 м. Изучение вертикальной структуры вод показало, что локальные условия вокруг стендов различались главным образом по интенсивности гидродинамики. Более активным в гидродинамическом отношении, по результатам суточных станций, был район 2-го стенда. Средние скорости течения у дна составляли для стендов 1 и 2 соответственно 4,0 и 6,4 см/с. Опыты проводили течение двух месяцев, с 12.07 по 11.09. 2002 г. Плотность бентосных организмов определяли на всей площади пластин (5x10 см).

Массовыми видами, осевшими на экспериментальные пластины, были полихеты *Circeis spirillum* и *Spirorbis spp.*, голожаберные моллюски *Eubbranchus exiguus* и *Acanthodoris pilosa*, двустворчатые моллюски *Mytilus edulis*, *Hyatella arctica* и *Heteronomia squamula*, мшанки *Electra pilosa*. Характерно, что *M.edulis* и *H.arctica* колонизировали в большей мере верхнюю, тогда как остальные виды – преимущественно нижнюю сторону пластин, причем мшанки почти исключительно нижнюю сторону.

На 2-ом стенде, в условиях более активной гидродинамики, оседало большее количество двустворчатых моллюсков и полихет. Напротив, мшанки оседали в несколько раз интенсивнее на 1-ом стенде, в более спокойной воде.

Режим обтекания пластин был одним из важных факторов, оказывавших влияние на оседание. Наиболее заметно он воздействовал на *M.edulis*. На обоих стендах мидии оседали в большем числе в условиях более сильной турбулизации потока (турбулизующие решетки) и в заметно меньшем числе в случае сглаживания пульсаций потока ламинаризирующими решетками. Этот эффект проявлялся при разных скоростях течения как на 1-м, так и на 2-м стенде. Напротив, мшанки

имели тенденцию к более интенсивному оседанию в условиях менее турбулизированного потока.

Таким образом, проведенные эксперименты показывают, что у разных видов оптимальными для оседания являются как разные скорости течения, так и разные режимы обтекания (ламинарный или турбулентный). Анализируя экологические условия обитания изученных видов, можно прийти к выводу, что важным фактором, оптимизирующим выбор ими местообитания, является гидродинамический режим биотопов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, гранты №№ 01-04-48822 и 02-04-69093.

Раилкин А.И., Пименов А.Ю. Рост гидроидного полипа *Dynamena pumila* при экспериментально турбулизированном и ламинаризованном течении

Хорошо известно, что течение является одним из важных факторов, влияющих на рост бентосных организмов, что было показано разными авторами, как в лабораторных, так и в полевых условиях.

Вместе с тем, в морях, особенно в их прибрежной зоне, течение практически всегда турбулизировано. Очевидно, степень турбулизации течения может быть различной. Как может повлиять разная степень турбулентности потока на ростовые характеристики бентосных организмов?

Для ответа на этот вопрос были проведены специальные опыты с использованием гидродинамических решеток. Турбулизующие решетки представляли собой прутки из нержавеющей стальной проволоки диаметром 4 мм, закрепленные в горизонтальном положении на вертикальной раме, ламинаризирующие решетки – стопку плоско параллельных квадратных в сечении (2 см) ячеек длиной 40 см с толщиной стенок 2 мм, изготовленные из оргстекла. Гидродинамические решетки были закреплены на гидрофлюгерах, расположенных с возможностью вращения (постоянная ориентация к потоку) на придонных стендах. Гидроидные полипы *Dynamena pumila* собирали в окрестностях МБС СПбГУ на литорали у о. Кереть в одном месте для получения однородной выборки. В лаборатории фрагменты колонии приращивали к экспериментальным пластинам по методике, описанной Н.Н.Марфениным (1993). Пластины с подготовленными к опытам гидроидами помещали на гидрофлюгеры в горизонтальном положении на расстоянии 2 см за гидродинамическими решетками. Фрагменты колоний с небольшим числом междоузлий столонов (4-6) находились на нижней стороне пластин, что в какой-то мере предохраняло их от засыпания детритом.

Опыты проводили в течение около 1,5 месяцев в августе-сентябре 2002 г. на глубине около 5 м у о. Луда Песочная. В качестве легко определяемого параметра роста использовали суммарное число междоузлий побегов колонии, параметр, хорошо коррелирующий как со структурными, так и с другими ростовыми показателями.

Наибольшие скорости роста были зарегистрированы в опытах с турбулизирующими решетками ( $77 \pm 4$  междоузлия/колонию), достоверно меньшие ( $p < 0.05$ ) в опытах с естественным режимом обтекания ( $66 \pm 4$  междоузлия/колонию) и наименьшие при использовании ламинаризирующих решеток ( $44 \pm 3$  междоузлия/колонию). Таким образом, для гидроидного полипа *Dynamena pumila* турбулентные условия являются оптимальными для роста, что хорошо согласуется с экологическими данными, характеризующими его местообитание как сильно турбулизованный литоральный биотоп.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, гранты №№ 01-04-48822 и 02-04-69093.

Редькин Д.В. Предварительные данные о механизме и скорости питания некоторых массовых видов голожаберных моллюсков района МБС СПбГУ (Керетский архипелаг, Кандалакшский залив, Белое море)

Выяснение скорости и механизма питания - одна из основных задач при изучении экологии хищных организмов. Именно эти показатели наиболее четко характеризуют роль хищника в сообществе и степень его влияния на популяции организмов-жертв. Самыми распространенными хищниками в сообществах обрастателей в районе Керетского архипелага Белого моря являются голожаберные моллюски (Nudibranchia, Opisthobranchia). По данным фаунистических исследований, таксоцэн Nudibranchia данной акватории включает 12 видов, из которых 4 вида встречаются наиболее часто: *Onchidoris muricata* (Muller, 1776); *Coryphella verrucosa* (M. Sars, 1829); *Eubbranchus exiguus* (Alder et Hancock, 1848) и *Dendronotus frondosus* (Ascanius, 1774) (Редькин, 2002). Данная работа - первая попытка выяснения механизма и скорости питания массовых видов беломорских голожаберных моллюсков.

***Onchidoris muricata*** (Muller, 1776): Типичный полифаг. В диету входит более 20 видов различных мшанок из отрядов Stenostomatida и Cheilostomatida. Питаясь, *O. muricata* присасывается к отверстию зооида, затем совершает ряд сосательных движений сосательным зобом, после чего отползает, оставляя переднюю стенку зооида неповрежденной. После того, как моллюск отползает, оперкулюм обычно оказывается отброшен в сторону или протолкнут вовнутрь; изредка оперкулюм заглатывается. В

экспериментальных условиях отдает явное предпочтение *Electra pilosa* ( $42.65 \pm 5.32\%$  случаев), несколько реже в пищу употребляется *Celeporella hyalina* ( $32.87 \pm 2.62\%$  случаев) и *Tegella armifera* ( $15.34 \pm 3.87\%$  случаев). Скорость питания на различных мшанках в эксперименте также не однородна: быстрее всего поглощаются зооиды *Electra pilosa* ( $12.53 \pm 2.33$  зооидов/час) и *Celeporella hyalina* ( $7.56 \pm 1.89$  зооидов/час). Медленнее всего поедается *Tegella armifera* ( $2.15 \pm 0.78$  зооидов/ час).

***Coryphella verrucosa*** (M. Sars, 1829): Типичный полифаг. В диету входит широкий спектр различных Hydrozoa. Питается, заглатывая отдельных полипов целиком (вместе с текой). Скорость питания на различных гидроидах неравномерна: максимальная скорость питания наблюдается на *Obelia geniculata* ( $2.42 \pm 0.84$  зооидов/час), минимальная на *Tubularia sp.* ( $0.6 \pm 0.22$  зооидов/час).

***Eubranchus exiguus*** (Alder et Hancock, 1848): Полифаг, тяготеющий к гидроидам из рода *Obelia*. Питается, высасывая отдельных полипов сквозь отверстия сделанные радулой в основании гидротеки. В эксперименте на манипуляции с полипом и пенетрацию гидротеки *Obelia geniculata* *E. exiguus* затрачивали в среднем  $27.5 \pm 4.56$  сек.; средняя скорость питания этого хищника составила  $3.45 \pm 0.92$  зооидов/час.

***Dendronotus frondosus*** (Ascanius, 1774): Полифаг с крайне широким пищевым спектром; основу диеты этого моллюска составляют различные Hydrozoa. В зависимости от размеров *D. frondosus* реализуют различные варианты пищевого поведения. Мелкие моллюски (длина тела  $< 5$  мм) питаются, высасывая ткани колонии сквозь отверстия, проделанные радулой в покровах столонов, гидротек или гонотек. Крупные моллюски (длина тела  $> 5$  мм) питаются, заглатывая отдельных полипов целиком (либо высасывая полипов из гидротеки без пенетрации покровов, либо откусывая полипов вместе с текой). В эксперименте среднее время, затрачиваемое мелкими моллюсками на пенетрацию теки *Obelia geniculata*, составило  $4.6 \pm 2.6$  мин., а средняя скорость питания составила  $2.2 \pm 0.84$  актов питания/час. Средняя скорость питания крупных моллюсков составила  $12.0 \pm 3.92$  зооидов/час (при максимальном значении 3 зооида в минуту при использовании тактики заглатывания полипов вместе с текой).

Редькин Д.В. Возможные механизмы сосуществования *Dendronotus frondosus* (Ascanius, 1774), *Eubranchus exiguus* (Alder et Hancock, 1848) и *Coryphella verrucosa* (M.Sars, 1829) на колониях гидроидных полипов рода *Obelia*

Практически все массовые виды Nudibranchia района Керетского архипелага питаются гидроидными полипами, причем в диету хищников обычно входит широкий спектр видов жертв (Редькин, 2002). Для данной акватории характерно явление сосуществования разных видов голожаберных моллюсков на одном пищевом объекте. Целью данного исследования стало выявление механизмов, способствующих стабильному существованию поселений *Dendronotus frondosus* (Ascanius, 1774), *Eubranchus exiguus* (Alder et Hancock, 1848) и *Coryphella verrucosa* (M.Sars, 1829) на колониях гидроидных полипов рода *Obelia sp.*

Колонии гидроидов и находящихся на них Nudibranchia собирали с пластин *Laminaria saccharina* (глубина 3-10 м.) в окрестностях МБС СПбГУ (Керетский архипелаг, Кандалакшский залив, Белое море) в летние месяцы 2000- 2002 г. Колонии доставлялись в лабораторию, где фиксировались следующие параметры: положение моллюска на колонии (высота над субстратом, плотность и средний размер веточек 3-го порядка вокруг моллюска, расстояние от моллюска до края колонии), длина тела, тип питания; в некоторых случаях исследовалось устройство радулы. Для всех видов была рассчитана встречаемость, средний размер особи и средние показатели положения моллюсков на колонии.

Анализ полученных результатов выявил следующие закономерности в организации данной многовидовой системы:

1. Колонии *Obelia sp.* заселены мелкими формами (длина  $\leq 5$  mm) голожаберных моллюсков (взрослыми особями в случае *E.exiguus* и ювенилами в случае *D.frondosus* и *C.verrucosa*); более крупные формы встречаются крайне редко.

2. Все моллюски, сосуществующие на колониях *Obelia sp.* характеризуются различным устройством радулярного аппарата: *E.exiguus* и *C.verrucosa* обладают трисериальной радулой различного строения; *D.frondosus* обладает мультисериальной радулой.

3. Все моллюски, сосуществующие на колониях *Obelia sp.* характеризуются различными механизмами питания: *E.exiguus* питается, высасывая отдельных полипов сквозь отверстия, сделанные радулой в основании гидротечи; *C.verrucosa* питается, заглатывая отдельных полипов целиком (вместе с текой); *D.frondosus* реализует различные варианты пищевого поведения в зависимости от размера (мелкие моллюски высасывают ткани колонии сквозь отверстия, проделанные

радулой в покровах столонов, гидротек или гонотек; крупные моллюски заглатывают отдельных полипов целиком).

4. Все моллюски занимают четко детерминированное положение на колонии *Obelia sp.*: *E.exiguus* тяготеет к маргинальным участкам в средней части колонии (к участкам, где плотностью веточек 3-го порядка максимальна), *D.frondosus* и *C.verrucosa* крайне редко встречаются в маргинальных частях колонии, тяготея к участкам, приближенным к столону, причем *C.verrucosa* достоверно чаще тяготеет к более высоким участкам столонов, чем *D.frondosus*.

Таким образом, три вида голожаберных моллюсков, сосуществующих на колониях *Obelia sp.*, различаются по устройству радулярного аппарата, механизму питания и пространственному распределению. Следовательно, существуют факторы, предупреждающие конкурентное исключение, что и объясняет сосуществование *Dendronotus frondosus* (Ascanius, 1774), *Eubbranchus exiguus* (Alder et Hancock, 1848) и *Coryphella verrucosa* (M.Sars, 1829) на колониях гидроидных полипов рода *Obelia*.

#### Эмбриология, Гистология, Цитология

Антипова А.Ю., Костюченко Р.П. Зона роста у поздних личинок сидячей полихеты *Pectinaria koreni* (Pectinariidae, Polychaeta, Annelida)

Собранные нами в начале августа в планктоне Белого моря в районе острова Средний личинки *Pectinaria koreni* были изучены рутинными гистологическими методами на предмет зоны высокой пролиферативной активности клеток, именуемой зоной роста, за счет функционирования которой происходит увеличение количества сегментов.

С этой целью мы исследовали позднюю метатрохофору и две стадии нектохеты: раннюю нектохету и нектохету перед оседанием на дно, то есть позднюю (стадии по: Свешников, 1978).

Все три типа личинок являются свободно плавающими и активно питающимися формами. У ранних форм сформированы ротовые лопасти, а у поздней - хватательные щупальца, похожие на пальпы. Кишка сквозная, хорошо развита. Уже у ранней нектохеты она формирует расширение, похожее на желудок. Кишечный эпителий имеет реснички.

Личинки крупные: поздняя метатрохофора 450-500 мкм в длину, ранняя нектохета до 700 мкм, а нектохета перед оседанием - около 1 мм. У первых двух форм хорошо развиты трохальные структуры: прототрох - на границе эписферы и вытянутой гипосферы; телотрох - впереди от анального отверстия, а между ними по вентральной медианной линии проходит нейротрох.

Количество сегментов постепенно нарастает, увеличиваясь с 10 на стадии поздней метатрохофоры до 17 щетинконосных сегментов на стадии нектохеты перед оседанием.

Небольшая зона высокой пролиферативной активности клеток, за счет которой формируются новые сегменты, состоит из овальных клеток, несколько превышающих по размерам соседние, неделящиеся, и примыкает непосредственно к клеткам телотроха на брюшной стороне личинки, располагаясь между покровным и кишечным эпителием. Количество клеток этой зоны, одновременно находящихся в фазе митоза, достигает восьми.

Работа поддержана грантом PD02-1.4-360 Минобразования России.

Крылова Д.Д., Алешина Г.М.\*, Кокряков В.Н.\*, Ересковский А.В. Биохимические особенности и предполагаемые функции материнских клеток беломорской губки *Halisarca dujardini* (Demospongiae, Halisarcida)

\* - Институт Экспериментальной Медицины

Развитие зародышей и личинок беломорской губки *Halisarca dujardini* (Demospongiae, Halisarcida) происходит внутри материнского организма. На поздних стадиях развития начинается миграция материнских мезохилиарных гранулярных клеток в развивающийся зародыш (Ereskovsky & Gonobobleva, 2000). Ранее нами (Krylova et al., 2002) было установлено, что гранулы этих клеток содержат катионные белки, которые, как известно, являются молекулярными факторами устойчивости к различным микробиальным патогенам (Кокряков, 1999). Нами были выделены экстракты катионных белков из тканей взрослых губок *H. dujardini*, а также из отдельно выделенных предличинок и личинок. Полученные тотальные экстракты проявили довольно сильную антимикробную активность против грам-положительной бактерии *Listeria monocytogenes* и против грам-отрицательной *Escherichia coli*. Белковые экстракты были разделены на фракции. После тестирования каждой фракции в некоторых из них была выявлена антимикробная активность. Анализ фракций методом электрофореза в полиакриламидном геле показал, что они не являются гомогенными и содержат катионные белки с молекулярными массами 5-23 кДа.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что исследуемые нами белки принимают участие в защитных реакциях в организме губок. Можно предположить, что одной из функций материнских клеток в личинках также является защита от бактериальных и грибковых патогенов. Однако возможно, что катионные белки этих клеток могут



принимать участие и в морфогенезе личинок *H. dujardini* при метаморфозе.

Мухина Ю.И. Оседание и метаморфоз личинок беломорской губки *Halisarca dujardini* на искусственном субстрате

В естественных условиях личинки *Halisarca dujardini* оседают, преимущественно, на ветвях слоевища фукуса пузырчатого (*Fucus vesiculosus*). Для проведения экспериментов с иммуно-цитохимическим маркированием клеток и для удаления избыточной бактериальной флоры важно найти субстраты, которые отвечали бы 3 требованиям: 1) субстрат должен быть благоприятен для оседания и метаморфоза личинки; 2) может подвергаться стерилизации; 3) должен обрабатываться для микроскопирования (в том числе, для ТЕМ) вместе с неповрежденным объектом – прикрепившейся и распластывающейся личинкой.

Для достижения этой цели были испытаны полимерные смолы (эпон, аральдит) и агар-агар. Из них только агар-агар оказался благоприятным субстратом для оседания.

Личинки губок помещали в стерильные чашки Петри с морской водой, очищенной с помощью миллипорового фильтра. Дно чашек было покрыто слоем стерильного агар-агара. Смену воды производили каждые двое суток. Личинки охотно оседали на дно на 2–5–ый день после выхода из материнского организма. Их фиксировали для световой и электронной микроскопии ежедневно вместе с пластинкой из агар-агара.

Через 1 сутки после оседания в личинке обнаруживали гнезда хоанобластов, в которых позже появлялись небольшие полости. На 2 – 4 сутки после оседания и распластывания личинки по субстрату соседние гнезда хоанобластов объединялись, образуя от 3 до 5 жгутиковых камер. Метаморфоз заканчивался на 7 день с появлением оскулярного отверстия.

Мухина Ю.И., Подгорная О.И.\* Исследование хромосом клеток губки *Halisarca dujardini*

\* - Институт цитологии РАН

Благодаря успехам молекулярной биологии активно исследуется структура различных групп генов губок. Однако, хромосомная организация клеток этих животных, важная в систематическом отношении, изучена слабо. К настоящему времени описаны кариотипы двух видов губок, представителей класса Demospongia: пресноводной

губки *Spongilla lacustris* (Jmsiecke et al., 1993) с 18 хромосомами, и морской губки *Suberites domuncula* (Jmsiecke et al., 1995) с 32 хромосомами. Среди причин слабой изученности хромосомного аппарата губок - мелкие размеры хромосом и низкая пролиферативная активность клеток.

Нами произведено исследование кариотипа беломорской губки *Halisarca dujardini*.

Губок, не содержащих половых клеток, помещали в аквариум с морской водой, содержащей демикальцид в концентрации 0,2 мкг/л на ночь. Затем клетки губки диссоциировали в бескальциевой искусственной морской воде. В суспензию клеток добавляли дистиллированную воду в соотношении 1 : 5. Каплю такой суспензии роняли на покровное стекло с высоты 0,7 - 1 м. Клетки фиксировали 4% раствором параформальдегида на 0,2 М фосфатном буфере в течение 10 мин, отмывали в том же буфере и обрабатывали 0,3% раствором 4,6-диамидин-2-фенилиндолом (DAPI). Покровные стекла с клетками размещали на предметном стекле и анализировали с помощью флуоресцентного микроскопа.

В профазе хромосомы тонкие, при переходе к метафазе они достигают максимальной плотности и толщины. Хромосомы имеют сферическую или слегка вытянутую форму. Количество хромосом, подсчитанное на метафазных пластинках, составляло 30 + 2 и 60. Диплоидное количество хромосом принято равным 30. Удвоенное количество хромосом, очевидно, связано с наличием немногочисленных двуядерных клеток в составе личинок и синхронным вступлением в митоз обоих ядер.

Мухина Ю.И., Подгорная О.И.\*, Ефремова С.М. Маркирование клеток личинок губки *Halisarca dujardini* с помощью поликлональных антител

\*- Институт цитологии РАН

Проблемы клеточной дифференциации и реорганизации личинок губок во время метаморфоза являются дискуссионными уже более ста лет. Ультраструктурный анализ метаморфоза не дает убедительного ответа на вопрос, принимают ли участие поверхностные клетки личинок в организации дефинитивных структур губки. Для прослеживания их судьбы нужны надежные маркеры этих и других клеток губки.

Разделение клеток личинок губок в градиенте перколлы позволило получить 5 морфологически разных категорий клеток. В результате электрофоретического разделения белков каждой фракции были выявлены их мажорные белки. Для дальнейшей работы были выбраны мажорные

белки 68 кД фракции 2 (жгутиковые клетки личинки), 58 кД фракции 5 (колленцитоподобные клетки личинки) и 18 кД фракции 7 взрослой губки (эозинофильные клетки). К этим белкам были получены поликлональные антитела (ABL2, ABL5, ABB7, соответственно). В качестве вторых антител использовались антитела к иммуноглобулинам крысы (для клеток фракции 2) и морской свинки (для фракций 5 и 7), конъюгированные с флюоресцеин-изотиоцианатом.

Иммуноцитохимический анализ препаратов диссоциированных клеток и целых личинок показал, что ABL2 взаимодействуют с белками в апикальной области жгутиковых клеток личинки, ABL5 взаимодействуют с гранулами колленцитоподобных клеток, а ABB7, полученные к белкам эозинофильных клеток взрослой губки, связываются с гранулами тех же клеток в составе личинки.

ABL2 и ABL5 при иммуноблоттинге электрофоретически разделенных белков целых личинок реагировали с белками 68 кД и 58 кД соответственно. ABB7 окрашивали несколько дискретных зон, с основной зоной 70 кД. Вероятно, белок 18 кД, содержащийся в гранулярных эозинофильных клетках взрослой губки, синтезируется в виде высокомолекулярного предшественника, который в дальнейшем подвергается процессингу.

Связывания антител ABL2 (к белкам поверхностных жгутиковых клеток) с белками взрослой губки не происходило.

Таким образом, можно считать полученные антитела надежным маркером клеток, принимающих участие в процессе метаморфоза личинок и последующем развитии губок.

Харин А.В., Загайнова И.В., Костюченко Р.П. Процессы бесполого размножения у представителей семейства Naididae

Широко распространённое среди различных систематических групп животных и имеющее разнообразные формы бесполое размножение является характерным для олигохет семейства Naididae. Этот процесс был исследован нами у двух представителей данного семейства: *Nais communis* и *Pristina longiseta*. Нами было показано, что *N.communis* и *P.longiseta* размножаются одной из форм поперечного деления, называемой паратомией. При этом формирование недостающих структур новых зооидов происходит до их деления.

Формирование первой перетяжки - зоны деления тела червя на два зооида - у обоих видов происходит при достижении червем определенного размера тела: у *Nais communis* на границе между двумя сегментами в пределах пятнадцатого-семнадцатого сегмента при длине тела 34-42

сегмента, у *Pristina longiseta* на тринадцатом- девятнадцатом сегменте при длине тела 23-28 сегментов. Следующее деление у *Nais communis* происходит при достижении изначальных размеров тела (34-42 сегмента), в то время как у *Pristina longiseta* последующие перетяжки закладываются в сегменте, лежащем впереди от предыдущей, и с каждым актом деления материнский зооид укорачивается на один сегмент.

При достижении материнским зооидом *Pristina longiseta* определенного числа сегментов (чаще всего - 12), бесполое размножение приостанавливается, задние (дочерние) зооиды отделяются, а передний зооид (материнский) восстанавливает утраченные сегменты.

Таким образом, *Nais communis* размножается путем медленной паратомии, а *Pristina longiseta* - быстрой паратомии.

Как у *N.communis*, так и у *P.longiseta* разделение зооидов происходит только после окончательного формирования пигидия и зоны роста на заднем конце переднего зооида и головы и нескольких передних сегментов, по способу формирования напоминающих ларвальные сегменты, на переднем конце заднего зооида. Таких «ларвальных» сегментов у *P.longiseta* формируется шесть, а у *N.communis* - четыре.

Основные процессы увеличения количества сегментов у вновь образованных зооидов *N.communis* происходят после разделения, в то время как у *P.longiseta* зона роста, которая закладывается в перетяжке, начинает функционировать ещё до разделения, формируя шесть сегментов. При этом в каждой новой зоне деления это происходит после закладки следующей перетяжки. Но перед отделением последнего зооида (когда новые перетяжки уже не образуются) зона роста начинает функционировать и в материнском зооиде.

У обоих видов разделению зооидов предшествует накопление в зоне образования перетяжки большого количества клеток, не имеющих признаков дифференциации. Из дифференцированных клеточных типов в этой зоне отмечены, прежде всего, клетки покровного и кишечного эпителии. Как у *P.longiseta*, так и у *N.communis* кишка сохраняет непрерывность на всём своём протяжении. Кроме того, у *N.communis* была показана активность щелочной фосфатазы клеток кишки в районе перетяжки.

Было замечено, что кишка у *P.longiseta* сильно дифференцирована: в «ларвальных» сегментах расположена глотка, затем следует сегмент, содержащий желудок; кишечник проходит через все остальные сегменты. При образовании перетяжек происходят трансформации кишки. При этом часть кишечника перестраивается в желудок дочернего зооида, а вся остальная часть его кишки и глотка формируются заново.

Имеющиеся данные позволяют поставить вопрос о происхождении клеточного материала зоны деления. Дальнейшие ультраструктурные

исследования помогут, возможно, ответить на вопрос о клеточных источниках бесполого размножения.

Шурыгина Е.В. Анализ экспрессии постериального Нох гена *post2* в личиночном развитии полихеты *Nereis virens*

В последние годы установили, что ключевые гены, определяющие важные морфо-генетические процессы в развитии, эволюционно консервативны в пределах всех билатеральных. Несмотря на это, мы наблюдаем колоссальное разнообразие морфологических форм животных. В настоящее время показано, что это такое разнообразие было достигнуто в ходе эволюции за счёт изменений в регуляции генов, контролирующих морфогенез. Нам важно понять, какие изменения в регуляции этих генов привели к изменению программ развития и возникновению новых форм. Сейчас пристальное внимание исследователей привлекли гомеотические гены (Нох гены), определяющие индивидуальность частей тела вдоль антериально-постериальной оси (AP оси).

Благодаря ряду своих структурных особенностей, Нох гены дали материал для построения нового филогенетического древа животных с билатеральным планом строения тела. Основываясь на этих данных, полученных с помощью молекулярно-филогенетических методов исследования, все билатеральные животные были разделены на три большие группы: Deuterostomia, Ecdysozoa, Lophotrochozoa. Так сложилось, что представители первых двух групп давно вошли в практику лабораторных исследований (дрозофила, мышь), и данных по структурной и функциональной организации Нох генов для этих двух групп очень много. Тогда как представители Lophotrochozoa лишь недавно стали объектами молекулярной биологии развития. В связи с этим возникает вопрос, как у представителей этой группы реализуются общие принципы работы Нох генов.

Целью и задачей моей работы являлся анализ экспрессии Нох гена постериальной группы *post2* в личиночном развитии полихеты *Nereis virens*.

Для выполнения поставленной задачи мы использовали метод гибридизации *in situ* на целых зародышах.

Экспрессия гена *Nvpost2* изучалась на нескольких стадиях развития: 127 часов развития – ранняя метатрохофора, 178 часов развития – поздняя метатрохофора и 205 часов развития – ювенильный червь.

Результаты гибридизации.

1. На стадии ранней метатрохофоры антисмысловый рибозонд не дал специфического сигнала. Мы можем заключить, что время начала

экспрессии гена *Nvpost2* приходится на более поздние стадии развития личинки. На этой стадии мы видим закладку хет трёх ларвальных сегментов и прототрох.

2. На стадии метатрохофоры мы видим, что область экспрессии *Nvpost2* распространяется на область развивающегося пигидия и, по-видимому, захватывает будущую зону роста. Она распространяется только на самые постериальные зоны личинки.

3. Экспрессия не затрагивает ларвальные сегменты.

4. На стадии 205 часов развития – ювенильный червь – мы видим закладку 5 и 6 постларвальных сегментов. Область экспрессии гена *Nvpost2* по-прежнему локализуется в самых постериальных отделах тела личинки. Она не затрагивает ларвальные сегменты и цирры.

5. Уровень экспрессии интенсивнее в наиболее постериальном из двух закладывающихся постларвальных сегментов в центральной его части.

В целом, *Nvpost2* демонстрирует типичную картину экспрессии Нох гена постериальной группы в личиночный период развития. Он экспрессируется на поздних стадиях развития в наиболее постериальных отделах тела личинки.

Результаты, полученные для полихеты *Nv*, представителя ветви Lophotrochozoa, по экспрессии постериального Нох гена *post2* совпадают с данными по экспрессии Нох генов постериальной группы, имеющимися для животных, принадлежащих к двум другим группам билатеральных животных: Deuterostomia, Ecdysozoa. Для этих двух групп животных показана экспрессия Нох генов при формировании взрослого плана строения тела, тогда как для полихеты *Nv* в этой работе продемонстрирован паттерн экспрессии постериального Нох гена в личиночном развитии.

Данные, полученные на *Nereis virens* по экспрессии Нох генов на личиночной стадии развития, ставят вопрос о функциональном назначении этой экспрессии на личиночной стадии онтогенеза, поскольку большая часть взрослого тела лофотрохозойного организма формируется в результате постларвального роста.

## Физиология и биохимия растений

Тараховская Е.Р., Маслов Ю.И., Полевой В.В. К вопросу о регуляции прорастания зигот *Fucus vesiculosus* L.

Яйцеклетки, зиготы и эмбрионы бурой водоросли *Fucus vesiculosus* L. являются удобным модельным объектом для изучения регуляции дифференцировки и развития растительного организма, в том числе,

формирования ассимиляционного аппарата. В 2002 г. нами были продолжены исследования действия различных трофических и гормональных факторов на прорастание зигот. Для количественной характеристики динамики прорастания зигот применена математическая модель Митчерлиха  $p=1-e^{-k(t-t_0)}$ , где  $p$  – доля проросших зигот,  $t$  – время после оплодотворения,  $t_0$  – момент начала прорастания,  $k$  – скорость прорастания в момент  $t_0$ . Показано, что индолил-3-уксусная кислота (ИУК) и ее физиологически активные синтетические аналоги (индолил-масляная кислота и  $\alpha$ -нафтил-уксусная кислота,  $\alpha$ -НУК) в относительно низких концентрациях (0,1-1 мг/л) стимулируют ризоидообразование, тогда как неактивный ауксин ( $\beta$ -НУК) не оказывает подобного воздействия. Это позволяет сделать вывод, что ИУК специфически регулирует процессы прорастания и формирования оси полярности у зигот *F. vesiculosus*. Высокие концентрации (50 мг/л) как активных, так и неактивных ауксинов, вероятно, не специфически подавляют развитие зигот и эмбрионов.

Представляет интерес, возможная связь между процессами дифференциации зигот и формированием фотосинтетического аппарата. Оплодотворение яйцеклеток вызывает резкое усиление дыхания и повышение активности I и II Фотосистем при выращивании зигот в условиях фотопериода. Показано также, что содержание зигот в темноте способствует ускоренному ризоидообразованию, несмотря на недоразвитие ассимиляционных систем.

*Участники IV научной сессии МБС СПбГУ*

Абрамова Л.А.	Дякин А.Ю.	Николаева М.А.
Агатьева Н.А.	Ересковский А.В.	Панина С.Н.
Акимова А.Н.	Ефремова С.М.	Паскерова Г.Г.
Алешина Г.М.	Жук А.В.	Петрова Ю.А.
Анацкий С.Ю.	Заварзин А.А.	Пименов А.Ю.
Антипова А.Ю.	Загайнова И.В.	Плахотникова Ю.В.
Аристов Д.А.	Зеленников О.В.	Плоткин А.С.
Банкин Е.П.	Знаменская О.С.	Подгорная О.И.
Барабанова Л.В.	Иванов М.В.	Полоскин А.В.
Баранова Е.В.	Иванова Т.С.	Полякова Н.В.
Барбина А.А.	Исаков А.В.	Примаков И.М.
Басова Л.А.	Казарьян В.В.	Раилкин А.И.
Батагов А.О.	Католикова М.В.	Редькин Д.В.
Башмачников И.Л.	Кокряков В.Н.	Римская-Корсакова Н.Н.
Беленицкая П.Б.	Колдунов Н.В.	Самбук И.С.
Белоусов И.Ю.	Костюченко Р.П.	Саминская А.А.
Бесядовский А.Р.	Крапивин В.А.	Сипенкова Т.М.
Варзугина Е.Н.	Крылова Д.Д.	Стогов И.А.
Веселова А.С.	Кудрявцев А.А.	Тараховская Е.Р.
Галактионов Н.К.	Кудрявцева А.В.	Тихонова И.М.
Герасимова А.В.	Кузнецов Ю.К.	Усов Н.В.
Герасимова Е.И.	Кузнецова Е.С.	Фатеев А.Э.
Гимельбрант Д.Е.	Кузнецова И.В.	Федорова М.А.
Голикова Е.А.	Кулева Н.В.	Флячинская Л.П.
Головина Е.О.	Максимович А.Н.	Халаман В.В.
Горбушин А.М.	Максимович Н.В.	Харин А.В.
Городилов Ю.Н.	Маслов Ю.И.	Хлебович В.В.
Гранович А.И.	Михайлова Н.А.	Хоменко Е.С.
Гришанков А.В.	Мовчан Е.А.	Чикадзе С.З.
Гуричев П.А.	Мухина Ю.И.	Шипунов А.Б.
Добрецов С.В.	Мыльников С.В.	Шунатова Н.Н.
Дукельская А.В.	Николаев К.Е.	Шурыгина Е.В.